



TÜBİTAK

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Aralık 2021 Yıl 55 Sayı 649 - 7 TL

Mikroçip Kıtlığı

**COVID-19'a Karşı
Antiviral İlaçlar**

**Nükleer
Saatler**

Triboloji

**Uzun ve
Sağlıklı Yaşam**



POSTER
Mikroçip

“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 55 Sayı 649
Aralık 2021

İmtiyaz Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör

Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu

Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arsan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nurray Karapınar
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

Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web

Hüseyin Diker

Mobil Uygulama

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
bteknik@tubitak.gov.tr
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri (312) 222 83 99

abone@tubitak.gov.tr
www.tubitakdergileri.com.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 7 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

Baskı PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.

http://www.promat.com.tr/
Tel (212) 622 63 63

Baskı Tarihi 24.11.2021

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.

http://www.tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı
[Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nsır.83]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

Her ayın 1'inde çıkar.



Mikroçiplerin olmadığı bir gelecek artık mümkün değil! Kullandığımız cihazlar ve araçlar akıllandıkça mikroçip bağımlılığı da giderek artıyor. Günlük hayatımızın vazgeçilmez olan akıllı cihazların hemen hepsi tüm özelliklerini mikroçiplere borçlu. Üzerindeki yazılım aracılığı ile veri işleyebilen ve elektrikli cihazların işlevlerini kontrol edebilen bu çok küçük elektronik devrelere birçok endüstride yoğun olarak ihtiyaç duyuluyor. Birkaç nanometre kadar küçük boyutlara ama bir o kadar da yüksek işlem kapasitesine sahip mikroçipler, çok karmaşık ve ileri düzey çip üretim teknolojilerini gerektiriyor. Yakın zamana kadar mikroçip konusu çok da popüler değildi. Ancak son zamanlarda dünya genelinde yaşanan mikroçip sıkıntısı nedeniyle üretime ara vermek ya da kapasite azaltmak zorunda kalan birçok fabrika olduğunu duymaya başladık. İnsanların akıllı elektronik cihazları kullanmaktan vazgeçmeyeceği, her geçen gün gelişen yazılım dünyasının daha fazla çipe gereksinim duyacağı ve mikroçip üretiminin bir anda kolaylaşmayacağı dikkate alındığında mikroçip kıtlığının sona ermesi biraz zaman alacak gibi duruyor.

Bu sayımızda, son bir yıldır gündemde olan mikroçip kıtlığı konusunu detaylı bir şekilde ele alıyoruz. Gürkan Caner Birer, mikroçiplere ne kadar bağımlı olduğumuzu, bu kıtlığın nasıl ortaya çıktığını ve neden kolayca aşılanmadığını örneklerle açıklıyor. Ayrıca, “Mikroçip” başlıklı posterimiz de konunun daha iyi anlaşılmasına katkı sağlıyor.

Özlem Ak hazırladığı iki farklı yazıda, sağlığımızı tehdit etmeye devam eden COVID-19'a karşı geliştirilen antiviral ilaçlardan ve bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı ve uzun yaşama katkılarından bahsediyor. Tuncay Baydemir, gittikçe artan triboloji çalışmalarını sayesinde enerjinin ve doğal kaynakların nasıl daha verimli kullanılacağını anlatıyor. Mahir Ocak ise atom saatlerinden bile daha hassas olan nükleer saatlerin geliştirilmesi konusunu ele alıyor. “Jeoçeşitlilik: Biyoçeşitliliğin Sessiz Ortağı” ve “Şifrelemenin Temeli Asal Sayılar” başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz.

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

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

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,

Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

14

COVID-19'a Karşı Antiviral Dönemi!

Özlem Ak

COVID-19 pandemisi başladığından beri, geliştirilen aşilar, insanları enfeksiyonlara karşı korumanın tek önlemi oldu. Ancak enfeksiyon bulaştıktan sonra hastaların tedavisi hekimleri her zaman zorladı. Geliştirilen antiviral ilaçların önemi tam da bu noktada ortaya çıkıyor.



54

Nükleer Saatler

Mahir E. Ocak

Yirmi yıldan uzun bir süredir atom saatlerinden bile daha hassas nükleer saatler geliştirmek için çalışmalar yapılıyor. Hâlâ aşılması gereken sorunlar olsa da yakın gelecekte nükleer saatlerin gerçeğe dönüştürüleceğinden şüphe duyulmuyor.



64

Jeoçeşitlilik: Biyoçeşitliliğin Sessiz Ortağı

Raif Kandemir

İnsanların yaşamını şekillendiren jeoçeşitlilik aynı zamanda doğal afetler gibi jeolojik olayların bir sonucudur. Yıkıcı etkileri olsa da jeolojik olaylar Dünya üzerindeki canlı yaşam için yeni fırsatlar ortaya çıkarır. Tüm bu nedenlerle jeoçeşitliliğin korunup gelecek nesillere aktarılması hayli önemlidir.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

22

Bilim Çizgi

Pîrî Reis

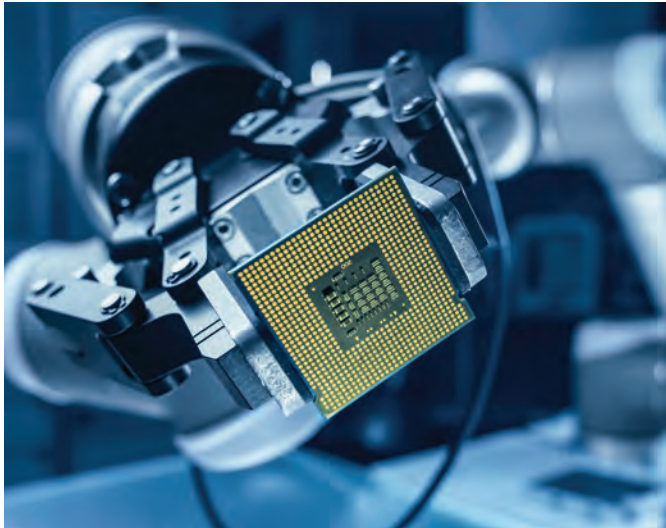
Sinançan Kara

24

Mikroçip Kıtılığı

Gürkan Caner Birer

Kullandığımız birçok cihaz yazılım içeriyor. Yazılımların çalışması için de mikroçipler kullanılıyor. Dünya genelinde son zamanlarda yaşanan mikroçip kıtlığı nasıl ortaya çıktı, neden aşılamıyor, mikroçip üretmek bu kadar zor mu, dünya mikroçiplere ne kadar bağımlı gibi soruların cevaplarını sizler için derledik.



36

Triboloji, Enerji ve Doğal Kaynakları Daha Verimli Kullanmanın Yolu mu?

Tuncay Baydemir

Sanayideki teknolojik gelişmelere, üretim kapasitelerinin artmasına ve makineleşmeye bağlı olarak insanlık her geçen gün enerji, hammadde ve çevre krizlerine daha da yaklaşıyor. Bu yüzden, temel hedefleri yüzeylerdeki sürtünmeyi kontrol altına alma, aşınmaları azaltma ve yağlama sistemlerini iyileştirme olan triboloji alanındaki gelişmeler günümüzde daha da büyük önem arz ediyor.

50

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

62

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

70

Bağırsak Mikrobiyotası Yaşama Yıllar, Yıllara Hayat Katıyor

Özlem Ak

Bağırsaktaki karmaşık bakteri topluluğu hakkında hâlâ öğrenecek çok şey olsa da sağlıklı bir yaşlılığa ulaşan insanların genellikle benzer bağırsak florasına sahip oldukları biliniyor. Hatta bağırsak mikroorganizmalarını değiştirerek ömrü uzatmanın mümkün olabileceğine dair kanıtlar toplanıyor.

76

Şifrelemenin Temeli Asal Sayılar

Elif Ebrin Kaya

78

Bilim Tarihinden Notlar: Batı Dünyasında Bilimin Yeniden Doğuşu

Hüseyin Gazi Topdemir

82

Doğa - Fauna

Su Aygırı

Bülent Gözcelioğlu

84

Gökyüzü:

Rengârenk İncilerden

Renkli Mesajlar

Faruk Soyduğan

88

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

90

Satranç

Kıvanç Çefle

93

Ayın Sorusu

(Matematik)

Azer Kerimov

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

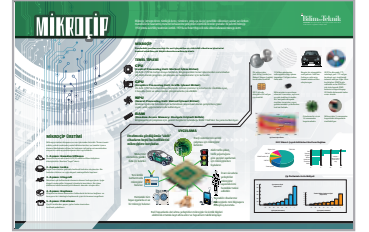
96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer

EK – POSTER

Mikroçip



Gürkan Caner Birer,
Hüseyin Diker

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



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

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

Bilim ve Teknik Aralık 2021

“Her sayısı ayrı bir dünya”

Merhaba,

Ben derginizi okumaya başlamadan önce abimin *Bilim Çocuk* dergilerini okuyordum. Artık büyüyünce onun *Bilim ve Teknik* dergilerini de okumaya başladım. Git-tikçe meraklandım ve abone oldum. Her sayıyı merakla bekliyorum artık. Verdiği bilgiler, ilginç olaylar ve diğer tüm yazılar üst düzey planlanmış ve yazılmış.

Her satır bilgi için çok teşekkürler. Emeği geçen herkesin eline sağlık.

Yusuf Emre Kuş,
Şanlıurfa TOBB Fen Lisesi, 10. Sınıf Öğrencisi

“Matematiğe olan sevgimin başkahramanı”

Merhaba,

Çocukken derginin rengarenk sayfaları ve resimleri hep dikkatimi çekerdi. Harçlıklarımı biriktirip aldığımda dergiler bilime olan sevgimi arttırmıştı. Daha sonra dergiyi okurken matematik ile ilgili olan kısımların daha çok ilgimi çektiğini fark ettim. Lisede matematiğe olan sevgim derginizin katkılarıyla daha da çok arttı ve âşık olduğum matematiğe kendimi adanmaya karar verdim.

Bugün matematik öğretmenliğinde okumamda büyük katkısı olan *Bilim ve Teknik*'in sayfalarını açınca hâlâ ilk olarak matematikle ilgili köşeleri ve yazıları okurum.

Hayatıma yön verdiğiniz ve bilimi hayatımızın merkezine taşıdığınız için teşekkür ederim.

Ayşegül Soysal,
Ordu Üniversitesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi,
Matematik Öğretmenliği Öğrencisi

“Araştırma yapmanın sihirli sonuçları”



Merhaba,

Sene 1970. Ortaokul yılları. Ankara Bahçelievler’de 7. caddedeki gazete büfesine her ay *Bilim ve Teknik* almaya heyecanla gider, eve dönerken okumaya başladım. Bu derginin bilim ve teknolojiye, araştırma yapmanın sihirli sonuçlarına bakışımı şekillendiren önemli katkıları oldu.

Sinan Tandoğan

“En büyük yardımcım”



Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisine iki yıldır aboneyim, bir fen bilimleri öğretmenim olarak, gerek hayatımda gerekse öğrencilerim için ders hazırlarken bende farklılık yarattığını söyleyebilirim. Çağımızın yeniliklerini takip etmemde en büyük yardımcım.

Teşekkürler...

Bedihan AKÇAL

“Bir sonraki sayıyı ipe çekiyorum”



Merhaba,

Öğretmenim sayesinde *Bilim ve Teknik* almaya başladım. Bir sonraki sayının gelmesini ipe çekiyorum. Beşinci sınıfta öğretmenim bize bu dergiyi tanıttı ve “Her ay yeni sayı çıkıyor, alabilirsiniz.” dedi. Bu dergiyi çok severek okuyorum, bana birçok bilgi öğretti.

TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* ailesine ve okuyucularına sevgilerimle...

Derin Çimencioğlu

“Merak ve bilim ilgisi için teşekkürler”



Merhaba,

Henüz 6. sınıftayken ailemin bana aldığı *Bilim Çocuk* dergisi sayesinde yayınlarınızla tanıştım. Her ay dergiye kavuşmak için işten dönen babamın dergimi eve getirmesini sabırsızlıkla bekler, dergiye kavuştuktan sonra makalelerinizi dikkatle okurdum. Küçük bir çocukken bilim nedir, bilim insanı kimdir, bakteriler, nano malzemeler, atomlar ve moleküller, yanardağlar, canlılar, bilimde etik kurallar ve bunlar gibi birçok kavramı eğlenceli bir şekilde sayenizde öğrendim. O yıllarda hep bilim insanı olmayı hayal ederdim. Çünkü bilim insanı demek akıllı, objektif, araştırmacı, meraklı ve dürüst insan anlamına geliyordu benim için. O yıllarda edindiğim dergileri ve yanında hediye gelen *Bilim Çocuk* kartlarını hâlâ evimizin kütüphanesinde muhafaza ederim. Hatta *Bilim Çocuk* sayesinde ülkemizin farklı şehirlerinden bir sürü mektup arkadaşı edip yıllar boyu süren arkadaşlıklar kurmuştum.

Büyümeye başladığımda ise *Bilim ve Teknik* derginizle ilgilenmeye başladım. Hatta kimya bölümünü seçmemde ve lisansüstü eğitimine odaklanmamda dergilerinizin çok önemli katkıları olduğunu düşünüyorum. Hâlen doktora çalışmasına devam eden bir birey olarak küçük bir çocuğun dünyasına yayınlarınızla nasıl vizyon kattığınızı, nasıl bir temel oluşturduğunuzu ifade etmek için bu yazıyı size gönderiyorum.

Küçük bir çocukken bende oluşturduğunuz merak ve bilim ilgisi için size ne kadar teşekkür etsem azdır!

Fatma Mamatioğlu



Haberler

Evler Kitaplarla Dolsun!

Özlem Ak

Evlerinde daha fazla kitabı olan çocuklar, büyüdüklerinde daha az zihinsel gerileme yaşıyorlar. Kitaplarla dolu evlerde büyüyen çocuklar, ekonomik koşullar ve eğitim gibi faktörler dikkate alındığında bile, yaşlandıklarında daha az bilişsel gerileme eğilimi gösteriyor. Bu bulgu, erken bilişsel zenginliğin beyin üzerinde uzun süreli koruyucu etkilere sahip olduğunu gösteriyor.

Önceki araştırmalar, evlerinde büyük kütüphaneleri olan çocukların okulda ve sonraki kariyerlerinde daha başarılı olma ihtimallerinin daha yüksek olduğunu bulmuştu. İsrail'deki Ben-Gurion Üniversitesinden Ella Cohn-Schwartz ve meslektaşları, erken yaşta kitap okumanın faydalarının yaşlılığa kadar uzanıp uzanmadığını merak ettiler. Bunun için,



“Avrupa'da Sağlık, Yaşlanma ve Emeklilik Anketi”nin bir parçası olarak, 16 Avrupa ülkesinde 2011 ve 2013 yıllarında hafıza testleri yaptıran ve Alzheimer hastalığı olmayan 65 yaş ve üstü 8.000'den fazla kişinin verilerini analiz ettiler. Testlerde, belirli kelime listelerini ezberlemek ve 1 dakika içinde mümkün olduğunca çok hayvani adlandırma etkinlikleri uygulanmıştı.

Araştırmacılar katılımcılardan çocukken evlerinde aşağı yukarı kaç kitap olduğunu belirtmelerini istedi ve onlara “kitap yok”, “bir raf (yaklaşık 25 kitap)”, “bir kitaplık (yaklaşık 100 kitap)”, “iki kitaplık veya

daha fazla” seçeneklerini sundu. Daha büyük kitap koleksiyonlarıyla büyüdüğünü ifade edenler, tüm hafıza testlerinde daha iyi performans gösterdi. Ayrıca, 2011 ve 2013 yıllarında yapılan testlerdeki puanlarında daha küçük bir düşüş, yani daha yavaş bilişsel gerileme sergilemiş oldukları da tespit edildi. Araştırmacılar; katılımcıların serveti, eğitimi, fiziksel sağlığı ve diğer faktörleri ayarlamak için istatistiksel teknikler kullandıklarında da bulgular aynıydı.

Cohn-Schwartz'a göre, bunun nedeni erken yaşta kitap okumanın kişileri daha fazla okumaya teşvik etmesi,

bunun da “bilişsel rezervleri” artırması olabilir. Okuma gibi entelektüel olarak uyarıcı faaliyetlerin beyinde, Alzheimer hastalığındaki gibi, dejeneratif süreçlere karşı tampon görevi gören fazladan bağlantılar oluşturduğu biliniyor. Avustralya Edith Cowan Üniversitesinden Ralph Martins, bu fazladan bağlantıların erken çocukluk evresinde inşa edilmiş olma ihtimalinin yüksek olduğunu söylüyor. Bununla birlikte, Martins, kitap odaklı evlerde büyüyen çocukların, spor yapma ve müzik aletleri çalma gibi bilişsel rezervlerini arttırabilecek diğer uyarıcı faaliyetlere de katılmaya teşvik edildiğini belirtiyor. ■

Bakterilerden Gökkuşuğu

Özlem Ak

Günümüzde sağlık sorunlarına neden olan sentetik renklendiricilerin yerini alacak doğal renklendiricilerin üretilmesine büyük ilgi var. Bunun için bilim insanları bugüne kadar *Escherichia coli* (*E. coli*) bakterisini karotenoidler, indigo, antosiyaninler ve violacein dâhil olmak üzere çeşitli doğal renklendiriciler üretmek için kullanmıştı. Ancak *Advanced Science* dergisinde yayımlanan güncel bir çalışmayla *E.coli*'den ilk kez doğal yeşil ve lacivert renklendiriciler üretildi.

Kore İleri Bilim ve Teknoloji Enstitüsünden Sang Yup Lee ve meslektaşları gökkuşağındaki yedi rengi doğal olarak üretmek için *E. coli* kullandılar.

Araştırmacılar, boyaları üretmek için *E. coli*'de gen düzeyinde değişiklik yapmakla kalmayıp aynı zamanda üretilen boyaların hücre dışına aktarımı için de çalıştılar. İlgili boyalar hidrofobik (su itici) olduğundan, normal şartlar altında bakterilerin hücre zarından geçemezler; bunun yerine hücrenin içinde birikir ve sonunda hücreyi patlatarak öldürürler. Lee ve ekibi, önce daha uzun hücreler çoğaltmak ve artan hücre zarı yüzey alanının bir kısmını biriken kimyasalları çevreleyip dışarı atabilecek keselere dönüştürmek için *E. coli*'yi genetik olarak değiştirdiler. Bu süreçte ilgili genleri tamamen çıkarmak yerine, bu tür istenmeyen ama gerekli genleri "susturan" küçük RNA dizileri eklediler. Ayrıca bakterilerin yüzey alanını büyütmek için zarlarında mikroskobik

keseler oluşturmasını sağlayacak bir insan geni de kullandılar. Lee, *E. coli* ile gıda boyası üretim yönteminin toksik özelliklere sahip olmadığını ve bugün ticari amaçlı üretim yapılabileceğini ancak bazı renklerin daha pahalı olacağını çünkü yoğunluklarının hâlâ oldukça düşük ve üretimin zor olduğunu söylüyor. ■

Sizde Misokinezi mi Var?

Özlem Ak

Yanınızda sürekli kıpırdayan, yerinde duramayan birinin olduğunu hayal edin. Böyle bir durum sizin için can sıkıcı, dikkat dağınıcı, hatta dayanılmaz olur mu? *Science Reports* dergisinde yayımlanan yeni bir araştırmaya göre, başkalarının kıpır kıpır olduğunu görmenin tetiklediği stresli duyular, her üç kişiden birini etkileyen son derece yaygın bir psikolojik durum.

Misokinezi diye adlandırılan ve tam kelime karşılığı "hareketten nefret etmek" olan bu garip durum, birinin -el veya ayağını sürekli

hareket ettirmesi gibi küçük ve tekrarlayan hareketlerine karşı güçlü bir olumsuz duygusal tepki ve bugüne kadar bilim insanları tarafından çok az çalışıldı. Misokinezi, ilk olarak, insanların belirli tekrarlayan sesleri duymaktan rahatsız oldukları bir bozukluk olan misophonia ile ilgili bir araştırmada fark edildi. Araştırmacılar'a göre, misokinezi misophonia ile benzer olsa da misokinezide tetikleyiciler genellikle sesle ilgili değil, görsel oluyor.

Kanada, British Columbia Üniversitesi (UBC) psikoloji bölümünden araştırmacılar, 4.100'den fazla katılımcıyla yaptıkları çalışmada bir dizi deney uygulayarak misokinezinin yaygınlığını ölçtüler, katılımcılar üzerindeki etkilerini değerlendirdiler ve stresli duyuların neden ortaya çıkabileceğini araştırdılar. Araştırmacılar, katılımcıların yaklaşık üçte birinin, başkalarının tekrarlayan hareketlerine karşı bir dereceye kadar hassas olduğunu tespit ettiler. Diğer bir deyişle, misokinezinin nüfusun genelinde birçok kişi tarafından paylaşılan ve





şimdiye kadar yeterince tanınmayan temel bir sosyal zorluk olduğunu buldular.

Analizlere göre, misokinezi bazen misophonia ile beraber görülebiliyor. Bu durum bireyler arasında önemli ölçüde farklılık gösteriyor gibi görünüyor, bazı insanlar tekrarlayan hareketlere daha az hassasiyet gösterirken diğerleri hareketlerden çok daha fazla etkileniyor. UBC'den psikolog Todd Handy, bu durumdaki kişilerin tekrarlayan hareketlerden duygusal olarak olumsuz etkilendiğini; öfke, endişe veya hayal kırıklığı gibi tepkiler gösterdiklerini; kalabalık etkinlikler ile iş ve okul gibi sosyal ortamlardan daha az keyif aldıklarını söylüyor. Araştırmacılar misokinezinin bilişsel düzeyde nereden kaynaklanabileceğini keşfetme konusunda henüz yolun başında

olsalar da gelecekteki çalışmalarında takip etmek istedikleri bazı varsayımsal ipuçlarına sahip. Bu varsayımlardan biri ayna nöronlar ile ilgili. Ayna nöronlar hem biz hareket ettiğimizde hem de başkalarının hareket ettiğini gördüğümüzde etkinleşir. Örneğin, birinin incindiğini ya da acı çektiğini gördüğünüzde sizin de benzer acıyı hissetmeniz gibi... Misokineziye eğilimli insanlarda da bilinçsizce tekrarlayan hareketleri sergileyen kişilerin psikolojisiyle empati kurma davranışı olabileceği göz önünde bulunduruluyor. UBC psikoloji bölümünden Sumeet Jaswal insanların endişeli veya gergin olduklarında tekrarlayan hareketler yaptıklarını ve yakınlarındaki kişiye yansıyan bu durumun o kişinin de endişeli veya gergin hissetmesine neden olabileceğini söylüyor.

Öyle gözüküyor ki misokinezi ile ilgili pek çok bilinmeze yapılacak araştırmalarla yanıtlar aranacak. Ancak şunu da unutmamak gerekiyor: Pek çok kişiye olağan dışı gelse de aslında misokinezi hayli yaygın. Yani öyle hissediyorsanız yalnız değilsiniz! ■

Çocuklar Brokoliden Neden Hoşlanmıyor?

Özlem Ak

Bazı çocuklar karnabahar veya brokoli ile karşılaştıklarında yüzlerini buruşturur. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* dergisinde yayımlanan yeni bir çalışmaya göre onları suçlamamak gerekiyor çünkü tükürükteki belirli enzimler, özellikle bazı çocuklar için, turpgillerden olan sebzelerin tadını bozuyor.

Sistein liyaz adı verilen bu enzimler, ağızda yaşayan farklı bakteri türleri tarafından üretilir. Aynı enzimler lahanaya, Brüksel lahanasına, brokoli ve karnabahar gibi *Brassica* cinsi sebzelerin hücrelerinde de bulunur.

Bu yüzden bir parça brokoliyi çiğnediğinizde, brokolideki bu enzimler açığa çıkar ve tükürükteki enzimleri etkinleştirir. Bu enzimler, turpgiller ailesindeki sebzelerde bulunan S-metil-L-sistein sülfoksit adı verilen bir bileşiği parçalar ve keskin koku moleküllerine dönüştürür.

Yetişkinler üzerinde yapılan önceki araştırmalar, kişinin tükürüğündeki sistein liyazın etkinlik seviyesinin, S-metil-L-sistein sülfoksitin ne kadar parçaladığını ve dolayısıyla süreçte kaç tane koku molekülü üretildiğini belirlediğini ileri sürüyor. Bu da turpgiller grubundaki sebzelerin tadının yetişkinler tarafından nasıl algılandığını etkiler. Bu geçmiş araştırmalara göre, örneğin taze lahanaya tüketildiğinde, tükürükle taşınan enzimler onu parçalara ayırdıkça, yiyeceğin saldırdığı kükürtlü koku moleküllerinin sayısında kişiden kişiye on kata kadar fark olabilir. Bu noktada araştırmacılar, yetişkinlere kıyasla genellikle acı ve ekşi tatlarla karşı daha duyarlı olan çocuklarda aynı farklılığın görülüp görülmeceğini merak

ettiler. Tükürüğünde en fazla S-metil-L-sistein sülfoksit türevli bileşikler bulunan, dolayısıyla da tükürüğü kokan çocukların yetişkinlere ve akranlarına kıyasla *Brassica* sebzelerin tadını daha kötü algıladıklarından şüphelendiler. Yapılan araştırmaya göre, hem yetişkinlerin hem de çocukların tükürükleri karnabahaya maruz kaldığında kötü kokulu bileşikler oluşsa da bu kokular yetişkinlerin sebzeyi sevip sevmemesini etkilemedi. Ancak tükürüklerinde yüksek miktarda koku molekülü oluşan çocuklar, tüm denekler arasında karnabahardan nefret ettiklerini en çok söyleyenler oldu. Sydney Üniversitesinde gıda

kimyası uzmanı ve duyuşal gıda bilimcisi olan Damian Frank hem S-metil-L-sistein sülfoksitin hem de etin parçalanmasının bir yan ürünü olan kötü kokulu dimetil trisülfid isimli bileşiğe karşı özellikle çocukların hassas olduğunu söylüyor.

Bu yeni çalışma, 98 çift ebeveyn ile yaşları 6 ile 8 arasında değişen çocukları kapsıyordu. Bilim insanları her bir katılımcının tükürüğünden örnekler aldıktan sonra örnekleri laboratuvarında hazırladıkları ham karnabahar tozuyla karıştırarak salınan S-metil-L-sistein sülfoksit türevi koku bileşiklerinin oranlarını ölçtüler ve önceki çalışmalarda olduğu gibi katılımcıların tükürüğünün değişen

miktarlarda kötü kokulu kükürtlü moleküller ürettiğini buldular. Araştırmacılar ayrı bir analizle, brokolinin de aynı kötü kokuları saldığını ancak karnabaharın bunu biraz daha yüksek konsantrasyonlarda yaptığını tespit ettiler.

Bu bulgular, zevklerimiz zaman içinde nasıl değiştiğine dair geçmiş çalışmalarda da uyuyor. Avustralya'daki Deakin Üniversitesinden Russell Keast, çocukken nefret ettiğimiz yiyecekleri tekrar tekrar tüketirsek sevebileceğimizi belirtiyor. Aslında bu süreçte tat alma tomurcuklarımız değişmiyor; sadece, onları daha fazla tüketerek daha geniş bir gıda yelpazesinin tadını çıkarmayı yavaş yavaş öğreniyoruz.

Cornell Üniversitesi Gıda Bilimleri Bölümünden Robin Dando'ya göre, tat ve koku alma duyuları gençlikte daha güçlü olduğu için çocuklar lezzet farklılıklarına karşı daha hassas olabilir ama dillerinde hangi enzimleri taşırlarsa taşırsınlar yeni yiyecekler denedikçe kötü kokulu sebzelere karşı isteksizliklerinin üstesinden gelmeyi öğrenebilirler. ■

Yerkürenin Elmaslardaki Gizli Tarihi

Mahir E. Ocak

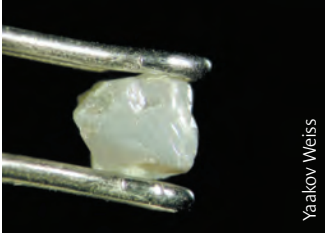
Lifli elmaslar olarak adlandırılan bulanık sarı renkli elmaslar, görüntüleri nedeniyle, ziynet eşyası olarak kullanılmaya uygun değildir. Peki bu elmasların içine hapsolmuş sıvıların, yerkürenin derinliklerinde meydana gelen değişimlerin kaydını tuttuğunu biliyor muydunuz?.

Bilinen en sert malzemelerden biri olan elmaslar karbon atomlarından oluşur. Elmasların yapısındaki her bir karbon atomu



kendisine en yakın dört karbon atomuyla düzgün dört yüzlü oluşturacak şekilde kovalent bağlar kurar. Mantodaki yüksek basınç altında oluşan elmaslar, “kimberlit” olarak adlandırılan özel bir tür magma içinde volkanik etkinlikler sırasında yeryüzüne taşınır.

Volkanik patlamalar sırasında Dünya'nın derinliklerinden yeryüzüne taşınan kayalar ve mineraller büyük yapısal değişimlere uğrar. Elmaslar ise bu durumun bir istisnasıdır. Volkanik etkinliklerin yeryüzüne taşıdığı elmasların bugünkü yapısı, mantonun derinliklerinde ilk oluştukları ortamdakiyle



Yaakov Weiss

Lifli elmas



Yerkürenin derinliklerinde oluşan elmaslar “kimberlit” olarak adlandırılan bir tür magmayla beraber volkanik etkinlikler sırasında yeryüzüne taşınır.

hemen hemen aynıdır. Bu durum, elmasların oluştukları ortamın o tarihlerdeki koşulları hakkında bilgi taşıdığı anlamına gelir.

Lifli elmasların içinde ufak hazneler içinde hapsolmuş sıvılar vardır. Elmasın ilk oluştuğu zamanlarda bu sıvıların içinde radyoaktif uranyum ve toryum da bulunur. Uranyum ve toryum zaman içinde alfa ışınması yaparak başka maddelere dönüşür. Alfa ışınması sırasında çekirdekten atılan alfa parçacıkları aslında helyum atomu çekirdekleridir. Dolayısıyla elmaslardaki sıvıların içinde bulunan helyum miktarına bakılarak elmasların hangi tarihte oluştuğu hesaplanabilir. Ancak elmaslardaki sıvılarda bulunan uranyum ve toryumun bozunması sonucu ortaya çıkan helyum zamanla dışarı sızar. Bu yüzden

helyum miktarı üzerinden bir elmasın oluşum tarihinin hesaplanabilmesi için helyumun hangi hızla elmasın dışına sızdığına da bilinmesi gerekir.

Bugüne kadar helyumun elmastan hangi hızla dışarı sızdığı bilinmiyordu. Ancak Kudüs'teki İbrani Üniversitesinden Yaakov Weiss ve arkadaşları, Güney Afrika'da bulunan çeşitli lifli elmasların içindeki sıvıları incelemişler. Araştırmacılar bozunma süreçlerini modellemiş ve bu elmasların oluştuğu zamanların yanı sıra oluştuğu bölgeler hakkında başka kaynaklardan elde edilen bilgileri kullanarak helyumun elmaslardan sızma hızını hesaplamışlar.

Detayları *Nature Communications*'ta yayımlanan çalışma sayesinde, herhangi bir elmasın oluşum tarihini hesaplamak ve oluştuğu bölgenin o zamanlardaki bileşimi hakkında bilgi edinmek mümkün hâle geldi. Böylece aynı bölgede farklı zamanda oluşmuş elmaslar incelenerek yerkürenin derinlerinde zaman içinde meydana gelen yapısal değişiklikler de tespit edilebilecek. ■

Uşaklı Höyük'te Akdeniz Mozaiklerinin Atası Keşfedildi

Mahir E. Ocak

Yozgat yakınlarındaki Uşaklı Höyük'te, eski Anadolu'nun güçlü krallığı Hititlerden kalma antik bir kentte birkaç yıldır Türk ve İtalyan arkeologlar tarafından kazılar yapılıyor.

Uşaklı Höyük'te yakın zamanlarda bir sarayın kalıntıları ve Akdeniz mozaiklerinin atası olarak nitelendirilen bir yer döşemesi keşfedildi. Bej, kırmızı ve siyah renkli 3.000'den fazla taşın üçgenler ve kavisler çizerek döşendiği, MÖ 1500'lü yıllardan kalma mozaığın bilinen en eski Yunan mozaiklerinden bile 700 yıl daha eski olduğu belirtiliyor. Görsel olarak Yunan mozaiklerine kıyasla daha basit yapıda olan yer döşemesinin bir tür ilk deneme olduğu düşünülüyor.



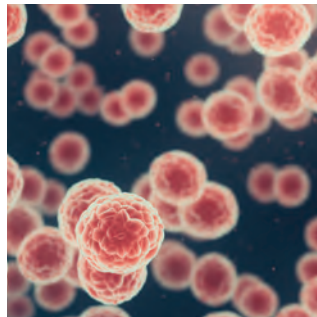
Keşfin yapıldığı höyük, Kerkenes Dağları'nın karşısında yer alıyor ve mozaiklerin yer aldığı tapınağın Hititlerin fırtına tanrısı Teshub'a adandığı belirtiliyor.

Hitit tabletlerinde, Zippalanda isimli önemli bir ibadet merkezinden sıklıkla bahsedilir. Ancak Zippalanda kentinin nerede kurulu olduğu bugün hâlâ tam olarak bilinmiyor. Uşaklı Höyük'te, Lübnan'dan getirilen sedir ağaçları kullanılarak inşa edilmiş lüks bir sarayın, değerli cam eşyaların ve seramiklerin keşfedilmesi, Zippalanda antik kentinin bu bölgede yer aldığını düşündürüyor. ■

Kanserli Hücrelerle İletişim Kuran Nanoparçacıklar

Mahir E. Ocak

Uluslararası bir araştırma grubu, kanserli hücrelerin gelişimini yavaşlatan nanoparçacıklar üretti. Dr. Richard Huang ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Advanced Materials*'ta yayımlandı. Kanserli hücreler her zaman çevreleriyle etkileşim hâindedir. Yaşamaya devam etmek için ihtiyaç duydukları malzemeleri çevrelerinden



alır, aynı zamanda etrafa yayılmalarını ve vücuda dağılmalarını kolaylaştıran maddeler salgırlar.

Kanserin ilerlemesini yavaşlatmanın zor olmasının nedenlerinden biri, kanserli hücrelerin yüksek miktarda kısaca MMP-9 olarak adlandırılan bir enzim salgılamasıdır. Bu enzim, sağlıklı dokulardaki hücreleri bir arada tutan kolajen proteinlerini parçalayarak kanserli hücrelerin çoğalmasını ve vücuda dağılmasını kolaylaştırır.

Araştırmacılar, sağlıklı hücrelere zarar vermeden kanserli hücreleri hedef alan nanoparçacıklar geliştirmek için MMP-9 proteinlerinden yararlanmışlar. Üretilen nanoparçacıklar MMP-9 proteinleri ile karşılaştıklarında bir araya gelerek kümeleniyor. Kanserli hücreler bu kümeleri içlerine aldıklarında metabolizmaları yavaşlıyor, gelişme ve canlı kalma şansları azalıyor. Yeni yöntemden gelecekte ilaçsız kanser

tedavileri geliştirmek için yararlanılabileceği belirtiliyor. Bu tedaviler özellikle ilaçlara karşı direnç geliştiren hastalarda yararlı olabilir. ■

Dinozorlar Ne Zaman Sosyalleşti?

Mahir E. Ocak

Dinozorların sosyal canlılar olduğu ve sürüler hâlinde yaşadığı daha önceleri de biliniyordu. Ancak yapılan son çalışmalar, dinozorların bilinenden çok daha önceleri sürüler hâlinde yaşamaya başladığını gösteriyor. Uluslararası bir araştırma grubunun *Scientific Reports*'ta yayımladıkları sonuçlara göre, *Mussaurus patagonicus* türü dinozorlar günümüzden 193 milyon yıl önce karmaşık yapıtlı sürüler hâlinde yaşıyordu.

Güney Patagonya'daki bir kazı alanında 2013'ten beri yapılan çalışmalarda 100'den fazla dinozor yumurtası ve 80'den fazla dinozor iskeleti keşfedildi. X ışını görüntüleme tekniğiyle incelenen yumurtalarda keşfedilen embriyolar, bu



dinozorların tamamının aynı tür olduğunu gösterdi.

Kazı alanında yapılan çalışmaların en şaşırtıcı sonuçlarından biri, fosillerin yaş grupları hâlinde bulunması oldu. Toplam 1 kilometrekarelik alana yayılan kazı alanında, dinozor yumurtaları ve yumurtadan yeni çıkmış dinozorlar bir bölgede, genç dinozorların iskeletleri ise başka bir bölgede bulunuyor. Ayrıca yetişkin dinozorların iskeletleri de tekli ya da ikili olarak kazı alanına dağılmış hâlde. Bu durum dinozorların o dönemde karmaşık bir sürü yapısına sahip olduğu şeklinde yorumlanıyor.

Büyük olasılıkla yetişkin dinozorlar yumurtalarını bırakmak için belirli bir bölgeye gidiyor, genç

dinozorlar ise birlikte dolaşıyordu. Yetişkin dinozorların fosillerinin kazı alanına yayılmış olması ise sürünün beslenmesi için gerekli yiyeceklerin toplanması işini yetişkinlerin üstlendiğine işaret ediyor.

Bilimsel çalışmalar, fosillerin 193 milyon yıllık olduğunu ve dinozorların tamamının neredeyse eş zamanlı olarak öldüğünü gösteriyor. Tahminlere göre bu duruma bir volkanik patlama sırasında yayılan küller yol açmış olabilir. Fosillerin içinde bulunduğu katmanlarda bulunan maddeler de bu hipotezi destekliyor. Fosillerin bulunduğu kazı alanının, dinozorların düzenli aralıklarla yumurtalarını bırakmak için geldikleri bir bölge olduğu düşünülüyor. ■

Glakom İçin Yeni Bir Tedavi Geliştirildi

Mahir E. Ocak

Northwestern Üniversitesi Tıp Fakültesinden bir grup araştırmacı, glakom tedavisi için yeni bir yöntem geliştirdi. Dr. Benjamin R. Thomson ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Nature Communications*'ta yayımlandı.

İnsanların gözlerinde, kornea ile göz merceği arasında yer alan çeşitli odacıklarda göz sıvısı olarak adlandırılan bir sıvı bulunur. Büyük çoğunluğu su olan, düşük yoğunluklu bu sıvının göz küresine şekil vermek ve göz kuruluğunu engellemek gibi çeşitli işlevleri vardır. Göz sıvısı, ömür boyunca bir taraftan devamlı üretilir bir taraftan da

çeşitli kanallarla boşaltılır. Sağlıklı bir insanda göz sıvısının üretilme ve boşaltılma hızları aynıdır. Glakom hastalarında ise göz sıvısı olması gerektiği hızla boşaltılmaz. Bu durum gözde aşırı basınç oluşmasına, göz sinirinin zarar görmesine ve sonunda körlüğe yol açar.

