

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Temmuz 2023 Yıl 56 Sayı 668 - 11 TL

Biyokütle üretimi ve BİYOYAKITLAR

Yeşil Metaller

Dijital Vatandaşlık

Kozmik Artalan Nötrinoları



POSTER
Alerji

“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır.”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 56 Sayı 668
Temmuz 2023

İmtiyaz Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör

Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu

Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Evren Mutlugün
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
Ayşe Dilara Cumhur

Mobil Uygulama

Selim Özden

Mali ve İdari Hizmetler

M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri

TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Bilim ve Toplum Başkanlığı
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri

abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı

Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

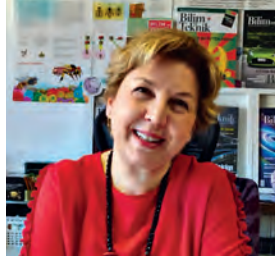
Baskı Tarihi 19.06.2023

Dağıtım TurkuvaZ Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

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

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL

Her ayın 1'inde çıkar.



Hızla artan dünya nüfusu ve teknolojik gelişmelerle birlikte enerji talebi de giderek artıyor. Gelecekte insanlığın ihtiyaç duyduğu enerjinin sağlanabilmesi için çeşitli temiz, çevre dostu ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının gerekli olduğu herkesçe biliniyor. Küresel iklim değişikliğinin önüne geçilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik tedbirler kapsamında geliştirilen stratejiler ve uygulanan politikaların önemli öğelerinden birisi de biyoyakıtlar. Biyokütle hammaddelerinin üretim planlaması, yetiştirme stratejisi, hasat ve biyoyakıt dönüştürme teknolojileri gibi pek çok üretim ve hazırlama aşamasını iyileştirmek için yapılacak çalışmaların ekonomik bakımdan sürdürülebilir olması biyoyakıt teknolojilerinin belirlenmesinde önemli rol oynayacak gibi duruyor. Tuncay Baydemir, “Umudumuz Biyoyakıtlarda mı?” başlıklı yazısında biyokütle üretimini, biyoyakıt teknolojilerini ve kullanım alanlarını detaylı bir şekilde ele alıyor.

“Yeşil Metaller” başlıklı yazısında Nuray Karapınar, daha akıllı, ileri ve temiz teknolojilerin geliştirilmesi için özellikle yüksek teknoloji metallerinin kullanımına ihtiyaç duyulduğunu vurgulayarak yeşil metallerin uygulama alanlarını anlatıyor. Mahir Ocak, Büyük Patlama’yı daha iyi anlamak için gerçekleştirilen kozmik artalan nötrinolarını tespit etme çalışmalarından bahsediyor. Bir diğer yazısında da NASA DART görevi sonrasında elde edilen bulguları özetliyor. Rıdvan Ata da yazısında dijital vatandaşlık kavramına her açıdan değinerek bizleri bu konuda bilgilendiriyor. Bu ayki posterimizde çoğumuzun ilkbahar ve yaz aylarında muzdarip olduğu “Alerji” konusuna yer veriyoruz.

“Kuraklıklar Toplu Ağaç Ölümlerine Neden Olabilir”, “Bilim İnsanları Ölümünden Sonra İnsan Retinalarını Canlandırıyor”, “Tekrarlayan Bakteriyel Enfeksiyonları Önleyebilecek Antibiyotik Adayı” başlıklı yazılarımızı ve farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Matematik Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizdeki içerikleri de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilir, “TÜBİTAK Yayınlar” mobil uygulamasını da indirebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz. Herkesin Kurban Bayramı ve 15 Temmuz Demokrasi ve Milli Birlik Günü kutlu olsun.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

14

Umudumuz Biyoyakıtlarda mı?

Tuncay Baydemir

Küresel iklim değişikliğinin önüne geçilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik tedbirler kapsamında geliştirilen stratejiler ve uygulanan politikaların önemli öğelerinden birisi de biyoyakıtlardır.



34

Yeşil Metaller: Yeşil Bir Gelecek İçin Yüksek Teknoloji Metalleri

Nuray Karapınar

Daha akıllı ve temiz teknolojilerin, ileri teknoloji ürünlerinin ve mühendislik sistemlerinin geliştirilmesi için özellikle yüksek teknoloji metallerinin yani yeşil metallerin kullanımına ihtiyaç duyuluyor.

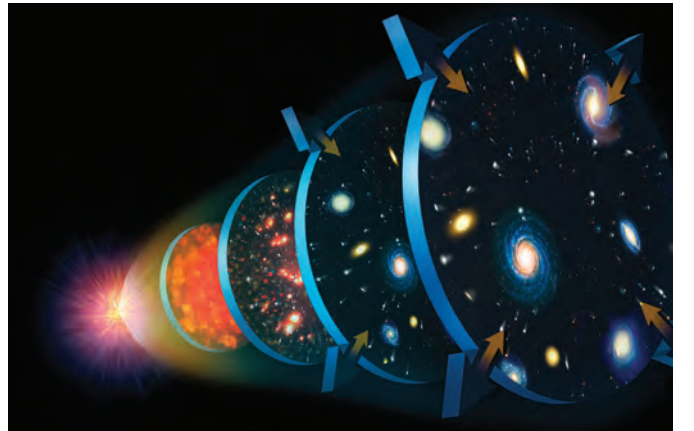


48

Kozmik Artalan Nötrinoları

Mahir E. Ocak

Kuramsal tahminler evrenin Büyük Patlama'dan arta kalmış nötrinolarla dolu olduğunu gösteriyor. Bugüne kadar bu nötrinoları gözlemlemek mümkün olmadı. Ancak Büyük Patlama'nın doğasını daha iyi anlamaya çalışan araştırmacılar, kozmik artalan nötrinolarını tespit etmek için çalışmaya devam ediyor.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

32

Bilim Çizgi

Sismoloji

Sinançan Kara

44

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

56

Tekrarlayan Bakteriyel

Enfeksiyonları

Önleyebilecek

Antibiyotik Adayı

İlay Çelik Sezer

58

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

60

NASA DART

Görevinin Sonuçları

Mahir E. Ocak

DART görevi sonrasında toplanan verilerin sonuçları, hem daha önceleri yapılan kuramsal tahminleri doğruluyor hem de gelecekte Dünya'yı

tehlikeli gök taşlarından korumak için yapılması muhtemel görevler için yararlı bilgiler sağlıyor.

64

Dijital Vatandaşlık

Ne, Neden ve Nasıl?

Rıdvan Ata

Dijital vatandaşlar olarak hem haklarımız hem de yükümlülüklerimiz var ve bu nedenle dijital vatandaşlık kavramı hakkında daha fazla bilgi edinmemiz çok önemli. Bununla birlikte, modern çağa uyum sağlamak için vatandaşlık kavramının günlük yaşamla ilişkisinin dijital teknolojiler aracılığıyla nasıl geliştiğini de doğru anlamak gerekir.

74

Bilim İnsanları

Ölümünden Sonra

İnsan Retinalarını

Canlandırıyor

Özlem Ak

76

Kuraklıklar Toplu

Ağaç

Ölümlerine

Neden Olabilir

İlay Çelik Sezer

78

Bilim Tarihinden

Notlar:

Işığın Dalga Modeli

Hüseyin Gazi Topdemir

82

Doğa - Fauna

Menekşe Sırtlı Sığırcık

Bülent Gözcelioğlu

84

Gökyüzü:

Gökyüzünde Bir Rehber:

Büyük Ayı ve Kepçesi

Faruk Soyduğan

88

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

90

Satranç

Kıvanç Çefle

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Ayın Sorusu

(Matematik)

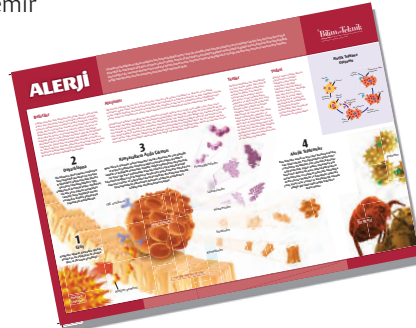
Azer Kerimov

EK-POSTER

Alerji

Özlem Kılıç Ekici

Hüseyin Diker



Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.