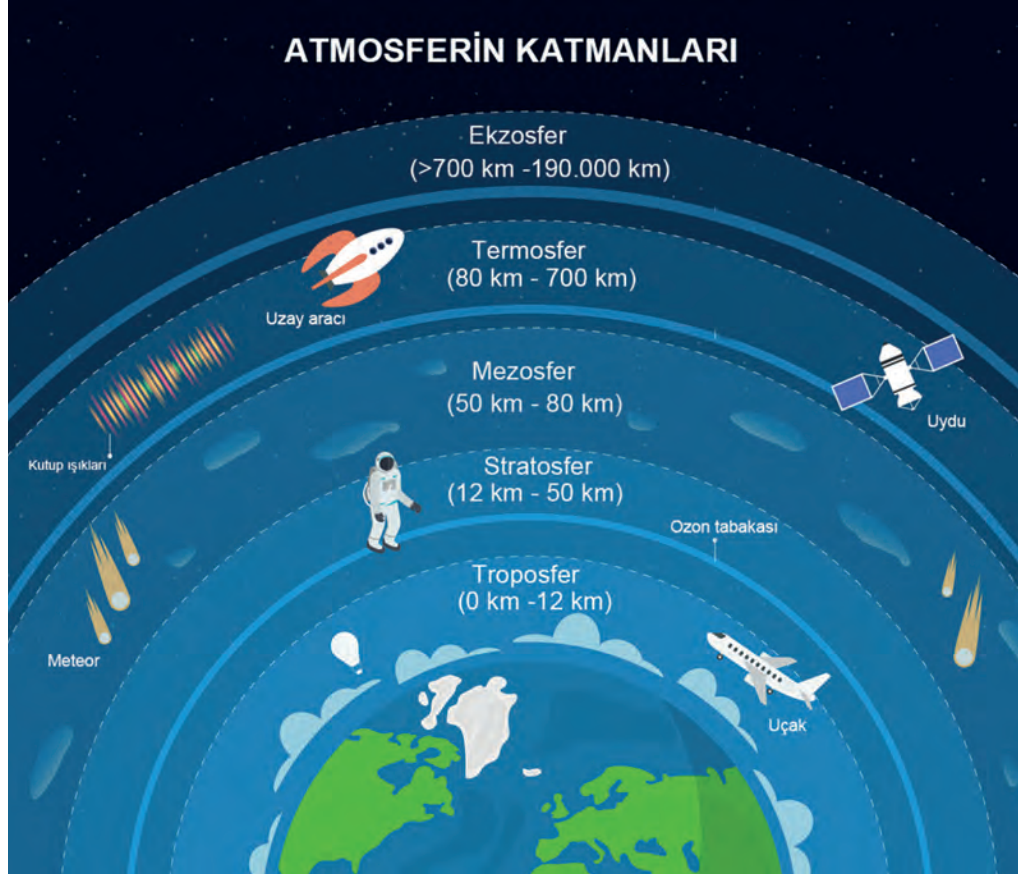
Günümüzde dünya genelinde 60 milyondan fazla insan glakom sorunu yaşıyor. Altmış yaş üzeri insanlarda ortaya çıkan körlük sorunlarının en yaygın nedeni de glakom. Ayrıca hastalığın "doğuştan gelen birincil glakom" olarak adlandırılan, 0-3 yaş arasındaki bebeklerde görülen bir türü de var. Bugün glakom için geliştirilmiş göz damlaları, haplar ve lazer tedavileri olsa da hastalık tam olarak iyileştirilemiyor.

Northwestern Üniversitesinden Prof. Dr. Susan Quaggin ve



öğrencileri, glakom tedavisi için yeni bir yöntem geliştirmişler. Araştırmacılar, ilk olarak gen düzenleme yöntemlerinden yararlanarak glakomlu fareler üretmiş, daha sonra farelerin gözlerine bir protein karışımı enjekte ederek yapısı bozulduğu için işlevini yerine getiremeyen genlerden kaynaklanan sorunları gidermeye çalışmışlar. Sonuçta, farelerin gözlerinin normale döndüğü görülmüş. Ayrıca bu enjeksiyon yöntemiyle doğuştan gelen birincil glakomun ortaya çıkmasının engellenebileceği de tespit edilmiş. Araştırmacılar aynı yöntemi sağlıklı yetişkin fareler üzerinde test ettiklerinde, farelerin gözlerindeki basıncın düştüğünü de gözlemlemişler. Bu durum yeni yöntemin yetişkin insanlarda da tedavi amacıyla kullanılabilirliği anlamına geliyor.

Araştırmacılar bir sonraki hedeflerinin tedavi için kullandıkları protein karışımını insanların gözlerine aktarmaya en uygun yöntemi bulmak olduğunu söylüyorlar. ■



Troposfer Kalınlaşıyor

Mahir E. Ocak

Dünya'nın atmosferi artan irtifa ile birlikte sıcaklığın nasıl değiştiğine bağlı olarak çeşitli katmanlara ayrılır. Troposfer olarak adlandırılan en alt katmanda yükseklik arttıkça sıcaklık düşerken stratosfer olarak adlandırılan bir üst katmanda yükseklik arttıkça sıcaklık da artar.

Atmosferin toplam kütesinin %75'i ve atmosferdeki tüm

su buharının %99'u troposferde bulunur. Hava olaylarının büyük çoğunluğuna ev sahipliği yapan bu katmanın kalınlığı, tropik bölgelerde ortalama 18 kilometre civarındayken kutup bölgelerinde ortalama 6 kilometreye kadar düşer.

Troposferin kalınlığı doğal olarak sıcaklığa da bağlıdır. Yaz mevsimlerinde artan sıcaklıklarla birlikte troposfer genişler, kış mevsimlerinde düşen sıcaklıklarla birlikte troposfer büzülür.

Küresel iklim değişikliği ile birlikte artan ortalama sıcaklıklar doğal olarak troposferi de etkiliyor. Dr. Lingyun Meng ve arkadaşlarının *Science Advances*'ta yayımladıkları sonuçlara göre, hava durumu balonlarının son 40 yıldır Kuzey Yarımküre'de topladığı veriler, troposferin kalınlığının her on yılda bir ortalama 50 metre arttığını gösteriyor. Bu durum son kırk yılda troposferin ortalama 200 metre kalınlaştığı anlamına geliyor. ■

COVID-19'a Karşı

Antiviral Dönemi!

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Antiviral ilaçlar; vücudun hastalığa neden olan virüslerle savaşmasına, viral bir enfeksiyonun semptomlarının azalmasına ve hastalığın süresinin kılmasına yardımcı olur. Çoğu durumda, viral enfeksiyonlar bu ilaçlar kullanılmadan da atlatılabilir. Ancak enfeksiyon kronikleşirse veya -bazı COVID-19 vakalarında olduğu gibi- yaşamı tehdit ederse antiviral ilaç tedavisine zorunlu olarak başvurulabilir.



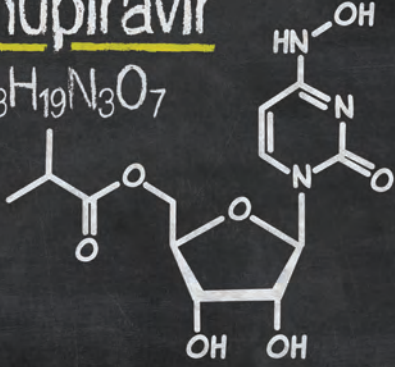
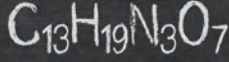


Antiviral haplar ve antiviral tedavi olmak üzere iki ana antiviral ilaç türü var. Her ikisinde de amaç aynıdır. Antiviral haplar ağızdan alınır, antiviral tedavi ise bir sağlık uzmanı tarafından damar yoluyla uygulanır. Yakın bir zaman öncesine kadar özellikle virüslerin bulaşmasını önlemek ve COVID-19'u tedavi etmek için onaylanan tek antiviral, remdesivir etken maddesiydi. Ancak remdesivir hastalara sadece hastanelerde damar yoluyla verilebiliyordu. Ekim ayında Merck ve Ridgeback Biotherapy yetkilileri, molnupiravir adını verdikleri antiviralin küresel bir klinik denemede COVID-19 hastalarında hastaneye yatışları ve ölümleri yaklaşık %50 oranında azalttığını duyurdu. Lagevrio markasıyla piyasaya sürülecek molnupiravir, 5 Kasım'da COVID-19 tedavisi için onaylanan ilk oral antiviral ilaç oldu. Ertesi gün ise Pfizer, COVID-19'u tedavi etmeye yönelik ürettiği deneysel antiviral hapın, ciddi hastalık riski taşıyan yetişkinlerin hastaneye yatış veya ölüm olasılığını %89 oranında azalttığını açıkladı. Paxlovid markasıyla satışa sunulacak ilacın ara deneme sonuçlarını ABD Gıda ve İlaç Dairesine (FDA) 16 Kasım'da sunan Pfizer, yıl sonuna kadar kullanım onayı almayı umuyor.

Araştırmacılar *ACS Central Science*'ta yayımladıkları raporda molnupiraviri üretmeye yardımcı olan enzimleri tasarladıklarını ve tasarım sürecinin mevcut yöntemlerden çok daha kısa ve daha yüksek verimli bir sentezle sonuçlandığını belirtiyor. Bilim insanları, bu süreçte riboz adı verilen bir şeker molekülünden üç aşamalı molnupiravir sentezi geliştirdiler. Öncelikle uygun kimyasal grupları ribozla sırayla eklemek için gerekli enzimleri ve kimyasal işlemleri tespit ettiler. Sentezin ikinci aşaması için istenen reaksiyonları zayıf bir şekilde katalize eden bakteriyel enzimleri tanımladılar ve bu enzimlerin aktivitelerini büyük ölçüde geliştirdiler. Fosfat geri dönüşüm stratejisini de içeren bu yeni yöntem sayesinde süre eskisine göre %70 kısaldı ve toplamda yedi kat daha yüksek verimli sonuç elde edildi.

Aslında grip tedavisi için geliştirilen molnupiravir, replikasyonu engelleyen mutasyonlar oluşturarak virüslerin kendi RNA'larını kopyalarken hata yapmasına yol açıyor. Son zamanlarda, geçici Faz III klinik araştırma bulguları, molnupiravirin hem risk altındaki hastalar için COVID-19'dan hastaneye yatış ve ölüm riskini azalttığını hem de farklı SARS-CoV-2 varyantlarına karşı eşit derecede iyi çalıştığını gösterdi.

Molnupiravir



Klinik deney verileri, molnupiravirin enfeksiyonun erken evrelerinde uygulandığında en etkili olduğunu gösterdi. İngiltere, İlaç ve Sağlık Ürünleri Düzenleme Kurumu (MHRA) bireylerin pozitif COVID-19 testinin ardından mümkün olan en kısa sürede ve semptomların kendini göstermesinden sonraki beş gün içinde tedaviye başlamalarını öneriyor.

MHRA, molnupiravir etken maddesinin hafif ila orta şiddette COVID-19'u olan ve obezite, yaşlılık, diyabet veya kalp hastalığı gibi ciddi risk durumlarından en az birisine sahip kişilerde kullanılmasına izin verdi. Ancak onayın hemen ardından önde gelen bir virolog molnupiravir kullanmanın ciddi hastalık riski taşıyan kişiler için yarardan çok zarar verebileceğini ve potansiyel olarak SARS-CoV-2'nin yeni ve daha ölümcül varyantlarını ortaya çıkarabileceğini gündeme getirdi. Diğer virologlar ise endişenin göz önünde bulundurulabileceğini ancak bu durumun şimdilik büyük ölçüde bir varsayımdan ibaret olduğunu belirtiyor. İlacın RNA'yı mutasyona uğratma yeteneği nedeniyle hastanın kendi genetik materyalinde mutasyonlara, kansere veya doğum kusurlarına neden olabileceğine dair endişe duyanlar da mevcut. Etken maddeyi üreten ilaç firması Merck ise antiviralinin laboratuvar

hayvanlarına insan çalışmalarında uygulananndan daha uzun süre ve daha yüksek dozlarda verildiğini ancak verilerin ilacın in vivo memeli sistemlerinde mutasyona veya gen değişikliğine neden olmadığını gösterdiğini belirtiyor. Merck için bulaşıcı hastalıklardan sorumlu Daria Hazuda ilacın 5 günlük kürünü tamamlayan hastalarda mutasyona uğramış varyantlar bir yana herhangi bir bulaşıcı virüsün





bile bulunmadığını belirtiyor. MHRA yaptığı açıklamada, molnupiravir etken maddesinin güvenlik, kalite ve etkinliğinin bağımsız ve uzman bir bilimsel danışma organı tarafından titiz bir şekilde gözden geçirildikten sonra onaylandığını ve ilacın klinik kullanımda mutajenite veya genotoksisite açısından düşük riskli olduğu sonucuna varıldığını belirtiyor. Merck, yıl sonuna kadar 10 milyon, 2022’de ise en az 20 milyon molnupiravir üretmeyi planlıyor.

Bir Haber de Pfizer’den

Molnupiravir ile ilgili umut vaat eden haberlerin ardından güzel bir haber de Pfizer’den geldi. Pfizer, COVID-19’u teşhis edildikten üç gün sonra antiviral hap kullanmaya başlayan 389 kişiden sadece üçünün, yani %0,8’inin hastaneye kaldırıldığını bildirdi. Plasebo alan hastalardan yedisi hayatını kaybederken Pfizer’ın Paxlovid adını verdiği antivirali kullananlarda ölüm gerçekleşmedi. Deneme grupları, tedaviye semptomlardan sonraki 5 gün içinde başlayan daha büyük bir grubun parçasıydı. Antiviral kullanan 607 kişiden altısı (%1’i) hastaneye kaldırılırken, plasebo grubundaki 612 kişiden 41’i

SARS-CoV-2 Antivirallere Karşı Direnç Kazanır mı?

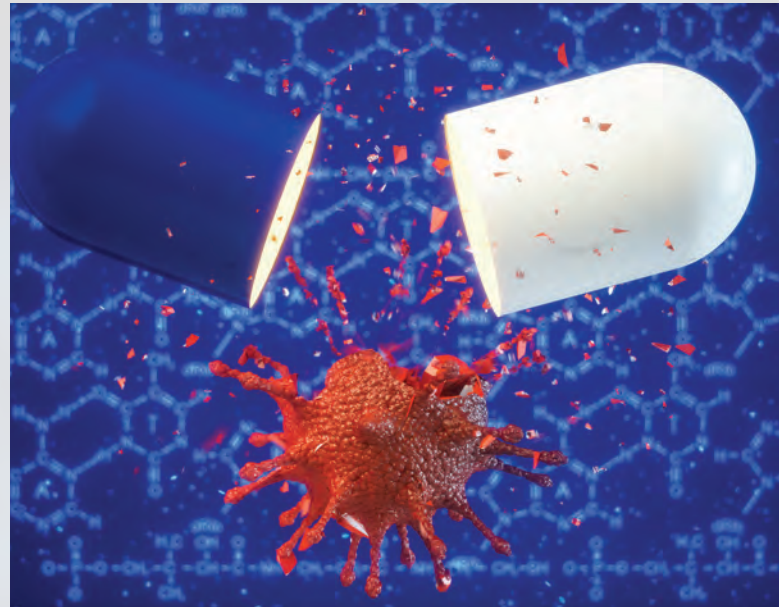
İlaç direnci bilinen ve yaygın bir sorun. Hatta bu nedenle HIV ve hepatit C gibi bazı viral enfeksiyonlar, çeşitli antiviral ilaç kombinasyonları kullanılarak tedavi ediliyor. Baltimore County, Maryland Üniversitesinde antiviral ilaçlar geliştiren kimyager Katherine Seley-Radtke, pandemi sürecinde antiviral kombinasyonlarının kullanılmasını gerektirecek tedavilere ihtiyaç duyulabileceğine dikkat çekiyor. San Diego’daki California Üniversitesinden bulaşıcı hastalık uzmanı Douglas Richman, viral direncin göz önünde bulundurulması gereken bir faktör olup olmadığını anlamak için molnupiravir veya Paxlovid’e yanıt vermeyen hastaları incelemenin önemli olacağını söylüyor. Araştırmacıların ayrıca ilaçları kullanan ve bağışıklık sistemleri zayıflamış kişileri de yakından izlemeleri gerekiyor. Richman, bu kişilerde enfeksiyonlar daha uzun süre devam edeceğinden, ilaç direncinin ortaya çıkması için uygun koşulların daha fazla oluşabileceğini belirtiyor.



(%6,7'si) hastaneye kaldırıldı. Tüm katılımcılar aşısızdı, ayrıca diyabet veya akciğer hastalığı gibi onları yüksek ciddi risk grubuna sokan en az bir sağlık sorunları vardı. Sonuçlar henüz akademik olarak yayınlanmadıysa da Pfizer'dan bir basın açıklamasıyla duyuruldu. Buna göre, Paxlovid COVID-19 nedeniyle hastaneye yatma veya ölme riskini yaklaşık %90 oranında azaltıyor.

Pfizer'ın geliştirdiği antiviral, virüsün yaşam döngüsünün erken evrelerinde kendisini çoğaltmasına yardımcı olan proteaz adlı enzimleri inhibe ediyor, yani engelliyor. Bugüne kadar birçok proteaz inhibitörü HIV tedavisi için onaylandı. Pfizer'ın kullandığı proteaz inhibitörünün ise yaklaşık 20 yıllık bir geçmişi var. Pfizer'daki bilim insanları, SARS-CoV-2 ile aynı aileden olan ve şiddetli akut solunum sendromuna (SARS) yol açan koronavirüste bir proteazı engellemek için 2003 yılında bu inhibitörün bir versiyonunu tasarlamıştı. Ancak SARS vakalarının azalmasıyla Pfizer bu ürünü rafa kaldırmıştı. Sonrasında pandemiyin ortaya çıkmasıyla bu konudaki çalışmalarını devam ettiren araştırmacılar, ürünlerinin SARS-CoV-2'nin insan hücrelerinde çoğalmasını engelleyebileceğini keşfetti ve ilacı COVID-19 için geliştirmeye başladı.

Pfizer'ın geliştirdiği tedavi aslında iki farklı bileşenden oluşuyor. Bunlardan biri Pfizer tarafından tasarlanan ve PF-07321332 olarak bilinen SARS-CoV-2 proteaz inhibitörü, diğeri ise proteaz inhibitörlerinin etkinliğini artıran ritonavir adı verilen ve onlarca yıldır kullanımda olan bir HIV ilacı. Damar yoluyla tedaviden tablet formuna geçirilirken -proteaz inhibitörünün metabolizmaya çok hızlı karışması ve virüsü etkin bir şekilde etkisiz hâle getiremeden vücut tarafından parçalanması endişesiyle- ilacın içeriğine ritonavir de eklendi.



Antiviraller varyantlara karşı da çalışacak mı?

Teorik olarak, antivirallerin Delta varyantı da dâhil olmak üzere bilinen koronavirüs varyantlarına karşı yüksek oranda etkili olması bekleniyor. Pennsylvania'daki Pittsburgh Üniversitesi Tıp Merkezinden bulaşıcı hastalık uzmanı John Mellors, molnupiravir ve Paxlovid'in hedeflerinin farklı olduğunu, ancak araştırmacıların yine de ilaçların varyantlara karşı da çalıştığını göstermeleri gerektiğini söylüyor. Merck, molnupiravirin Delta varyantı ve ilk olarak Güney Afrika'da tanımlanan Beta varyantı da dâhil olmak üzere bilinen varyantlara karşı etkili olduğunu gösteren laboratuvar çalışmaları yaptıklarını belirtiyor.

İlaçlarla ilgili bir başka endişe de molnupiravirin koronavirüs genomunda mutasyon oluşturarak yeni bir varyantın ortaya çıkmasına yol açma ihtimali. Bu durum teoride mümkün gibi görünse de Mellors'a göre pratikte hiç de olası değil. Laboratuvar çalışmaları, molnupiravirin her viral genomda çok sayıda mutasyon oluşturduğunu ve genomda ne kadar çok mutasyon birikirse bunlardan birinin virüsü zayıflatma olasılığının o kadar yüksek olduğunu gösterdi. Mellors, birden fazla mutasyona uğrayan virüsün çoğalma ihtimalinin de düştüğünü belirtti.



3 Kasım'da ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi Pfizer-BioNTech aşısının 10 mikrogramlık pediatrik dozunun (yetişkinler ve gençler için kullanılanın üçte biri) 5-11 yaş arası çocuklara uygulanmasını onayladı. Bu dozlar, herhangi bir karışıklığı önlemek için turuncu kapaklı şişelerde paketlenilecek. Peki bu doz farkının nedeni ne? Bağışıklığın gelişme süreci doğumdan kısa bir süre sonra başlasa da vücudun enfeksiyonlara karşı savunmayı öğrenmesi zaman alır. Bir aşı veya enfeksiyon yoluyla bağışıklık kazanıldığında adaptif (sonradan kazanılan) bağışıklık sistemi aktifleşir ve vücut kendi antikorlarını üretmeye başlar. Adaptif bağışıklık sistemi yeni

COVID-19 pandemisi başladığından beri, geliştirilen aşılar, insanları enfeksiyonlara karşı korumanın tek önlemi oldu. Ancak enfeksiyon bulaştıktan sonra hastaların tedavisi hekimleri her zaman zorladı. Geliştirilen antivirallerin büyük önemi tam da bu noktada ortaya çıkıyor. Bununla birlikte, antivirallerin koronavirüsün bulaşmasını etkileyip etkilemediği veya virüse maruz kalan insanlarda hastalığı önleyip önlemediği konusunda ileri klinik araştırmalar da dâhil olmak üzere çeşitli çalışmalar yürütülmeye devam edilecek.

Bilim insanları, molnupiravir ve proteaz inhibitörlerinin virüs üzerinde farklı şekillerde etki göstermesinin güçlü bir strateji hâline getirebileceğini,

bir enfeksiyonla karşılaştığı zaman onu öğrenir ve uzun zaman karşılaşmadığı bir enfeksiyonu hatırlayabilir. Araştırmacılar bir aşının farklı yaş grupları için uygun dozunu ayarlamaya çalışırken, insanlardaki her bir gelişim aşamasında bağışıklık sisteminin hangi bölümlerinin tam anlamıyla aktif olup olmadığını bilmelidir. Bu nedenle, COVID-19 gibi bazı aşuların yetişkinler, gençler, çocuklar ve bebekler için farklı uygulama programlarıyla test edilip onaylanması gerekiyor. Bu kapsamda yürütülen çalışmalarda bilim insanları, COVID-19 BioNTech aşısı için 5 ila 11 yaşındaki çocukların, 12 yaş ve üstü için kullanılan dozun üçte biri verildiğinde, 12 yaş ve üstü grubunkine benzer bir bağışıklık ve güvenlik yanıtına sahip olduğunu buldu.

Yetişkinlerin bağışıklık sistemi olgunlaştığı ve onlarda gelişecek herhangi bir olumsuz reaksiyon güvenilir bir şekilde tespit edilebileceği için araştırmacılar aşı geliştirirken denemelere 18 ila 55 yaşındaki hastalarla başlarlar. Yetişkin yaş grubunda neler olduğunu görmek, daha genç yaş gruplarına bir aşı uygulandığında neler olabileceğini tahmin etmeye ve bu yan etkilerin araştırılmasına yardımcı olur. Yaklaşık 55 yaş civarında, adaptif bağışıklık

sistemi unutkanlaşmaya ve -bazı yönlerden bebeklerin geliştirmekte olan sistemleri gibi-zayıflamaya başlar. Neyse ki aşı takviyeleri bu yaşlı hastaların bağışıklık sistemi hafızasını hızlı bir şekilde tazeler.

Sonuç olarak aşular, bağışıklık sisteminin bir hastalığı öğrenmesi için en güvenli ortamı temin eder ve farklı yaş grupları için dozların özel olarak ayarlanması hastaların kendileri için gerekli dozu almasını sağlar.



bu nedenle de ilaç kombinasyonlarının erken COVID-19'u tedavi etmenin anahtarı olabileceğini düşünüyor. HIV ve hepatit C tedavilerinde bu tür kombinasyonların kullandığının altını çizen araştırmacılar, oral antiviralleri birlikte kullanmanın pandeminin gidişatını nasıl etkileyeceği üzerinde kafa yormanın ufuk açıcı ve ümit verici olduğunu da belirtiyor. ■

Kaynaklar

<https://www.eurekalert.org/news-releases/933721>

<https://www.science.org/content/article/prominent-virologist-warns-covid-19-pill-could-unleash-dangerous-mutants-others-see-little-cause-alarm>

<https://www.nature.com/articles/d41586-021-03074-5>

<https://www.science.org/content/article/pfizer-antiviral-slashes-covid-19-hospitalizations>

<https://www.newscientist.com/article/2237475-covid-19-news-vaccines-set-to-be-mandatory-for-nhs-staff-in-england/>

<https://www.scientificamerican.com/article/why-vaccine-doses-differ-for-kids-and-adults1/>



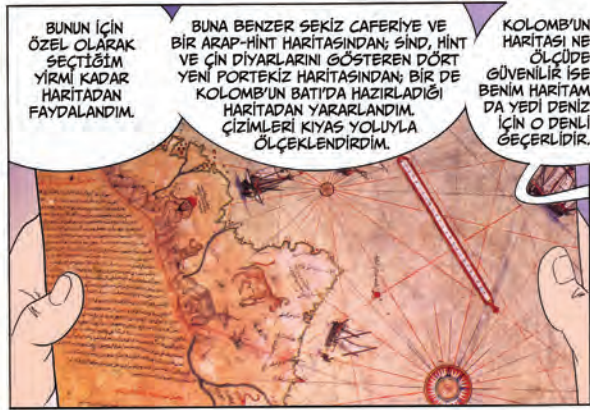
AKDENİZ'DE BİR YERDEN BİR YERE EMNİYETLE GİDEBİLMEK PEK ÇOK KONUDA USTALIK GEREKTİRİR. GEMİNİN KONUMUNU DOĞRU BELİRLEMEK, ROTADAN SAPMAMAK, DENİZİ TANIMAK...



AMCA! KOLOMB ADLI KÂŞİFİN SEFERİNE KATILAN İSPANYOL ESİR İLE KONUŞMAK İSTİYORUM!



1510'DA PİRİ REİS İNİLİ BİR KOMUTAN OLMUŞTU. FAKAT AMCASININ ÖLÜMÜNDEN SONRA MEMLEKETİ GELİBOLU'YA DÖNDÜ. BULUNDUĞU DEVİRDE, O ZAMANA KADAR GÖRÜLMEMİŞ BİR İŞE SOYUNDU VE İKİ YIL BOYUNCA DENİZDEN UZAK KALARAK COĞRAFYA VE HARİTACILIK ÇALIŞTI. 1513'TE YAVUZ SULTAN SELİMİN İSKENDERİYE SEFERİ İÇİN OSMANLI DONANMASINA KATILINCA YA KADAR...





SULTAN'IN BÜYÜK TAKDİRİNİ KAZANAN PİRİ REİS, NİL NEHRİ'Nİ GEZİP KAYIT ALMAK İÇİN İZİN İSTEDİ.

SULTAN'IN ÖZEL İZİNİ İLE İSKENDERİYE-KAHİRE ARASINI DİKKATLE İNCELEDİ VE ÖLÇÜMLER YAPTI.

BİR SONRAKİ BÜYÜK ESERİNDE YER ALACAK NİL NEHRİ KOLLARININ DETAYLI HARİTASINI ÇİZMEYE O ZAMAN BAŞLADI.

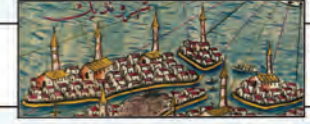
BİLİMSEL ÇALIŞMALARINA GELİBOLU'DA DEVAM EDERKEN KANUNİ SULTAN SÜLEYMAN'IN TAHTA ÇIKMASIYLA DONANMAYA GERİ DÖNDÜ VE RODOŞ'UN FETHİNDE BÜYÜK ROL OYNADI. 1524 YILINDA İŞE KENDİSİNE ÇOK GÜVENİLEN BİR KOMUTAN OLARAK SADRAZAM PARÇALI İBRAHİM PAŞA İLE MİSİR İSYANINI BASTIRMAYA GİTTİ.



GERÇEKTE DE PİRİ REİS'İN NOTLARI ÇOK KAPSAMLI BİR DENİZ KILAVUZUYDU. HARİTALAR İLE BİRLİKTE BÖLGELER HAKKINDA AÇIKLAMALAR VE PLANLAR MEVCUTTU. AKDENİZ, KIZILDENİZ, HİNT DENİZİ VE ÇİN DENİZİ İLE İLGİLİ AYRINTILI BİLGİLER SAYESİNDE DENİZCİLERİN HERHANGİ BİR REHBER ALMADAN, SADECE BU KİTAP İLE SEYAHAT ETMESİ MÜMKÜNDÜ.



MİSİR SEFERİNDE TANIŞTIĞI İBRAHİM PAŞA'NIN TEŞVİKİYLE TAMAMLAYIP KANUNİ SULTAN SÜLEYMAN'A SUNULAN BU ESERE KİTAP-I BAHRİYE (DENİZCİLİK KİTABI) ADINI VERDİ. AMCAĞI İLE YAPTIĞI SEFERLERDEN BAŞLAYARAK GÖRÜP KAYIT ALTINA ALDIĞI HER YERİ ANLATTIĞI BU KİTAP, DÜZYAZI HÂLİNDE 209 BÖLÜMDEN OLUŞUR. KİTAPTA 972 BEYİT VE TOPLAM 290 HARİTA BULUNUR.



GELİBOLU'DA KALEME ALINAN KİTAP-I BAHRİYE; AKDENİZ'İN KIYILARINI, ADALARINI, BOĞAZLARINI, GEÇİTLERİNİ VE KÖRFEZLERİNİ ANLATIR. FIRTINALAR HAKKINDA AYRINTILI BİLGİ VERİR, LİMANLARA NASIL YANAŞILACAĞI DETAYLARIYLA TARİF EDİLİR.

BÖLGELER LİMANLARIYLA, HARİTALARIYLA VE TEKNİK BİLGİLERİYLE TANITILIR. AYRICA, PİRİ REİS'İN KAYITLARINA UYGUN ÇİZİLEN MİNYATÜRLERLE ŞEHİRLER TASVİR EDİLİR.

DENİZCİLİKLE İLGİLİ BİLGİLER VERİLEREK HANGİ BÖLGEDE NELERE DİKKAT EDİLMESİ GEREKTİĞİ BELİRTİLİR. BÜTÜN BUNLARIN YANINDA, YÖN TAYİNİ AMACIYLA ASTRONOMİ HAKKINDA DETAYLI BİLGİLER DE VERİR.



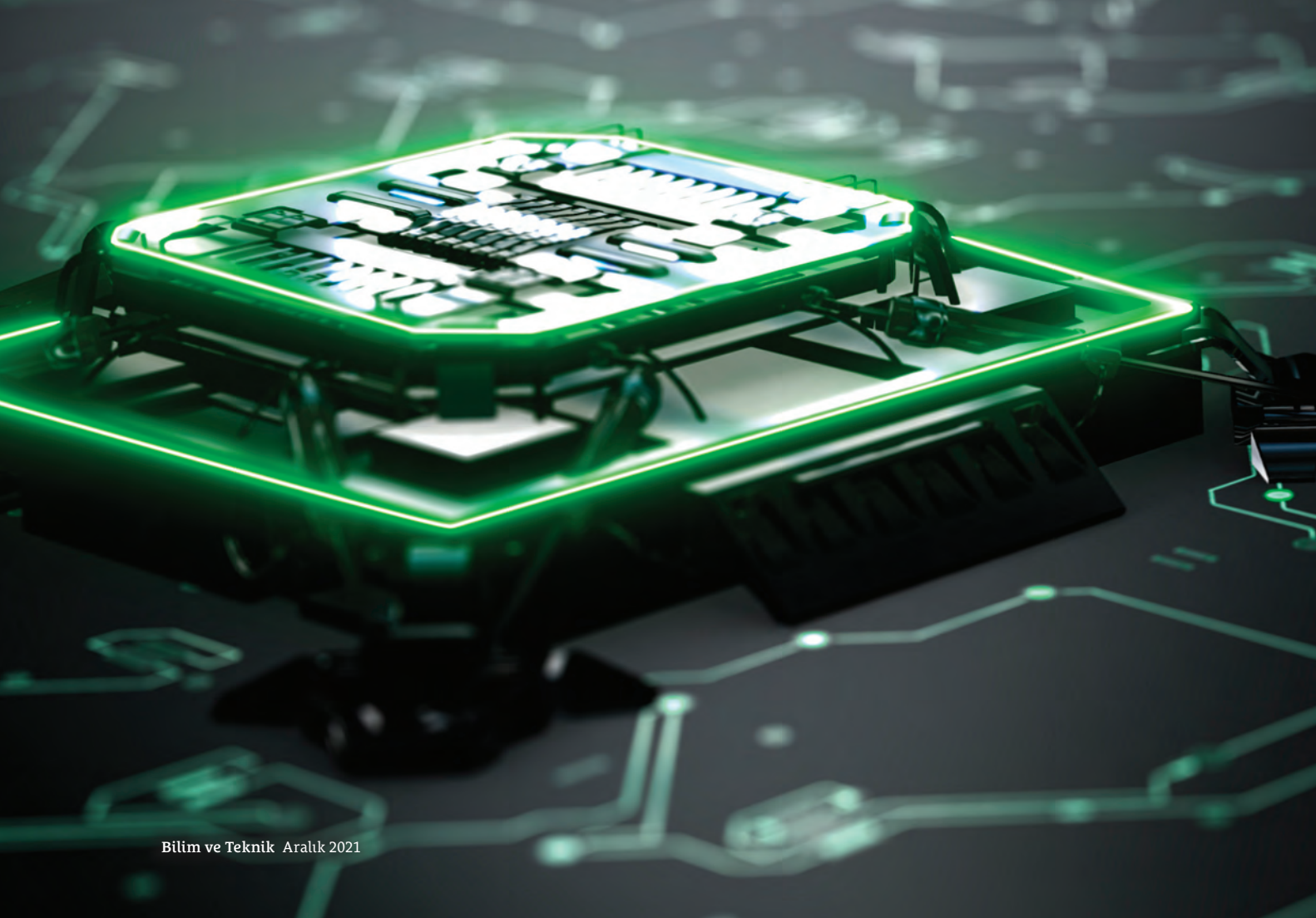
BU ESSİZ KİTABA YILLARINI VERMİŞ OLMAK İSTİYORSUN!

PİRİ REİS (1470? - 1553) TÜRK DENİZCİ VE HARİTACI HAZIRLADIĞI KİTAP-I BAHRİYE'Yİ 1526 YILINDA KANUNİ SULTAN SÜLEYMAN'A SUNDU. DENİZCİLER İÇİN BİR KILAVUZ NİTELİĞİNDE KALEME ALDIĞI BU ESERİ KENDİSİNE BÜYÜK ÜN KAZANDIRDI. KİTAP-I BAHRİYE'NİN HEMEN HEMEN BÜTÜN AKDENİZ DİLLERİNE TAM VEYA KİSMİ ÇEVİRİLERİ YAPILDI. PEK ÇOK TARİHİ COĞRAFYA ESERİNE KAYNAKLIK ETTİ. 1547'DE HİNT DENİZİ KAPTANI OLARAK ATANAN PİRİ REİS, ARAŞTIRMACILIĞI VE BİLİMSEL YÖNTEMİ ETKİN KULLANMASI İLE DÜNYA TARİHİNDE YER EDİNEREK ÖNEMLİ TÜRK ŞAHSİYETLERDEN BİRİDİR.



MİKROÇİP KİTLİĞİ

Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*]



Her şeyin akıllandığı bir dünyada kullandığımız birçok ürün yazılım içeriyor. Yazılımların çalışması için de mikroçip adını verdiğimiz işlemciler kullanılıyor. Bu nedenle dünya genelinde birçok endüstride mikroçiplere yoğun olarak ihtiyaç duyuluyor. Şarj aletinden damacana pompasına kadar hemen her alet bir ya da birden fazla çip içeriyor. Hatta günümüzde üretilen mikroçipler işlem kapasitesi açısından o kadar ileri düzeyde ki bir oyuncak arabada bulunan mikroçip, yirmi yıl önceki bilgisayarlardan daha güçlü diyebiliriz. Bugün cebimizde taşıdığımız akıllı telefonlar, Ay'a insan taşıyan Apollo uzay araçlarında kullanılan bilgisayara göre 100.000 kat güçlü işlemci ve bir milyon kat büyük belleğe sahip. Elbette bu kadar küçük boyutlarda bu denli yüksek işlem kapasitesi, çok karmaşık ve ileri düzey çip üretim teknolojileri anlamına geliyor. Yakın zamana kadar bu konu pek de ilgimizi çekmiyordu. Birtakım teknoloji firmaları her yıl daha hızlı ve daha ucuz işlemcileri piyasaya sürüyordu. Ancak son bir yıldır mikroçip sıkıntısı baş göstermeye başladı. Hemen her gün çip sıkıntısı nedeniyle üretime ara vermek ya da kapasite azaltmak zorunda kalan bir fabrika haberi duymaya başladık. Dünya genelinde yaşanan bu mikroçip kıtlığı nasıl ortaya çıktı, neden aşılamıyor, mikroçip üretmek bu kadar zor mu, dünya mikroçiplere ne kadar bağımlı gibi soruları bu yazıda cevaplamaya çalışacağız.

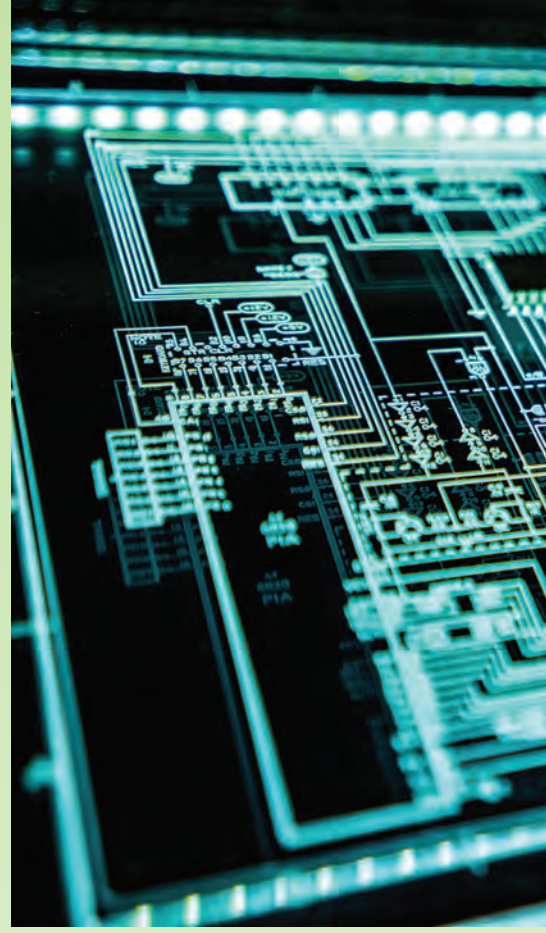
Nedir Bu Mikroçip?