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



TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları internet sitesi yenilendi!



<https://yayinlar.tubitak.gov.tr/> adresi üzerinden; dergilerimizin hem yeni hem de geçmiş sayılarını satın alabilir, ayrıca dergilerimize kolayca abone olabilirsiniz.



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 köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

Bilim ve Teknik Temmuz 2023

“Dört gözle beklediğim dergi”



Merhaba,

Merhaba,
Gıda Mühendisliği bölümü mezunu birisi olarak “Gıda Güvenliği” kapaklı derginizi okuyunca hem mezun olduğum bölümle alakalı oluşundan hem de içeriğinin çok teşvik edici olmasından dolayı dergiyi hayran kaldım. *Bilim ve Teknik* dergisini hep çok sevmişimdir. Sahaflarda ve kitabevlerinde bazen göz atardım ama düzenli olarak alıp takip etmemiştim hiç. Ta ki bir arkadaşım bana sürpriz yaparak abonelik başlatmasına kadar. Gerçekten minnettarım hem beni abone yapan arkadaşuma hem de böyle güzel bilimsel ve teknolojik gelişmeleri, zengin bilgileri bizimle paylaştığınız için size. *Bilim ve Teknik* dergisini her incelediğimde bilgiyle doluyorum, her ay dört gözle bekliyorum.

Bu güzel katkılarınız için çok teşekkür ediyorum. *Bilim ve Teknik* dergisi ile büyüyen nice nesiller olması dileğiyle...

Semanur Aslan

“İyi ki varsın Bilim ve Teknik”



Merhaba,

Bilimi sevmem ve ona sarılmam *Bilim ve Teknik* dergisi sayesinde oldu. Bu sevgi bundan tam 38 yıl önce, yani 1985 yılının ocak ayında derginizle tanışmamla başladı ve o gün bu gündür de devam ediyor. Her sayısını merakla bekliyorum. Artık bu dergi vazgeçilmezim oldu, iyi ki de öyle oldu. O günden bugüne kadar tüm sayılarınızı aldım ve en ince detayına kadar zevkle okudum, hatta tekrar tekrar okudum ve ömrüm oldukça da okumaya devam edeceğim. Neden mi? Çünkü bu benim dünyam ve bu dünyada sizler iyi ki varsınız.

Ahmet Alan

“Sonsuzluğu hissetmek”



Merhaba,

Ben hem dergi okuyarak hem dergi yapmaya çalışarak bilgi merakımı küçük yaşlardan itibaren gidermeye çalıştım. Sizinle tanışmak ise bütün öğrenmek istediklerimi bir arada bulmamı sağladı. Her sayfa beni sanki sonsuz bir yolculuğa götürüyor. Bilgilerin yalın paylaşımı ve onları gerekli örneklerle desteklemeniz öğrenmeyi oldukça zevkli hâle getiriyor. Bu merakımın sonucunda sağlık alanına olan ilgim daha da gelişti ve hemşire oldum. Bu yoldaki ilerlememin çoğunu size borçluyum.

Şimdi bir bebeğim olacak ve sizinle beraber büyümesi ve gelişmesi için elimden geleni yapacağım.

Her şey için teşekkür ediyorum, başarılarınız daim olsun.

Dilek Bozok Atmaca
Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Acil Hemşiresi Marmara Üniversitesi

“Yeni ufuklar açıyor”



Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisiyle tanışmam ilkokul yıllarıma dayanır. Mahallemizdeki Türkçe öğretmenim aracılığıyla hem hayatı hem de bilimin eğlenceli ve gerçek yüzünü tanıma imkânı buldum ama o yıllarda dergiyi alacak imkânım olmadığı için ancak fırsat buldukça okuyabiliyordum. Bu dergiyi şimdi herkese tavsiye ediyorum. Eski yeni demeyip okumaya öğrenmeye merakı olan herkese elimdeki sayıları ulaştırmaya çalışıyorum. En güzel tarafı insana sizin sayenizde yeni ufuklar açması. Elimden geldiği kadar her şey hakkında bilgi sahibi olmak için sürekli okuyor ve araştırıyorum, bunda emeği geçen başta sizlere ve herkese teşekkür ederim.

Çocuklarıma, etrafımdaki ve görev yaptığım yerdeki herkese sürekli söylediğim söz, “Okuyup araştırarak bileceksiniz!”. Bu nedenle teşekkürler *Bilim ve Teknik* ailesi, esenlikle kalınız.

Uğur Mehmet Erdoğan
Polis Memuru

“Her yeni sayıda farklı pencereler açıyor”



Merhaba,

Çizgisini bozmadan her yeni sayıda farklı pencereler açarak ufkumu genişleten bu eşsiz dergi ile geçirdiğim üniversite yıllarımı geride bıraktım. Şu an bir mühendis, daha önemlisi bir anneyim. *Bilim ve Teknik* dergisi artık evimize Meraklı Minik dergisi ile birlikte geliyor. Bu muhteşem çalışmaların arkasında ne denli güçlü ve deneyimli bir ekibin olduğunu tahmin edebiliyorum. Kucak dolusu selam ve sevgiler her birine... En değerli servet olan bilimle büyümenin verdiği sevinçli paylaşıyor, yeni sayıları büyük bir heyecan ve tutkuyla beklediğimi belirtmek istiyorum.

Böyle bir ailenin bir parçası olmayı dilerdim. Kim bilir! Belki bir gün...

Bilim ve Teknik okurları olarak yeni şeyler öğrenmenin verdiği mutluluğu seviyoruz çünkü biz gücümüzü bilimden alıyoruz.

Emine Bayram İnci
Mühendis

Haberler

Anadolu Parsı Türkiye’de Yeniden Görüntülendi



Ayşenur Okatan

Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği verilerine göre nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan Anadolu parısı, Türkiye’de de nadir olarak görülen bir tür. Anadolu parsını araştırma, izleme ve koruma faaliyetleri Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştiriliyor. Ülkemizde 1974 yılından bu yana nesli tükendiği düşünülen Anadolu parısı (*Panthera pardus*), Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü tarafından kurulan fotokapanlar aracılığıyla yeniden görüntülendi. Daha önceden de, 25 Ağustos 2019’da Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü tarafından, 2018 ve 2019 yıllarında ise Türk bilim insanları tarafından kurulan



Edwin Remsberg / Getty Images

fotokapanlar aracılığıyla yine gözlenmişti.

Son derece güçlü kaslara sahip olan Anadolu parısı, tüm leopar alt türleri arasındaki en büyük tür. Kütleleri 40 kg-90 kg arasında değişir. Buna rağmen çok çeviktirler. Ağaçlara kolayca tırmanabilir, 6 m uzağa ve 3 m yüksekliğe sıçrayabilirler. Türkiye’de genellikle yaban keçisi, yaban domuzu ve geyik gibi canlılarla beslenirler. Deniz seviyesinden 2.500 m yükseklikte, saklanacak bitki örtüsünün bulunduğu yerlerde ve seyrek ormanlık arazilerde yaşarlar. ■

Alzheimer’a Karşı Koruma Sağlayan Mutasyon



Mahir E. Ocak

Alzheimer hastalığının ortaya çıkmasının nedenlerinden biri, PSEN1 genindeki mutasyonlardır. Nesilden nesile kalıtım yoluyla aktarılan bu mutasyona sahip olan kişiler, kırklı yaşlarda Alzheimer belirtileri göstermeye başlar. 2019 yılında yayımlanan bir çalışmada, bir kadının PSEN1 geninde mutasyon

olmasına rağmen yetmişli yaşlara kadar sağlıklı kaldığı ve bu durumun nedeninin APOE genindeki bir mutasyon olduğu açıklanmıştı. Yakın zamanlarda kalıtsal Alzheimer’a karşı koruma sağlayan bir başka



Libre de droit / iStock

mutasyon daha tespit edildi. Dr. F. Lopera ve arkadaşlarının *Nature Medicine*'da yayımladıkları makalede RELN genindeki bir mutasyonun Alzheimer'a karşı koruma sağladığı açıklandı.