Mikroçipi kısaca üzerindeki yazılım aracılığıyla veri işleyebilen ve elektrikli cihazların işlevlerini kontrol edebilen bir beyin olarak tanımlayabiliriz. Mikroişlemci, yarı iletken entegre devre, yonga ve çip gibi adlarla da anılan mikroçip; genellikle silikondan üretilen yarı iletken malzemeler ile tasarlanmış metal bir levha üzerine yerleştirilen elektronik devreler grubudur. Bu bütünleşik devreler içinde bir tırnak ucu kadar alanda

milyarlarca transistör ve elektronik devre elemanı bulunur. Bir devre içerisindeki her bir iletken dizinin genişliği teknolojinin elverdiği ölçüde küçültülebilir. 2008'de bu ölçü 100 nanometre iken, 2021 itibarıyla 5 nanometredir.

Intel'in 1971'de ürettiği ilk ticari mikroçipi olan Intel 4004, her biri 10 mikron kalınlığındaki 2.300 çipten oluşuyordu. Bugün çip teknolojisinde ölçü birimi olarak bir metrenin milyonda biri anlamına gelen mikron yerine, metrenin milyarda biri anlamına gelen nanometre birimini kullanıyoruz. Günümüzde üretilen çipler 5 nanometre boyunda; bir başka ifadeyle, bir saç telinden 20.000 kat daha küçük.

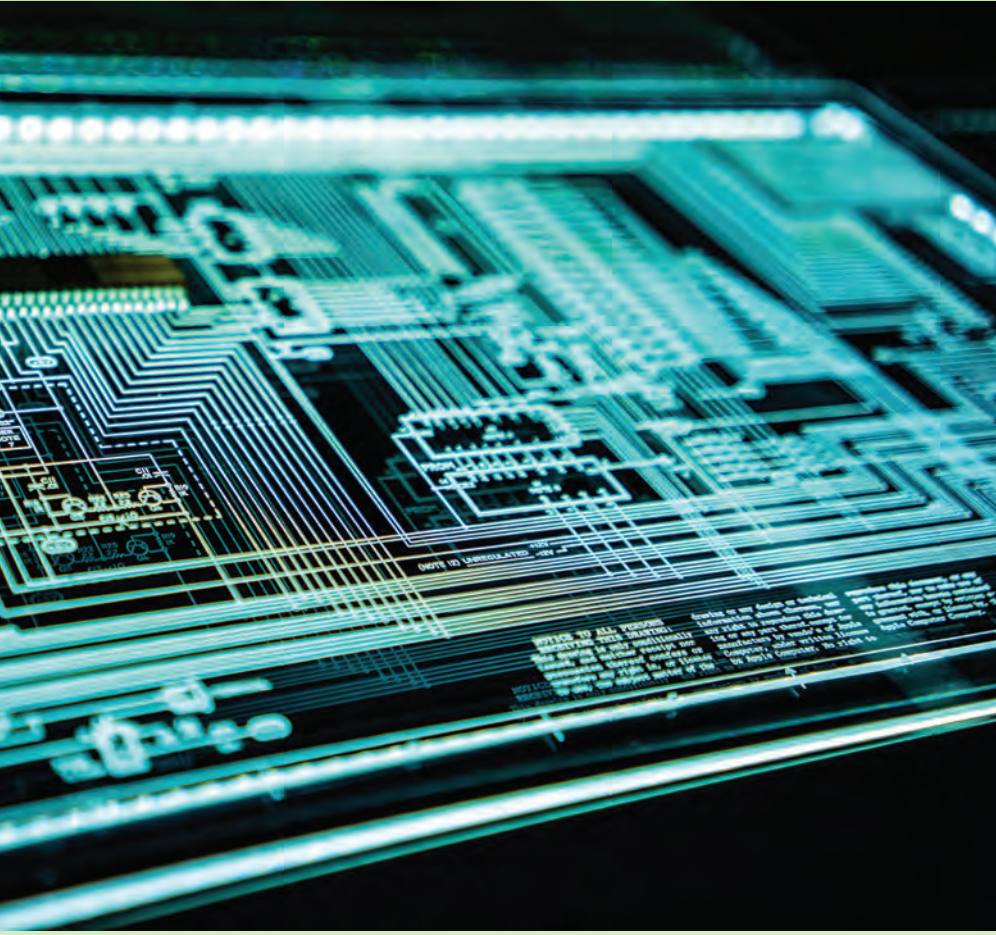
Çip tasarımı yapan yüzlerce firma mevcutken bu tasarımları ürüne dönüştüren üretici firmaların sayısı sınırlı.



Çip Tasarımı

Bir elektronik devre; direnç, transistor, meksefe, endüktör ve diyot gibi devre elemanlarının bir kart üzerine yerleştirilerek iletken tellerle birbirine bağlanmasıyla oluşur. Mikroçipler ise entegre devre olarak tasarlanır; yani dâhilindeki elektronik devre elemanları bir panelin üzerine tek tek yerleştirilmez, bunun yerine silikon gibi yarı iletken bir malzeme kullanılarak düz bir panel üzerinde üretilen transistörlerden oluşur. Bu sayede

Intel 4004 ticari olarak satılan ilk mikroişlemci



1965'te Intel'in kurucu ortağı Gordon Moore, daha sonraları "Moore Kanunu" olarak anılacak bir gözlem yapmıştı. Buna göre, her iki yılda bir mikroçiplerde birim alandaki transistör sayısı iki katına çıkar. Aradan geçen yarım asırlık zamana rağmen bu tahmin hâlâ geçerliliğini koruyor.

daha ucuz, daha küçük ve hızlı işlemciler elde edilir. Milyarlarca bileşenden oluşan bir mikroçip tasarlamak ve üretmek hayli maliyetli bir iş. Çip tasarımı için özel araçlar ve programlama dilleri kullanılıyor. Öncelikle tasarlamak istediğiniz çipi bir "donanım tanımlama dili" (hardware description language: HDL) kullanarak tasarlamamız gerekiyor. Verilog bunun için en yaygın kullanılan HDL dili. Bu dili kullanarak oluşturduğunuz donanım, sentez adı verilen bir işlemle "netlist" hâline getiriliyor. Netlist devre elemanlarının birbiriyle olan

bağlantısını gösteren bir tür harita olarak tanımlanabilir. Bu işlem için "yosys" gibi açık kaynak araçlardan faydalanabileceğiniz gibi daha profesyonel yazılımlar da kullanabilirsiniz. Oluşturduğunuz netlist için yine özel yazılımlar kullanarak "place and route" adı verilen yerleşim işlemini tamamlamanız gerekiyor. Bu aşamada bileşenler en uygun şekilde yerleştiriliyor ve birbiriyle bağlantıları kuruluyor. Bütün aşamalarda ayrıntılı testler yapılarak işlemlerin doğruluğu teyit ediliyor. Sonrasındaysa tamamlanan tasarım üretim için fabrikaya aktarılıyor.

Bilgisayar işlemcilerinin (central processing unit: CPU) tasarımında çok farklı mimariler kullanmak mümkün. Her firma kendine özgü bir işlemci tasarlayabilir. Ancak bu işlemcilerin kullanılabilmesi için bunlarla uyumlu yazılımlar da geliştirilmelidir. Tasarlanan her bir farklı çip türü için tekrar tekrar yazılım oluşturulması kullanışlı ve uygulanabilir olmayacağı için bazı çip tasarım standartları mevcuttur. Komut kümesi mimarisi (instruction set architecture – ISA) adı verilen bu standartlar, yazılımcıların çiplerin tasarım şekilleri üzerine kafa yormadan yazılım geliştirmesini mümkün kılar.

```

module counter (clk, rst, en, count);

    input clk, rst, en;
    output reg [3:0] count;

    always @(posedge clk)
        if (rst)
            count <= 4'd0;
        else if (en)
            count <= count + 4'd1;

endmodule

```

Verilog ile tanımlanmış bir sayaç

Çip tasarımında en yaygın kullanılan komut kümesi mimarileri x86, x64 ve ARM'dir. x86 Intel tarafından geliştirilmiş ve lisanslanmış olup en fazla 32bit işlemcileri destekleyen bir mimaridir. Ayrıca, sadece firmanın izin verdiği AMD ve VIA firmaları tarafından bu mimariye uygun çipler üretilebilir. AMD'nin 1999'da geliştirdiği 64bit destekli x64 adındaki mimari hızla yaygınlık kazandı. Masaüstü ve dizüstü bilgisayarlarda

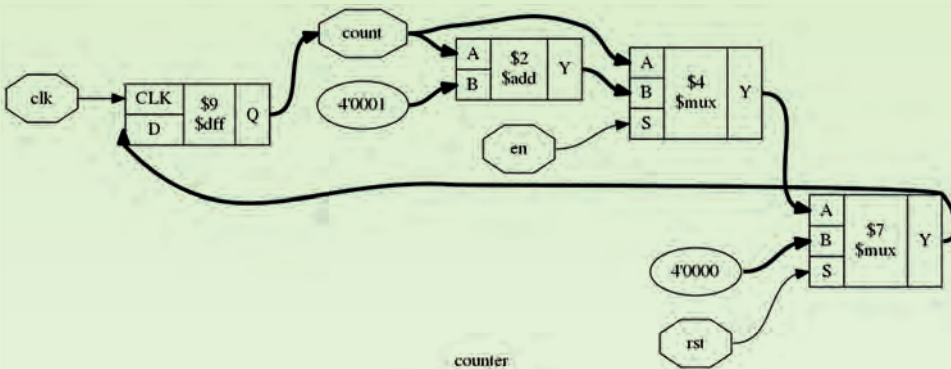
kullanılan Windows ve Linux gibi işletim sistemleri her iki mimariyi de destekliyor. İngiliz ARM firması tarafından geliştirilen ARM ise daha esnek bir lisanslama modeliyle çok daha fazla üretici tarafından kullanılıyor. ARM mimarisi düşük enerji tüketimine yönelik yapısı sayesinde taşınabilir cihazlarda tercih ediliyor. Apple tarafından geliştirilen M1 işlemci serisi de ARM tabanlı.

Mikroçip Bağımlılığı

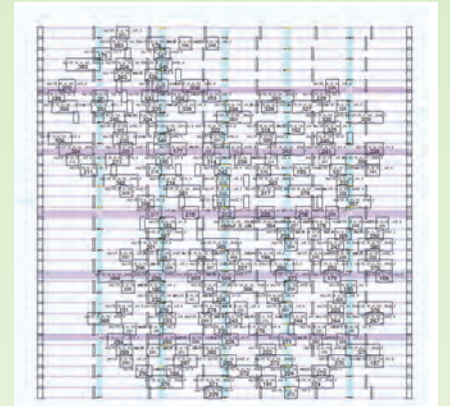
Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ile Avrupa ve Uzak Doğu ülkeleri mikroçip kıtlığıyla ilgili acil önlemler almaya çalışıyor. Çin mikroçip üretiminin ülkenin en öncelikli konuları arasında olduğunu açıkladı. ABD başkanı Joe Biden, yerli çip üretiminin güçlendirilmesi için düğmeye bastı. Avrupa Birliği kendi çiplerini üretmenin yollarını arıyor. Çünkü artık kullandığımız elektronik

aletlerin neredeyse tamamı bu çiplere bağlı ve çip üretilmezse pek çok ülke için ulusal ve uluslararası ekonomi durma noktasına gelir. Dolayısıyla böyle bir bağımlılık ülkeleri bu konuda adım atmaya itiyor.

1945'te William Shockley ilk defa alan etkisi ilkesiyle çalışan yarı iletken amplifikatör kavramını ortaya attı ve bu kavramsal teoriyle 1956'da Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. Aynı yıl Shockley hasta olan annesine yakın olmak için Mountainview California'ya taşındı ve Shockley Semiconductor Labs şirketini kurarak bugünkü Silikon Vadisi'nin temellerini attı. Sonraki yıllarda bu şirketten ayrılanlar Intel, AMD ve Nvidia gibi firmaları kurdu. 1958'de Texas Instruments çalışanı Jack Kilby germanyum kullanarak ilk entegre devreyi üretmeyi başardı ve bu sayede 2000 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. Kilby'den bağımsız olarak Robert Noyce ve arkadaşları da aynı dönemde silikon kullanarak entegre devre üretmeyi başardılar.



Verilog ile tanımlanmış sayaçtan yosys kullanılarak oluşturulmuş netlist



Place and route adı verilen bir işlem sonucunda netlist üretime hazır hâle getiriliyor.



Çip tasarımına ilgi duyuyorsanız aşağıdaki oyunlar ilginizi çekebilir:

Turing Complete

Çeşitli yapbozlarla devre tasarlamayı öğrendiğiniz bir oyun.

<https://bit.ly/3Heax4x>

NAND Oyunu

Görevleri tamamlayarak devre tasarımını öğrendiğiniz bir oyun.

<https://nandgame.com>

Logic World

Üç boyutlu devre tasarlayıp simülasyonlar yapabildiğiniz bir oyun.

<https://bit.ly/3kttLJQ>

Silicon Zeroes

Çeşitli devre elemanlarıyla başlayarak işlemci tasarladığınız bir oyun

<https://bit.ly/3HaMcwq>

Shenzhen I/O

Hem devre oluşturduğunuz hem de bu devreleri çalıştırabileceğiniz kodlar yazdığınız bir oyun.

<https://bit.ly/3wFrz6x>

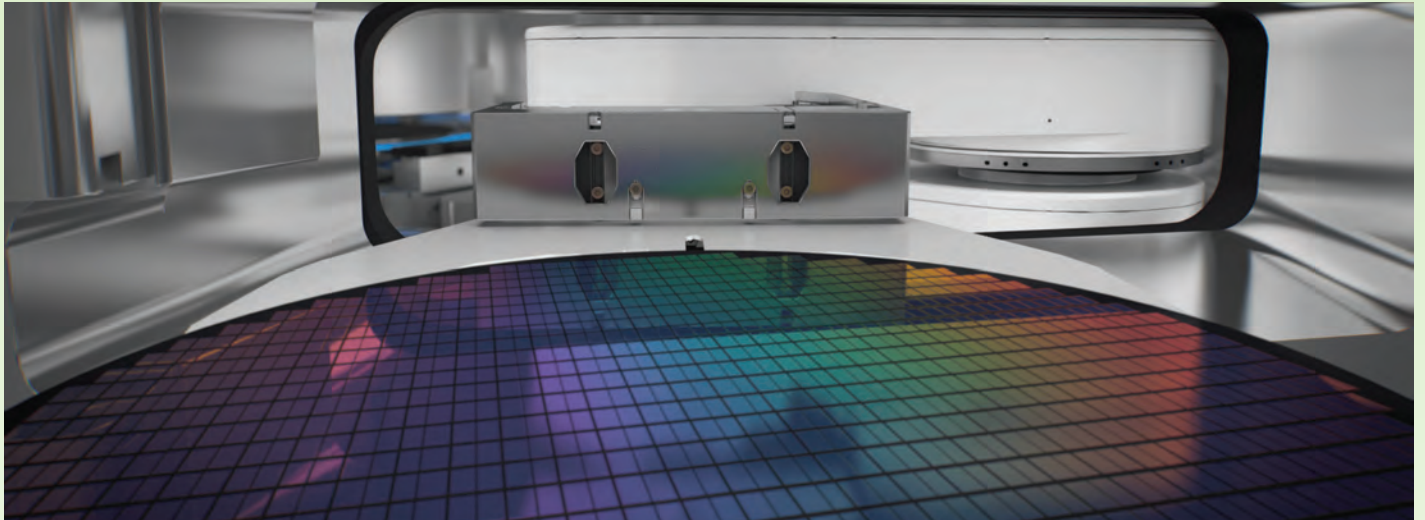
Kıtlık

Her ne kadar mikroçip kıtlığı son aylarda gündemimize girse de aslında sorunun başlangıcı pandemi öncesindeki ticaret savaşlarına kadar uzanıyor. Özellikle ABD ve Çin arasında yaşanan ek vergilendirme, ithalat ve ihracat yasakları birçok teknoloji firmasının stok yapmasına neden oldu. COVID-19 salgunun başlamasıyla birlikte dünyada yaşam büyük ölçüde değişmeye başladı. Yaşanan değişiklikler birçok firmanın kısa ve orta vadeli planlarını yeniden gözden geçirmesine neden oldu. İnsanlar eve kapandı, Çin gibi devasa üretim merkezlerinde üretime ara verildi. Hava yolları ve limanların kapanması gibi nedenlerle kargo hizmetleri zayıfladı. Firmalar sürecin oluşturacağı ekonomik durgunluğu hesaba katarak özellikle gıda dışında kalan sanayi ürünlerinde siparişleri azalttı. Sonuç olarak fabrikalar geçici

olarak üretimi durdurdu. Ancak pandemiyle birlikte insanların özellikle evde kullandıkları bilgisayar, oyun konsolu, kamera ve mikrofon gibi elektronik ürünlere talebi arttı. Toplu taşıma kullanmaktan çekinenler otomobillere yöneldi. Tüm bu dalgalanma, tedarik zincirinde ciddi bir şok etkisi oluşturdu.

Pandeminin yanı sıra çeşitli doğa olayları da üretimi etkiledi. Geçtiğimiz aylarda Tayvan'da yaşanan kuraklık, üretim için büyük miktarda su ihtiyacı duyan mikroçip fabrikalarını etkiledi. Teksas'taki kar fırtınası nedeniyle üretimi durdurmak zorunda kalan Samsung mikroçip fabrikasının tam kapasiteye dönmesi aylar aldı. Japon Renesas çip fabrikasındaki yangının neden olduğu sorunlar hâlâ çözülebilmemiş değil.

Bunlara ek olarak; kripto madenciliği, yapay zekâ ve bulut teknolojileri gibi alanlarda



yaşanan gelişmelere bağlı olarak; yüksek performanslı bilgisayarlara duyulan aşırı talep de bu durumun gerekçeleri arasında gösteriliyor. Ayrıca önceki nesillere göre daha fazla çip kullanan 5G teknolojilerinin hızla yaygınlaşması da bir başka gerekçe...

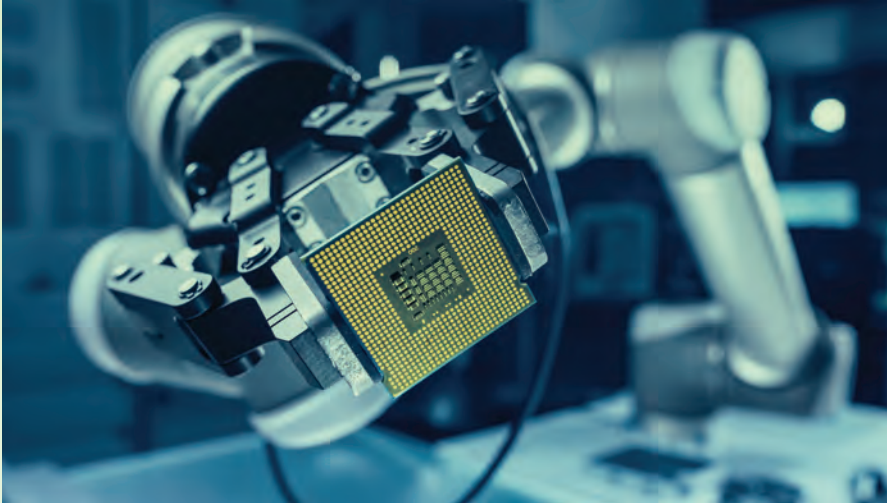
Neden Daha Fazla Üretilmiyor?

Mikroçip üretmek hayli karmaşık bir iş, öyle ki insanlığın geliştirdiği en karmaşık ürünlerden biri olarak görülen mikroçipleri üretebilen ülkelerin sayısı parmakla sayılacak kadar az. Yarı iletken fabrikalarını açmak ve işletmek için milyarlarca lira yatırım, uzun bir süreç ve (belki de en önemlisi) ileri düzey bilgi birikimi gerekiyor. Ayda 50.000 levha üretecek giriş seviyesi bir fabrika açmanın maliyeti 15 milyar dolar! Üstelik bu alanda

fabrikayı açıp işletmeye almak da yeterli olmuyor çünkü teknoloji sürekli geliştiğinden, piyasada rekabetçi olmak adına ciddi bir AR-GE bütçesi ayırmak gerekiyor. Bir başka deyişle, açtığınız fabrika yaklaşık beş yıl içerisinde teknolojik olarak geri kalıyor ve yeni yatırımlara ihtiyaç duyuyor. Diğer yandan, insan kaynağı açısından da güncel gelişmeleri takip eden yetişmiş uzmanlar bulmak kolay değil. Fizik, kimya ve elektronik gibi disiplinler arası bir alanda uzman bir kişinin yetişmesi yirmi yılı bulabiliyor. Pekin Üniversitesinin yaptığı bir araştırmaya göre, sadece Çin'de bile bu alanda yüz binlerce uzman eksiği bulunuyor. Çip üreticilerinin %80'i yetişmiş insan kaynağı bulmakta zorlandığını söylüyor.

Böylesine rekabetçi ve ağır şartlarda ayakta kalabilmeyi başaran fazla üretici bulunmuyor. Mevcut fabrikalar da yedi gün yirmi dört saat çalışıyor. Sonuç olarak yüksek rekabet,

hızla gelişen teknoloji ve derin bilgi birikimi ihtiyacı yeni oyuncuların sektöre girmesini hayli zorlaştırıyor. Bugün için dünyada üretilen akıllı telefon işlemcilerinin büyük çoğunluğu TSMC firması, bilgisayar işlemcilerinin %80'i Intel, bellek çiplerinin çoğunluğu ise Samsung tarafından üretiliyor. Bununla birlikte, çip üretimi söz konusu olduğunda çeşitli siyasi ve çevresel kısıtlamalar da devreye giriyor. Örneğin Hollandalı ASML'nin Çin'e litografi makinesi ihracının ABD tarafından engellenmesi Çin'in yeni fabrikalar kurmasını zorlaştırıyor. Mikroçip fabrikalarının aşırı miktarda su tüketmesi de yaygınlaşmasının önündeki bir başka engel. Ortalama bir çip fabrikası günde 20.000 ton su tüketiyor. Bu rakam 58.000 kişilik bir şehrin günlük su tüketimine denk. Bu nedenle bir çip fabrikasının bu tür kaynaklarda sorun yaşamayacak yerlerde kurulması veya pahalı su arıtma sistemlerine sahip olması gerekiyor. Tüm bunlar da ek maliyet anlamına geliyor. Elbette talebin olduğu yerde arz da olacaktır ve özellikle devlet desteğiyle sektöre yeni oyuncular da girecektir ancak bunların ciddi bir üretim kapasitesine ulaşması yıllar alacaktır. Bilgi birikimi ve teknoloji gibi konularda sorunu olmayan, dünyanın en büyük çip üreticilerinden TSMC firmasının bile Japonya'da kuracağı fabrikasının üretime başlaması 2024 sonunu bulacak.



Mikroçip Nasıl Üretiliyor?

Tozsuz temiz odalar, pahalı makineler, metal döküm tesisleri ve lazerler içeren devasa fabrikalarda silikon bir levhanın milyarlarca transistörden oluşan bir mikroçipe dönüşmesi dört ayı bulabiliyor.

Çip teknolojisinde her şey kumdan elde edilen ve oksijenden sonra dünyanın en bol bulunan elementi olan silikonla başlıyor. Silikon doğal bir yarı iletkenidir, yani bazı durumlarda elektriği iletir, bazı durumlarda ise iletmez. Bor ve fosfor gibi elementler yardımıyla elektrik iletkenliğinin kontrol edilebilmesi, onu transistör yapımı için ideal bir malzeme hâline getiriyor. Transistörler “VE”, “VEYA” ve “DEĞİL” mantık operatörleri için anahtar görevi görüyor. Fabrikada eritilen kum %99,9999 saflukta silikondan oluşan silindir külçelere dönüştürülüyor. Bu silindirden “wafer” (bir çeşit levha) adı verilen çok ince daire levhalar kesiliyor.

Mikroçiplerde kullanılan en küçük bileşenlerin virüslerden bile daha küçük olduğu dikkate alındığında bu çiplerin üretildiği ortamların ne kadar temiz olması gerektiği daha iyi anlaşılacaktır. Öyle ki bir ameliyat odasından bile bin kat daha temiz olan bu



Ayaklarımızın altındaki kum, insanlığın ürettiği en gelişmiş ürünlerden birine dönüşüyor.

Kum eritilerek “ingot” adı verilen saf silikon külçeye dönüştürülüyor.

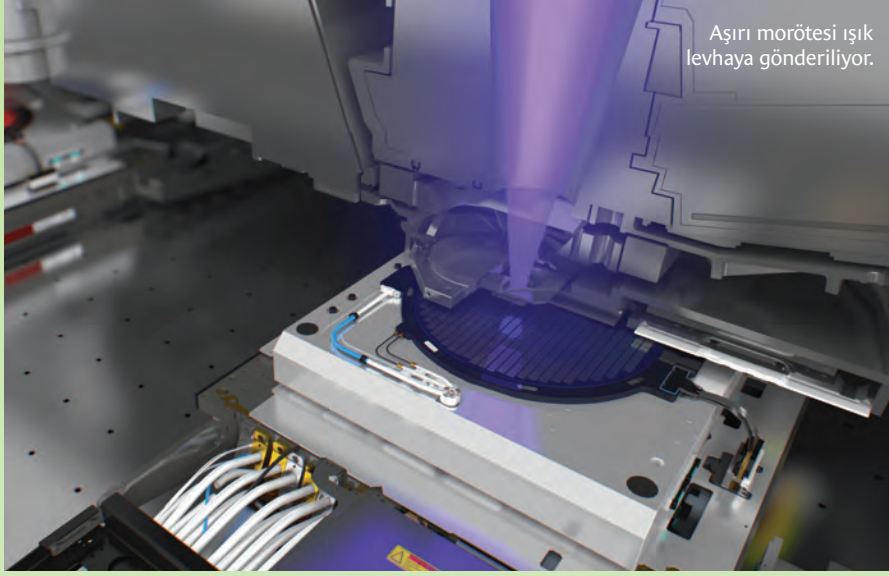
alanlarda 1 m³'te en fazla 10 toz zerreciğine izin veriliyor. Bu temizliği sağlamak için odadaki hava sürekli süzülüyor, odaya girmeden ve odadan çıkmadan önce özel cihazlarla temizlenmek gerekiyor.

Temiz odada, yalıtkan bir malzemeyle kaplanan levhaların üzerinde, “photoresist” adında ışığa duyarlı bir madde bulunur. Bu madde, üzerine ışık geldiğinde sertleşir. Daha önce bilgisayar ortamında tasarlanan entegre devrenin şekli cama kazınır ve kazınan alandan geçen ışık levhaya yansıtılır. Işığın geldiği alanlar sertleşirken diğer alanlar özel gazlar kullanılarak temizlenir. Entegre devre, bu yöntemle silikon yüzeye kazınır.

Modern mikroçipler birbiriyle bağlantılı yaklaşık yüz katmandan oluşuyor. Bu katmanlar öyle ince ki bazıları -onlara “iki boyutlu” denilmesine yol açacak şekilde- sadece 1 atom kalınlığında. Böyle bir hassasiyette üretim yapabilmek



Temiz odalarda çalışanlar özel kıyafetler giymek zorunda.



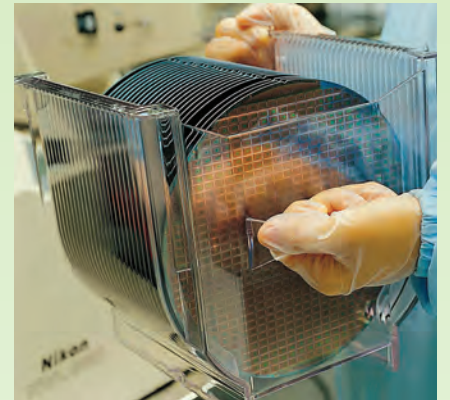
Aşırı morötesi ışık levhaya gönderiliyor.

İçin bu işlemler sırasında kullanılan her bir makinenin sıcaklık, basınç ve manyetik alan gibi parametrelerinin en ince ayrıntısına kadar kontrol

edilmesi gerekiyor. Litografi adı verilen baskı sırasında silikon tabakalar üzerine ışıkla işleme yapılıyor. Ancak bu işlemler çok küçük ölçekte yapıldığı için bir

tür morötesi ışık kullanmak gerekiyor. Uzayda doğal olarak ortaya çıkan bu ışığın dünyada üretilmesi için dökme kalay üzerine saniyede 50.000 defa lazer ışını gönderiliyor. Bu ışınlarla buharlaşan metal, ihtiyaç duyulan morötesi ışığı yayıyor. Yayılan ışık çok hassas aynalar yardımıyla odaklanarak üzerinde devrenin çizili olduğu cam parçası üzerinden silikon levha üzerine yansıtılıyor. Bu sırada çipteki bileşenlerin iletişimi için alüminyum yollar da oluşturuluyor. Litografi işleminin aynı çip üzerinde yüzlerce defa tekrarlanmasıyla oldukça karmaşık bir yapıya sahip entegre devre ortaya çıkarılıyor. Bu süreçte kullanılan ve ASML tarafından üretilen aşırı morötesi litografi makinesinin (extreme ultraviolet lithography) geliştirilmesi onlarca

ASML tarafından üretilen aşırı morötesi litografi (extreme ultraviolet lithography) makinesi



Çipler silikon levhalar üzerinde litografi işlemiyle oluşturuluyor.

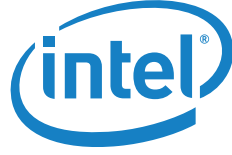
yıllık bir çabanın sonucu. Elbette bu çaba maliyetlere de yansıyor, makinenin satış fiyatı 150 milyon dolar. Litografi işlemiyle üretilen bir levha üzerinde onlarca çip bulunuyor. Her bir çip ayrıntılı testlerden geçirildikten sonra kesilerek paketleniyor.

Kumdan mikroçipe uzanan üretim sürecini anlatan bir videoyu izlemek için <https://youtu.be/bor0qLifjz4> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



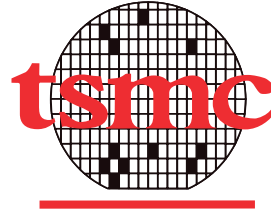
Dünya Mikroçip Endüstrisindeki Anahtar Oyuncular

Dünya mikroçip endüstrisinde ABD, Tayvan, Güney Kore, Japonya, Hollanda ve Çin firmaları baskın durumda. Çoğunlukla mikroçipleri tasarlayan firmalar ile üreten firmalar farklı oluyor. Son teknoloji mikroçipleri TSMC, Intel ve Samsung dışında üretebilen yokken biraz daha eski çipleri üreten irili ufaklı firmalar bulunuyor.



Intel

46 ülkeden 110.000 çalışanıyla ABD'nin en büyük çip üreticisi konumunda olan Intel, çiplerin büyük çoğunluğunu ABD'de kendisi üretiyor. Geçtiğimiz günlerde 20 milyar dolarlık fabrika yatırımı yapacağını açıklayan firma, yeni çip tasarımlarıyla 2025'te sektörün lideri olmayı hedefliyor.



TSMC

Dünyada üretilen çiplerin yarısını tek başına üretim bantlarından çıkarıp satışa sunan TSMC Tayvan'ı bu alandaki en başarılı ülkelerden biri yapıyor. Özellikle aşırı ultraviyole litografi teknolojisinde rakiplerinden çok daha önde olan bu firma, bu sayede 5 ve 7 nanometre mikroçip üretimi yapabilirken Intel ancak 10 nanometre çip üretebiliyor. Yılda 10 milyon levha üretim kapasitesi olan TSMC, 100 milyar dolarlık bir yatırım bütçesiyle üretim kapasitesini daha da artırmayı hedefliyor.



Samsung

Tüketici elektroniğinden pillere pek çok sektörde yer alan Güney Koreli firma dünyanın sayılı çip üreticileri arasında yer alıyor. Özellikle hafıza çiplerinin üretimi konusunda ön sıralarda yer alıyor.



SMIC

Çin'in en büyük çip üreticisi olan SMIC, şu an için 14 nanometre mikroçip üretimi yapabiliyor olsa da Çin hükümetinin desteğiyle bu alana çok ciddi yatırımlar yapıyor. Önümüzdeki yıllarda lider oyuncular arasında yer alması muhtemel.



SK Hynix Inc

Güney Kore'nin önde gelen mikroçip üreticilerinden olan SK, özellikle bellek çiplerinin üretimine odaklanmış bir firma.

ASML

ASML

Ürettiği litografi makineleriyle dünya çapında tekel oluşturan ve şu an için rakibi bulunmayan Hollandalı firma tabiri caizse siparişlere yetişemiyor.



Applied Materials

ABD'nin en eski mikroçip firmalarından olan Applied Materials yalnızca çip üretmekle kalmıyor, aynı zamanda diğer çip üreticilerine parça sağlıyor.



Texas Instruments

Geçmiş 1930'lara dek uzanan firma daha çok analog çipler ve gömülü işlemciler üretiyor. Dünyanın ilk ticari silikon transistörünü, entegre devresini ve portatif hesap makinesini üretmiş olmasıyla endüstri için sembolik bir yönü de bulunuyor.



Broadcom

ABD merkezli firma özellikle şifreleme ve kablosuz iletişime yönelik mikroçipler geliştiriyor.



Nvidia

Özellikle ekran kartlarında dünyanın en iyileri arasında olan ABD merkezli firma, süper bilgisayarlar ve yapay zekâ çipleri de geliştiriyor.

Qualcomm

Qualcomm

ABD merkezli firmanın çipleri diğerlerine kıyasla çok daha geniş bir yelpazede kullanılabilir. Otomobillerden saatlere kadar birçok üründe kullanılabilecek çipler tasarlayan firmanın özellikle 5G alanında önemli çalışmaları var.



Micron

Disk, bellek ve hafıza kartı gibi ürünlerde uzmanlaşan ABD'li firmanın 18 ülkede 40.000 çalışmanı bulunuyor.



Otomobiller akıllandıkça mikroçip bağımlılığı da artıyor.

Çip Kıtlığı Bizi Nasıl Etkiliyor?

Çip üreticileri yeni siparişlere 40 haftayı aşan teslim tarihleri veriyor. Bu nedenle çiplere ihtiyaç duyan birçok firma üretime ara vermek zorunda kaldı. Otomobiller dünya mikroçip pazarının %10'unu oluşturuyor. Modern bir araçta 100'den fazla mikroçip bulunuyor. Bu yüzden Volkswagen, Honda, Toyota, General Motors, Renault ve Ford gibi otomobil firmaları üretim azaltma kararı aldı. Bu sorunun yakın zamanda çözülemeyeceğini düşünen bazı otomobil üreticileri yüksek teknoloji gerektiren

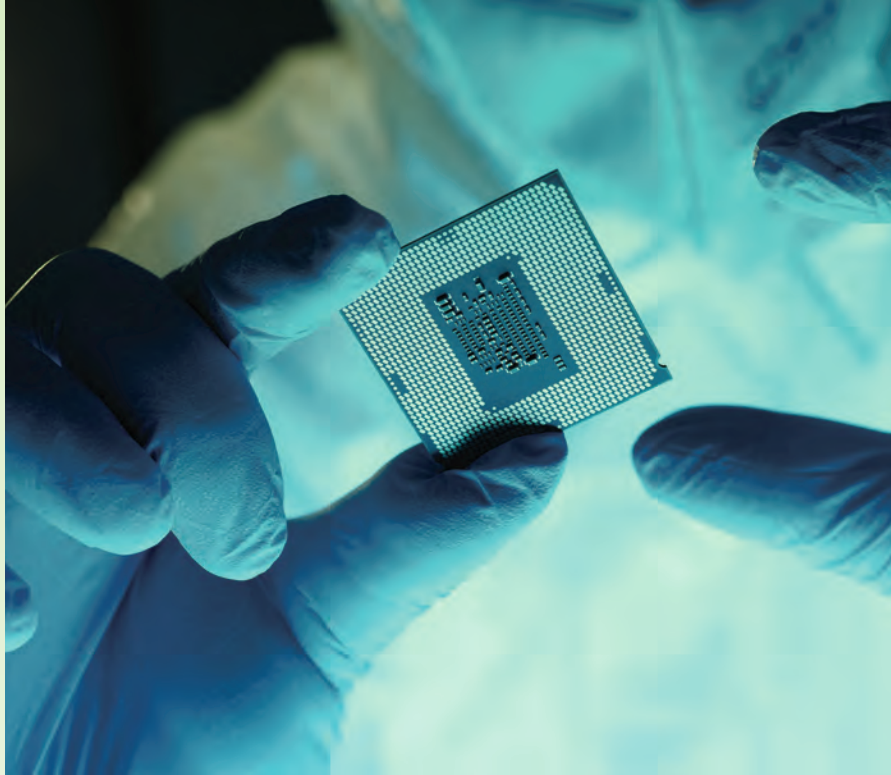
kimi özellikleri otomobillere koymamaya başladı. Örneğin Nissan normalde sunduğu navigasyon özelliğini birçok araçtan çıkardı, Renault bazı modellerde sunduğu direksiyon arkasındaki dijital ekranları analoglarla değiştirdi. Elektronik sistemler bir otomobilin maliyetinin yaklaşık yarısını oluşturuyor. Dolayısıyla otomobil sektörünün 2021 gelirlerinde çip kıtlığına bağlı olarak 210 milyar dolar düşüş olacağı tahmin ediliyor.

Samsung yeni Galaxy Note akıllı telefonun çıkış tarihini 2022'ye erteledi. PlayStation 5, Xbox Series gibi oyun konsolları artan talebi karşılayamaz hâle geldi. Elektronik cihaz üreticileri devre

tasarımlarını değiştirerek piyasada daha fazla bulunan çiplere göre düzenlemeye başladı. Tüm bunlar kullanacağımız elektronik ürünlerin pahalanaacağı anlamına geliyor.

Kıtlık Ne Zaman Bitecek?

Mikroçip kıtlığının ne zaman biteceğini söylemek zor olsa da uzmanlar bu sürecin 2-3 yıl daha süreceğinde hemfikir gibi görünüyor. Kısa vadede insanların elektronik cihazları kullanmaktan vazgeçmeyeceği, her geçen gün gelişen yazılım dünyasının daha fazla çipe gereksinim duyacağı ve mikroçip üretiminin bir anda kolaylaşmayacağı dikkate alındığında bu tahminlerin abartılı olmadığını söyleyebiliriz. Mikroçiplerin olmadığı bir gelecek artık mümkün değil! ■



Kaynaklar

Nasıl Üretiliyor	https://bit.ly/3m2FPme
Ticaret Savaşları	https://bit.ly/2Z9ePsc
Alan Uzmanı İhtiyacı	https://bit.ly/3CeOasA
Su Tüketimi	https://bit.ly/3lZpsa2
Yeni Yatırım	https://bit.ly/3jiE7eT
Talep Artışı	https://bit.ly/3E0pK6F
Otomobil Çip Oranı	https://bit.ly/2Zc6iVp
Aktörler	https://bit.ly/3lZxXlE
Çip Üretimi	https://bloom.bg/3vz4kul
EUV	https://bit.ly/2Xx30k3

TRIBOLOJİ

Enerji ve Doğal Kaynakları Daha Verimli Kullanmanın Yolu mu?