Alzheimer hastalarının beyinlerinde görülen belirtilerden biri tau düğümleridir. Tau proteinlerinin bir araya gelmesiyle oluşan bu yapılar, bilişsel faaliyetlerin bozulmasına yol açar. Alzheimer'a karşı koruma sağladığı tespit edilen mutasyonların her ikisi de tau düğümlerinin ortaya çıkmasına engel oluyor. Daha önceleri keşfedilen APOE mutasyonu beynin tamamında koruma sağlıyordu.



Yeni keşfedilen RELN mutasyonu ise beynin sadece belirli kısımlarında koruma sağlıyor. Ancak RELN mutasyonunun koruma sağladığı bölgelerin beynin bilişsel faaliyetler ile ilgili kısımları olması, hastalığın belirtilerinin ortaya çıkmasını geciktiriyor. Yeni mutasyonun keşfedildiği erkek hastanın 67 yaşına kadar sağlıklı olduğu belirtiliyor.

Keşfedilen mutasyonların hangi mekanizmalarla koruma sağladığının daha iyi anlaşılmasıyla Alzheimer'a karşı yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilebileceği düşünülüyor. ■

Nesneleri Düşürmeden Tutabilen Robot El

Özlem Ak

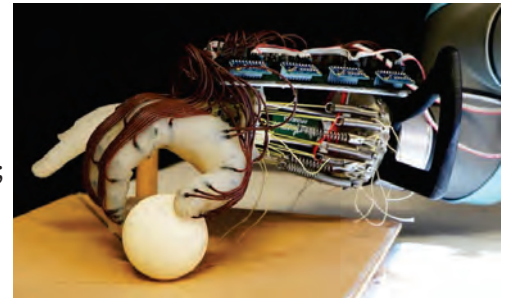
Birçok robotik kol nesneleri tutmakta başarılı olsa da nesne kaymaya başladığında robotun birçok parçasını aynı anda hareket ettirmesi ve nesnenin düşmesini engellemesi zor olabilir. University College London'dan bir grup

araştırmacı, bir nesnenin kaymasını yalnızca bilek hareketleriyle önleyebilen basit bir yumuşak robotik el yaptı. İnsan eline benzeyecek şekilde tasarlanan yumuşak robotik cihaz, basınç sensörleri ve yapay zekâ sayesinde bir nesneyi kavradıktan sonra düşmesini nasıl önleyeceğini öğreniyor. Bu robotik el, yaklaşık bir düzine nesneyi kavrayabiliyor ve nesneler kaymaya başladığında tutma pozisyonunu ayarlayabiliyor.

Araştırmacılar 3B baskılı plastik bir iskelet ve kalıplanmış yumuşak silikon malzeme kullanarak insan eline benzer bir el yaparak işe başladılar. İnsan cildinin basıncı hissetme şeklini taklit etmek için robotun avuç içine ve parmaklarına 32 adet esnek basınç sensörü eklendi. Son olarak, el, bileğinde bir motor bulunan hareketli bir kola bağlandı; bu da bileği cihazın hareket edebilen

tek parçası hâline getirdi. Tüm sensörler, ölçümlerin toplandığı bir bilgisayara bağlandı.

Araştırmacılar eli eğitmek için onu çeşitli nesnelere yaklaştırdılar, ardından yaylı parmakların nesnelerin etrafını çevrelemesini sağlayarak farklı bilek hareketleriyle onları kavrayıp aldılar. Bilim insanları başarılı ve başarısız tutuşlar için yapay zekâ yazılımını sensör ölçümleriyle eğitti. Yazılım, bir nesnenin kavrarken kaymaya başladığını fark etmeyi ve ardından bunu önlemek için çeşitli bilek hareketleri yapmayı öğrendi. Yapay zekâ tarafından kontrol edildiğinde, el bu ayarlamaları denemelerin yaklaşık %79'unda başarıyla yaptı. Parmaklar hareket etmeden bile binden fazla denemede elin şeftali, bilgisayar ve rulo gibi rastgele seçilen 14 ev



Cambridge Üniversitesi

eşyasından 11'ini güvenilir bir şekilde kavrayabildiği söyleniyor.

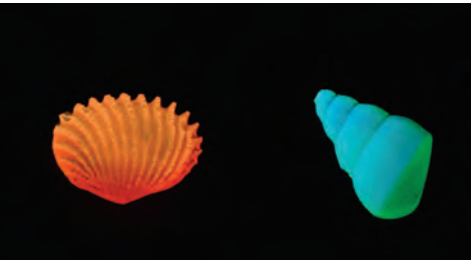
Robot el, insan elinin nesneleri kavradığı farklı yolları taklit etmek için çok basit ve hareketleri de insan eline göre çok sınırlı. Bununla birlikte, söz konusu çalışma sayesinde, yapay zekânın çok az bilgiyle bile bazı hisleri ayırt edebileceğinin gösterildiği ve bu yaklaşımın da daha karmaşık ve işlevsel robotik ellere "duyular" eklemek için gelecekteki çalışmalarda kullanılabileceği belirtiliyor. ■

Amino Asitlerden Cam Üretildi



Mahir E. Ocak

Pekin'deki Çin Bilimler Akademisinden bir grup araştırmacı amino asitlerden cam



Amino asit camlarıyla üretilmiş floresan malzemeler (Ruirui Xing ve arkadaşları *Science Advances*)

üretmeyi başardı. İnsan sağlığına zararsız olan bu camlar hem vücutta kendiliğinden yok oluyor hem de üç boyutlu yazıcılarda malzeme üretmek için kullanılabilir.

Camlar sıvı hâle getirilen ham maddelerin çok hızlı bir biçimde soğutulmasıyla elde edilir. Sıradan amino asitler ise ısıtıldıklarında parçalanır. Araştırmacılar ısıtıldıklarında parçalanmalarını engellemek için ilk olarak amino asitleri bir kimyasal işlemden geçirmişler. Daha sonra sıvı hâle gelen amino asitleri hızla soğutarak cam elde etmişler.

Sıradan camların üretiminde kullanılan ham maddeler insan sağlığına zararlıdır. Amino asitler ise proteinlerin yapı taşlarıdır. Amino asitlerden elde edilen camlar da insan sağlığına zararsızdır.

Fareler üzerinde yapılan deneylerde, üretilen camların bazılarının sadece 12 gün içinde bazılarının da daha uzun

sürelerde kendiliğinden yok olduğu görüldü. Mide ve bağırsak sıvılarına maruz bırakıldıklarında ise camların bazılarının bir hafta içinde bazılarının da birkaç ay içinde tamamen parçalandığı tespit edildi.

Amino asitlerden elde edilen eriyikler üç boyutlu yazıcılarda kullanılabilir ya da kalıplara dökülebiliyor. Araştırmacılar çeşitli biçimlerde amino asit camları üretmeyi başarmış.

Geliştirilen camların sağlık alanında yararlı olacağı düşünülüyor. Örneğin bu camlar kullanılarak vücudun çeşitli bölgelerini incelemeye imkân veren biyoçözünür cihazlar üretilir. ■

Dünyanın En Hafif Boyası

Özlem Ak

Araştırmacılar ısıyı iten, herhangi bir renkte görünebilen ve yüzyıllarca dayanabilen, üstelik tüm bunları yaparken bir de enerji tasarrufu sağlayan yeni bir boya geliştirdiler. Bu yeni buluş, aynı zamanda bugüne kadar üretilen

en hafif boya. Kelebek kanatlarından esinlenen boya pigmentten yapılmıyor. Bunun yerine renk, nanoparçacıkların düzenlenmesi yoluyla yapısal olarak oluşturuluyor. Liderliğini University of Central Florida'dan nanobilimci Debashis Chanda'nın yaptığı araştırma ekibi, geliştirdikleri bu ürüne "plazmonik boya" adını verdi. Hesaplamalara göre, bir Boeing 747 uçağını kaplamak için sadece 1,4 kilogram plazmonik boya yeterli olacak. Geleneksel boya kullanıldığında ise bu miktar en az 454 kilogram. Şimdilik sadece laboratuvar koşullarında üretilmiş bu boya büyük miktarlarda üretilirirse uçakların ağırlığı azalacağı için uçuşlar yüzünden salınan sera gazı miktarı da önemli ölçüde azalabilir.