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Sanayideki teknolojik gelişmelere, üretim kapasitelerinin artmasına ve makineleşmeye bağlı olarak enerji, hammadde ve çevre sorunları giderek artıyor; insanlık her geçen gün enerji, hammadde ve çevre krizlerine daha da yaklaşıyor. Bu yüzden, temel hedefleri yüzeylerdeki sürtünmeyi kontrol altına alma, aşınmaları azaltma ve yağlama sistemlerini iyileştirme olan triboloji alanındaki gelişmeler günümüzde daha da büyük önem arz ediyor. Öyle ki endüstrideki teknolojik gelişmelerle birlikte, üretim yöntem ve çeşitliliğinin artmasına bağlı olarak, triboloji çalışmalarının hedef kapsamı zamanla genişleyerek yeni malzeme ve kaplama teknolojileri ile enerji ve malzeme tasarrufu yapılması, enerjinin verimli kullanılması, zararlı emisyonların ve atıkların azaltılması, biyolojik ve doğa dostu yağlama sistemlerinin geliştirilmesi, şok emiliminin sağlanması ve çevre/gürültü kirliliğinin azaltılması gibi konularda çeşitlenerek pek çok yeni triboloji dalının ortaya çıkmasına neden oldu.





Prof. H. Peter Jost (1921-2016)
yaptığı üstün nitelikli çalışmalarla
tribolojinin öncü kurucusu
kabul ediliyor.



Society of Tribologists and Lubrication Engineers

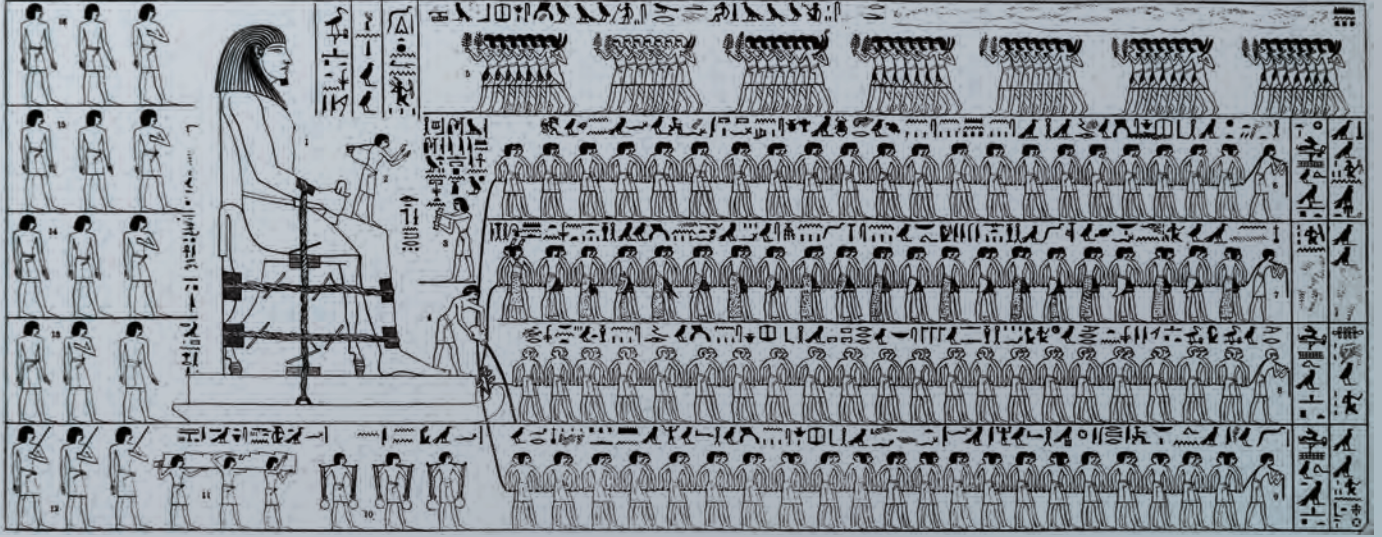


Triboloji, görece hareket hâlindeki etkileşimli yüzeylerin sürtünme, aşınma ve yağlama ilkelerini inceleyen bilim ve mühendislik alanıdır. Makinelerde birbirine temas eden hareketli yüzeylerde oluşan sürtünme, küresel enerji kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılmasının önünde büyük bir engel oluşturuyor. Öyle ki küresel enerji kaynaklarının yaklaşık üçte biri yüzeyler arasındaki sürtünme kuvvetinin üstesinden gelmek için harcıyor. Yine bu yüzeylerde meydana gelen aşınmalar da malzeme israfı ve mekanik performans kaybının başlıca nedeni olarak gösteriliyor. Bu yüzden triboloji alanındaki gelişmeler ve teknolojik uygulamalar enerji ve malzeme tasarrufu ile birlikte sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşıyor.

Günümüzde yüksek hızlarda çalışan makinelerin bileşenleri aşırı sürtünmelere, yüksek oranda aşınmalara ve zorlanmalara maruz kalıyor. Sonuçta enerji sarfiyatı artıyor, bu bileşenlerin kullanım ömürleri kısalıyor, üretim standartlarının korunması ve üretim güvenilirliği azalıyor. Bu nedenle yüksek teknolojilerin kullanıldığı alanlarda sürtünme ve aşınmanın olumsuz etkilerini en aza indirmek gerekiyor.

Triboloji de Nereden Çıktı?

Triboloji teriminin kökeni Yunancada sürtünme anlamındaki “tribos” kelimesinden geliyor. Triboloji üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar Leonardo da Vinci'nin sürtünme yasaları üzerine yaptığı çalışmalara dayanıyor. Ancak terim ilk kez 1966 yılında İngiliz makine mühendisi Prof. H. Peter Jost tarafından Birleşik Krallık Eğitim ve Bilim Bakanlığı için hazırlanan bir raporda ortaya atıldı. Triboloji disiplininin kurucusu olarak anılan Jost, yayımladığı bu raporla sürtünme, aşınma ve oksitlenmenin Birleşik Krallık ekonomisine olan zararlarını açık bir şekilde ortaya koydu. Teknolojik ve ekonomik açılardan önemi bu sayede daha da iyi anlaşılan triboloji alanında o günlerden bu yana pek çok disiplinler arası araştırma yapıyor.



Eski bir Mısır kabartmasını betimleyen görselde oldukça büyük bir heykelin taşınması sırasında sürtünmeyi azaltmak ve kızıağı daha kolay hareket ettirmek için yere yağlayıcı sıvı döküldüğü görülüyor.

Tarihte Triboloji

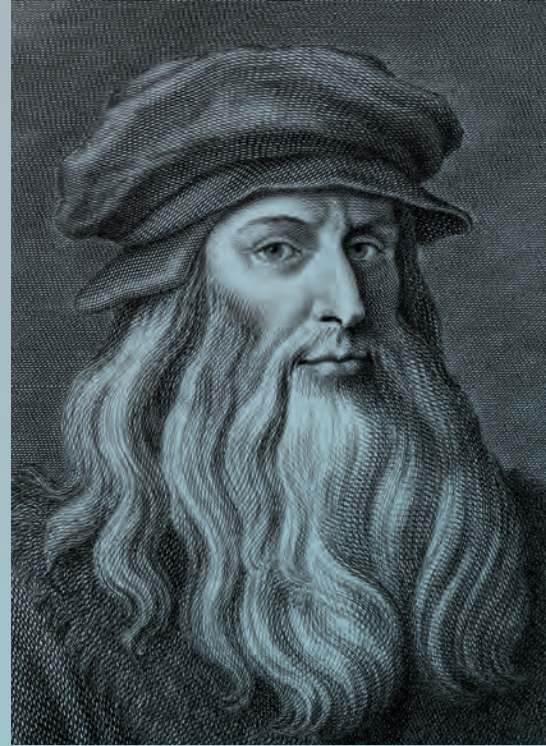
Triboloji tarih boyunca sürekli değişen ve gelişen bir alandır. Kavramın ortaya çıkışı Jost'un 1966'daki raporuna dayansa da çok eski çağlarda bile tribolojinin bazı prensiplerinin kullanıldığı biliniyor.

Bazı bilim insanlarına göre, tarih öncesi dönemlerde odun parçalarını birbirine sürterek ateş yakmak tribolojinin ilk uygulamaları kabul edilebilir. Erken uygarlık dönemi MÖ 3500 ile 900 yılları arasında, ağır nesnelere ve anıtları hareket ettiren sürtünmeyi azaltmak için hayvansal yağ ve bitüm ile yağlama yapıldığını, ayrıca silindirik ahşap parçalar kullanıldığını gösteriyor.

MÖ 2000 yılına ait bazı Mısır kabartmalarında da dev taşlar ve heykeller kızaklarla taşınırken ön tarafta sıvı (yağlayıcı) döken insanlar görülüyor.

MÖ 900 ile MS 400 yılları arasında kaymalı yataklar ve dişlilerde önemli gelişmeler kaydedildi. Makaralı rulmanların ilk tasarımlarının ortaya çıkması da bu döneme rastlıyor. Bu dönemde yağlayıcı olarak bitkisel ve hayvansal yağlardan faydalandı, ayrıca belirli malzemelerin birlikte kullanılmasının sürtünme ve aşınmayı azaltacağı biliniyordu.

Orta Çağ döneminde triboloji alanında bir durgunluk gözlemlendiğini söylemek mümkün. Yine de Çin'de geliştirilen metalik rulmanlar dönemin en önemli gelişmesi olarak sayılıyor.



Leonardo da Vinci (1452-1519) ilk tribolojist olarak da biliniyor.



İtalyan bilgin ve sanatçı Leonardo da Vinci'nin çizimine bağlı kalınarak inşa edilen bilyeli rulman

1450'den 1600'e kadar süren Rönesans Dönemi, tribolojik gelişmelere sahne olsa da yeni teorilerin pratiğe aktarılması tam anlamıyla gerçekleşmedi. Bu dönem triboloji alanında makine bileşenleri, sürtünme ve aşınmayla ilgili pek çok çalışma ve buluşlarla adından söz ettiren Leonardo da Vinci'nin dönemi olarak değerlendiriliyor ve bu nedenle Leonardo da Vinci ilk bilinen tribolojist (sürtünme bilimi uzmanı) olarak da anılıyor. Özellikle sürtünmeyi azaltmak için yaptığı kafesli bilyeli rulman en ünlü çizimlerinden biri olarak kabul ediliyor.

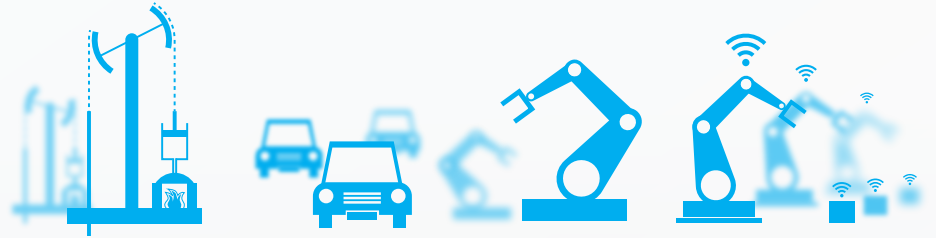
1600-1750 yılları arasında makine yatakları ve dişliler alanında önemli gelişmeler gerçekleşti. Temel geometrik prensipler tanımlandı ve yağlayıcı uygulamaları giderek daha önemli hâle geldi. Robert Hooke (yuvarlanma sürtünmesi ilişkileri), Isaac Newton (akışkanlardaki iç sürtünmenin tanımı, viskozite), Guillaume

Amontons (deneysel çalışmalar ve sürtünme yasaları) ve Leonhard Euler (sürtünmeye analitik yaklaşım ve sürtünme katsayısı) başta olmak üzere çeşitli bilim insanları yaptıkları çalışmalarla triboloji alanına çok önemli katkılarda bulundular.

Sanayi devrimleri ile birlikte tribolojinin önemi de sürekli bir şekilde arttı. Günümüze kadar olan süreçte sanayi ve triboloji alanlarında birbirlerine uyumlu şekilde önemli gelişmeler kaydedildi.

Tribolojinin Temelleri

Tribolojiyi daha iyi anlamak için sürtünme, aşınma ve yağlama süreçlerinin daha iyi anlaşılması gerekiyor. Sürtünmeyi temas hâlindeki iki yüzeyin arasındaki bağıl harekete karşı olan direnç olarak tanımlayabiliriz. Birbiri ile temas hâlinde bulunan ve izafi kayma veya yuvarlanma hareketi yapan iki fonksiyon yüzeyi arasında sürtünme mevcuttur. Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü,



Birinci Sanayi Devrimi 1750-1850

- ▶ Makineleşme
- ▶ Su gücü
- ▶ Buhar gücü
- ▶ Buhar motoru
- ▶ İlk mekanik dokuma tezgâhi (1784)

- Sürtünme üzerine çalışmalar
- Dişliler ve yataklar
- Mineral yağlar
- Yağlayıcı formülasyonları
- Coulomb sürtünme yasaları (1781)

İkinci Sanayi Devrimi 1850-1950

- ▶ Seri üretim
- ▶ Elektrik
- ▶ Mezbahalarda kullanılan ilk üretim bandı (1870)

- Sürtünme-aşınma-yağlama ilişkileri
- Hidrodinamik basınç gelişimi
- Balatalı yataklar
- Yağlarda katkı maddeleri
- Reynolds yağlama teorisi (1886)

Üçüncü Sanayi Devrimi 1950-2000

- ▶ Bilgisayar ve otomasyon
- ▶ Elektronik bilimi
- ▶ Ticari üretimde ilk programlanabilir mantık denetleyicileri (1969)

- Triboloji terimi (1966)
- Elastohidrodinamik yağlama
- Hesaplamalı ve deneysel triboloji
- Yapışma ve aşınma teorileri
- Temas mekaniği ve yüzey tribolojisi
- Mikro ve nanotriboloji
- Düşük sürtünmeli yataklar
- Yeni malzemeler ve kaplamalar
- Reoloji
- Biyotriboloji

Dördüncü Sanayi Devrimi 2000'den günümüze

- ▶ Siber fiziksel sistemler
- ▶ Artırılmış gerçeklik
- ▶ İnternet ve bulut teknolojileri
- ▶ Endüstri 4.0 (2011)

- Bahsi geçen tüm alanlarda daha fazla gelişme
- Yeşil triboloji
- Uzay tribolojisi
- Süper yağlama
- Tribotronik (2008)

temas hâlindeki cisimlerin malzeme, geometri ve yüzey özelliklerinin yanı sıra ortam koşullarına da bağlıdır.

Enerji ve malzeme verimliliğini üst düzeye çıkarmak için sürtünmeyi en aza indirmek genellikle istenen bir durumdur. Sürtünme kuvveti genel olarak yük ve yüzey pürüzlülüğü ile artar ve bir yağlayıcı kullanılarak azaltılabilir.

Aşınma, genellikle yüzeylerin birbirini üzerindeki kayma hareketi nedeniyle oluşan malzeme kaybına deniyor. Genel olarak sürtünmenin artmasına ve makine bileşeni arızasına yol açacağı için sistem bileşenlerindeki aşınma istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle bir yağlayıcı kullanarak aşınmanın da sürtünme gibi en aza indirilmesi amaçlanır.

En yaygın iki aşınma modelinin birincisinde daha sert bir malzeme daha yumuşak malzemenin aşınmasına neden olurken diğerinde ise temas hâlindeki iki yüzeyin birinden diğerine malzeme transferi gerçekleşir.

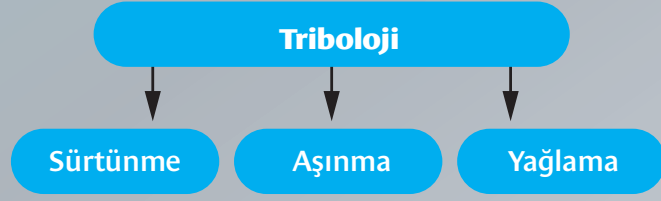
Mekanik bileşenlerde yaygın olarak görülen bir diğer aşınma türü ise yüzey yorulmasıdır. Bu aşınma türü yüzey altı gerilmeleri ile malzemede çatlaklara yol açar ve bu çatlaklar zamanla yüzeye doğru büyür. Sonuçta yüzeyde

oyuklar oluşur ve malzeme aşınır. Sistemlerdeki farklı bileşen ve koşullara bağlı olarak darbe ve erozyona bağlı aşınmaların yanı sıra kimyasal aşınma ve elektrik arki aşınmaları da görülebilir.

Yağlama, temas hâlindeki hareketli yüzeyler arasındaki sürtünmeyi azaltan bir film katmanı oluşturarak sürtünme ve aşınmanın kontrol edilerek en aza indirgenmesine deniyor. Yağlayıcı filmin katı, sıvı ve hatta gaz olduğu uygulamalar bulunuyor. Yağlayıcılar sürtünmeyi azaltmak ve aşınmayı önlemenin yanında, sıcaklık ve kirleticileri ara yüzden uzaklaştırmak ve ekipmanı korozyondan korumak gibi başka önemli işlevleri de yerine getirebiliyor.

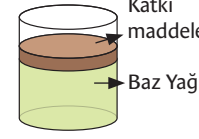
Yağlanmış yüzeylerdeki sürtünme daha az olmasına rağmen yine de sürtünmenin varlığından söz etmek mümkün. Bu sürtünmenin büyüklüğü kullanılan akışkanın viskozitesine yani akmaya karşı olan direncine ve çalışma koşullarına bağlı. Stribeck eğrisi; bağıl hız, yük ve viskozitenin sürtünme üzerine etkilerini açıklamak için kullanılabilir. Bu eğride sınır, karma ve hidrodinamik yağlama bölgeleri bulunur. Düşük hız, düşük

viskozite ya da ağır yüklerde akışkan yükü destekleyemez ve doğrudan yüzey-yüzey teması



gerçekleşir. Sınır yağlama denilen bu bölgede sürtünme azalması görülse de yine de yüksek bir sürtünme kuvveti mevcuttur. Yüksek hız, yüksek viskozite ya da hafif yük durumunda sıvı iki yüzeyi tamamen ayırır ve buna tam film ya da hidrodinamik yağlama bölgesi denir. Bu bölgede sürtünme, hem hız ve viskozitenin artışına hem de yükün azalmasına bağlı olarak artar. Sınır ve tam film yağlama arasında, ara yüzeyin bazı bölümleri sıvı ile tamamen ayrılır, diğer bölgelerde ise tam olarak ayrılmayan karma yağlama bölgesi bulunur. Çeşitli makine bileşenleri işlem sırasında bir veya daha fazla yağlama rejiminde çalışabilir.

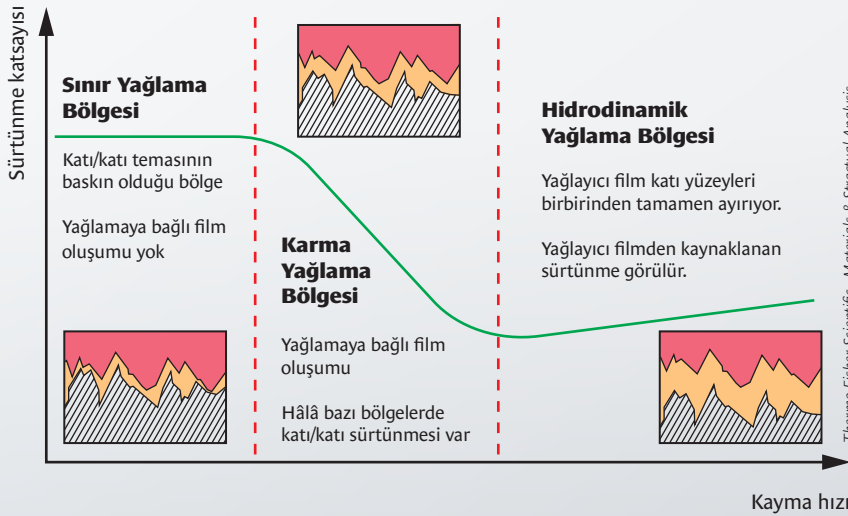
Yağlayıcılar çok çeşitli uygulamalara göre geliştirilebiliyor. Geliştirilen formülasyonlarda genel olarak bir veya daha fazla mineral veya sentetik bazlı yağ kullanılıyor. Bu baz yağlar ham petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların yanı sıra bitkisel veya hayvansal kaynaklı olabiliyor. Daha sonra bu yağların performansı kimyasal katkı maddeleri kullanılarak güçlendiriliyor. Çeşitli çalışma koşullarında sınır sürtünmesini en aza indirmek, kimyasal kararlılığı artırmak ve kirlenmeyi azaltmak için kullanılan katkı maddeleri genellikle toplam yağ hacminin %0,1 ile %30'u arasında olacak şekilde ekleniyor.



- Sürtünme düzenleyiciler
- Aşınma önleyiciler
- Antioksidanlar
- Deterjanlar
- Akma noktası baskılayıcılar
- Viskozite düzenleyiciler
- Dağıtıcılar
- Pas ve korozyon önleyiciler
- Köpük önleyiciler

Sıvı yağlayıcılar son derece etkili olmaları bakımından yaygın olarak kullanılıyor. Ancak sıvı yağlayıcıların kullanılmasının uygun olmadığı ve yüklerin hafif olduğu bazı durumlarda yağlama işlemi gazlar kullanılarak gerçekleştirilebiliyor. Örneğin havalı yataklarda basınçlı hava ile oluşturulan ince bir film tabakası düşük sürtünmeli bir arayüz sağlayabiliyor. Diğer bir yağlayıcı türü olan katı yağlayıcılar ise katmanlı yapıları dolayısıyla tercih edilebiliyor.

Uygun yağlayıcı seçilirken öncelikle tribolojik sistemin tam olarak tanımlanması gerekiyor. Hareketin tipi, yüzeylerin fiziksel ve kimyasal yapıları, çalışma hızı, çalışma sıcaklığı, yük ve çalışma koşulları ile çalışma sürecinde sistemde oluşabilecek ısı ya da kirlenme gibi çok çeşitli parametrelerin iyi analiz edilmesi sistem için en uygun yağlayıcının geliştirilmesinde son derece önemli.



Tribolojik veriler genel olarak sürtünme katsayısının kayma hızının bir fonksiyonu olarak gösterildiği Stribeck eğrisi ile gösteriliyor. Bu eğri temelde üç bölgeden oluşuyor.

- Sınır yağlama bölgesinde yağlama filmi oluşmamış hâldedir ve katı/kati teması baskındır. Sürtünme katsayıları yüksektir.
- Karma yağlama bölgesinde ortalama kayma hızına sahip iki yüzey arasında bir yağlayıcı film oluşmaya ve sürtünme katsayısı düşmeye başlar.
- Hidrodinamik yağlama bölgesinde yüksek kayma hızına sahip iki yüzey yağlama filmi ile birbirinden tamamen ayrılır. Artık katı/kati etkileşimi yoktur. Sürtünme katsayısı kayma hızı ile birlikte artış gösterir.

Disiplinler Arası Çalışmalarla Şekillenen Triboloji Her Yerde

Triboloji; fizik, kimya, makine mühendisliği, malzeme bilimleri, yağlama teknolojileri, iş ekonomisi, iş yönetimi ve endüstriyel yöntemler gibi pek çok alandan bilginin kullanıldığı disiplinler arası bir bilim dalı. Tüm sanayi dallarında büyük önem taşıyan triboloji;

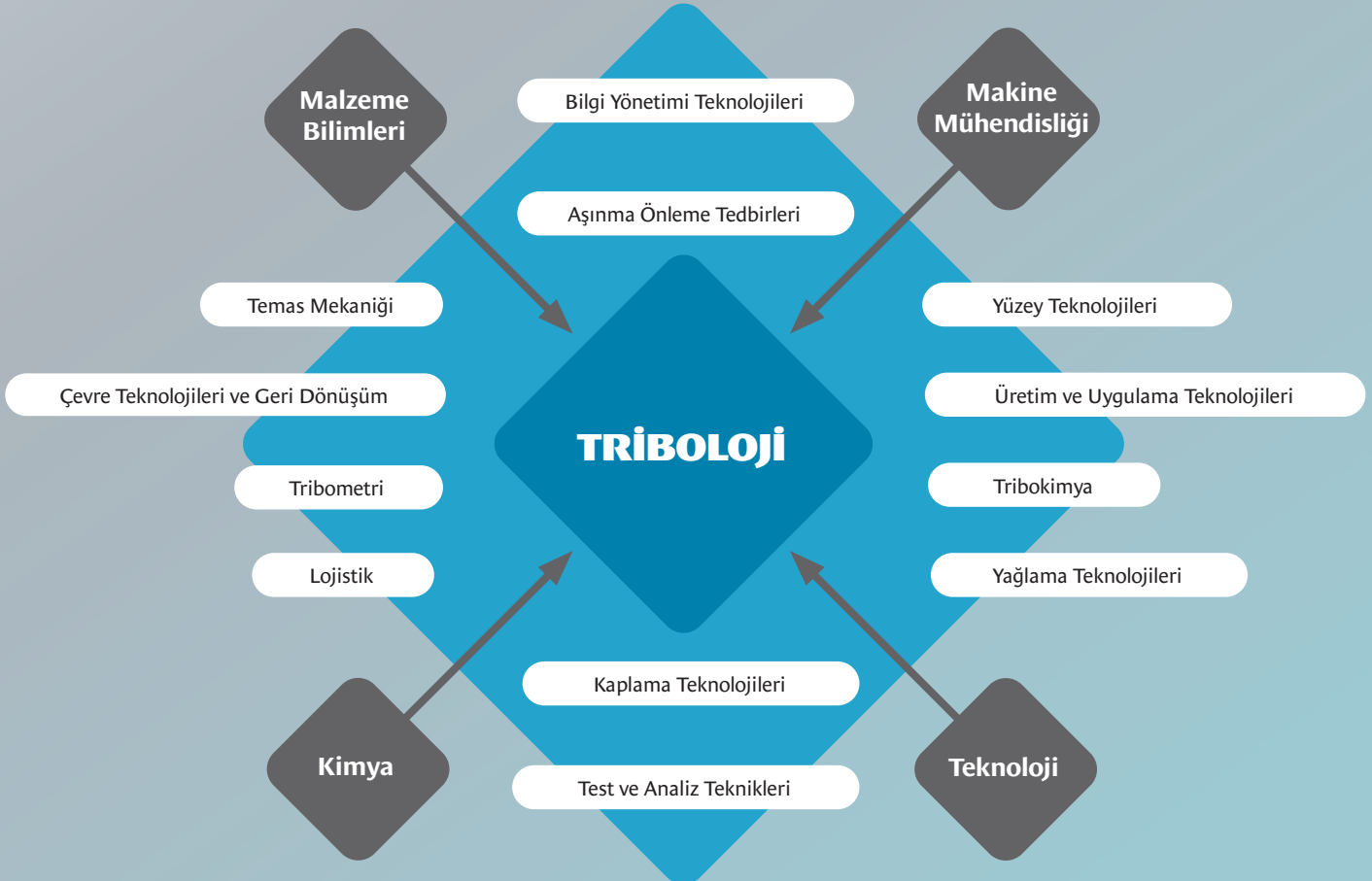
havacılık, uzay ve otomotiv endüstrileri başta olmak üzere mühendislik, tıp, tekstil, optik ve mikroelektronik gibi pek çok endüstri kolunda çok çeşitli uygulamalar buluyor.

Tribolojinin Çeşitli Endüstri Kollarındaki Uygulamaları

Tribolojinin tarihsel gelişimine bakıldığında; genel olarak rulmanlar, dişliler, miller, frenler ve contalar gibi yuvarlanma veya kayma hareketi yapan bileşenlere

uygulandığı görülüyor. Çok çeşitli makinelerde kullanılan tüm bu bileşenlerin verimliliğini artırmaya ve kullanım ömürlerini uzatmaya odaklanan girişimlerden elde edilen başarılar süreç içerisinde yapılan yeni araştırmalarla birlikte daha iyi tribolojik uygulamaların geliştirilmesine zemin hazırlıyor.

Tribolojik uygulamalar makro ölçekten nano ölçeğe kadar çeşitlilik gösterebiliyor. Geleneksel anlamda ulaşım ve imalat sektörlerine odaklı triboloji çalışmalarının son zamanlarda farklı alanlarda da kritik öneme sahip olduğu ortaya kondu.





çalışmaları oral, oküler, yapay eklem uygulamaları ve kardiyovasküler triboloji gibi alanlara ayrılıyor.

Oral triboloji ağız ve diş sağlığıyla ilgili tribolojik çalışmaları kapsıyor. Yaşlılığa veya çeşitli rahatsızlık ve kazalara bağlı olarak kişi kısmi veya tam diş ve damak protezlerine ihtiyaç duyabiliyor. Dayanıklı protezler geliştirilmesi için aşınma mekanizmalarının araştırılması gerekiyor. Oral triboloji çalışmaları insan yaşamını olumsuz etkileyecek olası aşınmaların nedenlerini ve nasıl kontrol altına alınabileceğini ortaya koymak adına önem taşıyor.

Oküler triboloji gözle ilgili tribolojik çalışmaları kapsıyor. Göz kapaklarının kornea üzerindeki sürekli hareketi, yapay mercek ve kontak lenslerin aşınmasına neden oluyor. Bu aşınmanın önlenmesi için daha gelişmiş malzemeler kullanılması ve uygun yağlama mekanizmaları gerekiyor. Bu alanda yapılan çalışmalar daha iyi lens ve merceklerin üretilmesini, daha etkili yağlama mekanizmaları sayesinde aşınmaların önüne



Biyolojik Sistemler ve Triboloji

Tribolojinin biyolojik sistemlerdeki önemini ortaya koymak adına, biyotriboloji terimi ilk defa Duncan Dowson ve Verna Wright tarafından 1970 yılında kullanıldı. Genel anlamda biyotriboloji, tribolojinin biyolojik sistemlerle olan ilişkisini çeşitli yönleriyle ortaya koyan çalışma alanıdır.

İnsanlardaki kemik ve kıkırdak yapıların yatak yüzeyleri yeterli yağlanmadığında zamanla aşınmaya uğrar ve çeşitli rahatsızlıklara neden olur. Bu rahatsızlıkları engellemenin ve gerekli tedavileri uygulayabilmenin yolu biyotribolojideki gelişmelerden geçiyor. İnsan sistemlerinde triboloji

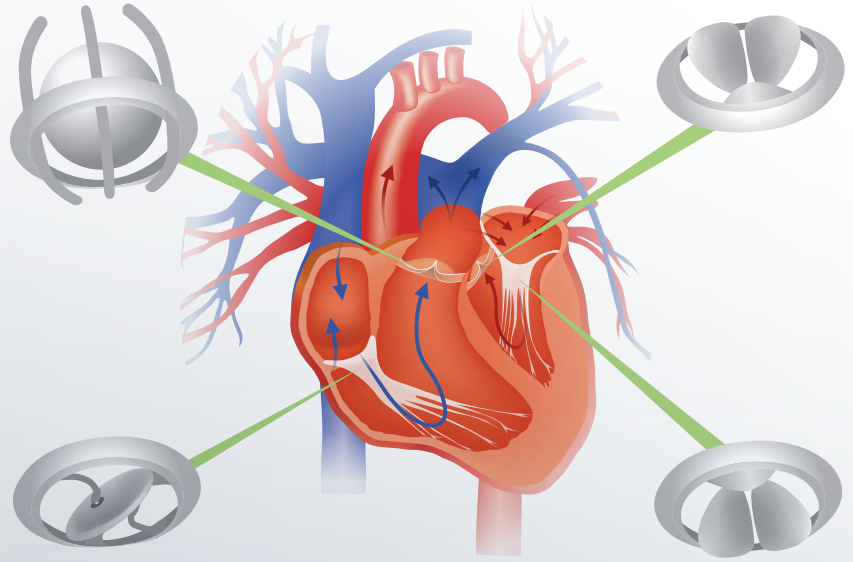


Klasik Triboloji

Klasik triboloji; enerji, malzeme ve üretim verimliliğini sağlamak üzere diğer üretim aşamaları ile birlikte dişliler, rulmanlar, kaymalı yataklar, kavramalar, frenler ve tekerlekler gibi makine parçalarının sürtünme ve aşınma süreçleri ile yağlama yöntemlerine odaklanıyor.

geçilmesini, sonuç olarak kişilerin yaşam kalitesinin yükselmesini sağlıyor.

Yapay eklemlerin tribolojisi de bir diğer önemli biyotriboloji kolu. Hareketli eklemlerde, eklemler arasında yağlama görevini gerçekleştiren ve bu sayede eklemlerin sürtünmesini azaltarak aşınmalarını engelleyen sıvılar bulunuyor. Doğal eklemler zamanla veya bazı rahatsızlıklara bağlı olarak aşınabiliyor ve kişinin yaşam kalitesini olumsuz etkileyebiliyor. Hareketli eklemler üzerine yapılan tribolojik çalışmalar, sürtünme, aşınma ve yağlama mekanizmalarının anlaşılmasına; böylece yapay eklemler için uygun malzeme ve üretim süreçlerinin geliştirilmesine yardımcı oluyor. Bu amaçla şimdiye kadar çeşitli metal üzeri metal, polimer üzeri metal, seramik üzeri seramik, polimer üzeri seramik ve metal üzeri seramik yapay eklemler başarılı bir şekilde geliştirildi.



Mekanik kalp kapakçıkları; plastik, karbon ve metal gibi malzemelerden üretiliyor ve amaca göre farklı yapılarda tasarlanabiliyor.

Kalp kapakçıkları zarar görmüş hastalara da mekanik (metal, plastik, karbon vb.) veya biyoprotez (insan veya hayvan dokusu) kalp kapakçıkları takılabiliyor. Ancak mekanik kapakçıklardaki kontrolsüz sürtünme ve aşınma istenmeyen sonuçlara hatta ölümlere yol açabiliyor. Bunların engellenmesi için tribolojik çalışmalar büyük önem arz ediyor. Mekanik

kapakçıklarla karşılaştırıldığında, biyoprotez kapakçıklarda sürtünme ve aşınma çok daha az olduğu için bunlar üzerine çok fazla tribolojik çalışma bulunmuyor.

Ayrıca ventriküler yardımcı cihazlarda da biyotriboloji önemli bir rol oynuyor. Kalp odacıklarında bir sorun olduğunda kullanılan pompaları oluşturan parçaların tribolojik incelenmesi, uygun malzemelerin kullanılmasıyla sürtünme ve aşınmanın azaltılmasına yardımcı oluyor. Böylece pompaların uzun vadede işlevlerini sorunsuz ve eksiksiz bir şekilde yerine getirmesi sağlanıyor.

Tüm bunlara ek olarak deri, saç, kemik ve hücre gibi insan vücudunun çok çeşitli kısımları; çeşitli tıbbi cihaz ve malzemeler; bazı hayvan ve bitkiler de çeşitli triboloji araştırmalarının konusu.





Okyanus Tribolojisi

Açık deniz makinelerinin bileşenleri; aşırı yük, zorlu hava koşulları ve titreşimin yanı sıra tuzlu hava ve suya maruz kalıyor. Tribolojinin bu dalı da deniz ve okyanus ortamındaki sürtünme, aşınma ve yağlama araştırmalarını kapsıyor. Makine bileşenlerindeki arızalar bu tür ortamlarda diğerlerine göre daha fazla görülüyor. Deniz ve okyanus sularının aşındırıcı özellikte olması makinelerin mekanik



parçalarının yüzeylerinde pürüzlere yol açıyor. Ayrıca yağlamanın etkisi zamanla azalıyor, bu da sürtünmeyi ve dolayısıyla enerji sarfiyatını artırıyor.

Diğer yandan, deniz suyunun aşındırıcı özelliği yüzünden doğaya zararlı maddeler salınıyor ve ekolojik denge bundan olumsuz etkileniyor. Bu nedenle okyanus ve deniz suyu ortamlarında kullanılmak üzere polimerler, metaller, alaşımlar ve bunların farklı kombinasyonları hakkında çeşitli tribolojik araştırmalar yapılıyor. Bu çalışmalar sayesinde zorlu koşullar altında bile daha az sürtünmeye ve aşınmaya uğrayan malzemeler geliştirilebiliyor. Böylece makine bileşenlerinin korunması ve enerji sarfiyatının azaltılması amaçlanıyor.

Üretimde Triboloji

Üretim işlemlerinde kullanılan metal işleme sıvıları üzerine yapılan çalışmaları kapsayan üretim tribolojisi alanı; tormalama, frezeleme, taşlama ve delme gibi işlemlerde soğutma ve yağlama amacıyla kullanılan sıvılar üzerine yoğunlaşıyor. Kullanılan metal işleme sıvılarının çoğu, iyi soğutma ve yağlama özelliklerine sahip mineral yağlar. Üretim sisteminin verimliliğini artıran bu yağların en büyük dezavantajı biyobozunur ve geri dönüştürülebilir olmamaları. Yılda yaklaşık 320.000 ton mineral yağ kullanıldığı ve bunun büyük kısmının atık hâline geldiği göz önüne alındığında, mineral yağlar yerine daha çevreci ve etkili alternatiflerin geliştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkıyor. Bitkisel

yağlar iyi bir alternatif olarak gözükse de yüksek sıcaklıklardaki oksitlenme eğilimleri kullanımlarını sınırlandırıyor. Sürtünme ve aşınma mekanizmalarının daha iyi anlaşılması ile birlikte soğutma ve yağlama işlevlerini en az miktarda kullanımla gerçekleştirecek yağlayıcıların geliştirilmesi için araştırmalar devam ediyor.

Otomotiv Sektörü ve Triboloji

Kaynakları verimli kullanmak ve zararlı kimyasal madde emisyonlarını kontrol altına almak amacıyla hükümetler çeşitli yasa ve yönetmelikleri birbiri ardına uygulamaya koyuyorlar. Bu yeni düzenlemeler otomobil endüstrisini enerji tasarrufu sağlayan çevre dostu araçlar geliştirmeye zorluyor.

Bu amaçla otomobillerde sürtünme ve aşınmayı azaltıcı motor yağları geliştirilmesi için sürekli olarak araştırmalar yapılıyor. İstatistikler Amerika Birleşik Devletleri otomotiv sektöründeki sürtünme ve aşınmaların azaltılmasıyla yapılacak tasarrufların yılda 20 milyar doları bulabileceğini gösteriyor.

Otomobillerdeki tribolojik kısımlar; motor, şanzıman, çekiş tahriki, aktarma organları

ve yardımcıları kapsıyor. Bu kısımlar farklı otomobil türlerine göre çeşitlilik gösterebiliyor. Otomobil parçaları üzerine yapılan tribolojik çalışmalar daha uygun bileşenlerin kullanılmasına olanak sağlıyor. Ayrıca daha iyi performansa sahip ve çevre dostu yağlayıcıların geliştirilmesi sayesinde sürtünme ve aşınmaların azaltılmasının yanı sıra enerji ve malzeme tasarrufu da mümkün oluyor.