Araştırmacılar, *Science Advances* dergisinde yayımladıkları çalışmalarında kolayca ölçeklendirilebilecek teknikler kullanarak çeşitli renklere boyalar yaptılar. Bundan sonraki hedefleri ise üretim miktarını artırmak.

Boyanın yapısı tüm kızlötesi spektrumu



Plazmonik boya ile renklendirilmiş metal kelebek kanatları (University of Central Florida)

yansıttığı için daha az ısı Emilimi sağlıyor ve böylece yapıları daha serin tutmaya yardımcı oluyor. Araştırmacılar, yeni boyanın altındaki yüzeylerin normal ticari boyaya göre 13 ila 16 °C daha serin kaldığını söylüyor. Ayrıca, bu sayede önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanacağı, örneğin klima kullanımı gibi soğutma işlemleri için daha az elektrik kullanılmasının karbondioksit emisyonlarını, dolayısıyla da küresel ısınmayı azaltacağı da belirtiliyor.

Şu anda pigment bazlı boyalarda renk oluşturmak için belirli moleküller gerekiyor ve genellikle modern boyalarda bu pigmentler yapay olarak sentezleniyor. Her bir molekülün elektronik özellikleri ışığın ne kadar emileceğini ve dolayısıyla boyanın hangi renkte görüneceğini kontrol ediyor. Bu da her yeni boya

rengi için yeni bir pigment gerektiği anlamına geliyor. Plazmonik boyada ise bunun yerine, alüminyum ve alüminyum oksit olmak üzere iki renksiz malzemenin nanoparçacıkları kullanılıyor. Bunları oksit kaplı bir alüminyum aynanın üzerine farklı şekillerde yerleştirerek ışığın nasıl dağıldığını, yansıdığını veya emildiğini kontrol etmek mümkün.

Bu yeni ürün, bazı inanılmaz özellikler vaat eden ilk yeni boya türü değil. "Vantablack" isimli boya da ışığın %99,96'sını emebilen dünyanın en siyah boyalarından biri. Plazmonik boyaya benzer şekilde, bu süper siyahlık küçük karbon nanotüpler sayesinde elde ediliyor ve o zamandan beri aynı yöntemle daha da siyah boyalar üretiliyor. Bu sıra dışı boyalar arasında tüm ışığın %98,1'ini yansıtan ve klima ihtiyacını önemli ölçüde azaltmayı vaat eden ultra beyaz boya da yer alıyor. Ancak plazmonik boyanın aksine, ultra beyaz boya ışığı yansıtmak için pigmentleri kullanıyor.

Araştırmacılar, geleneksel pigment boyaların yüzlerce litre kapasiteli büyük

tesislerde üretildiğini belirterek plazmonik boya üretiminin laboratuvar ortamına bağımlı kaldığı müddetçe ucuzlamasının mümkün olmayacağını söylüyor. ■

Kilo Alımında Endotoksinin Rolü

Özlem Ak

Uluslararası araştırmacılar tarafından oluşan bir ekip tarafından yapılan yeni bir çalışmaya göre, bağırsaklardan sızan toksik maddeler yağ hücrelerinin işleyişini değiştirerek obeziteyi tetikleyebiliyor. Endotoksin adı verilen bu maddeler, aslında bağırsaklarımızdaki bakterilerin parçaları. Sindirim sistemi ekosisteminin normal bir parçası olsalar da mikrobiyal kalıntılar kan dolaşımına karışmaları hâlinde vücuda önemli zararlar verebilir.

Araştırmacılar çalışmalarında özellikle endotoksinlerin insanlardaki yağ hücreleri (adipositler) üzerindeki etkisine bakmak istediler ve genellikle yağ

birikimini kontrol etmeye yardımcı olan temel süreçlerin bu maddeden etkilendiğini keşfettiler. İngiltere'deki Nottingham Trent Üniversitesinden moleküler biyolog Mark Christian, kan dolaşımına giren bağırsak mikrobu parçalarının normal yağ hücrelerinin işlevini ve metabolik faaliyetlerini azalttığını, bunun da kilo alma ve diyabet riskinin artmasında rol oynadığını söylüyor.

BMC Medicine dergisinde yayımlanan çalışmada, 63'ü obez, 26'sı da obezite için bariatrik cerrahi geçirmiş olan 156 katılımcıdan alınan örneklerde beyaz ve kahverengi yağ hücreleri incelendi. Vücuttaki yağ depolama dokularının çoğunu oluşturan beyaz yağ hücreleri, yağları daha büyük hacimlerde depolar. Vücudun ısınmaya ihtiyaç duyduğu durumlarda kahverengi



yağ hücreleri, çok sayıda mitokondrilerini kullanarak beyaz yağ hücrelerinden oluşan yağ depolarını parçalar. Normal koşullar altında vücut, lipit depolayan beyaz yağ hücrelerini lipit yakan kahverengi yağ hücreleri gibi davranan hücrelere dönüştürebilir. Araştırmanın sonuçlarına göre, endotoksinler vücudun beyaz yağ hücrelerini kahverengi yağ hücrelerine dönüştürme ve depolanan yağ miktarını düşürme yeteneğini azaltıyor.

Beyaz yağ hücrelerini kahverengi yağ hücrelerine dönüştürme süreci, sağlıklı kilonun korunmasında çok büyük önem taşıyor. Bu nedenle eğer bilim insanları bu sürecin nasıl işlediği ve nasıl kontrol edileceği hakkında daha fazla bilgi edinebilirlerse obezite için daha fazla potansiyel tedavi ve terapinin önü açılabilir.

Obezite ve buna bağlı sağlık sorunları dünya çapında giderek daha büyük bir sorun hâline gelirken bu konuda bilgi edinmek ve çalışmalar yapmak büyük önem taşıyor. Dolayısıyla, bağırsakların ve yağ

metabolizmasının birbiriyle bağlantılı olduğunu ortaya koyan bu çalışma, insan vücudunun işleyişi hakkında değerli bilgiler sunuyor. ■

Ham Petrolden Üretilmeyen Geri Dönüştürülebilir Plastik

Özlem Ak

Plastikleri geri dönüştürme çabaları mümkün olduğunca devam ettirilmeye çalışılsa da yeniden üretim daha ucuz olduğundan, akıl almaz miktarlarda plastik atık çöpe atılıyor. Şimdiye kadar üretilen tüm yeni plastiklerden ortaya çıkan 6 milyar metrik tondan fazla plastik atığın (ayrışmayan, sadece daha küçük ve daha minik parçalara ayrılan) şimdiye kadar sadece %10'dan bile azı geri dönüştürüldü. Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Boise State Üniversitesinden iki malzeme bilimci, bu küresel soruna çözüm bulmak için mevcut plastiklerin aksine ham petrol ve türevlerinden üretilmeyen yeni bir plastik türü geliştirdi. Dahası, endüstriyel süreçleri taklit eden

küçük ölçekli laboratuvar deneyleri, yeni plastiğin kabaca %93'ünün temiz başlangıç malzemelerine geri dönüştürülebileceğini gösteriyor.

Sciences Advances dergisinde yayımlanan çalışmada, süper yapıştırıcı yapımında kullanılan ve monomerden hazırlanan poli(etil siyanoakrilat) veya PECA bazlı yeni bir plastik türünün üretim süreci anlatılıyor. Tüm plastik polimerler gibi, yeni ürün de tekrar eden monomer birimlerinin uzun bir zincir oluşturmak üzere kimyasal bir reaksiyonla bir araya getirildiği bir polimerizasyon süreciyle oluşturuldu.