Batarya, yakıt hücresi veya hibrit sistemlerle çalışan elektrikli araçlar, sera gazı emisyonlarını azaltmak ile temiz ve sağlıklı bir çevre sağlamak adına içten yanmalı motorlara uygun bir alternatif olarak görülüyor. Sadece binek araçlarda değil, ağır hizmet araçlarında da kullanılan teknoloji çok önemli avantajlar sunuyor.

Elektrikli araçlar enerji tüketimi açısından yüksek derecede verimli olsa da bu verimliliğin daha fazla artırılması mümkün. Ancak bunu gerçekleştirmek için aşılması gereken bazı zorluklar bulunuyor. Bu zorluklardan bir tanesi enerji kaybına neden olan sürtünmeler. Yapılan bir çalışmaya göre, elektrikli araca sağlanan enerjinin yaklaşık %57'si sürtünmeye bağlı enerji kayıplarının üstesinden gelmek için kullanılıyor. Bu kayıpların %1'i elektrik motorunda, %3'ü şanzımanda, %41' yuvarlanma direncinde, %12'si de frenlerde gerçekleşiyor.

Elektrikli araçlarda, üzerinde çalışılan kritik tribolojik bileşenler temel olarak konfor ve güvenlik cihazları (klima sistemi, silecekler gibi), direksiyon sistemi, elektrik motoru, şanzıman, sabit

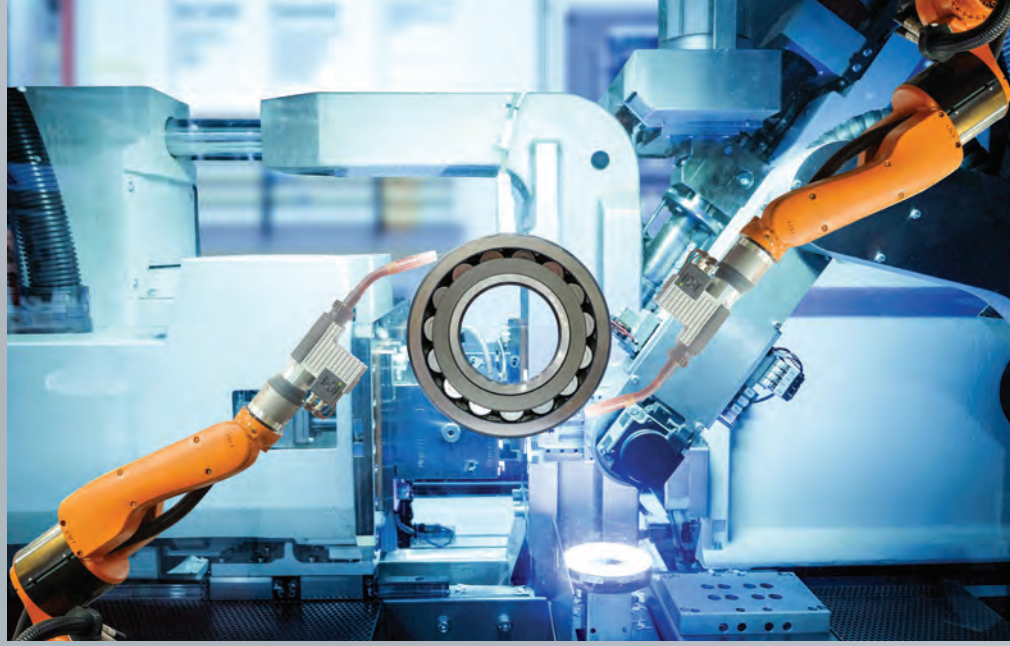


hız mafsalı, süspansiyonlar, tekerlekler, tekerlek rulmanları, mikro-elektro-mekanik sistem (MEMS) ve kinematik enerji geri kazanım sisteminden oluşuyor. Her bir sistemdeki farklı tribolojik bileşenler önemli miktardaki enerjiyi sürtünme yüzünden kaybediyor. Elektrikli araçlar üzerine yapılan triboloji çalışmaları bu araçların daha verimli ve çevre dostu olmalarını sağlamak adına büyük önem taşıyor.

Triboloji 4.0

Tribolojideki son teknolojiler endüstriyel bileşenlerin veya sistemlerin hem tasarım aşamasında hem de çalışmaları (izleme, sürtünme-aşınma-yağlama problemlerine dayalı düzeltici eylemler) sırasında önemli bir yere sahip. Makine elemanlarının verimliliği, performansı ve kullanım ömrü, doğru bir tribolojik tasarımla önemli ölçüde artırılabilir.

Endüstri 4.0 uygulamalarında tribolojinin büyük katkıları rahatlıkla görülüyor. Hatta bu etkileşim “Triboloji 4.0” teriminin ortaya çıkmasına neden oldu. Çeşitli endüstriyel alanlarda tribolojik verilerin iletimi internet ve kablosuz bağlantılar gibi bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla gerçekleşiyor. Günümüzde endüstrinin temel teknolojileri ve tribolojinin farklı etkileşimleri de bulunuyor.



Tribolojinin elektronik (sensörler, akıllı makineler) ve bilişim (bilgisayarlar, internet, nesnelerin interneti, kablosuz veri iletimi) alanları ile etkileşimi günümüz teknolojileriyle birlikte oldukça güçlü durumda. Sensörler yardımıyla hem makinelerin aşınma durumu hem de yağlayıcılar hakkında güvenilir bilgiye kolaylıkla erişilebiliyor. Tribolojinin elektronik bileşenlerle olan bu güçlü bağlantısı da “tribotronik” terimi ile ifade ediliyor.

Bir makine çalışırken sorunların en kısa sürede tespit edilmesi arıza süresinin ve maliyetlerin azaltılması bakımından çok önemli. Günümüzde kullanılan akıllı tribolojik sistemler aşınma, sürtünme, yağlama durumu, titreşim ve sıcaklık gibi pek çok veriyi izleyebiliyor; bu verilere göre sistem performansını

iyileştirmek adına gerekli değişiklikleri ve ayarlamaları yapabiliyor. Böylece kontrol, değerlendirme ve harekete geçerek gerekli düzenlemeleri yapma mekanizmaları sağlıklı bir şekilde yürüyor.

Bazı Veriler İşığında Genel Değerlendirme

Gelişmiş toplumlarda çok çeşitli endüstriyel faaliyetlerin enerjiyi verimli kullanan ve çevre dostu olarak sürdürülebilir kılınması gerekiyor. Sürtünme ve aşınma; ulaşım, imalat, enerji üretimi ve konut gibi sektörlerde enerji tüketimi, maliyet ve sera gazı emisyonlarını artıran önemli etmenler. Yapılan son araştırmalarda elde edilen verilere göre, dünyanın toplam enerji tüketiminin yaklaşık



% 23'ü yani 119 exajoule (1 exajoule = 1×10^{18} J)'lük kısmı tribolojik temaslardan kaynaklanıyor. Bu enerjinin % 87'lik kısmı sürtünmeyi yenmek için, %13'lük kısmı da aşınmış parça ve yedek ekipmanı yeniden üretmek için harcanıyor.

Dünya genelinde kullanılan araç, makine ve diğer ekipmanlardaki sürtünmenin azaltılması ve aşınmanın engellenmesi için geliştirilen yüzey, malzeme ve yağlama teknolojileri ile enerji kayıplarının 8 yıllık süreçte %18, 15 yıllık süreçte ise %40 azaltılabileceği öngörülüyor. En büyük orandaki enerji tasarrufu ulaşım sektöründe öngörülürken bunu sırasıyla enerji üretimi, imalat ve konut sektörleri izliyor.

Gelişmiş triboloji teknolojilerinin küresel seviyede uygulanmasının sera gazı emisyonlarında da önemli ölçüde azalmaya yol açması bekleniyor. Karbondioksit gazı emisyonlarının kısa vadede yılda 1,5 milyon ton, uzun vadede ise 3 milyon ton azaltılabileceği öngörülüyor. Tüm bunlarla

birlikte uzun vadede yapılacak tasarrufun yaklaşık 970 milyar avroya ulaşacağı anlamına geliyor.

Çok sayıda hareketli ve birbirine temas eden yüzeyin bir arada bulunduğu, gelişmiş ve karmaşık makineler ile üretim teknolojilerindeki tüm bileşenlerin sorunsuz, güvenilir ve uzun ömürlü olması, temas yüzeylerinde oluşan sürtünme ve aşınmanın ne kadar iyi kontrol edildiğine bağlı. Bu nedenle triboloji araştırmaları çevre dostu malzemeler ve teknolojiler geliştirilmesi ve enerji ile hammadde kaynaklarının verimli kullanılması adına büyük önem taşıyor. Sonuç olarak, triboloji alanında geliştirilen yeni teknolojiler ile bunların endüstriye entegrasyonu enerji verimliliği ve sürdürülebilir bir toplum için önemini korumaya devam ediyor. ■

Kaynaklar

- Farfan-Cabrera, L.I., "Tribology of electric vehicles: A review of critical components, current state and future improvement trends", *Tribology International*, 138, ss.473-486, 2019.
- Findik, F., "Latest progress on tribological properties of industrial materials", *Materials and Design*, 57, ss.218-244, 2014.
- Anand, A., Haq, M.I.U., Vohra, K., Raina, A., Wani, M.E., Role of Green Tribology in Sustainability of Mechanical Systems: A State of the Art Survey", *Materials Today: Proceedings*, 4, ss.3659-3665, 2017.
- Shah, R., Woydt, M., Huq, N., Rosenkranz, A., "Tribology meets sustainability", *Industrial Lubrication and Tribology*, 73/3, ss.430-435, 2021.
- Akça, H., İyibilgin, O., Gepek, E., "Biyomalzemelere ile İmplant Üretimi Sürecinin Biyotriboloji Yönünden Değerlendirilmesi", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8, ss.667-692, 2020.
- Dašić, P., Franek, F., Assenova, E., Radovanović, M., "International standardization and organizations in the field of tribology", *Industrial Lubrication and Technology*, 55/6, ss.287-291, 2003.
- Ciulli, E., "Tribology and Industry: From Origins to 4.0", *Frontiers in Mechanical Engineering*, 5/55, 2019.
- Holmberg, K., Erdemir, A., "Influence of tribology on global energy consumption, costs and emission", *Friction*, 5(3), ss.263-284, 2017.
- Shafi, W.K., Raina, A., Haq, M.I.U., Khajuria, A., "Interdisciplinary aspects of Tribology", *International Research Journal of Engineering and Technology*, Cilt 5, Sayı 2, ss.5-8, 2018.
- Nosonovsky, M., Bhushan, B., "Green tribology: principles, research areas and challenges", *Philosophical Transactions of Royal Society A*, 368, ss.4677-4694, 2010.
- Zhang, X., Zhang, Y., Jin, Z., "A review of the bio-tribology of medical devices", *Friction* (2021). <https://doi.org/10.1007/s40544-021-0512-6>
- Zhang S., "Green tribology: Fundamentals and future development", *Friction*, 1(2) ss.186-194, 2013.
- <https://faculty.ucmerced.edu/amartini/tribology.shtml>
- <https://www.machinerylubrication.com/tribology-31340>
- <https://web.itu.edu.tr/temizv/Sunular/Triboloji.pdf>

Tekno-Yaşam

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

Sesle Dosya Transferi

Kimi zaman bilgisayar ve telefon gibi iki cihaz arasında bir resim veya belge taşımak eziyete dönüşebiliyor. Bu gibi sorunları çözmek için çeşitli uygulamalar geliştirilse de bu uygulamaların her iki cihaza da kurulması her zaman mümkün olmayabiliyor. Ozzillate.com bu soruna sesli iletişimle pratik bir çözüm getirmiş. Siteye girdiğinizde Gönder (*Send*) ve Al (*Receive*) adında iki seçenekle karşılaşıyorsunuz. “Gönder” seçeneğiyle cep telefonu veya bilgisayarınızdan göndermek istediğiniz dosyayı seçiyorsunuz. Dosya sunucuya yükleniyor ve cihazınızdan bir ses yayınlanmaya başlıyor. Diğer cihazdan aynı siteye girip “al” seçeneğini tercih ediyorsunuz. Site cihazınızın mikrofonunu kullanarak ortamdaki sesleri dinlemeye başlıyor ve diğer cihazın yayımladığı sesi duyduğu anda dosyayı indiriyor. Kullanması son derece pratik olan site, aslında ses aracılığıyla sunucuya yüklenen dosyanın numarasını diğer cihaza iletiyor. Diğer cihaz da bu numarayla dosyayı merkezî sunucudan indiriyor. Merkezî sunucuya yüklediğiniz dosya sadece iki dakika saklanıyor ve sonrasında siliniyor. Yine de uyaralım, tanımadığınız bir web sitesine hassas bilgilerinizi yüklemek tehlikeli olabilir. Bu tür bir teknolojiyi kullanarak benzer bir proje geliştirmek isterseniz github.com adresinden “ggwave” ve “quiet” kütüphanelerini inceleyebilirsiniz.



Öte yandan akıllı cihazlar yalnızca birbiriyle değil, çeşitli canlılarla da ses aracılığıyla iletişim kurabiliyor. CETI (Cetacean Translation Initiative) adındaki bir grup araştırmacı, bilgisayar yazılımları yardımıyla balinalarla iletişim kurmaya çalışıyor. Araştırmacılar, balina dilini çözmek için ispermeçet balinalarını seçti. Ispermeçet balinaları uzak mesafelerden gıcırta gibi gelen “tık tık” sesleriyle iletişime geçiyor. Bu hayvanların çıkardığı sesler mors koduna benzeyen, nispeten basit sesler olduğu için ve bu balinalar çoğu zaman görsel iletişim yerine birbirleriyle uzak mesafelerden sadece sesle iletişim kurdukları için bu tür bir çalışma yürütmek üzere uygun görüldüler. Yapay zekâ yardımıyla ispermeçet balinalarının birbiriyle konuştukları dili çözmek için çok fazla balina konuşma kaydı gerekiyor. Şimdilik 100.000 kodluk balina konuşma kaydına erişen araştırmacıların bu rakamı en az dört milyara çıkarması lazım. Araştırmacılar balina dilini çözebilir mi, çözerse nasıl bir sonuçla karşılaşırız bilmiyoruz ama bu tür çalışmalar yapay zekânın kullanım alanlarının nerelere uzanacağını göstermesi açısından heyecan verici.

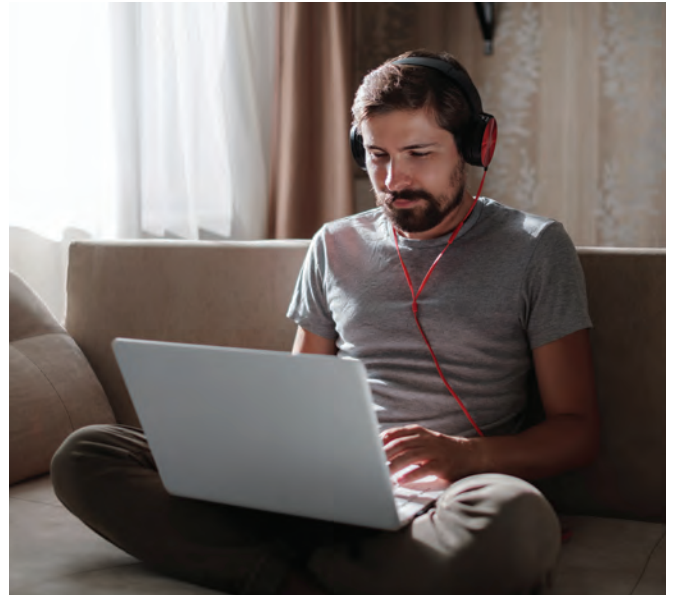
–
<https://bit.ly/balinaca>



Çalışma Müziği

Ders çalışırken ya da bir şeye odaklanmak istediğinizde sıradan müzikler dikkat dağıtıcı olabiliyor. Bu nedenle beyaz gürültü olarak tabir edilen veya doğal ortam havası veren sesler tercih ediliyor. Bu amaç için Youtube veya benzeri platformlardan faydalanabileceğiniz gibi sadece buna odaklanmış siteler de mevcut. Örneğin, <https://lofi.co> adresinde hizmet veren siteden çeşitli müzik türleri içinden seçim yapıp bu müziğe yağmur, kuş ve ırmak sesi gibi eklemeler yaparak dinleyebilirsiniz. Eğer ortam sesi açısından biraz daha gelişmiş bir seçenek isterseniz <https://mynoise.net> adresini ziyaret edebilirsiniz. Burada Japon bahçesinden, çadırda dinlenen yağmur sesine kadar birçok farklı seçenek sunuluyor. Dünyadaki sesler sizin için yeterli değilse o zaman belki de Mars'ın sesini duymak hoşunuza gidebilir. NASA'nın Mars'a gönderdiği uzay aracından kaydettiği sesleri dinlemek için <https://go.nasa.gov/3CAKOQT> adresini ziyaret edebilirsiniz. Doğa sesleri yerine sizi harekete geçirecek bir şeyler arıyorsanız <https://github.audio> adresini tavsiye ederiz. Burada Github adındaki açık kaynak kod deposuna gönderilen

her bir kod parçası için bir nota çalınıyor. Böylece oluşan müzikle dünyanın dört bir tarafında çalışan yazılımcılarla birlikte çalışma hissini yakalayabiliyorsunuz. Uzaktan çalışmanın yaygınlaştığı bir dönemde motive olmak için bu tür projeler faydalı olabilir.



Sosyal Medya Tik Yapabiliyor

Sosyal medyanın çocuklara olumsuz etkisiyle ilgili birçok araştırma yayımlanıyor. Dünyanın dört bir yanında yetişkin kız çocuklarında görülen Tourette sendromunda artış gözlemlenmeye başlandı. İstem dışı gerçekleşen, devamlı tekrarlanan ani hareketler veya seslerden meydana gelen tik olarak tanımlanan bu rahatsızlığın sosyal medyada bu hastalığa sahip fenomenleri izleyen çocuklarda tetiklendiği düşünülüyor. *Movement Disorders* dergisinde yayımlanan makaleye göre; Kanada, ABD, İngiltere, Almanya ve Avustralya'daki kliniklere tik şikayetiyle gelen 12-25 yaş arası genç kızlarda pandemi döneminde belirgin bir artış olduğu görüldü. Bunun pandemiye bağlı stres artışı gibi nedenleri olabileceği gibi, uzmanlara göre TicToc ve YouTube gibi sosyal



medya platformlarında tik sahibi fenomenlerinin videolarını izlemek de yadsınamaz bir tetikleyici olabilir. Araştırma kesin bir sonuca varmasa da özellikle çocukların sosyal medya tüketimini kontrol altında tutmanın önemli olduğunu bize hatırlatıyor.

<https://doi.org/10.1002/mds.28778>

AB Ülkeleri Tek Tip Şarj Kablosuna Geçiyor

Artık her evde bir sürü şarj edilebilir akıllı cihaz bulunuyor. Bu cihazlar farklı şarj yuvalarına sahip olduğu için evler kablo çöplüğüne dönebiliyor. Avrupa Birliği (AB) bu sorunu kökten çözmek için bir yasa taslağı hazırladı. Özellikle elektronik atıkların azaltılması ve israfın önüne geçilmesi için bundan böyle cep telefonu, tablet, kamera, oyun konsolu ve kulaklık gibi taşınabilir cihazlar; şarj için USB-C yuvası bulundurmamak zorunda kalacak. Elbette bu durumdan en çok etkilenen firma Apple. Lightning adı verilen bir şarj yuvası kullanan Apple bu kararın inovasyonun önünü tıkayacağını savunuyor. AB genelinde yılda 420 milyon mobil cihaz satılıyor ve her evde ortalama olarak en az 3 şarj aleti bulunuyor. Yasa sadece şarj aletini tek tipleştirmekle kalmıyor, aynı zamanda tüketicilere elektronik cihazları şarj aleti olmadan da satın alma hak-



kını tanıyor. Yasanın kabul edilmesi durumunda, birçok elektronik cihaz üreticisi benzer seçenekleri sadece AB ile sınırlandırmadan tüm dünyadaki tüketicilere sunacaktır. Öte yandan USB-C standardının mükemmel bir çözüm olduğunu söylemek zor. Çünkü USB-C içerisinde de farklı özelliklere sahip birçok seçenek bulunuyor. Yine de bu tür düzenlemelerin tüketici için olumlu olduğu açık.

<https://bit.ly/tek-sarj>

Çin, Tüm Kripto Paraları Yasakladı



Çin Merkez Bankası tüm dijital paraların ülke içinde kullanımını yasakladı. Önceki yıllarda benzer yasaklar devreye alınmıştı ancak bu kararla birlikte dijital paraların kullanımı tümüyle yasaklandı. Hatta Çin dışında bulunan kripto transfer firmalarının Çin vatandaşlarına hizmet vermesi de yasaklandı. Çin düşük elektrik fiyatları ve ucuz donanıma ulaşma imkânı nedeniyle kripto para madenciliğinde dünyanın önde giden ülkeleri arasında yer alıyordu. Öyle ki 2019'da dünyada bitcoin madenciliği için kullanılan enerjinin %75'i Çin'de tüketiliyordu. Bu kararla birlikte dijital para madenciliği de yasaklanmış oldu. Kararın ardından Çinli kripto madencileri ekipmanlarını ABD gibi ülkelere taşımaya başladı.

<https://bbc.in/3ExE14r>

Fidye Saldırıları Sürüyor

Son yıllarda bankalardan okullara kadar birçok kurumu etkileyen fidye saldırıları hız kesmeden devam ediyor. Ransomware olarak bilinen bir tür korsan yazılım, bilgisayar sistemlerindeki güvenlik açıklarından veya kullanıcıların dikkatsizliklerinden faydalanarak bir kurumun bilgisayar ağına bulaşır ve ağda bulunan verileri şifreleyerek kullanılamaz hâle getirir. Şifrenin çözülmesi için yüksek miktarda para talep eden bilgisayar korsanları kimi zaman parayı ödemeniz bile şifreyi vermemeyerek kayıplara karışır. Elbette bu saldırılar sadece finansal zararlarla kalmıyor. Ponemon Enstitüsü tarafından yapılan bir araştırmaya göre, hastanelere yapılan fidye saldırıları hastaların daha çok beklemesi, bazı ameliyatların ertelenmesi ve randevuların iptali gibi olumsuz sonuçlar doğurabiliyor. Özellikle sağlık kuruluşlarının bu tür saldırılara maruz kalmasının insan hayatına mal olabileceği dikkate alındığında bu konuda etkili önlemler alınması gerektiği açık.

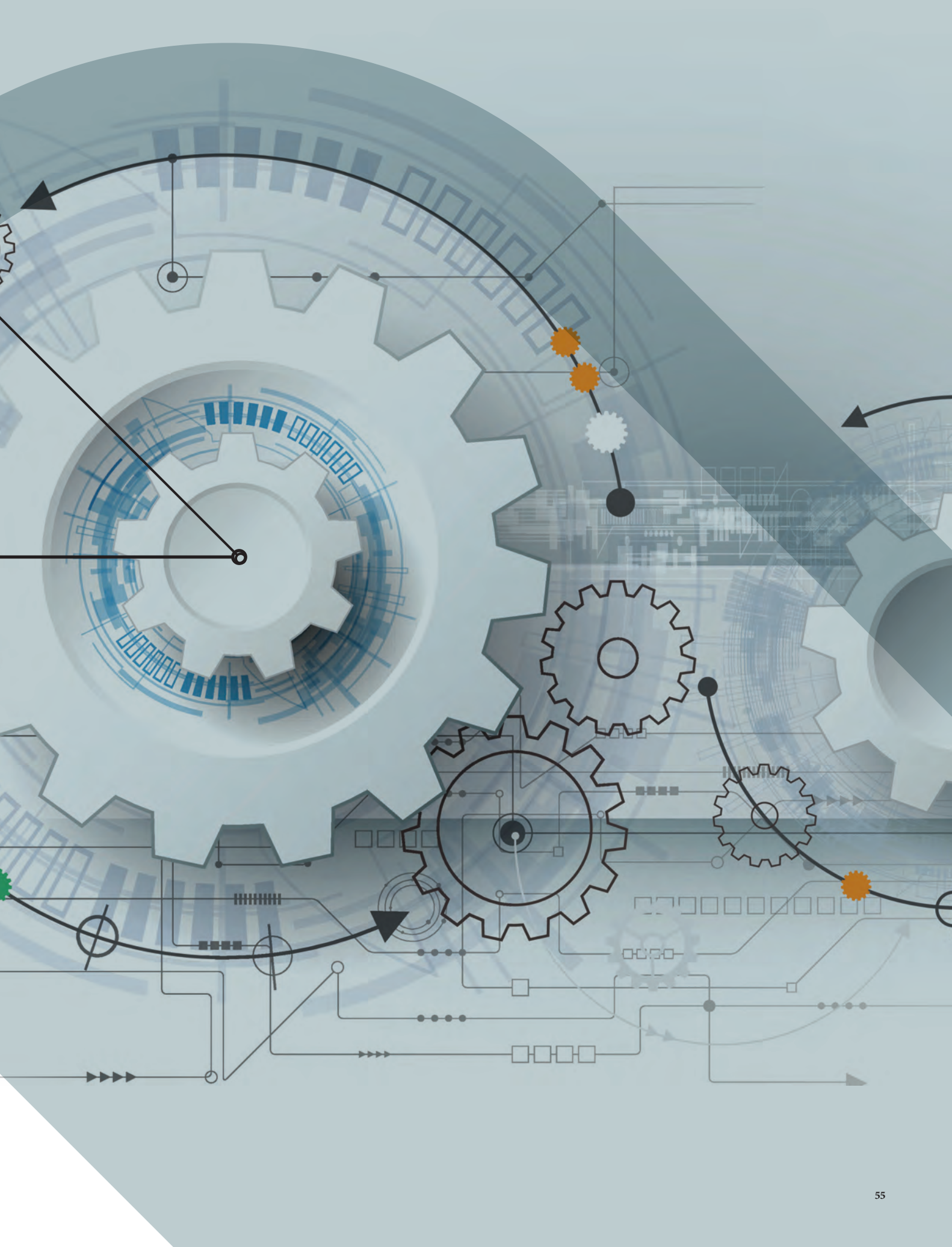


<https://bit.ly/fidye-saglik>

Nükleer Saatler

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

Yirmi yıldan uzun bir süredir atom saatlerinden bile daha hassas nükleer saatler geliştirmek için çalışmalar yapılıyor. Hâlâ aşılması gereken sorunlar olsa da yakın gelecekte nükleer saatlerin gerçeğe dönüştürüleceğinden şüphe duyulmuyor.



Zamanı Ölçmek

Teknik ayrıntıları birbirinden çok farklı olsa da tüm saatlerin temel çalışma ilkesi aynıdır: zamanla meydana gelen tahmin edilebilir değişikliklerin sayılması.

Eski zamanlarda bu amaçla Dünya'nın kendi eksenini ya da Güneş etrafındaki dönüşünden yararlanılırdı. Hatta Uluslararası Birim Sistemi'ndeki (SI) saniye tanımı 1960'a kadar Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşüne, 1960-1967 arasında da Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşüne atıfta bulunuyordu.



Antik dönemlerde zamanı ölçmek için Dünya'nın kendi eksenini ya da Güneş etrafındaki dönüşünden yararlanılması o çağlarda zamanla meydana gelen en tahmin edilebilir değişikliklerin bu dönüş hareketleri olmasına bağlanabilir. Ancak bu yöntemlerin önemli bir dezavantajı vardır: Güneş'in ya da yıldızların gözlemlenmesini gerektirirler ve bu gök cisimlerini her zaman gökyüzünde görmek mümkün değildir. Bu yüzden doğanın işleyişi hakkındaki bilgilerimiz arttıkça insanlar zamanı ölçmek için yeni yöntemler geliştirmeye başladılar.

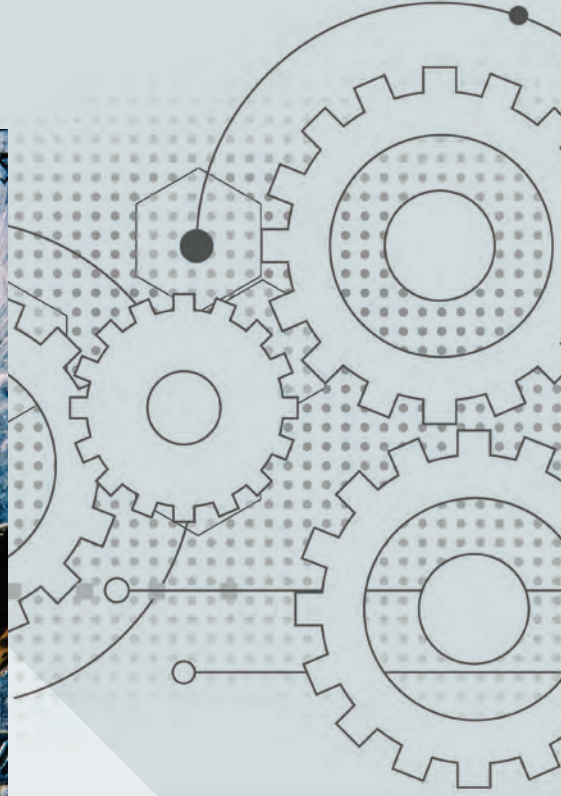
İlk mekanik saatler 13. yüzyılın sonlarında ortaya çıktı. Zamanı ölçmek için ağırlıkların kullanıldığı bu saatlerin hata payı çok yüksekti. Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü ile karşılaştırıldıklarında her gün yaklaşık 15 dakika saptıkları için her gün yeniden ayarlanmaları gerekiyordu. Galileo Galilei'nin 1581'de sarkaçların salınma periyodunun uzunlukları tarafından belirlendiğini gözlemlemesinden sonra Christian Huygens günde bir dakikadan daha az sapan bir sarkaçlı saat geliştirdi. Yüzyıllar boyunca sarkaçlı saatler en hassas saat unvanını korudular.

Sentetik kuartz. Üzerinden akım geçen kuartz kristalleri belirli bir frekansla titreşmeye başlar.



1920'lere gelindiğinde günde sadece birkaç milisaniye sapan sarkaçlı saatler geliştirilmişti.

1927'de kuartz saatler geliştirildi. Piezo-elektrik etkiden yararlanan bu saatlerde, zaman ölçümü kuartz kristallerinin titreşim frekansı üzerinden yapıyordu. İlk kuartz saatler yaklaşık olarak her dört ayda bir saniye sapıyordu. Yani hassasiyetleri sarkaçlı saatlerden düşüktü. Ancak çalışmaları sırasında makroskobik hareketler gerçekleşmediği için kısa süre içinde sarkaçlı saatlerin yerini aldılar. Zamanla kuartz saatlerin ölçümlerindeki hata payı 32 yılda bir saniyenin



altına düştü. Öyle ki kuartz saatler bir zaman ölçme aracı olarak Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşünden bile daha hassas hâle geldi. Hatta 1935 yılında Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüş hızında yaşanan değişimleri ölçmek için kuartz saatler kullanıldı.

Günümüzün en hassas zaman ölçme araçları ise atom saatleri. En hassas atom saatlerinin bir saniye sapması için yaklaşık 30 milyar yıl geçmesi gerekiyor ki bu süre evrenin yaşından bile daha büyük.

Zamanı ölçmek için atomlardan yararlanılabileceği düşüncesi ilk olarak 1800'lerin sonlarında

Lord Kelvin ve James Clerk Maxwell tarafından ileri sürülmüştü. Atom saatlerinin gerçeğe dönüştürülmesi ise Isidor Rabi'nin elektronlar ile atom çekirdeği arasındaki manyetik etkileşimlerden yararlanılarak böyle bir saatin nasıl çalışabileceğini ortaya koymasından sonradır. İlk atom saati 1949 yılında Harold Lyons tarafından ABD Ulusal Standartlar Bürosu'nda geliştirildi.

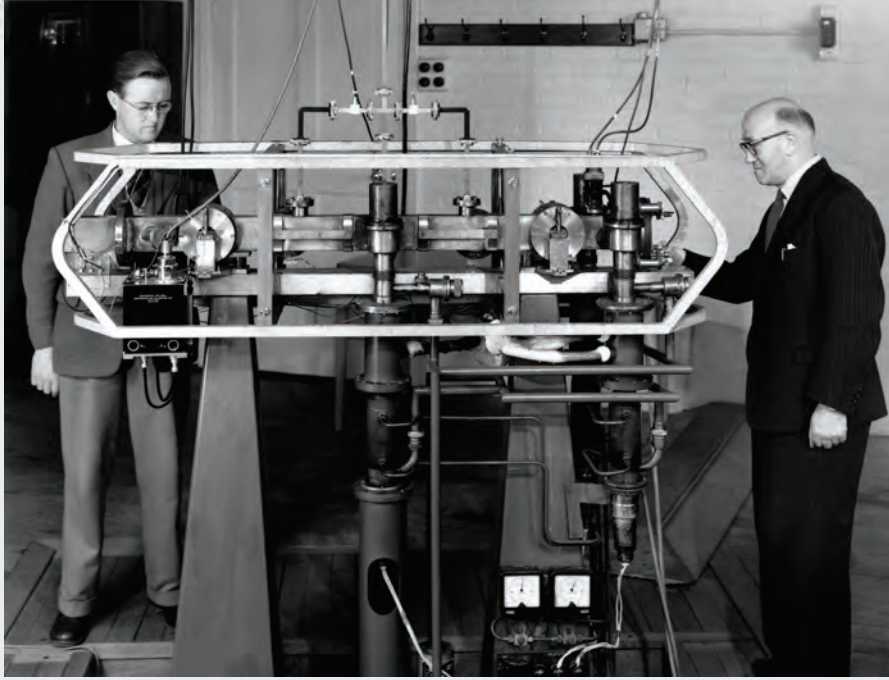
Luis Essen ve Jack Parry'nin 1955 yılında Birleşik Krallık Ulusal Fizik Laboratuvarı'nda geliştirdikleri atom saati yaklaşık 30 yılda bir saniye sapıyordu. 1960'lara gelindiğindeyse bu

süre 300.000 yıla kadar çıkmıştı. 1967 yılında SI'daki saniye tanımı sezyum (Cs) atom saatlerine atıf yapılarak güncellendi.

Günümüzde üzerine araştırmalar yapılan bir konu ise nükleer saatler. Çalışma ilkesi atom saatlerine benzeyen bu saatlerin atom saatlerinden temel farkı, zamanı ölçmek için atomik enerji seviyelerinden değil nükleer enerji seviyelerinden yararlanılması. Nükleer saatlerin nasıl çalıştığını anlamak için önce atom saatlerine odaklanalım.

Atom Saatleri

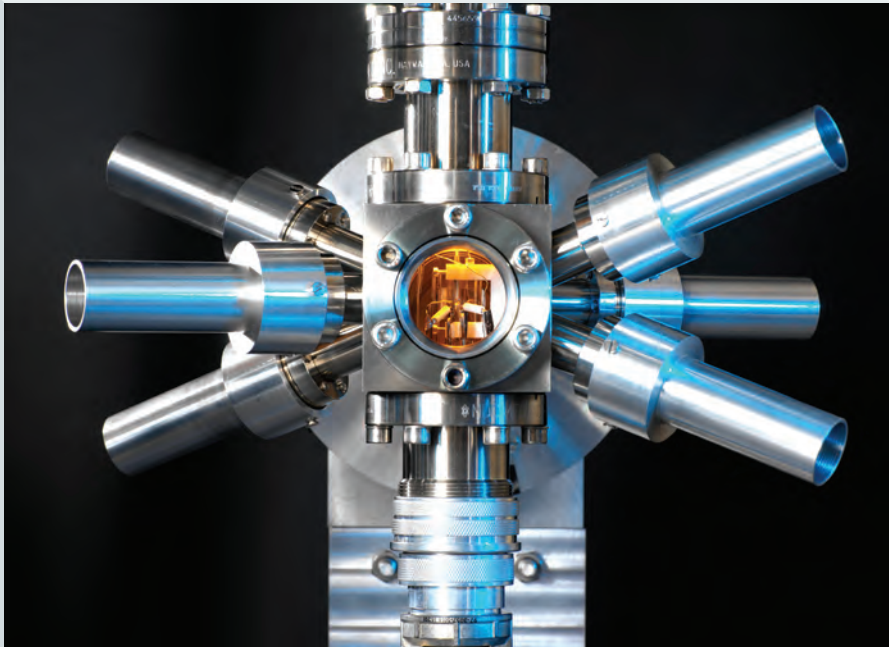
Jack Perry (solda), Louis Essen (sağda) ve 1955 yılında geliştirdikleri sezyum atom saati



İki mekanik saatin ölçtükleri zaman aralıklarının birbirine eşit olduğunu söylemek imkânsızdır. Çünkü aralarında, üretim süreçlerindeki hata paylarından kaynaklanan ufak tefek farklar her zaman vardır. Örneğin bir sarkaçlı saatin salınma periyodu uzunluğuna bağlı olarak değişir ancak iki sarkaçlı saatin sarkaçlarının uzunluklarının birbirine eşit olduğunu söylemek imkânsızdır. Dolayısıyla ölçmeye çalıştıkları zaman aralıklarında makroskobik yapılarından kaynaklanan bir hata payı her zaman vardır. Söz konusu olan atom saatleri olduğundaysa durum değişir. Atom saatleriyle yapılan ölçümlerde yapısal farklardan kaynaklanan bir hata payı yoktur. Çünkü belirli türdeki atom saatlerinde zamanı ölçmek için kullanılan atomlar birbirinin aynıdır.

Atomlardaki elektronlar belirli enerji seviyelerinde bulunurlar. Bir elektron, doğru miktarda (iki seviye arasındaki enerji farkına eşit miktarda) enerjiye sahip bir foton soğurarak ya da yayarak bu enerji seviyeleri arasında geçiş yapabilir.

Atom saatlerinde önce bir lazer ışığındaki fotonların enerjisi belirli bir atomun belirli iki enerji seviyesi arasındaki farka ayarlanır.



Stronsiyum optik atom saati



Daha sonra da lazer ışığının frekansı (ışık ışınlarının taşıdığı elektrik ve manyetik alanların birim zamandaki salınma sayısı) ölçülerek geçen zamanın hesabı tutulur. Eğer lazer ışığı, ışık tayfının mikrodalga bölgesinde yer alıyorsa, elektronik cihazlarla frekansı doğrudan ölçülebilir. Lazer ışığının, ışık tayfının optik bölgesinde kaldığı durumdaysa, frekansı ölçmek için “frekans tarağı” olarak adlandırılan lazerlerden yararlanır. Eşit aralıklı frekans çizgilerine sahip bu lazerler optik frekansları mikrodalga frekanslara “dönüştürerek” frekansın elektronik cihazlarla ölçülebilmesini sağlar.

Günümüzün en hassas atom saatleri olan optik atom saatlerinin çeşitli türleri vardır. Bazı optik atom saatlerinde elektrik alanları kullanılarak tek bir iyon belirli bir

hacmin içine hapsedilir. Bazı optik atom saatlerinde ise çok sayıda atom lazer ışınları tarafından oluşturulan bir optik ağı içinde tutulur. Bugüne kadar geliştirilmiş en hassas optik atom saatleri şunlar: $^{27}\text{Al}^+$ tek iyon atom saati, $^{171}\text{Yb}^+$ optik ağ atom saati, $^{171}\text{Yb}^+$ tek iyon atom saati ve ^{87}Sr optik ağ atom saati. Tüm bu saatlerin doğruluğu 10^{-18} seviyesinde. Bu değer bu atom saatlerinin yaklaşık olarak 30 milyar yılda bir saniye saptığı anlamına geliyor.

Nükleer Saatler

Atom saatleri zaman ölçümünde ulaşabileceğimiz son nokta mı, yoksa daha hassas saatler geliştirmek de mümkün mü?

Ekkehard Peik ve Christian Tamm 2003'te atom saatlerinden daha hassas nükleer saatlerin geliştirilebileceğini öne sürdüler. Bu nükleer saatlerin çalışma ilkesi temel olarak atom saatleri ile aynı olacak ancak zamanı ölçmek için kullanılan lazer ışığının frekansı atomik enerji seviyeleri arasındaki bir geçiş değil, nükleer enerji seviyeleri arasındaki bir geçiş ayarlanacaktı.

Nükleer saatlerin atom saatlerine göre bazı avantajları vardır. Birincisi atomların çekirdekleri kendilerinden yaklaşık 100.000 kat daha küçüktür. Bu yüzden atom

çekirdekleri dış etkenlerden daha az etkilenirler. İkincisi nükleer enerji seviyeleri arasındaki farklar atomik enerji seviyeleri arasındaki farklardan çok daha büyüktür. Bu durum zamanı ölçmek için daha yüksek frekanslı lazer ışıklarının kullanılmasını gerektirir ve daha yüksek frekanslar ölçümlerdeki hata paylarının azalması anlamına gelir. Üçüncüsü, atom çekirdeği kendisini çevreleyen elektronlardan pek etkilenmez. Bu durum, çok sayıda atom içeren “katı hâl” nükleer saatlerin de geliştirilmesine imkân verebilir.

Bugün üzerine çalışılan farklı nükleer saat modelleri arasında, atom saatlerinde olduğu gibi lazerlerle belirli hacimlerin içine hapsedilmiş tek bir atomdan ya çok sayıda atomdan oluşan nükleer saatler olduğu gibi katı hâl nükleer saatler de var. Bu farklı tasarımların hayata geçirilmesi için aşılması gereken zorluklarsa doğal olarak farklılıklar gösteriyor.

Tüm nükleer saat modelleri için ortak bir zorluk, nükleer saat geliştirmeye uygun atomların bulunması ve bu atomlarla kullanılmaya uygun lazerlerin geliştirilmesi. Günümüzde lazer



Sezyum atom saati

ışıklarındaki fotonların enerjisi 100 eV'a kadar çıkabiliyor. Nükleer enerji seviyeleri arasındaki farklara genellikle çok daha büyüktür. Bugün bilinen 176.000'den fazla uyarılmış nükleer enerji seviyesinin sadece iki tanesinin enerjisi 100 eV'tan daha düşük. Bunlardan biri toryum-229 izotopuna, diğeri de uranyum-235 izotopuna ait. Toryum-229 izotopu yaklaşık 8 eV enerjili, uranyum-235 izotopu ise yaklaşık 76,7 eV enerjili nükleer seviyelere sahiptir. Bu iki izotoptan toryum-229'un özellikleri, uranyum-235'e kıyasla

nükleer atom saati geliştirmeye daha uygun. Bu yüzden konu üzerine çalışan araştırmacılar doğal olarak toryum-229 izotoplarına odaklanıyorlar.

Söz konusu olan atom saati benzeri nükleer saatler olduğunda diğer bazı zorluklar da şunlar: manyetik alanlarla belirli hacimlerin içine hapsedilebilecek iyonların üretilmesi, bu iyonların manyetik alanlarla belirli hacimlerin içine hapsedilebilecek kadar soğutulması ve tabii ki iyonların belirli hacimlerin içine hapsedilebilmesi.



Nükleer Saatlerin Uygulama Alanları

Geliştirilecek nükleer saatlerden çok çeşitli alanlarda yararlanmak mümkün. Örneğin uydu bazlı navigasyonlarda nükleer saatler kullanılabilir. Navigasyon sırasında bir aracın konumunu tespit etmek için ışık ışınlarının uydu ile araç arasındaki gidiş dönüş süreleri ölçülür. Bu zaman ölçümleri ne kadar hassas olursa aracın konumu da o kadar hassas bir biçimde tespit edilebilir. Günümüzde zaman ölçümü için kullanılan atom saatleri araçların konumunun birkaç metre hassasiyetle tespit edilmesine imkân veriyor. Nükleer saatler sayesinde konum ölçümlerindeki hata paylarını santimetreler seviyesine düşürmek mümkün olabilir. Ancak atom saatlerinin de gün geçtikçe geliştiğini ve gelecekte zaman ölçümü ve dolayısıyla konum belirleme konusunda nükleer saatlerle benzer hassasiyet sağlayabileceklerini not edelim. Ancak katı hâl nükleer saatler, atom saatlerine kıyasla büyüklük ve enerji tüketimi açısından daha avantajlı olabilir.

Nükleer saatlerden SI'daki temel zaman birimi olan saniyeyi yeniden tanımlamak için de yararlanılabilir. Ancak hâlihazırda saniyenin yeniden tanımlanması

için çalışmalar yapılıyor ve atom saatlerinin 2030'a kadar gerekli tüm kriterleri sağlaması bekleniyor. Henüz geliştirilme aşamasında olan nükleer saatlerin bu tarihten önce gerekli tüm kriterleri sağlaması ve yeni saniye tanımında atom saatlerine değil de nükleer saatlere atıfta bulunulması ise pek olası görülüyor.

Atom saatleri, kronometrik jeodezi olarak adlandırılan yeni bir alanın doğmasını sağlamıştı: Kütle çekimi alanlarının zamanın akış hızında sebep olduğu değişiklikler atom saatleri ile ölçülerek yer kürenin belirli bir noktasındaki kütle çekimi alanı ölçülebiliyor. Ayrıca günümüzde atom saatleri kullanılarak sismik etkinliklerin, gelgitlerin ve hava olaylarının yerel kütle çekimi alanlarında sebep olduğu değişiklikler de ölçülebiliyor.

Gelecekte nükleer saatlerin bu ve benzeri alanlarda atom saatleriyle rekabet etmesi ve hatta atom saatlerinin yerini alması muhtemel. Nükleer saatlerin asıl yararlı olması beklenen alan bilimsel araştırmalar. Örneğin, Britanyalı fizikçi Paul Dirac 1900'lerin başlarında fizikteki temel sabitlerin aslında sabit olmayabileceğini, zamanla değişebileceğini öne sürmüştü. Günümüze kadar bu konu üzerine yapılan çalışmalarda herhangi bir fiziksel sabitin zamanla değiştiğini doğrulayan bir sonuç alınmadı. Nükleer saatlerle yapılacak araştırmalar bu konuda daha net fikir verebilir.

Nükleer saatlerin yararlı olması beklenen bir diğer araştırma alanı da karanlık maddenin doğası. Gözlemsel veriler evrende ışıkla etkileşmediği için doğrudan

görülemeyen ancak kütle çekimi aracılığıyla çevresiyle etkileşen bir tür karanlık madde olduğuna işaret ediyor. Ancak karanlık maddenin doğasının ne olduğu bilinmiyor. Genel görelilik kuramı zamanın akış hızının kütle çekimi alanından etkilendiğini söyler. Dolayısıyla kütlesi sebebiyle zamanın akış hızında neden olduğu değişiklikleri ölçerek karanlık maddenin varlığını tespit etmek mümkün olabilir. Geliştirilecek nükleer saatlerin zamanın akış hızındaki bu ufak sapmaları tespit edebilecek kadar hassas olması muhtemel.

Yirmi yıldan uzun bir süredir üzerine çalışmalar yapılan nükleer saatlerin yakın gelecekte gerçeğe dönüştürüleceği tahmin ediliyor. Hatta ilk nükleer saatlerin günümüzdeki atom saatlerinden daha hassas olması bekleniyor. Uzun vadede atom saatlerinin mi, yoksa nükleer saatlerin mi daha hassas ölçümler yapabileceği ise belirsiz. Nükleer saatlerin gelecekte hem navigasyon gibi teknolojilerde hem jeodezi gibi tekniklerde hem de çeşitli alanlardaki bilimsel çalışmalarda atom saatleriyle rekabet etmesi bekleniyor. ■



Kaynaklar

Von der Wense, Lars ve Seiferle, Benedict, "The ²²⁹Th isomer: prospects for a nuclear optical clock", *The European Physical Journal A*, Cilt 56, Makale No: 277, 2020.
Thirolf, Peter G., ve ark., "Improving Our Knowledge on the ^{229m}Thorium Isomer: Toward a Test Bench for Time Variations of Fundamental Constants", *Annalen der Physik*, Cilt 531, Makale No: 1800381, 2019.

Merak Ettikleriniz

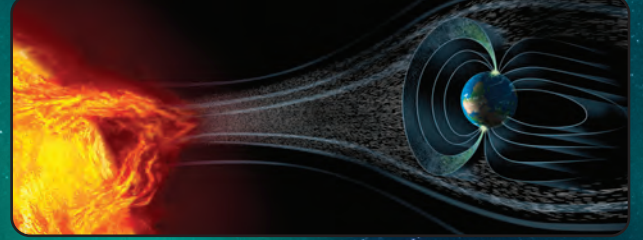
Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Kutup Işıkları Nasıl Oluşur?

Mağara resimlerinden anladığımız kadarıyla en az 32.000 yıldır insanlığın dikkatini cezbeden kutup ışıkları, adını Roma mitolojisindeki şafak tanrıçası Aurora'dan alıyor. Kuzey Yarım Küre'deki kutup ışıklarını 1619 yılında tarif eden Galileo Galilei'nin onlara verdiği isim olan "aurora borealis" yani kuzey ışıkları ifadesini hâlen kullanıyoruz. Galileo bu ışık gösterisine atmosferimizden yansıyan güneş ışınlarının yol açtığını düşünmüştü. Güncel açıklamamız ise Galileo'nunkinden oldukça farklı.

Eriyik hâldeki demir çekirdeği sayesinde Dünya, bir çubuk mıknatıs benzer biçimde kuzey ve güney kutuplara sahiptir. Bu dev mıknatısın manyetik alanını kapsayan bölgeye manyetosfer denir. Manyetosfer, gezegenimizin atmosferini ve canlılarını uzayda hızla ilerleyen yüksek enerjili parçacıklardan tıpkı bir kalkan gibi korur.

Güneş aktiviteleri sonucunda yayılan plazma hâlindeki bu yüklü parçacıklar manyetosfer tarafından karşılanır. Manyetosferin Güneş'e bakan yüzü parçacıklarla çarpışarak dalgalanır ve aksi yöne doğru bir kuyruk oluşturarak damla biçimini alır. Kuyruk bölümünde hapsedilen parçacıklar, dalgalanmalar sonucunda, dev mıknatıs özelliğindeki Dünya'nın kutuplarına doğru hızlanarak ilerler. Atmosferin üst katmanlarına ulaşan parçacıklar, buradaki atom ve moleküllere enerjilerini aktarır. Dünya'nın manyetik alan çizgilerinin yoğunlaştığı kutup bölgelerinde yaşanan bu enerji aktarımı sonrasında fazladan enerji kazanan atom ve moleküller, bu enerji-



yi ışık formunda yayar. Güneş rüzgârlarındaki parçacık miktarınca yoğunluk gösteren ışık gösterisi, aktarılan fazladan enerjinin tamamı ışığa dönüşüncüye dek devam eder. Manyetik kuyruktan kutuplara doğru akan parçacıklar iki kutba da aynı anda ulaşır ve kutup ışıkları her iki kutupta aynı anda oluşur. Güney kutbundaki ışıklara "aurora australis" yani güney ışıkları adı verilir.

Kutup ışıklarındaki renk çeşitliliği ise atmosferdeki elementlerin farklı renkte ışık yaymasından kaynaklanır. Eğer parçacıklar enerjilerini oksijen atomlarına aktarırsa uzun dalga boylarındaki yeşil ve kırmızı ışık, azot atomlarına aktarırsa kısa dalga boylu mavi ışık oluşur. Yüksek parçacık miktarı içeren kutup ışıkları, izleyenlere etkileyici bir gösteri sunsa da radyo ve GPS sinyallerini engelleyebilir veya elektrik kesintilerine yol açabilir.

Kaynaklar

hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/MagEarth.html
nasa.gov/mission_pages/themis/auroras/aurora_history.html
science.howstuffworks.com/nature/climate-weather/atmospheric/aurora2

Soğuk Hava Kalp Krizi Riskini Artırır mı?

Yüksek tansiyon, yüksek kolesterol, sigara tüketimi ve şeker hastalığı gibi faktörlerin kalp krizi riskini artırdığı bilirse de krizlerin zamanlamasına dair tahmin yürütmek oldukça güç. Bu yüzden, kısa ve orta vadede krizleri tetikleyen etkenlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar toplum sağlığı hizmetlerinin düzenlenmesi açısından son derece önemli.

Bu kapsamda İsveç'te yürütülen ve 250.000'den fazla insanın incelendiği kapsamlı bir araştırmada, kalp krizi görülme sıklığı; düşük hava sıcaklığı, hava basıncı değişimi, yüksek rüzgâr hızı ve gün süresi kısalığı ile ilişkilendirildi. Belirlenenler arasında en etkin faktör hava sıcaklığı olarak öne çıkıyor. Örneğin, sıcaklıktaki 7,4 derece santigratlık artışın kalp krizi riskini %2,8 azalttığı hesaplandı.

Sıcaklıktaki azalmanın kalp krizine etkisini temel akışkanlar dinamiği prensipleri ile açıklamak mümkün. Kalp çevresindeki damarlar düşen sıcaklık yüzünden büzülürken, vücut sıcaklığının korunması için kan basıncı artırılır ve kanın incelen yollardan daha hızlı akması sağlanır. Kalp damar hastalığı bulunan bireylerde bu durum kasılmalar ve kan akışının aksamasıyla sonuçlanabilir.

Öte yandan, diğer çalışmalar sıcaklık değişimine ek birtakım faktörlerin de risk artışına yol açtığını gösteriyor. Örneğin, mevsimsel bir düzene sahip hava kirliliği düzeyleri de kalp krizi riskini artıran sebeplerden biri. Özellikle büyük şehirlerde kışın yılın en yüksek noktasına ulaşan hava kirliliği, azot dioksit düzeyi ve fosil yakıtlardan havaya karışan aerosollerle kendini gösteriyor. Akciğerler aracılığıyla kan dolaşımına karışan bu kirleticiler, kan pıhtılaşmasına yol açabildiği için kalp krizi riskini artıran diğer bir etken olarak değerlendiriliyor.

Kış aylarında etkinliği artan grip gibi enfeksiyonlar da kalp krizine zemin hazırlayan etkenlerden bir diğeri. Bu enfeksiyonlar kalp atardamarı duvarlarındaki yağlı tabakayı gevşeterek damar tıkanıklığına yol açabiliyor. Grip aşısı oranı yüksek olan toplumlarda düşük sayıda kalp krizi vakası olması bu etkiyi doğrular nitelikte.

Bilim insanları mevsimlere göre değişen gen etkinliğinin de kalp krizi oranını artıran bir başka neden olabileceğini düşünüyor. Örneğin, bağırsıklık sistemimizi düzenleyen genlerden biri olan ARNTL'nin kış aylarındaki düşük etkinlik düzeyi, soğuk havalarda vücudumuzun neden yüksek düzeyde iltihabi tepki verdiğini açıklayabilir.

Kaynaklar

Mohammad MA, Koul S, Rylance R, et al. Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDEHEART Nationwide Observational Study. *JAMA Cardiol.* 2018;3(11):1081-1089. [sciencedaily.com/releases/2017/09/170926091423.htm](https://www.sciencedaily.com/releases/2017/09/170926091423.htm) theconversation.com/heart-attacks-are-more-common-in-january-heres-why-70298



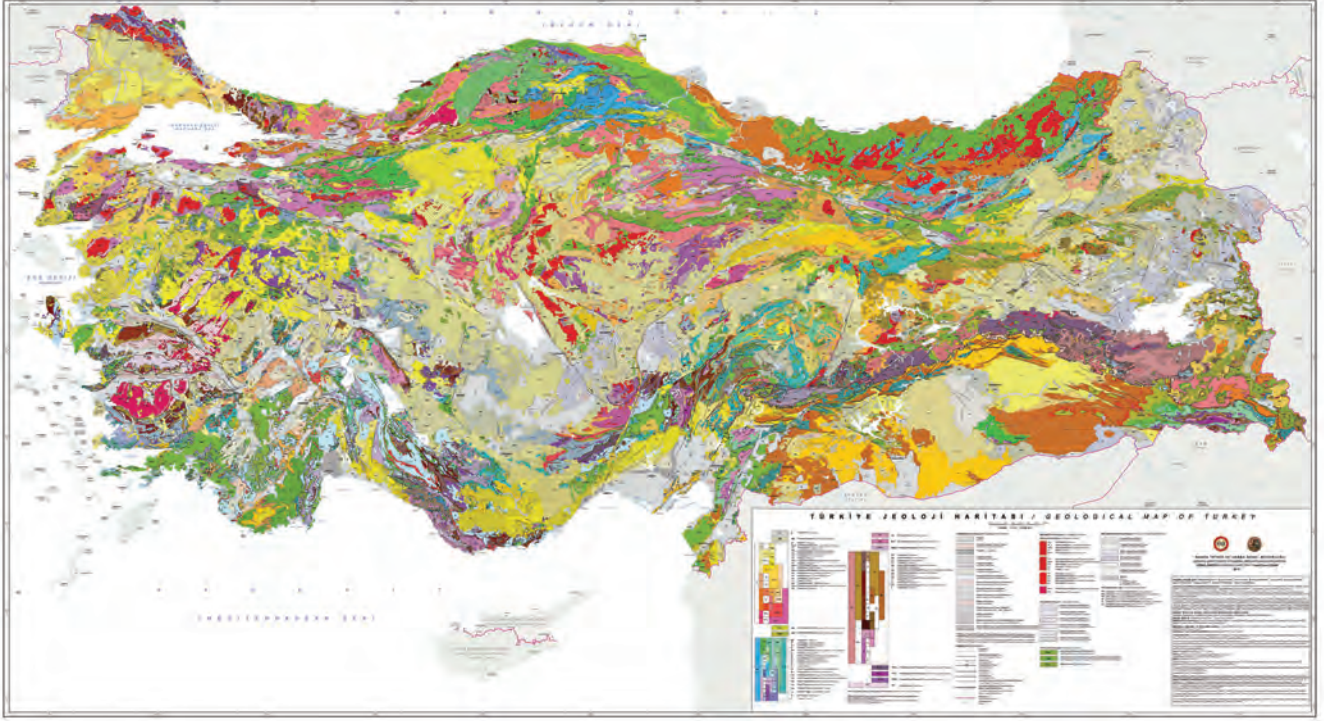
JEOÇEŞİTLİLİK

Prof. Dr. Raif Kandemir [*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü*]

Biyoeeşitliliğin Sessiz Ortağı

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (UNESCO) tarafından her yıl 6 Ekim'in "Uluslararası Jeoeşitlilik Günü" olarak kutlanmasına karar verildi. Peki, jeoeşitlilik neden önemli?

zerinde yaşadığımız Dünya, Güneş'e en yakın üçüncü gezeğen. Kaya bir gezeğen olan Dünya'nın yer kabuğunun yüzeyi karalar, okyanuslar ve atmosfer ile rtl. Ancak yer kabuğu homojen bir yapıya sahip değil. Türkiye'nin jeoloji haritasına baktığınız zaman bu heterojenliği hemen fark edebilirsiniz.



Türkiye'nin jeoloji haritası. Haritada değişik yaşlarda ve türlerdeki kayalar farklı renklerle gösteriliyor. Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA)



Manisa'daki bazalt sütunları

Dünya, üzerindeki canlı yaşamıyla Güneş sistemindeki diğer gezegenler arasında çok özel bir yere sahip. İnanılmaz bir fauna ve flora zenginliğine sahip olan yeryüzünde her geçen gün yeni canlı türleri keşfediliyor. Ancak doğal yaşam alanları ve canlı türleri çeşitli nedenlerle zaman içerisinde yok oluyor. Bu yüzden biyoçeşitliliğin korunması, günümüzde çevreyle ilgili popüler konulardan biri hâline geldi. Aslında onun kadar popüler olmasa da biyoçeşitliliğin sessiz ve gizli bir ortağı var: jeoçeşitlilik.

Jeoçeşitlilik, biyoçeşitliliğin temelini oluşturuyor. Örneğin bir bitki topraksız yaşayamaz. Toprak ise kayaç parçalarının ayrışması sonucu oluşur. Belirli bir bölgede ya da zaman diliminde yaşayan bitki türleri flora, hayvan türleri ise fauna olarak isimlendirilir.

Jeoçeşitlilik Nedir?

Jeoçeşitlilik, doğanın canlı olmayan tüm bileşenlerini kapsar. Gezegenimiz, 5.000'in üzerinde mineral türü, yüzlerce kayaç çeşidi, milyonlarca fosil türü, toprakları, çökelleri, farklı yeryüzü şekilleri, topoğrafyası, volkanik aktiviteleri, mağaraları, jeolojik ve morfolojik süreçleri,

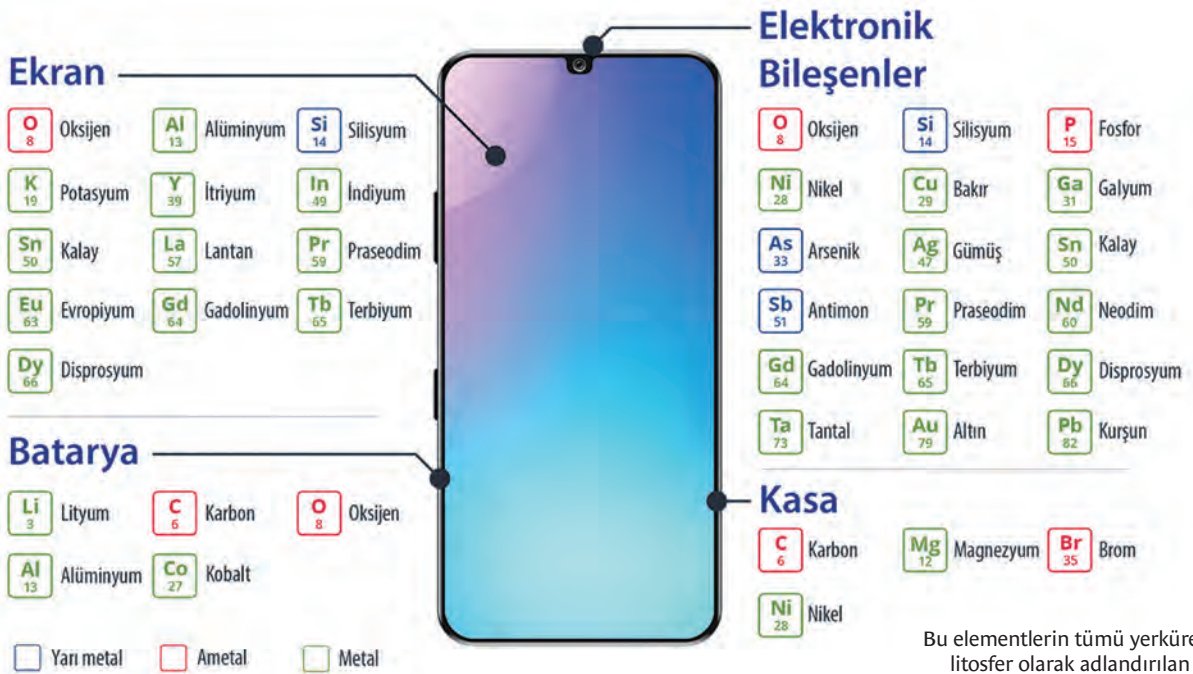


Kapadokya'daki peribacaları

hidrolojik süreçleri (örneğin göller ve nehirlerin oluşumu) ile çok zengin bir jeoçeşitliliğe sahip.

Biyolojik çeşitliliğin ve ekosistemin temelini oluşturan jeoçeşitlilik, insanlığa da birçok fayda sağlıyor. Örneğin mahsullerimizi yetiştirdiğimiz toprak, kullandığımız tüm cihazların ve aletlerin üretilmesi için ihtiyaç duyulan ham maddeler, içinde yaşadığımız evlerin yapı malzemeleri, enerji ihtiyacımızı karşıladığımız hidrokarbon kaynakları, ziyaret ettiğimiz açık hava manzaraları jeoçeşitliliğin bileşenlerindedir.

Cep Telefonundaki Elementler



Bu elementlerin tümü yerkürenin litosfer olarak adlandırılan katı kısmından elde ediliyor.

Dünya'nın iç Yapısı

Kimyasal Özellikler

Kabuk

Ortalama bileşim:
%47 Oksijen (O)
%27 Silisyum (Si)
%8 Alüminyum (Al)
%5 Demir (Fe)

%4 Kalsiyum (Ca)
%2 Magnezyum (Mg)
Potasyum (K)
Sodyum (Na)

Manto

Magnezyum (Mg) ve demir (Fe) açısından zengin kayalardan oluşur.

Demir (Fe) yoğunluğu:
3,3 - 5,7 g/cm³

Çekirdek

Demir (Fe) ve nikel (Ni) karışımı

Yoğunluk:
10 - 13 g/cm³

Fiziksel Özellikler

Litosfer (kati)

Astenosfer (kısmen ergimiş)

Mezosfer (kati)

Dış çekirdek (sivi)

İç çekirdek (kati)



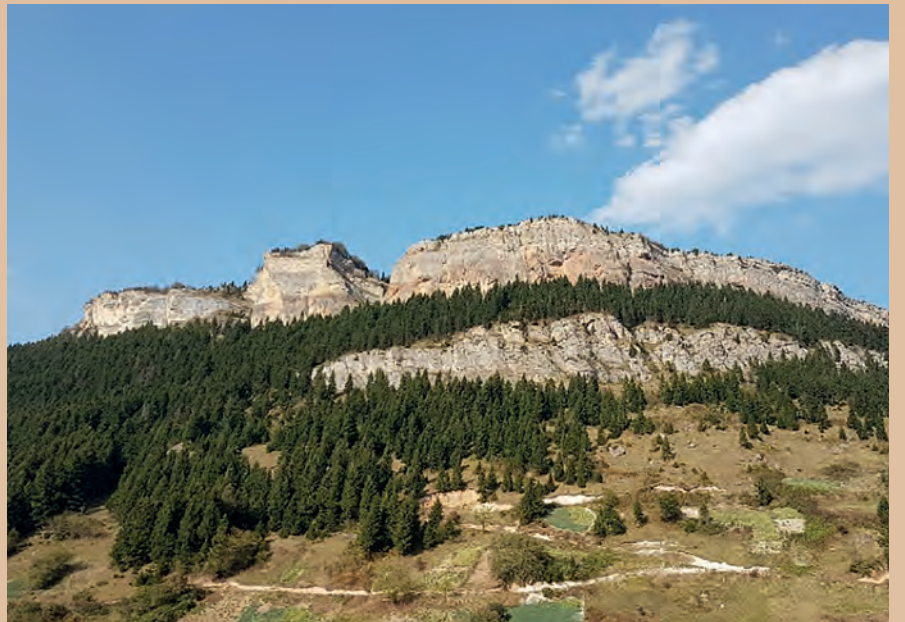
İnsanların kullandığı ilk aletler taştan yapılmıştı. Uygarlık tarihine yön veren çeşitli malzemeler tarih öncesi devirlere ismini vermişti. Günümüzde ise teknolojik cihazların üretiminde ihtiyaç duyulan ham maddeler arasındaki kayalar, metal cevherleri, mineraller, yakıtlar ve değerli taşların her biri inorganik maddelerdir. Örneğin günümüzde yanımızdan neredeyse hiç ayırmadığımız akıllı telefonların üretiminde periyodik tablodaki radyoaktif olmayan elementlerin yarısından fazlası kullanılıyor.

İnsanların yaşamını şekillendiren jeoçeşitlilik aynı zamanda doğal afetler gibi jeolojik olayların bir sonucudur. Çünkü yıkıcı etkileri olsa da jeolojik olaylar Dünya

üzerindeki canlı yaşam için yeni fırsatlar ortaya çıkarır. Tüm bu nedenlerle jeoçeşitliliğin korunup gelecek nesillere aktarılması hayli önemli. Jeoçeşitliliğin korunması gereken önemli kısımları, jeomiras veya jeolojik miras olarak tanımlanır.

Jeolojik Miras Nedir?

Mirasın türü, miras alınan unsurun niteliği ile ilgilidir. Örneğin müzik, maddi olmayan kültürel bir mirastır. Yine tarihî yapılar da kültürel mirastır. Bir hayvan veya



Trabzon, Düzköy'de bulunan Şahinkaya kireçtaşları



Denizli'deki
Pamukkale travertenleri



Tokat'taki Ballica Mağarası'nda bulunan
soğan sarkıtlar

bitki, biyolojik mirastır. Bir kaya resmi, arkeolojik mirastır. Belirli bir özelliği olan ve önemli bir jeolojik olayı temsil eden mineral, kayaç, fosil veya yeryüzü şekli ise jeolojik mirastır.

Uluslararası Jeoçeşitlilik Günü

Birleşmiş Milletler yoksulluğu ortadan kaldırmak, gezegenimizi korumak ve tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak için 2015 yılında 17 maddelik

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları belirlemiştir. Bu amaçların hayata geçirilmesiyle doğal kaynakların korunmasıyla yakından ilgili. UNESCO Yürütme Kurulu, jeolojik mirasımızı korumak ve yerkürenin cansız olan bölümüne dikkat çekmek amacıyla 2022'den itibaren 6 Ekim'in "Uluslararası Geoçeşitlilik Günü" olarak kutlanması yönündeki önerisini UNESCO Genel Konferansı'nın onayına sundu, bu öneri 16 Kasım'da onaylandı.

Peki, Uluslararası Geoçeşitlilik Günü olarak neden 6 Ekim tarihi seçildi? UNESCO Yürütme Kurulu bu ilgili

günü belirlerken, arazide yapılacak aktivitelere imkân vermesi amacıyla seçilecek tarihin her iki yarım kürede de bahar mevsimine denk gelmesini hedefledi. Ayrıca "jeoçeşitlilik" terimi ilk defa Chris Sharples tarafından Ekim 1993'te yayımlanan bir bilimsel makalede kullanılmıştı.

Jeoçeşitlilik kavramının geniş çapta anlaşılması ve değerlendirilmesi hayli önemli. Çünkü modern toplumlar jeoçeşitlilik olmadan varlığını sürdüremez. Her 6 Ekim'de kutlanacak Uluslararası Geoçeşitlilik Günü, jeolojik mirasın önemi ve jeoçeşitliliğin korunması konusunda toplumda farkındalık oluşturabilmek için büyük bir fırsat. ■

Kaynaklar

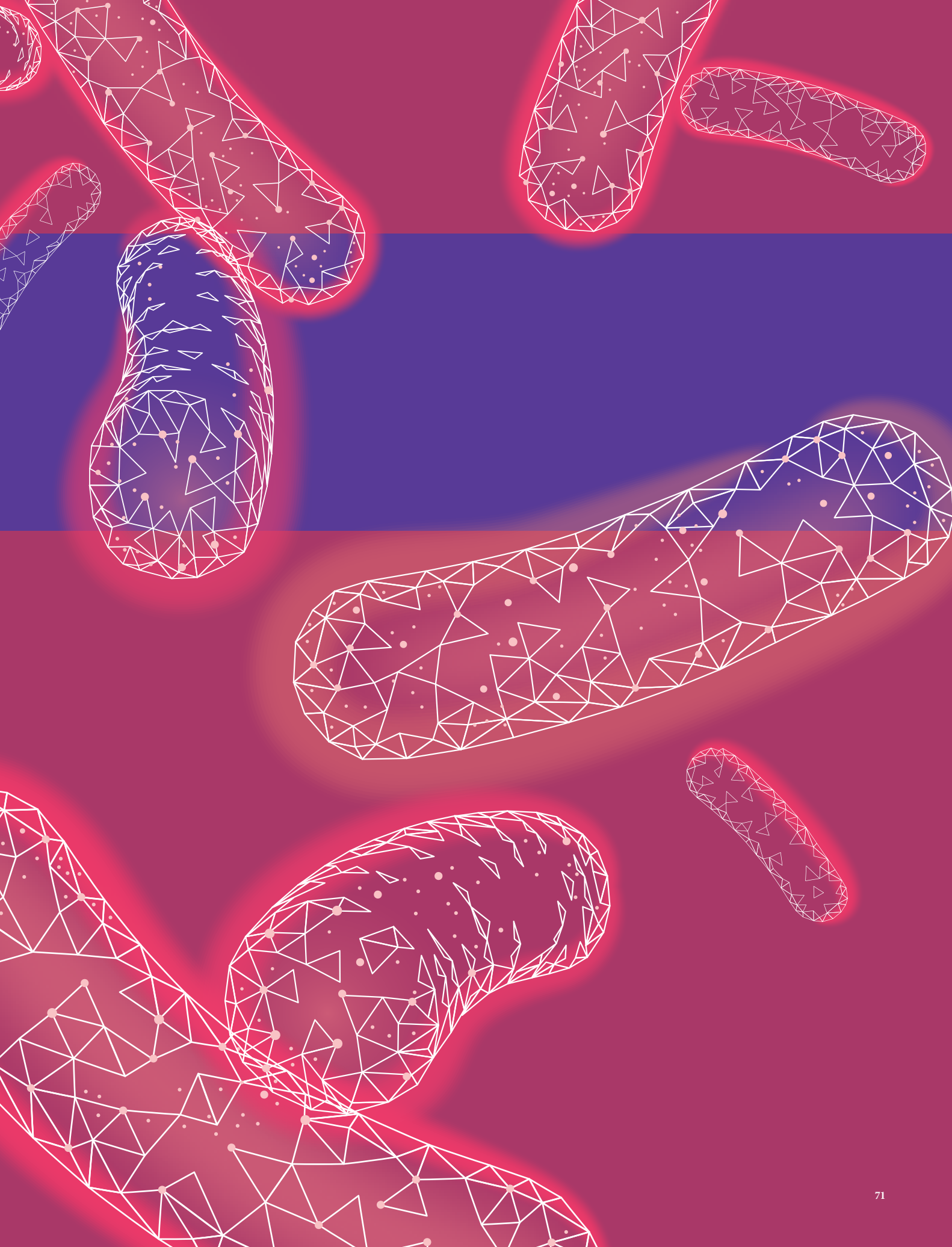
- Brilha, J., "Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review", *Geoheritage*, Cilt 8, Sayı 2, s. 119-134, 2016.
- Gray, M., "Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature", 2nd ed. Wiley Blackwell, Chichester, UK, 2013.
- Rohrig, B., "Smartphones: smart chemistry", *Chem. Matters*, s. 10-12, 2015.
- <http://www.geodiversityday.org/what-is-geodiversity>
- <https://youtu.be/xMM5IBvLrU0> (Oxford Geoheritage Virtual Conference)
- <https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html>

BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI

Yaşama Yıllar, Yıllara Hayat Katıyor

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bilim insanları uzun zamandır yaşlanma sürecini durdurmaya veya tersine çevirmeye çalışıyor. Uzun yaşamak ve sağlıklı yaşlanmanın pek çok etkene bağlı olduğu bilinen bir gerçek. Son zamanlarda bu etkenlere bir yenisini daha eklendi: bağırsak mikroorganizmaları, dolayısıyla da kişinin beslenme şekli. Bu karmaşık bakteri topluluğu hakkında hâlâ öğrenecek çok şey olsa da sağlıklı bir yaşlılığa ulaşan insanların genellikle benzer bağırsak florasına sahip oldukları biliniyor. Hatta bağırsak mikroorganizmalarını değiştirerek ömrü uzatmanın mümkün olabileceğine dair kanıtlar toplanıyor.



Bağırsak mikrobiyomu (bağırsaktaki tüm mikroorganizmaların genlerinin koleksiyonu) anne karnında gelişir. Önceleri uterusun steril bir ortam olduğu kabul ediliyordu ancak son araştırmalar uterusu bakteri ve mantarlar bulunduğunu, bunların da bir kısmının fetüs tarafından yutulduğunu gösteriyor. Normal doğum olursa, yani bebek doğum kanalından geçerse, daha fazla bağırsak mikroorganizmasıyla doğuyor.

Genel anlamda düşünüldüğünde mikroorganizmaların kaynağı çevre ve besinler. Bu konuda yapılan şaşırtıcı bir keşif, anne sütünün kendi mikrobiyomuna sahip olduğunu gösterdi. Bir bebeğin bağırsak florası, özellikle Lactobacillus ve Bifidobacterium olmak üzere süt şekerlerini tüketen bakteri türleri tarafından yönetiliyor. Bebekler katı besinler yemeye başladığıdaysa diğer bakteriler bu iki gruptaki bakterilerin yerlerini almaya başlıyor. Ancak beslenme düzeni süt bazlı yiyecekler içeriyorsa asıl bakterilerin küçük bir kısmı bağırsakta kalmaya devam ediyor. Sonraki yıllarda besin liflerini parçalayan Firmicutes ile şeker ve yağ tüketen Bacteroidetes bağırsak florasında daha yaygın olarak bulunuyor. Ama gene de özellikle hazır yemek kültürünün yaygınlaşmasıyla zaman zaman Bacteroidetes bakterileri artma eğilimi gösterebiliyor. Ayrıca



çocuklukta sık antibiyotik kullanımı bağırsak florasının büyük kısmını yok edebiliyor. Zamanla normal flora döndüğü düşünülse de bakteri çeşitliliğinde azalma görülüyor. Hatta bu durum fareler üzerinde yapılan çalışmalara göre diyabet, iltihaplanma ve erken ölüme yakınlıkla da bağlantılı.

Ergenlikte, bağırsak florasında gerçekleşen değişimin ise cinsiyet hormonları tarafından tetiklendiği düşünülüyor. Ergen ve yetişkin erkekler tarafından salgılanan sabit testosteron seviyesi, bağırsakta nispeten tutarlı bir mikroorganizma dağılımını destekliyor gibi görünüyor, östrojen seviyelerinin inişli çıkışlı olması ise kadınların değişken bağırsak mikrobiyomuna sahip olmasının nedeni olabilir. Bu fark önemli etkileri ortaya çıkarıyor. Hâlihazırda bağırsak mikroorganizmalarının beyni ve ruh hâlini etkilediğine dair önemli bilgiler de mevcut.