Strafor olarak da bilinen ve hafif bir ambalaj malzemesi olarak veya paket yemek kapları yapmak için kullanılan genleştirilmiş polistiren yanı sıra tek kullanımlık tabak, bardak ve çatal bıçak yapmak için kullanılan termal olarak kalıplanmış polistiren olmak üzere polistiren plastiklerin birkaç formu bulunuyor. Bu ürünlerin yerine kolaylıkla geri dönüştürülebilen bir alternatifin kullanılması



PECA'dan yapılmış çatal bıçak (Allison Christy/Boise State Üniversitesi)

iyi bir çözüm olsa da polistiren mevcut plastik atıkların yalnızca %6'sını ve dolayısıyla bu da çok daha büyük bir sorunun küçük bir parçasını oluşturuyor. Ancak uzmanlar, yeni PECA plastiğinin zaman içinde polistirenin önüne geçerek diğer plastik türlerine rakip bir alternatif olabileceğini düşünüyor. Mükemmel malzeme özellikleri ve geri dönüşüm kolaylığı sayesinde, PECA'nın sadece polistirenin yerini almakla kalmayıp başka yararları da olabileceği ve bunun da plastik atık akışının geri dönüştürülebilirlik seviyesini daha da artıracakı belirtiliyor.

Sıra geri dönüşüme gelmişken, yayınlanan makalede PECA plastiğinin uzun polimer

zincirlerinin 210 °C sıcaklıkta termal olarak nasıl “kırılabilceğı” ve elde edilen monomerlerin tekrar kullanılmak üzere temiz bir ürüne nasıl dönüştürülebileceğı de gösteriliyor. ■

Kronik Ağrının Beyin Sinyalleri Tespit Edildi

Özlem Ak

Üç aydan uzun süren kronik ağrı, dünya nüfusunun %30'undan fazlasını etkiliyor. Şikâyet bu kadar yaygın olmasına rağmen mevcut tedaviler genellikle sınırlı bir etkiye sahip. Yeni tedavilerin geliştirilmesine yardımcı olmak için San Francisco'daki California Üniversitesinden nörolog ve girişimsel ağrı tıbbi uzmanı Prasad Shirvalkar ve meslektaşları, *Nature Neuroscience* dergisinde yayımladıkları araştırmalarıyla beynin ağrıyı nasıl düzenlediğini daha iyi anlamaya çalıştılar. Ekip, felç ya da amputasyon sonucu kronik ağrı çeken dört kişinin beynine elektrotlar ve uyarıcılar yerleştirdi. Bunlar yardımıyla, ağrının potansiyel olarak uzun vadeli duygusal ve bilişsel

yönleriyle ilişkilendirilen beyin bölgelerindeki (orbitofrontal korteks: OFC ve anterior singulat korteks: ACC) elektriksel aktivite kaydedildi. Sonraki üç ila altı ay boyunca katılımcıların günde birkaç defa ağrılarının şiddetine ilişkin anketleri yanıtlaması sağlandı. Hemen ardından, 30 saniye boyunca OFC ve ACC bölgelerindeki aktivite ölçüldü. Makine öğrenmesi daha sonra bu elektrik sinyallerini katılımcıların kendi bildirdikleri ağrı şiddeti ile ilişkilendirdi. Araştırmacılar buradan hareketle bireyin yüksek veya düşük ağrı durumu yaşadığını gösteren nöral örüntüler belirledi.

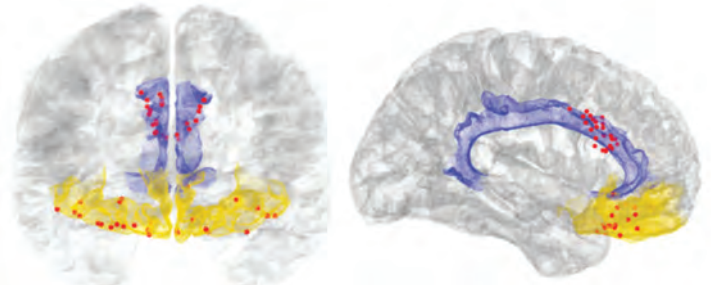
Araştırmacılar, bu sinirsel örüntülerin kısa süreli olan ve normalde geçen akut ağrı ile kronik ağrı arasında nasıl farklılık gösterdiğini değerlendirmek üzere aynı katılımcıların beyin faaliyetlerini, vücutlarının bazı bölgelerine ısı uygulanırken de kaydettiler. Karşılaştırma sonucunda, OFC'nin daha çok kronik ağrıyla bağlantılı olduğunu, ACC'deki aktivitenin ise akut rahatsızlıkla ilişkili

olduğunu buldular. Harvard Üniversitesi Bütünleştirici Ağrı Nörogörüntüleme Merkezinden Marco Loggia'ya göre bu bulgu, diğer araştırmacıları kronik ağrının giderilmesi için OFC'yi incelemeye teşvik edebilir.

Araştırmacılar, elde ettikleri sonuçların ağrıyla bağlantılı beyin modellerinin ortaya çıkarılmasına yönelik ilk adım olduğunu ve bunun daha etkili tedavilerin geliştirilmesine yardımcı olabileceğini söylüyor. Örneğin kafaya yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla transkraniyal doğru akım stimülasyonu (sabit miktarda verilen ve düşük doğru akım kullanan bir nöromodülasyon türü) veya transkraniyal manyetik stimülasyon (beynin belirli bir bölgesinde bir elektrik

akımını indüklemek için değişen bir manyetik alanın kullanıldığı bir beyin stimülasyonu) gibi yöntemlerle OFC'ye yönelik girişimsel olmayan stimülasyonların devam eden rahatsızlığı hafifletmeye yardımcı olup olmadığını test edebileceklerini belirtiyorlar.

Bu ve benzer çalışmalar sayesinde, özellikle şiddetli kronik ağrısı olan kişilerin beyinlerine elektrotlar ve uyarıcılar yerleştirilerek kendilerine özgü sinirsel farklılıkların rahatsızlıklarıyla nasıl bağlantılı olduğu anlaşılabilir. Konuyla ilgili daha fazla bilgiye sahip olunduğunda en şiddetli ağrı türleri için kişiselleştirilmiş beyin stimülasyon tedavileri geliştirilebileceği umuluyor. ■



Yerleştirilen elektrotlar (kırmızı noktalar) kronik ağrısı olan kişilerde ACC (mor) ve OFC (sarı) beyin bölgelerindeki aktiviteyi kaydetti.

Hava Kirliliği Her Yerde



Mahir E. Ocak

Dünya genelinde ince partiküllü maddeler ($PM_{2.5}$, çapı 2,5 mikrondan az olan partiküller) üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, bütün insanların sadece %0,001'inin Dünya Sağlık Örgütü tarafından güvenli kabul edilen düzeylere maruz kaldığını gösteriyor. Monash Üniversitesinden bir grup araştırmacı, geleneksel hava gözlem cihazlarının ve uydu bazlı hava kirliliği dedektörlerinin $PM_{2.5}$ seviyeleri hakkında topladığı verileri analiz etti. İstatistiksel yöntemler ve makine öğrenmesi yöntemlerinin de kullanıldığı çalışmanın sonuçları *The Lancet Planetary Health*'te yayımlandı.

Dünya Sağlık Örgütü, havadaki günlük $PM_{2.5}$ yoğunluğu ortalamasının $5 \mu g/m^3$ 'ün, yıllık $PM_{2.5}$ yoğunluğu ortalamasının $5 \mu g/m^3$ 'ün üzerine çıkmasını insan sağlığı açısından riskli kabul ediyor. Günlük $PM_{2.5}$ ortalamaları göz önüne alındığında;

- 2019 yılında günlerin %70'inde güvenli seviye aşıldı.
- Söz konusu Güney Asya ve Doğu Asya olduğundaysa bu oran %90'ın üzerine çıktı.

Yıllık $PM_{2.5}$ ortalamaları göz önüne alındığında;

- 2000-2019 dönemindeki küresel ortalama $32,85 \mu g/m^3$ 'tü.
- Bu dönemde havası en kirli bölgelerin Doğu Asya ($50,0 \mu g/m^3$), Güney Asya ($37,2 \mu g/m^3$) ve Kuzey Afrika ($30,1 \mu g/m^3$) olduğu görüldü.
- Bu dönemde en düşük $PM_{2.5}$ seviyelerine maruz kalan bölgelerse Yeni Zelanda ($8,5 \mu g/m^3$), Okyanusya ($12,6 \mu g/m^3$) ve Güney Amerika ($15,6 \mu g/m^3$) oldu.

Bu sonuçlar küresel ölçekteki kararların sadece %0,18'indeki $PM_{2.5}$ seviyelerinin güvenli kabul edilen düzeyde

olduğunu gösteriyor. Bu bölgelerde yaşanan insan nüfusuna bakıldığında, dünya genelindeki bütün insanların sadece %0,001'inin sağlıklı hava soluduğu anlaşıyor. ■

Tarım Alanlarındaki Çayırılık Şeritler Bal Arılarına Fayda Sağlıyor

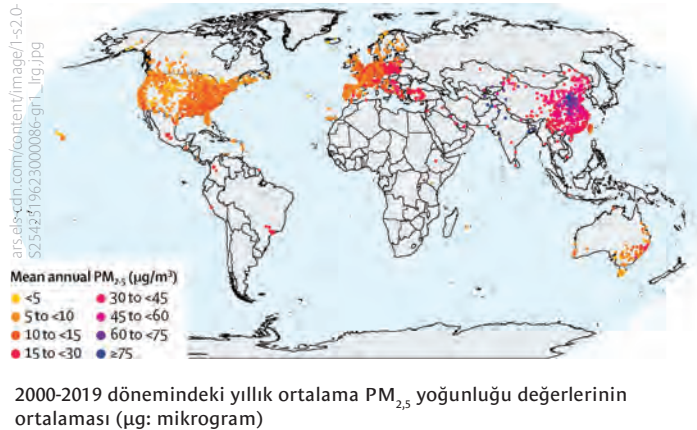
İlay Çelik Sezer

ABD'de yapılan bir araştırmaya göre, soya ve mısır tarlalarının içlerine ve etraflarına stratejik bir şekilde konumlandırılan şerit biçimli çayırılık alanlar, yoğun tarım yapılan bölgelerdeki bal arılarının sağlığını ve performansını iyileştiriyor.

Çayırılık şeritler, Orta Batı ABD'de su kalitesini ve biyoçeşitliliği

iyileştirmek ve toprak erozyonunu azaltmak amaçlı bir koruma programı kapsamında oluşturuluyor. Iowa State Üniversitesinden Ge Zhang ve ekibi Iowa'da çayırılık şeritler içeren ve içermeyen çiftliklerdeki bal arısı kolonilerinin performanslarını karşılaştırdı. Çayırılık şeritler içeren çiftliklerdeki arı kolonilerinin, çayırılık şeritler içermeyen çiftliklerdekilere göre %50 daha fazla polen topladığı, ayrıca küttele en ağır oldukları ağustos ayında %24 daha fazla ağırlığa sahip oldukları gözlemlendi; dolayısıyla da daha fazla bal ürettikleri düşünüldü. Ayrıca söz konusu koloniler büyüme sezonu sonunda %24 daha fazla işçi arıya sahipti ve bu kolonilerde kışı atlatabilen arı sayısı %20 daha fazlaydı. Sonuç olarak, arıcılar daha az koloni kaybettiği için masrafları azaldı ve hem bal satışından hem de kolonilerini tozlaştırma amacıyla kiraya vermekten elde ettikleri gelir arttı.

Araştırmada yer almayan, Oregon State Üniversitesi öğretim üyesi Ramesh Sagili'ye göre, bu araştırma bal arısı kolonilerinin büyümesinde ve sağlığını



iyileştirmede onlara besin kaynağı desteği sağlamanın önemini vurguluyor. Belirli bitki türlerine özelleşmiş olan ve sadece o bitkilerin nektarını ve polenini toplayan arı türleri yoğun tarım yapılan yerlerde besin sıkıntısı çekebiliyor. Tarımın yoğun olduğu yerlerde, çok büyük alanları çok az sayıda tarım bitkisi kapladığı zaman, arılar besin kaynağı olarak kullanabilecekleri bitki türlerine ulaşmak için çok uzun yollar katederken besinsiz kalarak ölebiliyor.

Bal arısı *Apis mellifera*, ABD’de doğal olarak bulunan bir tür olmadığı için bu türün yerel arı türleri üzerinde doğrudan rekabet ya da patojen bulaştırma yoluyla olumsuz etkiler oluşturabileceği yönünde yaygın kaygılar var. Ancak Zhang ve ekibi inceledikleri bal arılarının besin kaynağı olarak çayırlık şeritlerindeki çiçek türlerinin yarısını kullandığını gözlemledi. Zhang’a göre bu bulgu, bal arılarının sanıldığı gibi yerel arıların besin kaynaklarını tüketmiyor olabileceğini gösteriyor. Literatürde yerel arılarla bal arıları arasındaki rekabete ilişkin bilgi eksikliği olduğu için Zhang bu bulguyu önemsiyor. ■

Tek Tek Ağaçları Gösteren Harita İzleme Çalışmaları

İlay Çelik Sezer

Bilim insanları yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini kullandıkları bir araştırmada geliştirdikleri bir teknik Afrika’daki her bir ağacı tek tek haritalamayı başardı. Danimarka’daki University of Copenhagen’den Florian Reiner ve ekibi, ABD’li bir şirket olan Planet tarafından işletilen uyduların sağladığı görüntüler ve geliştirdikleri makine öğrenme modellerini kullanarak tüm Afrika kıtasındaki ağaç örtüsünü haritaladı. Modern uydular genellikle ağaç örtüsünü 30 metrelik bir çözünürlükle görüntülüyor. Bu çözünürlük ormanların boyutlarını ölçmek için yeterli olsa da tek tek ağaçları ya da çalıları tespit etmek söz konusu olduğunda yetersiz kalıyor. Reiner ve ekibi ise 3 metrelik çözünürlüğe sahip görüntüler kullanarak bir ormanın parçası olmayanlar da



dâhil olmak üzere tüm ağaçları haritalayabildi.

Elde edilen veriler, Afrika’daki ağaçların %30 kadarının ormanlarda değil; tarım arazileri, savanalar ve kentsel alanlara dağılmış hâlde bulunduğunu gösteriyor. Afrika’daki pek çok ülkenin yoğun ormanlardan yoksun olmakla birlikte çok sayıda ağaç barındırdığını belirten Reiner, bu ağaçların yerel ekosistemler, yerli halk ve yerel ekonomi için son derece önemli olduğunu vurguluyor. Reiner’ın dâhil olduğu benzer bir araştırmada da Avrupa genelinde ağaç örtüsü haritalaması yapılmış ve bazı ülkelerde ağaç örtüsünün neredeyse %24’ünün ormanların dışında bulunduğunu tespit edilmişti.

Reiner’a göre her bir ağacın ya da çalının takip edilebilmesi araştırmacılara, bu bitkilerin iklim

değişimiyle nasıl mücadele ettiğini ya da örneğin ormansızlaştırma karşısında tehlikede olup olmadığını anlama imkânı verebilir. Ayrıca bu yöntem sayesinde, atmosferdeki karbondioksit miktarını azaltmanın bir yolu olarak giderek yaygınlaşan ağaçlandırma çabalarının takibi ve dolayısıyla geliştirilmesi sağlanabilir.

Reiner yaptıkları araştırmaların ticari kullanıma hazır bir harita ortaya koymadığını, ancak bunun geliştirdikleri tekniğin işe yaradığının bir ispatı niteliğinde olduğunu hatırlatıyor.

Yine de Reiner ve ekibi söz konusu ağaç izleme yöntemini tüm dünyadaki ağaç örtüsünü kapsayacak şekilde geliştirmeye yönelik çalışmalara başlamış bile. ■

Umutumuz Biyoyakıtlarda mı?

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Hızla artan dünya nüfusu ve teknolojik gelişmelerle birlikte enerji talebi de giderek artıyor. Küresel enerji talebinin 2040 yılına kadar yaklaşık %28 oranında artması bekleniyor. Sürekli artan küresel enerji ihtiyacının büyük çoğunluğu da hâlâ fosil yakıtlardan sağlanıyor.