Çeşitlilik Önemli

Cinsiyet farklılıkları bir yana, mikrobiyal çeşitlilik, uzun ömür ve sağlıklı yaşlanmada önemli bir faktör gibi görünüyor. Bu yılın başlarında, Seattle'daki Institute for Systems Biology'de Nathan Price liderliğindeki bir ekip, 9.000 yetişkin üzerinde bir çalışma yaparak insanların bağırsak mikrobiyotasının yaşla birlikte giderek daha çeşitli ve kişiye özgü hâle gelme eğiliminde olduğunu tespit etti. Bu eğilim 80 yaşın üzerindeki sağlıklı kişilerde de görülüyor ancak daha az sağlıklı kişiler için bu durum geçerli değil. Araştırmada sağlıklı yaşlanan kişilerin bağırsak mikrobiyomunda, daha düşük yangı, daha iyi şeker ve yağ metabolizması ve zayıf bir vücut tipi ile ilişkili olan Akkermansia ve Christensenella bakterilerinden daha fazla bulunduğu; Bacteroidetes filumunun bir üyesi olan Bacteroides cinsinden ise daha

az bulunduğu tespit edildi. Bu bulgular, çeşitlilik gösteren bağırsak mikrobiyotası ile sağlıklı yaşlanma arasında bir bağlantı olduğunu söyleyen diğer güncel araştırmalarla tutarlılık gösteriyor. Örneğin, uzun ömürlü olmasıyla bilinen Güney Kore köylerinde yaşayan insanların bağırsak florasında daha fazla çeşitlilik bulunduğu ve Firmicutes bakterilerinin Bacteroidetes bakterilerine oranının daha yüksek olduğu tespit edildi.

Sağlıklı yaşlanma ile ilişkili bağırsak florasının bazı özellikleri artık tanımlanabiliyor olsa da bu mikroorganizmaların bir kişinin ömrünü nasıl uzattığı ve sağlıklı bir şekilde yaşlanmasını sağladığı henüz net değil. Bilim insanlarına göre, mikrobiyal çeşitlilik yararlı mikroorganizmaların vücudumuzda barınma şansını artırıyor olabilir. Temmuz ayında yayımlanan bir araştırmada, yüz yaşını aşmış sağlıklı bir kişinin, safra ile beslenen Odoribacteraceae bakterileri açısından zengin bir bağırsak mikrobiyomuna

sahip olduğu bulundu. Safra karaciğer tarafından üretiliyor ve besinlerdeki yağları parçalayarak emilimini sağlıyor. Çoğu daha sonra geri dönüştürülen yağların bir kısmı, Odoribacteraceae bakterileri tarafından antibiyotik görevi gören ve enfeksiyon riskini azaltan ikincil safra asitlerine dönüştürülüyor. Bu safra asitleri antibiyotiğe dirençli olanlar da dâhil olmak üzere patojenlere karşı savaşta vücuda destek sağlıyor.

Dengeli Bağırsak Mikrobiyotası Gerekli

Bağırsak bakterilerinin doğru dengesi, bağırsağın fiziksel olarak korunmasına da yardımcı olabilir. Sağlıklı bir bağırsak florası, aslında hastalıklara yol açan patojenleri yok eden esnek bir ekosistem. Bununla birlikte, patojenler bazen floranın dengesini bozabilir ve bağırsak

astarına zarar verebilirler. Astarın zarar görmesi rahatsızlığa yol açabilir çünkü bağırsak bakterileri kan dolaşımına girerse kalp onları bütün organlara pompalar, bu da vücutta hasar ve yangı ile sonuçlanır.

Yüz yaşını aşmış sağlıklı Çinliler üzerinde yapılan bir araştırmada, bağırsak florasının bağışıklık sisteminin yangıya tepki verme yeteneklerini geliştirdiği tespit edildi. Yangı, bağışıklık sisteminin hasara verdiği tepkidir. Bağışıklık sisteminin patojenleri öldürmek için hem hızlı tepki vermesi hem de dokularda meydana gelen yan hasarları en aza indirmek için tepkisini azaltması gerekir. Yaşlandıkça bağışıklık sistemi bu dengeyi sağlama yeteneğini kaybeder. Diğer yandan, doğru bağırsak mikroorganizmalarının yaşlanmayla beraber giderek artan yangıyı azaltmaya nasıl yardımcı olduğu henüz tam olarak anlaşılmış değilse de son yıllarda bağırsak florasının bağışıklık sisteminin işleyişinde ve düzenlenmesinde kilit rol oynadığı biliniyor.

Dengesiz bir bağırsak mikrobiyotası ile ilişkili olan yangı tip 2 diyabet, kalp hastalığı, kanser ve bunama dâhil olmak üzere yaşa bağlı birçok sorunun temelinde yer alır. Yine de yangı tamamen bağırsak mikroorganizmalarından kaynaklanmaz. İrlanda, University College Cork'taki bir ekip bu bağlantıyı test etmek üzere bir çalışma yürüttü. John Cryan, Ted Dinan ve meslektaşları orta yaşlı farelere, Akkermansia dâhil olmak



üzere iyi bakteri düzeylerini artıran bir diyet verdiler. Bunun için besinlerini inülin adlı bir prebiyotik ile zenginleştirdiler. Sonrasında beynin bağışıklık hücreleri olarak bilinen mikroglia hücrelerini incelediler. Mikroglia hücreleri yangı sonucu büyüyerek aktif hâle geliyor ve bazı durumlarda sinir hücrelerine zarar veriyor. 2019'da yayımlanan araştırmada, Cryan'ın ekibi, prebiyotikle zenginleştirilmiş 14 haftalık diyetten sonra farelerde mikrogliaların küçüldüğünü ve yangunun azaldığını ortaya çıkardı.

Sağlıklı Yaşlanma

Yeni çalışmalar bağırsak florası ile sağlıklı yaşlanma arasındaki bağlantıyı daha da güçlendirdi. University College Cork'taki ekip bir başka çalışmada genç farelerin bağırsak mikroorganizmalarını yaşlı farelere aktarmak için dışkı nakli yöntemini kullandı. Bu yöntemin önceki çalışmada olduğu gibi mikroglia ve yangı üzerinde benzer bir etkisinin bulunduğunu ve

yaşlanan beynin biyolojisinde büyük değişiklikler olduğunu gördüler. Bu değişiklikler özellikle hafıza işleme ve stres tepkileri için çok önemli olan hipokampus bölgesindeydi. Ayrıca yaşlı farelerin nakil öncesine göre öğrenme ve hatırlama konusunda daha iyi oldukları da tespit edildi. Dinan, genç bir hayvandan yaşlı bir hayvana yapılan dışkı naklinin gençleştirici bir etkisi olduğunu belirtiyor. Cryan ise bu çalışmanın bağırsak mikrobiyotasının beynin sağlıklı yaşlanması için ne kadar önemli olduğunu gösterdiğini, zamanın vücut üzerindeki tahribatını azaltmak ve hatta tersine çevirmek için insan bağırsak mikrobiyomunu düzenlemenin mümkün olabileceğini söylüyor. Bilim insanlarına göre, bu çalışmalar, gelecekte beyni genç ve sağlıklı tutmak için optimum bağırsak sağlığını ve bağışıklığı teşvik edecek mikrobiyota hedefli müdahalelerin gerçekleştirileceğini işaret ediyor.

Diğer yandan, Los Angeles, California Üniversitesinden gastroenterolog Emeran Mayer, tüm fare çalışmalarının doğrudan insanlara uygulanamayacağını

belirtiyor. Fareler ve insanlar arasındaki çarpıcı beyin farklılıkları da dâhil olmak üzere birçok faktör bunu önlüyor. Ayrıca nakledilen mikroorganizmaların, yerleşik floranın direnci nedeniyle genellikle başka bir bireyin bağırsak florasına kalıcı olarak yerleşemediğine dikkat çekiyor.

Cryan, dışkı naklinin solucanlarda, sineklerde ve balıklarda da gençleşmeyi sağladığını gösteren diğer araştırmalara dikkat çekiyor. Bununla birlikte, ters yönde yapılan işlemlerde, yani yaşlı hayvanlardan genç hayvanlara yapılan dışkı nakillerinde bilişsel gerileme olduğu da gösterildi. Şu anda insanlarda bu tür araştırmalar olmasa da Cryan ve meslektaşları, depresyonlu insanlardan alınan dışkıların nakledildiği farelerin de depresyon benzeri davranışlar geliştirdiğini tespit etti. Bu çalışma aynı zamanda bazı canlı türlerinde ortak mikrobiyota olabileceğini de gösteriyor.

Potansiyel faydalarına rağmen, birçok insan dışkı nakli yöntemine karşı önyargılı olabilir. Bu durumda bağırsak mikrobiyotasının diyetle değiştirilebileceğini söyleyen araştırmalar da mevcut. Hatta bu araştırmalar, gıda şirketlerini yaşlılarda güç kaybını ve bilişsel gerilemeyi önleyecek ürünler geliştirmeleri için teşvik edebilir. Genç bir bağırsak mikrobiyomuna sahip olmak için ne yenmesi gerektiğine dair şimdiden elde edilmiş bazı ipuçları da bulunuyor.



Daha Genç Bir Bağırsak Mikrobiyotası İçin

Bol miktarda lif oranı yüksek besinler tüketmek sağlıklı bağırsak bakterilerine sahip olmak için son derece önemli. Çünkü bakteriler besin liflerini parçalayarak bağırsak astarını koruyan ve iyileştiren, böylece mikroorganizmaların kan dolaşımına geçmesini ve dokulara zarar vermesini önleyen kısa zincirli yağ asitleri üretir. Bu bakterilerden bazıları, ruh hâlini dengede tutmaya yardımcı olabilecek dopamin ve serotonin gibi nörotransmitterler de üretir.

Diğer yandan, fermente gıdalar yalnızca gıdanın raf ömrünü ve besin değerini artırmakla kalmayıp içerdikleri canlı mikroorganizmalar sayesinde bağırsak mikrobiyomunu da güçlendirmeye yardımcı olduğundan bugünlerde sağlık uzmanlarından çok fazla ilgi görüyor.

Fermantasyon işlemi sırasında, nişasta ve şeker gibi organik bileşikler; bakteri, maya veya mantar gibi mikroorganizmalar tarafından alkol veya asitlere dönüştürülür. Örneğin sebze ve meyvelerdeki nişasta ve şekerler laktik aside dönüştürülür ve bu laktik asit doğal bir koruyucu görevi görür. Nişasta ve şekerlerin dönüşümü, gıdalardaki doğal faydalı bakterileri artırır. Probiyotikler veya “iyi” bakteriler olarak bilinen bu bakterilerin, özellikle sindirim konusunda olmak üzere çok sayıda sağlık sorununun iyileştirilmesine yardımcı olduğu düşünülmüyor.

Probiyotik takviyeleri bu canlı ve iyi mikroorganizmaları içerir. En yaygın olanları ya sütte doğal olarak bulunan *Lactobacillus* ya da memeli bağırsak mikrobiyomunun önemli bir bileşeni olan *Bifidobacterium*'dur. Bunları almak, bazı gastrointestinal sorunların ve muhtemelen alerji gibi diğer sağlık problemlerinin tedavisine yardımcı olabilir. “Yaşlanmayı önleyen probiyotikler” henüz piyasada olmasa da artan kanıtlar bağırsaklarda bulunan belirli mikroorganizmaları uzun ömürlere ilişkilendiriyor.

Probiyotikler ise iyi mikroorganizmalar için besin kaynağı olan lif takviyeleridir. İnülin, dirençli nişasta, beta-glukan, frukto-oligosakkarit (FOS) ve galakto-oligosakkarit (GOS) bunlardan bazılarıdır. Her bir probiyotiğin kendine has özelliklere sahip olması, bağırsakta farklı bölgelerde bulunan belirli mikroorganizmalar tarafından tercih edilmesini sağlar. Çeşitlilik gösteren bir mikrobiyotanın sağlıklı yaşlanma ile ilişkili olduğunu gösteren kanıtlara dayanarak probiyotikler ve fermente gıdalar gibi probiyotiklere de ihtiyacımız var.



Sağlıklı bir şekilde yaşlanmak genetik, çevre, cinsiyet hormonları ve kişisel geçmiş gibi birbiriyle bağlantılı birçok faktöre bağlıdır. Bu etkenlerin çoğu maalesef bizim kontrolümüzde değil. Ancak bu konuda bağırsaklarımızdaki mikroorganizmaların da rol oynadığına dair artan bir farkındalık, bize yaşam süremiz ve sağlıklı geçecek yıllarımız üzerinde bir miktar kontrol sağlıyor. Uzmanlar bu noktada özellikle bitki lifleri olmak üzere besinlerle alınan lif miktarının önemine dikkat çekiyor. Ayrıca yaşlandıkça bağırsaklardaki mikrobiyal çeşitliliği korumak için bol miktarda sebze ve meyve ile birlikte fermente gıdalar içeren bir beslenme şeklini öneriyorlar.

Doğru bağırsak mikrobiyotasına sahip olmak genç kalmanın tek anahtarı olmasa da daha uzun ve sağlıklı bir hayat sürmeyi vaat edebilir. ■

Kaynaklar

<https://www.nccih.nih.gov/health/probiotics-what-you-need-to-know>

<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03832-5.pdf>

<https://www.nature.com/articles/s42255-021-00348-0>

<https://www.nature.com/articles/s43587-021-00093-9>

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19490976.2020.1814107>

<https://www.newscientist.com/article/mg25133540-700-secrets-of-a-long-and-healthy-life-reside-in-your-gut-microbiome/>

Şifrelemenin Temeli

Asal Sayılar

Dr. Elif E布伦 Kaya [TÜBİTAK

2, 3, 5, 7, 11, ... şeklinde devam eden, kendisinden ve 1'den başka pozitif böleni olmayan 2 ve 2'den büyük sayılara asal sayı dendiğini birçoğumuz biliyoruz. Peki, asal sayılar neden önemlidir? Günlük hayatta ne işimize yarar?

1'den büyük her tam sayı ya asal bir sayıdır ya da asal sayıların çarpımlarından oluşur. Örneğin 11 asal bir sayı iken, 12 sayısı $24=2^2 \cdot 3$ şeklinde asal sayıların çarpımı sonucu elde edilir. Yani 1'den büyük her tam sayı aslında asal sayılar ile üretilir. Bu da onların, sayıların birbiriyle ilişkisini açıklayan sayı teorisi bilim dalının merkezinde olmasını sağlar.

Asal sayılar ayrıca şifrelemenin de temelini oluşturur.

Günümüzde e-posta ve diğer dijital işlemlerin veri şifrelemesinde yaygın olarak kullanılan RSA şifreleme yönteminde, veriler asal sayılardan yararlanılarak şifrelenir. Böylece istenmeyen kişilerin verilere ulaşması engellenir. İki büyük asal sayı çarpımının şifreleme anahtarı olarak kullanıldığı bu yöntemde, seçilen asal sayılar gizli kalır ve sadece bu anahtarın çarpanları olan asal sayıları bilen kişi şifreyi çözebilir. Büyük sayıları asal çarpanlarına ayırmak zor



Formüldeki $\ln(n)$, n 'nin doğal logaritmasıdır ve hemen hemen tüm hesap makinelerinde bulunur. Verilen aralıkta bulunan asal sayıların gerçek değeri ise asal sayı sayma fonksiyonu olan $\pi(n)$ ile gösterilir.

Örneğin 1 ile 1.000 arasında $\pi(1.000)=168$ adet asal sayı vardır. Formül ise bize yaklaşık olarak $\frac{1.000}{\ln(1000)} = \frac{1.000}{6,908} \approx 145$ sayısını verir. Bu hesaplamamızın doğruluk oranı %86 civarındadır. Formülü kullanarak 1 ile 100.000 arasında ne kadar asal sayı bulunduğuyula ilgili bir hesap yaptığımızda ise doğruluk oranı %90'a çıkar. Gerçekte bu sayılar arasında tam olarak 9.592 adet ($\pi(100.000)=9.592$) asal sayı bulunurken formül yaklaşık olarak 8.686 ($\frac{100.000}{\ln(100.000)} = \frac{100.000}{11,51} \approx 8.686$) sayısını verir.

n sayısı yeterince büyük seçildiği zaman ise formülün hesapladığı aralıkta bulunan asal sayı adedi ile gerçekte bulunan asal sayı adedinin oranı neredeyse 1'e eşit olur. Yani formülün doğruluk oranı %100'e ulaşır. Bu sonuç asal sayı teoremi olarak bilinir.

Şifrelemede önemli bir yeri olan asal sayıların tam sayılar arasında hangi kurala göre dağıldığını bilmesek de tam sayılar arasındaki adedini yaklaşık olarak hesaplayabiliyoruz. ■

bir işlem olduğu için RSA şifreleme yönteminde olabildiğince büyük asal sayılar kullanılır ve böylece şifrelemenin güvenliği artırılır.

Peki belirli sayılar arasındaki asal sayıları nasıl bulabiliriz?

1 ile 100 arasında bulunan 25 adet asal sayıyı (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97) kolayca yazabiliriz. Ama daha büyük asal sayıları listelemek, örneğin 1 ile 100.000.000 arasındaki asal sayıları belirlemek kolay değildir. Çünkü asal sayılar arasında düzenli bir örüntü bulunmadığı için tüm asal sayıları üretebileceğimiz bir formül yazılamıyoruz. İlk 25 asal sayıya

baktığımızda, sayılar arasında düzenli bir örüntü olmadığı görülebilir. Asal sayıların listesini oluşturmak için her bir pozitif tam sayıyı tek tek değerlendirerek asal olup olmadığına karar vermeliyiz. Ancak büyük sayıları göz önünde bulundurduğumuzda, bu yöntem ile asal sayı listesi oluşturmak epey zamanımızı alacaktır.

Elimizde tüm asal sayıları kolayca üreten bir formül olmasa da 1 ile belirli bir n sayısı arasında (n sayısı dâhil) ne kadar asal sayı bulunduğunu yaklaşık olarak hesaplayan bir formülümüz var:

$$\frac{n}{\ln(n)}$$

Kaynak

<http://math.uchicago.edu/~may/REU2012/REUPapers/LiuR.pdf>

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



Batı Dünyasında Bilimin Yeniden Doğuşu

Kendi entelektüellerinin de açıkça belirttiği üzere, uzun bir karanlık dönemin ardından Batı dünyası 12. yüzyıldan itibaren bilimin ışığında aydınlanmaya başladı. Aydınlanma'nın tohumları, 1100'lerin ortalarından itibaren İslâm dünyasından yapılmaya başlanan çevirilerle atılmış olsa da filizlenip serpilmesi yüzyıllar aldı.

Ünlü filozoflar René Descartes (1596-1650) ve Immanuel Kant'a (1724-1804) göre, insanların hataya düşmesinin ve karanlığın sebebi aklın mevcut olmaması değil, gerektiği biçimde kullanılmamasıydı. Her iki filozof da karanlıktan çıkmak için aydınlığın kaynağı olan aklın ışığında hareket etmek gerektiğini açıkça belirtmişti. Batıda, Aydınlanma'nın ilk döneminde uyananlar henüz bu ölçüde bir farkındalığa sahip olmasalar da bir yerlerde hata yaptıklarını anlamışlardı. Hatadan dönmek ve aklın ışığında yürümek istiyorlardı. Ama bir yol göstericiye ihtiyaçları vardı. Çarenin İslâm dünyasına yönelmek olduğunu kısa sürede anladılar. Çünkü orada yayılan ışığın aydınlığı hâlâ kendilerine kadar uzanmaktaydı.

Çeviri Etkinliği ve Batıda Bilimsel Çalışmaların Yeniden Başlaması

12. yüzyıl, Batı dünyası için iki temel kültürel dönüşümün gerçekleştiği bir dönem oldu. Birincisi, önceleri bütün eğitim-öğretim etkinlikleri kilisede yürütülürken zaman içinde bunların yanında katedral okullarının kurulması, bilim ve felsefeye ilgi duyan kişilerden oluşan Fransiskan ve

Dominiken gibi grupların ortaya çıkmaya başlamasıdır. Süreçteki en dikkat çekici gelişme ise hukuk öğrenmek isteyen öğrencilerin “Universitas” adıyla bir tür birlik kurması ve zaman içerisinde tıp öğrenmek isteyen öğrencilerin de katılımıyla bu birliğin -günümüz anlayışıyla- üniversiteye dönüşmesidir. İkincisi ise İslâm dünyasından yoğun bir çeviri faaliyetine girişilmesidir. Başlatılan çeviri hareketiyle Arapça yazılmış temel eserler hızla Latinceye çevrildi. 13. yüzyıla gelindiğinde bilim ve felsefeye dair eserlerin büyük kısmı Avrupa’ya taşınmıştı bile. 14. yüzyıl bu çevirilerin anlaşılması ve değerlendirilmesiyle geçti. Astronomi, fizik ve matematik eserlerinin yanı sıra İslâm dünyasında özel olarak üzerinde durulan ışık üzerine yazılmış optik eserleri de çevrildi.



Immanuel Kant (1724-1804)

Astronomi

İlk eserler daha çok astronomi alanında ortaya çıkmaya başladı. Ancak bu eserler özgün katkı içeren çalışmalar değil, mevcut bilgiyi aktarmak ve anlaşılmasını sağlamak amaçlıydı. İslâm dünyasında işlenmiş Aristo fiziği ve onun üzerine oturtulmuş Batlamyus astronomisi kısa sürede benimsendi. Yer’in evrenin merkezinde olduğu kabulü üzerine kurgulanmış sistemin mahiyetini ortaya koymak için çok sayıda yorum ve açıklama nitelikli kitap kaleme alındı. 13. yüzyılda yaşayan Johannes de Sacrobosco (1195-1256) ve ünlü şair Dante Alighieri (1265-1321) bu konuda eser vermiş yazarlar arasındadır.

Matematik

Benzer bir durum matematikte de söz konusudur. Antik Yunan ve İslâm dünyalarında yapılan matematik çalışmalarını tanıtan matematikçiler arasında Leonardo Fibanocci (1170-1250) Hint-Arap sayı sisteminin tanıtılmasına öncülük etti. Ayrıca kendi adıyla anılan seriyi geliştirdi. Bir diğer matematikçi de Jordanus Nemorarius (ö. 1297) idi. Cebir konusunda eserler kaleme almıştı.

Fizik

Dönemin geneline bakıldığında fizik alanında daha fazla çalışma yapıldığı dikkat çeker. Geleneğin etkisiyle hareket ve ışık üzerine yoğunlaşıldı. Optik konusunda Robert Grosseteste (1170-1253), İslâm dünyasında Suhreverdi'den (1154-1191) aldığı birikimle, mistik ve metafizik bir ışık tasavvuru oluşturdu. Dönemin önde gelen filozoflarından Roger Bacon (1220-1292) ise İbn el-Heysem'den etkilenerek daha olgusal tabanlı ışık açıklaması yapmış; ışığın yayılımı, yansımaları ve kırılması konularında deneyler düzenlemiştir.

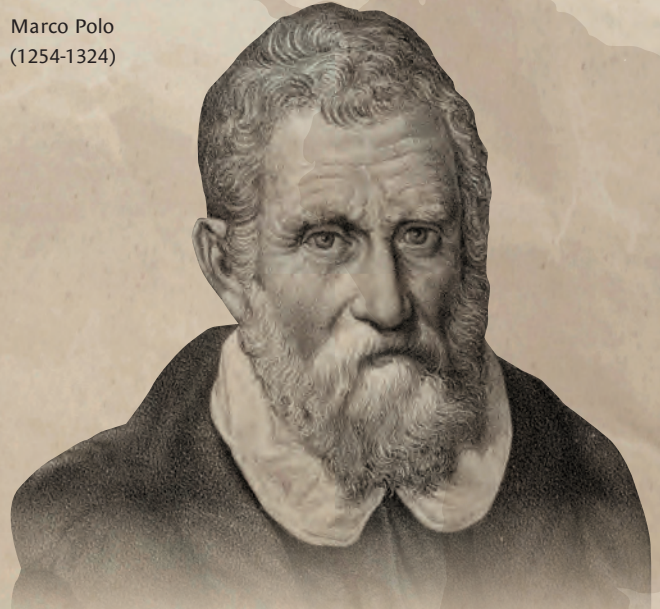
Hareket fiziği konusunda ise İbn Sînâ'nın düşünceleri etkin olmuş, günümüzde momentum olarak bilinen zorunlu itim gücü (kasrî meyil) varsayımı temelinde çalışmalar yapılmıştı. Bunlardan biri olan John Buridan (ö. 1358), zorunlu itim gücünü kütle ve hızın çarpımıyla açıklamaya çalıştı. Konuya köklü katkıyı ise 1325-1350 yılları arasında Oxford Üniversitesinde çalışan dört matematikçi (Thomas Bradwardine, Richard Swineshead, John Dumbleton ve William Heytesbury) gerçekleştirdi. Bu matematikçiler, belirli bir zaman diliminde sabit ivmeli harekette alınan yol ile düzgün doğrusal

harekette alınan yolun eşit olacağını matematik olarak kanıtladı. Bu kanıtın doğru olduğunu ise Paris Üniversitesinde görev yapan Nicole Oresme (1320-1382) grafik yardımıyla ve geometrik olarak gösterdi.

Coğrafya

13. ve 14. yüzyıllarda çalışılan konulardan biri de coğrafyadır. Daha çok Strabon'un (MÖ 64-23) ve Batlamyus'un (100-160) kitaplarından derlenen bilgilerle başlayan çalışmalar, ancak coğrafi keşifler sonucunda gerçek bir ilerlemeye dönüşebildi. Coğrafi keşiflerden önce ise seyyahların yazdığı seyahatnameler farklı coğrafyalarla ilgili bilgilerin kaynağıydı. Dönemin en tanınmış seyyahı Marco Polo (1254-1324) idi. Marco Polo, Asya'yı boydan boya gezmiş ve tuttuğu günlüğüyle insanların efsaneler veya söylenceler yerine doğru bilgiler edinmesini sağlamıştı.

Marco Polo
(1254-1324)



Çeviriden Senteze

Avrupalı entelektüeller, Doğu dünyasının yaklaşık 300 yıllık entelektüel kültür birikimini, yani bilim, felsefe ve sanat eserlerini çevirerek ve çevrilen eserleri anlamaya çalışarak yeniden bilim geleneği oluşturmaya çabaladı. Bu yolla başlayan uyanışın ilk somut ürünleri 15. yüzyılda toplanmaya başlandı. Uyanışın iyiden iyiye belirginleştiği bu döneme Rönesans adı verildi. Döneme bu adı vermek birkaç bakımdan yerinde bir adlandırmaydı. Zira başlangıçta geleneksel olan her şeye sıradan bir başkaldırı şeklinde ortaya çıkan bu yeni arayış; kısa süre sonra insan, doğa ve evren konularında ileri sürülen yetkin teorilerle asıl kimliğini kazanmaya başladı. Bu sürecin başat gelişmesi, Kopernik'in (1473-1543) 1543 yılında *Gökcisimlerinin Dönüşleri Üzerine* başlıklı kitabında, çok eskilerden Aristarkos'un (MÖ 310-230) ileri sürdüğü Güneş merkezli evren modeline yeniden hayat vermeye çalışmasıdır. Salt diyalektik tartışmayla ciddi anlamda geleneksel gök kuramlarını sarsmayı başaran Kopernik; Yer'i gezegen olarak tanımlamakla da uzun sürecek felsefe, bilim ve din tartışmalarına zemin hazırladı. Elbette bu dönemde tek yenilik astronomide olmadı. Fizik, kimya, biyoloji ve diğer bilim dallarında da yeni görüşler ileri sürüldü. Gözlem ve deneyin etkin kullanılmasıyla birlikte insan

anatomi detaylı olarak öğrenildi ve Andreas Vesalius (1514-1564) anatomi hakkında deneye dayalı doğru açıklamaların yer aldığı *Fabrica* başlıklı kitabını yayımladı.

Gelecek sayıda Rönesans dönemindeki bilimsel gelişmeleri ele alacağız. ■



Andreas Vesalius (1514-1564)

Kaynaklar

- Clagett, M. (1961). *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison: The University of Wisconsin Press.
- Copernicus, N. (2002). *Gökcisimlerinin Dönüşleri Üzerine*. (S. Babür, Çev.) İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Descartes, R. (1984). *Metot Üzerine Konuşma*. (K. S. Sel, Çev.) İstanbul: Sosyal Yayınları.
- Kant, I. (1984). *Aydınlanma Nedir? Sorusuna Yanıt (1784)*. *Seçilmiş Yazılar* (N. Bozkurt, Çev., s. 211-221) İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Topdemir, H. G., & Unat, Y. (2014). *Bilim Tarihi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Topdemir, H. G., & Unat, Y. (2019). *Bilim Tarihi ve Felsefesi*. Ankara: Pegem Akademi.

Doğa Fauna

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

Su Aygırı

Afrika'nın en tehlikeli hayvanının su aygırı olduğu aklınıza gelir miydi? Evet, Afrika'da yılda 500 kadar insanın hayatını kaybetmesi su aygırları kaynaklı. Su aygırları son derece çevik ve agresiftir. Zaman zaman impala, kudu ve Afrika yaban mandasını bile öldürebilirler. Ancak yaşadıkları alandan çıkıp özellikle insana veya başka bir canlıya saldırma gibi bir davranışları yoktur.

Su aygırlarının yaşadıkları bölgeyi koruma gibi bir davranış özelliği vardır. Nehirlerin sığ yerlerinde bulunurlar. Suda yaşamalarına karşın yüzemezler, ayaklarının ucuyla yürürler. Gündüzleri genelde su içinde kalıp dinlenirler, geceleri daha aktiftirler.

Su aygırları otçul hayvanlardır. Beslenmek için buldukları suyun içinden çıkıp çok uzun mesafelere gidebilirler, bu yüzden bazen çiftçilerin tarlalarına da girebilirler. Ayrıca su aygırlarının yaşam alanı olarak kullandığı nehir ve deltaları bazı bölgelerde insanlar balıkçılık ve turizm amaçlı kullanırlar. Belirli bölgelerde ise giderek azalan su kaynaklarına hem su aygırları hem de insanlar ihtiyaç duyar. Tüm bu sebepler insanlarla su aygırlarının bir şekilde karşılaşmasına yol açar. Bu gibi durumlarda agresif olan su aygırları insanlara saldırabilir.

Fil ve gergedanla birlikte, su aygırı gezegenimizdeki en büyük hayvanlardan biridir. Ortalama yetişkin bir erkek 3.200 kg kadar olabilir. Dişiler bunun yarısı kadardır. Su aygırları yüksek sesler çıkararak iletişim kurar. Su altında nefeslerini 5-7 dakika kadar tutabilirler. Yavrularını besledikleri ve normalde beyaz renkli olan sütleri derilerinden salgılanan renkli asitler nedeniyle pembeye dönüşür. Bu yüzden su aygırları pembe renkli sütleriyle bilinirler.

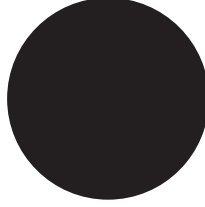


Gökyüzü

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoydugan@comu.edu.tr

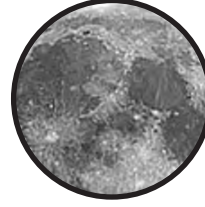
4 Aralık
Yeniay



11 Aralık
İlkdördün



19 Aralık
Dolunay



27 Aralık
Sondördün



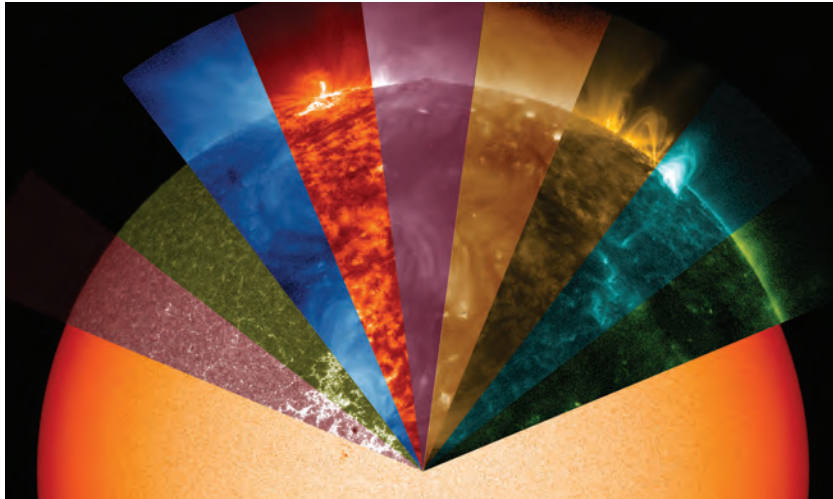
Rengârenk İncilerden Renkli Mesajlar

Evrende yayılan ışığın birkaç kaynağı olsa da en önde gelen kaynak yıldızlardır. Yıldızlar gökyüzünde rengârenk inciler gibi yayılmış ve bizlere göz kırptırıyor gibi görünürler. Gece gözlerinizi karanlığa alıştırıp bakarsanız farklı renklerdeki yıldızları görebilirsiniz. Yıldızın rengi onun yüzeyinin ne kadar sıcak olduğuyla ilişkilidir. Bu yüzden gök biliminde renk ile sıcaklık arasındaki ilişki çok önemlidir. Genel olarak soğuk yıldızlar kırmızı, sıcak yıldızlar mavidir denilebi-

lir. En soğuk kırmızı yıldızların yüzey sıcaklıkları 2.500 °C civarındadır. En sıcak olan mavi yıldızlarda ise yüzey sıcaklığı 50.000 °C'lere yaklaşır. Gökadamaızdaki yıldızların neredeyse %75'inin kırmızı ve soğuk yıldızlardan oluştuğunu söyleyelim. Bu yazıda yıldızların renklerinden ve renkli mesajlarından bahsedeceğiz.

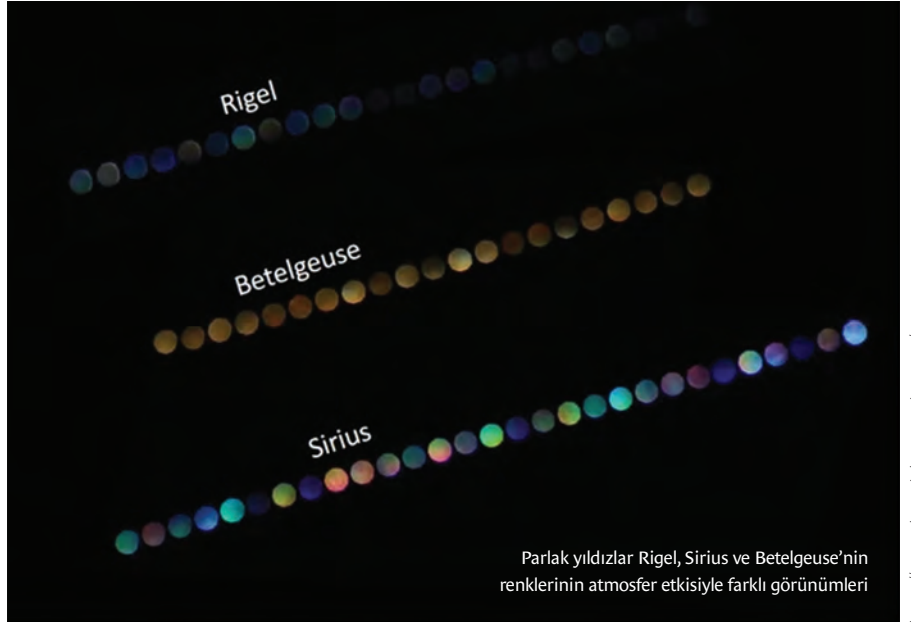
Siyah fona sahip gökyüzünü yakalayabilirsek (şehir ışıklarından kaçıp karanlıkla buluşmak kolay değil!), soğuk kırmızı yıldızlardan, sarı ve daha sıcak mavi-beyaz yıl-

dızlara uzanan bir renk yelpazesi ile karşılaşmamız mümkün. Avcı Takımyıldızı'ndaki Betelgeuse ve Boğa Takımyıldızı'ndaki Aldebaran parlak kırmızı yıldızlardır. Çoban'ın turuncusu Arcturus'u, Arabacı Takımyıldızı'nın sarımsı Capella'sı ve Avcı'daki mavi-beyaz Rigel kendilerini parıldayan inciler gibi gösterir. Gökyüzünün en parlak yıldızlarından olan Akyıldız, diğer adıyla Sirius ise beyaz renkli yıldızların âdeta simgesi gibi parlar. Bu arada, Ülker veya diğer adıyla Yedi Kız Kardeş açık yıldız kümesinin mavi parlak yıldızlarının da renklerini ayırt edebiliriz. Ancak gökyüzüne baktığımızda özellikle parlak yıldızlar, Dünya'nın atmosferinin bozucu etkileri nedeniyle farklı renk arasında titreşiyormuş gibi görünür. Bu durum, daha çok Sirius ve Capella gibi çok parlak yıldızlarda daha belirgindir. Eğer atmosfer etkileri olmasaydı parlak yıldızların renklerini çok daha iyi ayırt edebilirdik. Bu arada, yıldızlar sönükletikçe çıplak gözle renklerini ayırmakta zorlanacağımızı da söylemek gerekiyor.



Güneş'in farklı enerji bantlarında NASA SDO (Solar Dynamics Observatory) aracılığıyla elde edilmiş görüntülerden oluşturulan bir kolaj

Fiziksel süreçleri tam olarak işin içine kattığımızda yıldızların gerçek renklerini göremediğimizi anlarız. Atmosfer, yıldızlardan gelen ışığın bir kısmını engeller (yüksek enerjili ışık demeti) ve giren ışığı da soğurma ve saçılma süreçleriyle bir miktar değişikliğe uğratar. Bunun yanında, gözümüzün algılayabildiği enerji aralığı da sınırlıdır. Tüm bunlara rağmen, özellikle parlak yıldızlar için, görünen veya algılanan renkler, yıldızların gerçek renkleri ve sıcaklıkları hakkında bilgi verir. Peki, bu durumda Güneş hangi renktir? Bu soruya hangi renk görüldüğü ile yaklaşsak -yukarıdaki nedenlerle- cevap çoğunlukla sarı, bazen de turuncu, hatta kırmızıya yakın olacaktır. Bu tamamen kısa dalga boylu ışığın (yeşil, mavi ve mor) atmosferde saçılmasıyla ilişkilidir. Ancak atmosfer dışında yapılan gözlemlerde Güneş'in beyaz görüntüsü karşımıza çıkar. Güneş ışığını prizmadan geçirdiğimizde tüm ana renklerle karşılaştığımızı hatırlayarak gökkuşağının nasıl oluştuğunu ve içerdiği renkleri düşünelim. Güneş'in farklı fotoğraflarda gördüğümüz farklı renkleri ya doğal atmosfer filtresi nedeniyle ya da ışığın istenilen enerji aralığı dışındaki dalga boyları filtrelendiği için ortaya çıkar.