Fosil yakıtların kullanımına yönelik teknolojilerin hâlihazırda geliştirilmiş olması ve düşük maliyetleri gibi nedenlerle bu yakıtlar, küresel enerji talebini karşılamak için yoğun olarak kullanılıyor ancak bu durum pek çok endişeyi de beraberinde getiriyor. Yenilenemez enerji kaynakları oldukları için bu yakıtların yakın gelecekte tükeneceği öngörülüyor. Ayrıca fosil yakıtların yaygın kullanımı küresel ısınmaya neden oluyor ve ekosistemlere zarar veriyor.



Ormancılık atıklarından üretilen pelet ve briketler biyoyakıt olarak kullanılıyor.

Fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak karbondioksit (CO₂) emisyonu her geçen yıl artıyor. Bu nedenle farklı yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarının araştırılması ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması gerekiyor. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olarak karşımıza çıkan biyoyakıtlar, biyolojik hammaddelerden elde ediliyor.

Biyoyakıtlar aslında oldukça uzun süredir insanlığa hizmet ediyorlar. Isınma ve yemek pişirme gibi ihtiyaçlarımız için odun ateşinden faydalanmaya başladığımız zamanlardan beri biyoyakıtlar insan hayatının önemli bir parçasını oluşturuyor.

Biyoyakıtlar, yakılmasıyla elde edilen ısı enerjisiyle yemek pişirmek ve ısınmak için kullanılan odundan tutun da günümüzde farklı biyokütlelerden elde edilen enerji yoğunluğu yüksek yakıtlara kadar çok geniş bir kapsama sahip. Ateşin keşfinden önce de biyoyakıtlar mevcuttu. İnsan uygarlığı gelişmeye devam ederken biyoyakıtların da yaşamımızdaki yeri, önemi ve kullanım alanları giderek arttı. Çok eski tarihlerde ılık banyo suyu hazırlamak için biyogaz (MÖ 10. yy.), içten yanmalı motorda biyoetanol (1826), Carnot motorlarında biyodizel (1878) ve kamyonlarla otobüslerde yer fıstığı yağından elde edilen

yakıtların kullanılması (1896) gibi uygulamalar yaşam kalitesini önemli ölçüde değiştirecek nitelik taşıyordu.

Küresel iklim değişikliğinin önüne geçilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik tedbirler kapsamında geliştirilen stratejiler ve uygulanan politikaların önemli öğelerinden birisi de biyoyakıtlardır. Biyoyakıtların bu kapsamda üretilmesi ve kullanılmasında pek çok ülkenin çeşitli katkıları oldu. Bunlar arasında ABD'nin "Yenilenebilir Yakıt Standardı" ve Avrupa ülkelerinin "Yenilenebilir Enerji Direktifi" öne çıkıyor. Bu ve benzeri politikalar sayesinde dünya biyoetanol üretimi 2008-

2018 yılları arasında %67'lik bir artış gösterdi. Biyodizel üretimi ise üç katına çıkarak 41 milyar litreye ulaştı.

Farklı ülkelerde biyoyakıt üretiminde kullanılan temel hammaddeler ve buna bağlı olarak biyoyakıt türleri de değişiklik gösterebiliyor. Örneğin ABD'de biyoetanol üretiminin neredeyse tamamı mısırdan yapılırken, Brezilya'da ise şeker kamışı yoğunluklu üretim gerçekleştiriliyor. Uluslararası Enerji Ajansı, tüm gelişmelere bağlı olarak, 2050 yılına kadar ulaşmada kullanılan yakıt miktarının yaklaşık üçte birlik kısmının biyoyakıt bazlı olacağını öngörüyor.





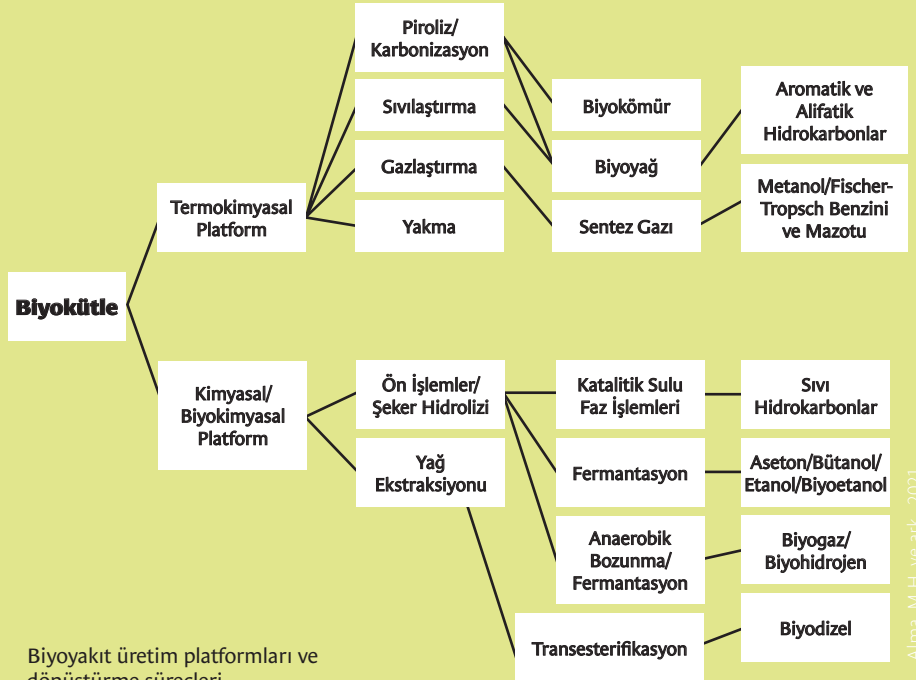
Biyoyakıtlar kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlarla kıyaslandığında önemli avantajlar sunuyor. Yenilenebilir ve sürdürülebilir olmaları, karbon ve sera gazları emisyonu bakımından nötr veya çok düşük net emisyonu sahip olmaları ve güvenli üretim süreçleri çevre dostu özellikleri arasında sayılabilir. Ayrıca yerel kaynakların kullanılması ile üretilen biyoyakıtlar, bölgedeki tarımsal kalkınmayı destekler ve çeşitli iş olanakları sağlar. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında da önemli rol oynayan biyoyakıt üretimi genel anlamda ekonomik kalkınmayı da destekler. Bu nedenlerle hem küresel hem de bölgesel olarak biyoyakıt endüstrisini teşvik etmek amacıyla çeşitli hedef ve politikalar ortaya konmaya devam ediyor.

Nedir Bu Biyoyakıtlar?

19. yüzyılın başlarında kullanılmaya başlanan “fosil yakıtlar” terimi ile dünya yüzeyinin altında çok uzun yıllarda oluşan kömür, petrol ve doğal gaz gibi kaynaklardan bahsediliyor. Biyoyakıt terimi ise ilk defa 1970’li yıllarda ortaya konularak kullanılmaya başladı. Günümüze kadar çok çeşitli tanımlamalar yapıldı ve yapılmaya da devam ediyor. Biyoyakıtların hem kaynak hem de üretim aşamaları bakımından sürekli değişim ve gelişim göstermesinin bunun altında yatan neden olduğunu söyleyebiliriz.

Süreç içerisinde yapılan bazı biyoyakıt tanımlamaları şu şekildedir:

- Yakın zamanda yaşayan organizmalardan veya bu organizmalar tarafından üretilen yakıttır.
- Biyokütleden üretilen odun, metan, petrol de dâhil tüm yakıtlardır.
- Bitkilerden ve diğer biyolojik tabanlı malzemelerden üretilen yakıtlardır.
- Ağırlıklı olarak biyokütleden üretilen katı, sıvı veya gaz yakıtlara biyoyakıt veya biyoyenilenebilir yakıt denir.
- Enerji elde etmek için yakılacak bitki biyokütle ve bundan rafine edilmiş ürünlerdir.