Görünen renkleri ile gerçek renkleri farklı olabilen yıldızlar, ışıklarıyla birlikte bizlere çeşitli bilgiler de gönderiyor. Bu bilgileri, üretip yaydıkları ışık paketleriyle iletiyorlar. Yıldızların merkezinde füzyon reaksiyonlarıyla üretilen enerji, yıldız yüzeyine fotonlar ve konvektif madde aktarımı ile ulaşır. Işık taneciklerinin yüklendiği bilgi, yıldızın yüzeyine veya atmosferine ulaşarak buradan yola çıkar ve uzayda yayılır. Bu ilerleme sırasında, yolda uğradığı ve geçtiği ortamlardan da edindiği bilgileri heybesine alan ışık taneciklerinden bazıları Dünya'ya da ulaşır. Amatör ve profesyonel gök bilimciler, araştırmak istedikleri yıldızlara teleskoplarını çevirerek gelen bu ışık taneciklerini toplamak isterler. Yıldızın ışığında sakla-

narak gelen bilgi; bazen teleskoplarda ışık taneciklerini sayarak, bazen de ışığı renklerine ayırarak elde edilme-ye çalışılır. Yıldızın konum ve uzaklığı da ışığından yola çıkılarak hesaplanır. Bu bilgiler birleştirilerek yıldızın sıcaklığı, boyutu, toplam enerjisi, atmosferinin kimyasal içeriği, uzaydaki hareketi ve dönme hızı gibi verilere ulaşmak mümkündür.

İkizler (Geminid) Gök Taşı Yağmuru

Dünya'nın bu ay karşılaşıcağı uzay kayaçlarının kaynağının 3200 Phaethon isimli asteroit olduğu düşünülüyor. Bu asteroit, Güneş etrafında 1,4 yılda bir tur atıyor. 3200 Phaethon'a "ölü veya kayaç kuyruklu yıldız" da deniyor çünkü bu kayaç parçası kuyruklu yıldızlar gibi oldukça basık bir elips yörüngede hareket ediyor. Ancak bu kayaçtan kopan ve Geminid gök taşlarını da oluşturan parçaların yoğunluğu, kuyruklu yıldızlardan kopan parçalardan birkaç kat fazla; bu durum da biraz kafaları karıştırıyor. Phaethon küçük bir asteroittir ve çapı yaklaşık 5,1 km'dir.

Geminid veya İkizler gök taşları Aralık ayı ortalarına doğru (13-14 Aralık) maksimum sayıya ulaşıyor ve yaklaşık olarak 4-17 Aralık tarihleri arasında gözlenebiliyor. En yoğun gök taşı yağmurlarından olan Geminidler sırasında, hava şartları uygunsa, saatte 120 kadar meteor gözlenebileceği ifade edilse de daha gerçekçi tahminler saatte 60 kadar gözlenebileceğini söylüyor. Gemini veya diğer adıyla İkizler Takımıyl-



Çin'de Erenhot civarındaki bir göl üzerinde, 2018'de Geminid göktaşı yağmuru sırasında alınan bir görüntü.

dızı bölgesinden çıkıyor görünecek bu gök taşlarının Dünya'ya giriş hızları saniyede 35 km olacak. Gece ortasına doğru başlayacak gözlemede, karanlık bir yerde uzanıp

gözümüzü parlak bir yapay ışığa maruz bırakmadan (örneğin telefon ekranı) karanlığa alıştırsak çok daha iz bırakıcı bir gözlem gerçekleştirebiliriz.

Daha fazla bilgi için yıldızın ışığının değişimini ortaya çıkarmak gerekebilir. Tüm yıldızların ışığı değiştiğinden bu değişim bizlere onların temel özellikleri ve çevreleri ile etkileşimleri hakkında bilgi sunar. Bu noktada, ışık değişiminin zaman ölçeği ve değişim genliği önde gelen faktörlerdendir. Örneğin, Güneş yaşamı boyunca enerjisini farklı evrelerde, farklı olarak uzaya yayar ancak nükleer reaksiyonlardan kaynaklı bu değişimler çok uzun zaman ölçeklerinde meydana gelir. Buna karşın, Güneş'in sismik titreşimlerinin zaman ölçeği dakikalar mertebesinde ve bu değişim günümüzdeki hassas optik araçlarla (teleskop, bağlı alıcı kameralar vd.) gözlenerek Güneş'in iç yapısına ilişkin bazı bilgilere (yoğunluk, dönme hızı vb.) ulaş-

mak mümkündür. Yıldızların yüzeyinde Güneş'teki lekeler benzer karanlık bölgeler (etrafından daha soğuk) ve parlak alanlar (etrafından daha sıcak) bulunur. Bu bölgelerdeki parlaklık değişimleri de bize yıldızın manyetik davranışı hakkında önemli bilgiler sunar.

Yıldızların ikili ya da üçlü olarak birbirine bağlı olduğu çoklu sistemlerdeki değişimler bazen çok daha düzgün olabilir ve bize daha duyarlı parametrelere ulaşma şansı verebilir. Örneğin, Ay ve Güneş tutulmasına benzer olarak, birbirine kütle çekimi kuvvetiyle bağlı iki yıldız, ortak kütle merkezleri etrafında dolarken birbirlerini örttüklerinde, Dünya'dan onları izleyen bizler bu örtülme olayını ışıkta değişim olarak gözleriz.

Eğer yıldızların küresel yapıları bozulmamışsa ve çevrelerinde etkileştikleri madde veya ortam yoksa bu ışık değişimi çok düzgün olur. Gök bilimciler bu ışık değişimlerini yıldızların tayfindan elde ettikleri hız değişimlerini de göz önünde bulundurarak analiz ederler ve böylece bu iki yıldızın kütle, sıcaklık, boyut, enerji ve uzaklık gibi temel özelliklerini duyarlı bir biçimde elde edebilirler.

Kaynaklar

<https://solarsystem.nasa.gov/asteroids-comets-and-meteors/meteors-and-meteorites/geminids/in-depth/>

<https://earthsky.org/tonight/can-you-see-the-different-colors-of-the-stars/>

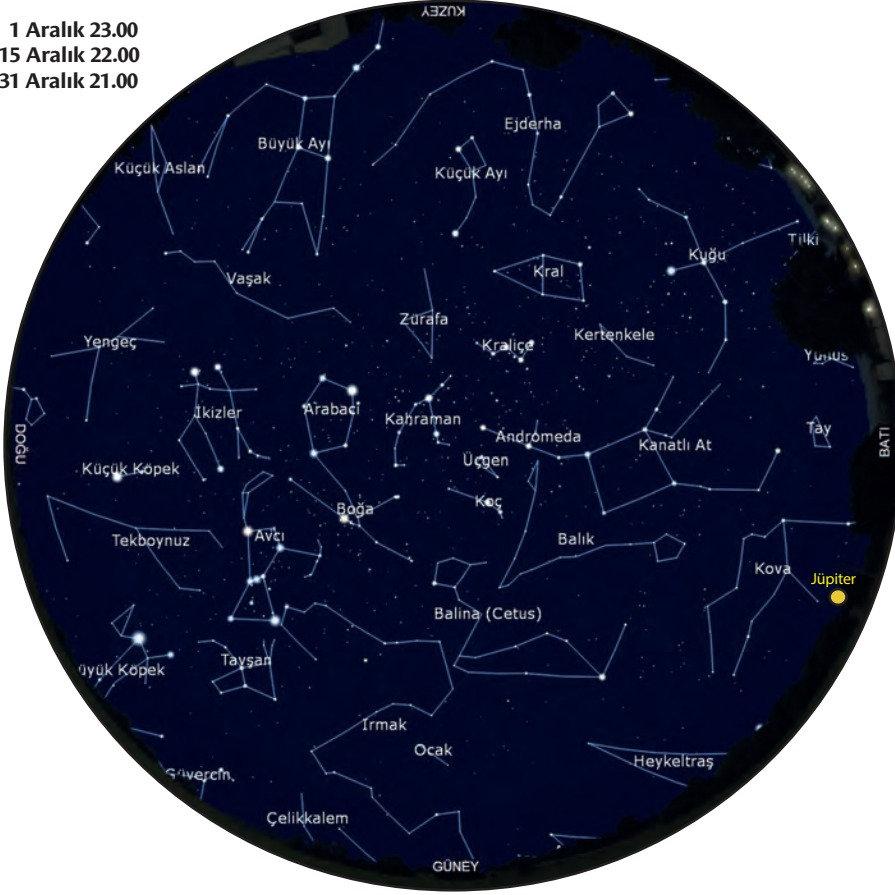
<http://solar-center.stanford.edu/SID/activities/GreenSun.html>

Ayın Önemli Gök Olayları

- 04 Aralık** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (356.800 km)
- 07 Aralık** Ay, Jüpiter ve Venüs gün batımından sonra batıda birbirlerine yakın görünümde
- 09 Aralık** Ay ve Jüpiter birbirlerine yakın görünümde
- 18 Aralık** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (406.300 km)
- 21 Aralık** Kış gün dönümü (en uzun gece, en kısa gündüz)
- 29 Aralık** Merkür ve Venüs gün batımından sonra batıda birbirlerine yakın görünümde
- 31 Aralık** Ay ve Mars gün doğumundan önce doğuda birbirlerine yakın görünümde



1 Aralık 23.00
15 Aralık 22.00
31 Aralık 21.00



Gezegenler

Merkür: Geçtiğimiz ay sonu Güneş'in doğusuna geçen gezegenin gün batımında gözlenebilmesi için ayın son haftasını beklemek gerekiyor. Parlaklığı uygun olan gezegen yine de ufuktan fazla yükselemeyecek. Bu yüzden gözlenebilmesi için temiz bir gökyüzü ve yüksek bir gözlem yeri gerekiyor.

Venüs: Yılın son ayında, ulaşabileceği en yüksek parlaklıkta gökyüzünde âdeta bir pırlanta gibi ışıltıyor. Gün batımından sonra batı gökyüzünün hâkim gezegeni Venüs, ayın ortasından sonra gökyüzünde yavaş yavaş Güneş'e doğru yaklaşmaya başlıyor. Güçlü teleskopları ve kameraları olan amatör gökbilimciler 11 Aralık akşamı aynı karede Venüs ve Plüton'u görüntülemeye çalışabilirler.

Mars: Terazî (Libra) Takımyıldızı'na geçen gezegen gün doğumundan önce bir saat kadar doğuda gözlenebilir. Parlaklığı hafifçe artan gezegen günler ilerledikçe Güneş'ten ayrılığını artırsa da ufuktan fazla yükselemeyecek ve ayın sonuna doğru gözlem süresi bir saatin üzerine çıkacak.

Jüpiter: Ayın ilk günlerinde gün batımında güneyde olan gezegen günler geçtikçe batıya doğru ilerliyor ve gözlem süresi kısalıyor. 9 Aralık akşamı Ay ile yakın görülecek. Parlaklığı geçtiğimiz aya göre biraz azalmış olsa da gecenin en parlak gezegeni olmaya devam edecek. Ayın son haftasında gözlem süresi gün batımından sonra dört saate inmiş olacak.

Satürn: Yılın son ayına girildiğinde gezegenin gözlem süresi dört saat civarına düşmüş durumda. Ayın ilk haftası gün batımında güneyde bulunan gezegen günler ilerledikçe gökyüzünde Güneş'e doğru yaklaşmaya devam edecek. Parlaklığı biraz daha azalmış olan gezegen ayın son haftasına girildiğinde yaklaşık iki saat gökyüzünde kalacak.

Düşünme Kulesi

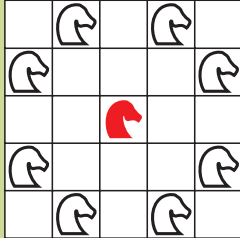
Ferhat Çalapkulu [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr]

Ayın Oyunu: At Hamlesiz Sudoku

At Hamlesiz Sudoku Oyununun Kuralları

Her bir satırda, sütunda ve kalın çizgilerle belirlenmiş her 2x3'lük bölgede 1'den 6'ya tüm rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Aynı rakamlar birbirlerini at hamlesi ile tehdit edemez.



		2	6		
5					2
		3	1		
2					1
1					4

		1	5		
		4	1		
		6	3		
6					1

		6	1	2	4
3					1

4					1
		5	3		
		2	6		

At Hamlesiz Sudoku- Örnek Çözüm

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

Ödüllü soru

▼ At Hamlesiz Sudoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Dr. Ecco'nun Şaşırtıcı Serüvenleri* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü İşlemsiz Kendoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

4					5
	3			2	
1					6

Ok doğrultusunda içeriği yazın. Örnek çözümün ilk satırı 625341 şeklinde yazılmalıdır.

Vajilin: Bazı hücreler karalanacak ve kalan tüm hücrelerden, kendisini kesmeyen tek bir kapalı yol geçirilecektir. Diyagramdaki rakamlar ilgili doğrultuda kaç hücre karalanacağını göstermektedir. Karalanmış hücreler birbirine kenardan değemez. Rakam bulunan hücrelerden yol geçemez.

		1▶					
					0▶		
				1◀		1◀	0▼
	1▲	0▼					
		1◀	1▲			1▲	1◀
		0▶			2▲		

0▼					0▶		
		1▼					
		2▶					1▶
		0▶			0▶		
0▶				0▼			
							0▶
			1▼				
	1▲						1▲
							0▶
		0◀					
0▶							1▲

Vajilin
Örnek Çözüm

0▶							1▼

İşlem Karesi: 1'den 9'a rakamları sadece birer kez kullanarak diyagram dışında verilen eşitlikleri sağlayın. Matematiksel işlem öncelikleri geçerlidir. Örneğin $3+1 \times 5=8$ olmalıdır.

	+		+		=	20
+		x		x		
	x		+		=	21
+		/		x		
	x		+		=	19
=		=		=		
19		20		21		

	x		/		=	2
+		+		+		
	x		+		=	21
-		+		+		
	x		+		=	22
=		=		=		
0		19		20		

İşlem Karesi
Örnek Çözüm

6	+	7	-	2	=	11
/		+		/		
3	x	8	x	1	=	24
+		+		+		
4	+	9	x	5	=	49
=		=		=		
6		24		7		

Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

	4		5	
1				
6			2	
4				3

8	1	2	4	3	5
8	5	1	2	4	3
3	5	1	2	4	
4	3	5	1	2	
8	2	4	3	5	1

10	3	4	2	5	1
10	5	3	1	2	4
4	10	5	3	2	
1	2	3	4	5	
10	2	5	4	1	3

Ödüllü Soru:
İşlemsiz Kendoku

	4				
2					
	2		3	3	
2				3	
				8	

İşlemsiz Kendoku

Adalar

Giriş-Çıkış

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Bir Etüt ve Problem Kurgucusu Olarak Paul Keres

Birçok büyük satranç oyuncusu gibi Estonyalı GM Paul Keres (1916-1975)'in de yeteneği çocuk yaşta ortaya çıktı. Daha 4 yaşındayken satranç oynamayı öğrendi ve 10'lu yaşlarında Estonya şampiyonu oldu. Arkasından üst üste uluslararası başarılar kazandı. 1938 yılındaki efsanevi AVRO turnuvasında birinci olunca kendini dünya şampiyonu büyük Aleksandr Alehin'i unvan maçına davet edecek kadar güçlü gördü. Ancak Alehin ile yapılan görüşmeler sonuçsuz kaldı. Derken 1939'da İkinci Dünya Savaşı çıktı sonra da Alehin 1946 yılında öldü. Kötü talih ömrü boyunca Keres'i rahat bırakmadı: Sonraki yıllarda dünya satranç şampiyonu ile karşılaşacak oyuncuyu belirlemek üzere yapılan Adaylar

turnuvalarının dördünde ikinci oldu. Dolayısıyla asla bir şampiyonluk maçı yapamadı. Bu nedenle, Paul Keres birçok otoriteye göre dünya satranç şampiyonu olamamış en kuvvetli oyuncudur ve "İkinci Paul", "Ebedi İkinci" gibi lakaplarla anılır.

Keres İkinci Dünya Savaşı'nda Estonya'nın Sovyetler Birliği tarafından işgal edilmesinden sonra gönülsüzce de olsa artık bir Sovyet vatandaşıydı. Yeni ülkesini defalarca Satranç olimpiyatlarında başarıyla temsil etti, üç kez Sovyetler Birliği şampiyonu oldu. Katıldığı uluslararası turnuvalarda da birçok kez birinci oldu.

Büyük yeteneğine rağmen Keres neden dünya satranç şampiyonu olamamıştı? Bu büyük oyuncunun

yalnızca yüzü değil, huyu da melek gibiydi: Her zaman nazik, güler yüzlü ve arkadaş canlısı tavırlarıyla satranç dünyasının en sevilen kişilerinden biriydi. Onun çağdaşı olan bir başka büyük oyuncu GM Samuel Reshevsky'ye göre hatta "biraz fazla" nazikti. Yine onun sözleriyle, "Her şeye olduğu gibi satranca da felsefi açıdan yaklaşıyordu ve öldürme içgüdüsünden yoksundu.". İşte belki biraz da bu yüzden Keres o son kritik adımı atmakta yetersiz kalıyordu. Kötü talihinin ve yaşadığı dönemin onun aleyhine olan siyasi koşullarının da etkisiyle bir türlü zirveye çıkamadı.

Keres oyunun her safhasını (açılış, oyun ortası ve oyun sonu) mükemmel oynayan bir oyuncuydu. Özellikle gençlik döneminde atak oyun tarzını benimsemişti, stili "gösterişli ve maceraperest" olarak tanımlanıyordu. Kariyerinin

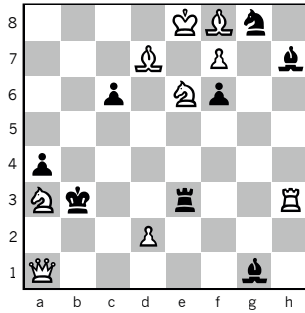
sonraki aşamalarında ise pozisyonel bir anlayışa yöneldi.

Bu büyük oyuncu 1975 yılında, bir turnuva dönüşünde, Helsinki'de kalp krizinden öldü. Estonya'nın başkenti Tallinn'de yapılan cenaze törenine on binlerce kişi katıldı.

Biz Keres'in çok bilinmeyen problemci ve etütçü yönü üzerinde duracağız. Belki onun bu özelliği Richard Reti, Jan Timman veya Pal Benko gibi bazı çok iyi oyuncu-etütçülerde olduğu kadar öne çıkmadı. Ama ardında bıraktığı 200 problem ve 30 kadar etüde baktığımızda, kurgu sanatında da son derece yetenekli olduğu gözden kaçmaz. Hatta 1957 yılından itibaren FIDE Uluslararası Kompozisyon Hakemliği unvanına sahip olduğu da kaynaklarda belirtiliyor. İlk örneğimiz iki hamlelik bir problem (Diyagram 1):

Diyagram 1

Schackvarlden, 1934
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Kh4! (Tehdit 2. Kb4#)

Anahtar hamle e3'teki kaleyi açmazdan çıkarması ve siyaha şah çekme fırsatı

vermesi yönünden ilginç.

a)1...Fe4 2. Ad4# (2. Ac5+? Şb4!);

b)1...Ae7 2. Ac5# (Ad4+? Şb4!);

c) 1...Ke4 2. Vb1#;

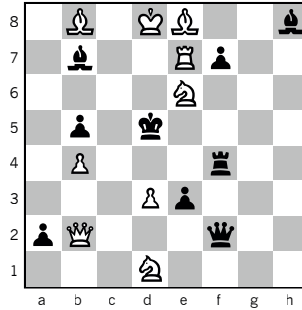
d)1... Kxe6+ 2. Fxe6#;

e)1...c5 2. Fxa4#.

Değişik unsurlar içeren bir problem: Siyahın "a" ve "b" varyantlarındaki savunmaları beyazın atını açmazdan çıkarıyor ama beyaz bunlara farklı yanıtlar vermek zorunda. Problem terminolojisinde "duallerin ayrıştırılması" (*dual seperation*) denen bir motif. Ayrıca 1...Fe4 ve 1...Ke4 hamleleri d4 karesi üzerinde "Grimshaw kesişimi" oluşturuyor.

Diyagram 2

Suomen Shakki, 1944
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Ad4! (Tehdit 2. Kd7#)

At, d4 karesi üzerine oynanarak h8'deki siyah fil ve f4'teki siyah kaleyi birbirlerinin yolunu kesmeye zorluyor: Novotny kesişimi.

a)1...Fxd4 2. Vb3#;

b)1...Kxd4 2. Ac3#;

Hepsi bu değil! Şimdi de aynı ve kalenin f6 karesi üzerinde

birbirlerinin yolunu kesişine tanık olacağız, yani bir de Grimshaw kesişimi var:

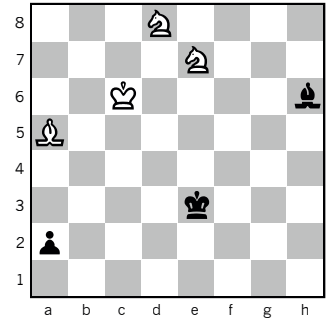
c)1...Ff6 2. Fxf7#;

d)1...Fe5/Kf6 2. Kxe5#.

Keres'in iki etüdüyle devam ediyoruz.

Diyagram 3

Shakmaty v SSSR, 1946



Beyaz oynar ve kazanır.

Eğer vezir çıkmak üzere olan a2 piyonu olmasaydı beyaz oyunu kolayca kazanabilirdi. Ama bu bir etüt, siyah beraberliği kurtarmak için çeşitli zorluklar çıkarıyor.

Çözüm:

1. Ad5+

1. Fc3? 2 Şd3 2. Fh8 Şc2 3. Ad5 Fd2 4. Ae6 Şb1=

1... Şd3

1...Şd4 2. Fc3+ Şd3 3. Fh8 Şc2 4. Ae6 Fd2 5. Ad4+ Şb1 6. Ab3 Fc1 (6...Şc2 7. Axd2 Şxd2 8. Ab4) 7. Ac3+

2. Ab4+ Şc3 3. Axa2+ Şb3 4. Ab4 Şa4 5. Ab7

5. Şb6? 2 Fe3+ 6. Şa6 Fd2 7. Adc6 Fe1 8. Şb6 Ff2+ 9. Şc7 Fe1 10. Şd6 Şb5=

5...Fd2 6. Ac2

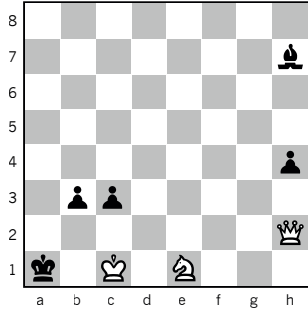
6. Şc5 2 Fe1 7. Şc4 Fxb4 8. Fxb4 Pat

6... Fxa5 7. Ac5#

Beklenmedik bir mat pozisyonu!

Diyagram 4

Magyar Sakkvilag, 1936



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. Ac2+ Ka2

1... Fxc2 2. Vb8 Fb1 3. Vxb3
Fa2 4. Vxc3#; 1...bxc2 2. Vxh4

2. Ab4+ Ka1

2... Ka3 3. Ad3 Fxd3 4. Vd6+
Ka2 5. Vd5

3. Va2+!! bxa2 4. Ac6 h3 5. Ad4 h2 6. Ab3#

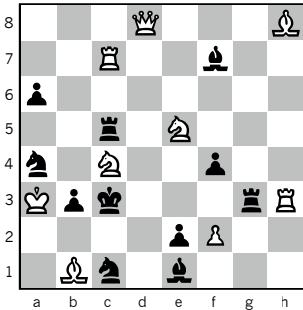
Ayın Soruları

Bu sayıdaki "Ayın soruları"
Keres'in bir problem ve bir
etüdü. Kolay gelsin!

Diyagram 5

Schackvarlden, 1935

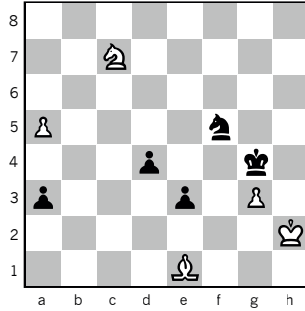
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve iki hamlede
mat eder.

Diyagram 6

Deutsche Schachblätter, 1939



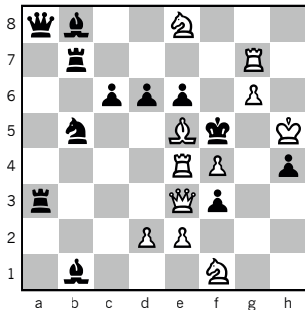
Beyaz oynar ve berabere
kalır.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümü

Geçen ay sizlere 2021
Dokuzuncu FIDE Dünya
Kompozisyon Kupası'nda
ödül almış iki problem
sormuştuk. İşte çözümleri:

Diyagram 7

Leonid Yarosh
Birinci Övgü



Beyaz oynar ve üç hamlede
mat eder.

Çözüm:

1. Kd4! (Tehdit 2. Vd3+
Kxd3 3. e4#, 2...Fxd3 3.
Ae3#)



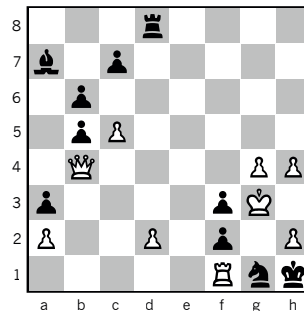
Paul Keres

a) 1...fxe2 2. d3! Fxd3 3.
Vh3#, 2...Kxd3 3. Ve4#;
b) 1...Axd4 2. Kc7! Kxc7
3. Ad6#, 2...Fxc7 3. Ag7#;
c) 1...d5 2. Fc7! Fxc7 3.
Kf7#, 2...Kxc7 3. Ve5#;
d) 1...dxe5 2. Ac7! Fxc7 3.
Kf7#, 2...Kxc7 3. Vxe5#.

Bu problemde Novotny
kesişimi toplamda beş kez
gösterilmiş; 2. Vd3+ (tehdit
varyantı), 2. d3, 2. Kc7, 2.
Fc7 ve 2. Ac7 hamleleri
ile beyaz siyah fil ve
kaleyi birbirlerinin yolunu
kesmeye zorluyor.

Diyagram 8

Sergey Abramenko
Birinci Övgü



Beyaz oynar ve dört
hamlede mat eder.

Çözüm.

1.c6! (Tehdit: 2.V:a3! Kf8
3.V:f8 ~ 4.V:f3#, 2...Kd3
3.V:d3 ~ 4.V:f3#)

a) 1...Kd7 2.Vb3! Kf7
3.V:f7 ~ 4.V:f3#, 2...Kd3
3.V:d3 ~ 4.V:f3#

b) 1...Kd6 2.Vc3! Kf6
3.V:f6 ~ 4.V:f3#, 2...Kd3
3.V:d3 ~ 4.V:f3#

c) 1...Kd3 2.Ve4! Kb3
3.a:b3 ~ 4.V:f3#, 2...Kc3
3.d:c3 ~ 4.V:f3#

d) 1...Kg8 2.Vf4! Kf8
3.V:f8 ~ 4.V:f3#, 2...K:g4+
3.V:g4 ~ 4.V:f3#

Vezir, kaleyle yaptığı
düelloyu her seferinde
kazanıyor!



Ayın Sorusu

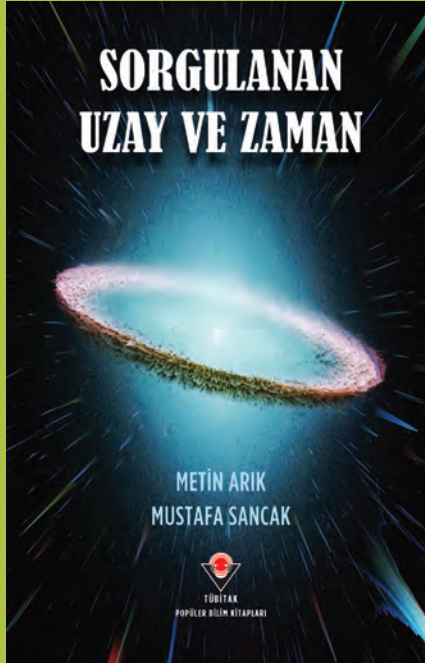
Prof. Dr. Azer Kerimov [bteknik@tubitak.gov.tr]

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:

Sorgulanan Uzay ve Zaman



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).

Fındık Toplama Oyunu



(Matematik)

Cüceler çiftliklerini ziyarete gelen Keloğlan'ı bir oyun oynamak üzere avluya davet ediyorlar. Başlangıçta avluda bulunan N sayıda cücenin birinde 1 tane, birinde 2 tane, . . . , birinde $N-1$ tane, sonuncusunda da N tane fındık bulunuyor.

Oyunun kurallarına göre Keloğlan birkaç (en az iki) cüce seçip bu cücelerin tüm fındıklarını onlardan alıyor ve fındıklarını Keloğlan'a veren bu cüceler avluyu terk ediyorlar. Keloğlan'ın oyunun başlangıcında cücelerden aldığı fındıklar oyunun sonuna kadar onda kalıyor.

Oyunun devamında Keloğlan avluda kalan cücelerin tüm fındıklarını onlardan alıp yine avluda bulunan bu cücelerin arasında eşit olacak şekilde yeniden dağıtmaya çalışıyor. Keloğlan'ın bu oyunu kazanması için bu eşit dağıtımı yapabilmesi ve sonrasında cücelerden aldığı toplam fındık sayısı ile avludaki her bir cücenin fındık sayısının eşit olması gerekiyor.

Bu oyun N sayısının 33, 34, . . . , 99 değerleri için birer kez oynanıyor.

Keloğlan'ın bu oyunu kazanabileceği tüm N değerlerini bulunuz. Kalan N değerleri için Keloğlan'ın bu oyunu neden kazanamayacağını açıklayınız.

Zekâ Oyunları

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

GÖZ ALDANMASI

Ortadaki çerçevede renk farklılıkları varmış gibi görülüyor. Oysa çerçevenin her bölümü aynı renkten oluşuyor.



ÜÇ SAYI

Zekâ oyunlarını çok seven Arda, Berk ve Can internette mesajlaşmaktadırlar.

Arda şunları yazar:

- Tek basamaklı üç farklı sayı tuttum. Bu üç sayının çarpımından toplamlarını çıkarıp sonucu Berk'e iletiyorum. Bakalım sayıları bulabilecek mi?

Berk bir süre sonra,

- Bu sayıları bulamıyorum. Bir ipucu ver. Örneğin en küçük iki sayının toplamını iletir misin?
- O zaman Can da bulabilir.

Bunun üzerine Can,

- Ben sayıları buldum.

Bu sayıları siz de bulabilir misiniz?

ÜÇ AİLE

Üç aile piknik yapmak üzere bir araya gelirler. Ailelerin çocuk sayılarının ortalaması ve her çocuğun sahip olduğu kardeş sayılarının ortalaması 6'ya eşittir. Aileler arasında bir akrabalık olmadığına göre her ailedeki çocuk sayısını bulunuz.

YILDIZLAR VE BEŞGEN

Beş adet yıldız kullanarak düzgün bir beşgen elde edebilir misiniz?



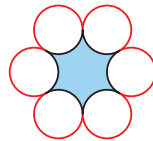
DÖRT YARIŞMACI

Üç yarışmacı bir yarışma sonunda elde edecekleri puanlara göre sıralanacaktır. Aynı puana sahip olan yarışmacılar o sırayı birlikte paylaşmış olacaktırlar. Buna göre yarışmacıların sıralamaları 13 farklı biçimde gerçekleşebilir.

	Birinci	İkinci	Üçüncü
1	A	B	C
2	A	C	B
3	B	A	C
4	B	C	A
5	C	A	B
6	C	B	A
7	A	B,C	
8	B	A,C	
9	C	A,B	
10	A,B	C	
11	A,C	B	
12	B,C	A	
13	A,B,C		

Dört yarışmacının katılacağı bir yarışmada kaç farklı sıralama gerçekleşebilir?

ALTI DAİRE



Yarıçapları 1 birim olan altı daire şekilde görüldüğü gibi yerleştirilmiştir. Ortalarında oluşan mavi bölgenin alanını hesaplayınız.

FUTBOLCU

FOTOĞRAFLARI

1'den 11'e kadar forma numarasına sahip 11 futbolcu arasından 5'i seçilerek bir fotoğraf çekimi yapılacaktır. Fotoğrafta her futbolcunun solundaki futbolcudan daha büyük bir forma numarasına sahip olması istendiğine göre bu fotoğraf kaç farklı biçimde çekilebilir?

Örnek:

1-5-8-9-10 veya 2-5-7-10-11

ÇİÇEKLER

Tablodaki her çiçek bir sayıya karşılık gelmektedir. En alttaki kutular üstlerinde bulunan iki kutunun toplamına eşittir. Benzer biçimde en sağdaki kutular soldaki kutuların toplamına eşittir.

Her çiçeğin hangi sayıya karşılık geldiğini bulunuz.



ON BİR KART

1'den 11'e kadar olan sayıların yazıldığı kartları yan yana getirerek öyle dört sayı oluşturun ki, bu sayıların toplamları en az olsun.

-Kartlar döndürülemez

-Oluşturulabilecek 4 sayı için bir örnek:

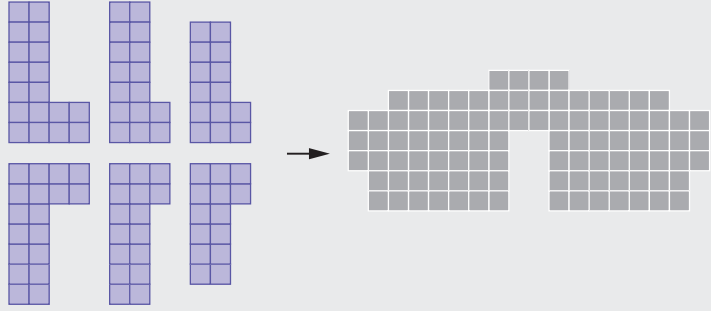
41, 115, 6109, 7328



ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz.

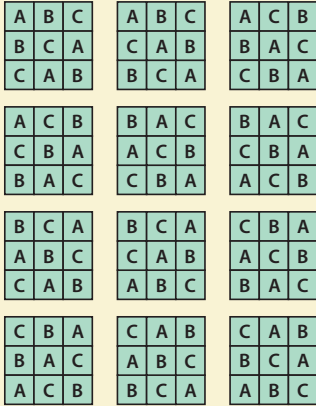
Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

HARF KUTUSU

12



BANDO

Bando 36 metre uzunluğundadır.

Bando Berk'i geçtiğinde ikisi de altışar metre yürümüştür. Arda bando kendisini geçene kadar 3 metre daha yürüyecektir. Arda bu 3 metreyi yürürken, bandonun sonu 15 (6+9) metrelik bir ilerleme kaydedecektir. Demek ki bandonun hızı Arda'nın ve Berk'in hızının 5 katıdır.

O halde Berk 6 metre yürüdüğünde bandonun önü 30 metre ilerlemiştir. Buna Arda'nın yürüdüğü 6 metre de eklendiğinde bandonun uzunluğu 36 metre olarak bulunur.

ON SEKİZ TOP

7/108

Üçünün de kırmızı çıkma olasılığı olan 5/27 kırmızı topların kutulara aşağıdaki biçimde yerleştirilmesiyle elde edilebilir:

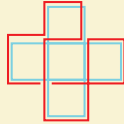
$$\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{5}{12} = \frac{5}{27}$$

Böylece mavi topların kutulara nasıl yerleştirildiği ve üçünün de mavi çıkma olasılığı bulunur.

$$\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{7}{12} = \frac{7}{108}$$

ÇİZİM

Olası çözümlerden biri:



İKİ DİKDÖRTGEN

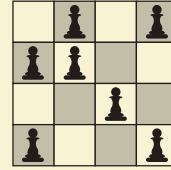
Dikdörtgenlerden birinin boyutları 2 ve 10 birim, diğzerinin ise 4 ve 6 birimdir. Toplam alanları ise 44 birim karedir.

PIYONLAR

N en az 7 olabilir.

6 (ya daha az) piyon nasıl yerleştirilirse yerleştirilsin, tahtada hiç piyon kalmayacak biçimde iki sıra ve iki sütun seçilebilir.

7 piyonluk bir çözüm örneği:



SORU İŞARETİ

A gelecek. Bir meyvenin son iki harfi, takip eden meyvenin ilk iki harfini oluşturuyor.

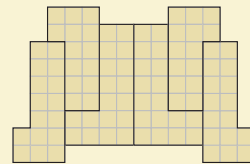
ELMA, MANDALİNA, NAR, ARMUT

KİBRİT ÜÇGEN

135 kibrit kullanmak gerekir.

Çevresi 27 kibrit olduğuna göre tabanda 9 küçük üçgen bulunur. Tabandan tavana doğru üçgenlerin sayısı 9+8+7+...+2+1=45'dir. 45 üçgende üçer kibritten toplam 135 kibrit kullanılır.

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Çocuğun Dünyasında Bilim - Anlamlı Öğrenme İçin Etkinlikler

Olga S. Jarrett
Çeviri: Mızrap Bulunuz

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2017 (2. Basım)



Bu kitap, bilimin penceresini öğrencilerine aralamak isteyen öğretmenlere ve çocuklarının eğitimiyle yakından ilgilenen anne-babalara sesleniyor. Gücünü çocuğun kendi dünyasından

alan bu eser, düşünce izleği, görüş ve önerileriyle, pek çok pahalı ders kitabı ve ithal eğitim malzemesine göre çocuklara daha ucuz ve ileri düzeyde etkin ve verimli çalışma seçenekleri sunuyor. Çocuklara çevrelerindeki kaynaklara odaklanıp duyu organlarını kullanarak bir yandan dikkatli ve sistematik gözlemin nasıl gerçekleştirilmesi, bu gözleme dair verilerin nasıl toplanması, sınıflandırılması ve kayıt altına alınmasını anlatırken diğer yandan veriler arasındaki ilişkilerin nasıl kurulması ve sistematik olarak bir problemin nasıl çözülmesi gerektiğini açıklıyor. Sınıfta öğrenme istasyonları kurma ve kullanma, uzun dönemli projeler yapma, sınıf içi doğal koleksiyonlar, küçük canlılar ve bilim-teknoloji müzesi oluşturma, buluş, teknoloji, icat ve tasarım yapma, gerçek yaşamla ilgili problem çözme stratejileri oluşturma, sınıf gazetesi, kitapçık ve bülten çıkarma ve benzeri konularda da yaşanmış örnekler ve fikirler sunuyor.

Sorgulanan Uzay ve Zaman

Metin Arık, Mustafa Sancak

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2020 (1. Basım)

Bu kitapta konunun uzmanları uzayı yalnızca anlatmıyor, anlattıklarını sorguluyor. Sorgulananlar sadece anlattıkları da değil. Bu zamana kadar yazılmış pek çok popüler bilim kitabında anlatılanlar da bu kitapta sorgulanıyor. Şimdiye kadar hiçbir popüler bilim kitabında net olarak cevap verilemeyen bir soruya özellikle ağırlık veriliyor: Göremediğimiz bir başka uzay var mı?



Dr. Ecco'nun Şaşırtıcı Serüvenleri

Dennis Shasha
Çeviri: Deniz Yurtören

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2019 (19. Basım)

Elinizdeki kitabın kahramanı olan matematik dedektifi Dr. Ecco'nun bilmece çözmek gibi sıra dışı bir uğraşı var. Genellikle sezgilerinden ve tümevarım yönteminden yararlanan Dr. Ecco, kendisine birçok kişi tarafından getirilen bilmecelerin kolaylıkla üstesinden geliyor. Bilgisayar ve matematik alanlarında rastlanan bilmecelere yer veren bu kitap, okura problemlerle uğraşmanın çekiciliğini hatırlatıyor.