- Ağırlıklı olarak ulaşım sektöründe kullanılan sıvı ve gaz yakıtlardır, çeşitli biyo-hammaddelerden üretilirler.
- Katı ve sıvı yağlardan elde edilen biyodizel ile şeker, nişasta ve selülozik malzemelerden elde edilen biyoetanol de dâhil olmak üzere biyokütlelerden elde edilen sıvı yakıtlardır.
- Atık hammaddeler ve biyokütleler kullanarak üretilen yakıtlardır.

Burada kısıtlı sayıda tanıma yer verildiği göz önünde bulundurulsa da farklı zaman ve koşullarda yapılan tüm biyoyakıt tanımlamalarının bazı ortak noktalarda kesiştiği söylenebilir. Günümüzde genel olarak biyoyakıtlar, yenilenebilir canlı organizmalar tarafından veya bu canlı organizmalar kullanılarak üretilen tüm yakıt türleri olarak tanımlanabilir.

Biyoyakıtların fosil yakıtlara göre nispeten oldukça kısa sürelerde ve yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi onları özel kılıyor. Biyoyakıtlar, pek çok farklı kaynaktan katı, sıvı ve gaz formlarında elde edilebiliyor. Ayrıca bir biyoyakıt başka bir biyoyakıt türüne çeşitli işlemler yoluyla dönüştürülebiliyor.

Farklı Kaynaklar, Farklı Teknolojiler

Biyoyakıtlar doğada bulundukları şekilde kullanılarak enerji sağlayabildikleri gibi jet yakıtına da dönüştürülebilen çok geniş bir yelpazeyi kapsar. Başka bir deyişle, teknolojik gelişmelere ve yapılan araştırmaların sonuçlarına bağlı olarak farklı hammaddeler ve farklı üretim teknikleri ile çok çeşitli biyoyakıtlar elde edilebilir.

Peki bu farklı biyoyakıtları nasıl sınıflandırabiliriz? Yapılan en basit sınıflandırmalardan birine göre biyoyakıtlar “geleneksel biyoyakıtlar” ve “gelişmiş biyoyakıtlar” olarak ayrılır. Geleneksel biyoyakıtlar temel olarak şeker ve nişasta bazlı biyoetanol, transesterifikasyon bazlı biyodizel ve anaerobik sindirim biyometanından (biyogaz) oluşur. Gelişmiş biyoyakıtlar arasında hidro-ışlenmiş bitkisel yağlar, selülozik biyoetanol, biyokütleden ve mikroalglerden elde edilen biyodizel ve biyohidrojen sayılabilir.

Hammadde kaynaklarına ve üretim teknolojilerine göre ise biyoyakıtlar birinci nesil ve ikinci nesil olarak ikiye ayrılır. Birinci nesil biyoyakıtlar temelde biyoetanol, biyodizel ve biyogazdan oluşurken sıvı biyoyakıtlar genel olarak kanola, mısır, ayçiçeği ve soya fasulyesinin yağlı tohumlarından elde edilen doymuş ve doymamış yenilebilir bitki yağlarından elde edilir. Son zamanlarda bunlara Hindistan cevizi, zeytin ve hurmadan elde edilen yağlar da eklendi. Bazı araştırmacılara göre odun, kuru gübre ve tarımsal atıklar gibi katı biyoyakıtlar da bu sınıfa dâhil edilebilir. İkinci nesil olarak anılan biyoyakıtlar ise temelde atık bitkisel yağlardan, hayvansal yağlardan, böceklerden ve yağlı mikroorganizmalardan üretilen biyoyakıtları kapsar. Birinci nesil biyoyakıtlar ticari anlamda üretime sahipken, ikinci nesil biyoyakıtlar üzerine çalışmalar yürütülüyor. Bazı araştırmacılara göre ise herhangi bir işleme gerek duymadan yakıt olarak kullanılabilen çim, odun ve talaş gibi katı yakıtlar birincil biyoyakıtlardır. Bazıları ise yakacak odun, bitkiler, sebzeler, hayvansal atıklar ve çöplük



Biyoyakıtların farklı nesillere göre sınıflandırması

gazı gibi organik kaynaklardan elde edilen biyoyakıtları doğal biyoyakıtlar diye tanımlar.

Genel yaklaşıma ve teknolojik ilerlemelere bakıldığında biyoyakıt araştırma kapsamının sürekli bir şekilde genişlediği açık bir şekilde görülüyor. Buna bağlı olarak yapılan pek çok yeni yayında biyoyakıt sınıflandırmasının yeniden tasarlandığını görmek de kanıksanan bir durum hâline geldi. Hatta bazı araştırmacılar birinci ve ikinci nesil biyoyakıtların kapsamını genişletmenin yanında üçüncü nesil biyoyakıtları da tanımladılar. Buna göre üçüncü nesil biyoyakıtlar çoğunlukla algler ve siyano bakteriler gibi suda yetiştirilebilen hammaddelerden üretilen biyometan, biyodizel, biyoetanol, biyobütanol, jet ve uçak yakıtı gibi yakıtları kapsıyordu.

Bugün kabul gören güncel sınıflandırmaya göre, biyoyakıtlar başlıca beş nesile ayrılıyor ve farklı nesil biyoyakıtların üretiminde farklı hammaddeler kullanılıyor. Sıfırıncı nesil biyoyakıtlar, ön arıtma, işleme veya modifikasyon olmaksızın doğrudan kullanılabilen doğal biyoyakıtlar veya hammaddelerdir. Birinci nesil biyoyakıtlar başlıca biyoalkoller, bitkisel yağlar, biyodizel, biyometanol, biyosingaz ve biyogazı içeriyor. İkinci nesil biyoyakıtlar ise biyoalkoller, biyodizel, biyoDMF (dimetilfuran), biyometanol, biyoFT dizel ve biyohidrojen oluşuyor. Üçüncü nesil biyoyakıtların öne çıkanları biyoetanol, bitkisel yağ, biyodizel, biyometanol ve jet yakıtlarıdır. Son olarak dördüncü nesil biyoyakıtlar ise yeşil dizel, biyogazolin ve yeşil havacılık yakıtlarını bünyesinde bulunduruyor.

Farklı Tür Biyoyakıtlar İçin Farklı Hammaddeler

Herhangi bir işleme gerek duymaksızın olduğu gibi kullanılabilen doğal biyoyakıtlar (odun, çimen gibi) dışında farklı nesil olarak sınıflandırılan biyoyakıtların üretilmesinde çeşitli hammaddelere ihtiyaç duyuluyor. Bu hammaddeler yenilebilir ya da yenilmeyen tarım ve ormancılık ürünleri; yağlı tohumlar; tarım, hayvancılık ve ormancılık bazlı atıklar; atık yağlar ve algler gibi oldukça geniş bir yelpazeyi kapsıyor. Tüm bu hammaddeler çeşitli işlemlerden geçirilerek farklı yapılarıdaki biyoyakıtlar elde ediliyor.

Biyoyakıtlar	Ürünler	Hammaddeler
Birinci Nesil Biyoyakıtlar	Biyoalkoller, Bitkisel yağlar, Biyodizel, Biyometanol, Biyosingaz, Biyogaz	Şeker, nişasta, hayvansal yağlar, soya fasulyesi, hardal, ayçiçeği, mısır, şeker kamışı, hurma yağı, kanola, kolza tohumu, patates, şeker pancarı, Hindistan cevizi, manyok, çeşitli bitkiler, lağım atıkları vb.
İkinci Nesil Biyoyakıtlar	Biyoalkoller, Biyoyağ, Biyodizel, BiyoDMF, Biyometanol, BiyoFischer-Tropsch dizel, Biyohidrojen	Gıda olmayan ürünler, saman, mısır, odun, dallı darı, şeker kamışı küspesi, ormancılık atıkları, yem kanyası, evsel katı atıklar, yonca, sabır otu vb.
Üçüncü Nesil Biyoyakıtlar	Biyoetanol, Bitkisel yağ, Biyodizel, Biyometanol, Jet yakıtları	Mikrobiyal türler, algler, maya, mantarlar, siyanobakteriler vb.
Dördüncü Nesil Biyoyakıtlar	Yeşil dizel, Biyogazolin, Yeşil uçak yakıtı	Biyomühendislik mikroorganizmaları ve bitkileri

Biyoyakıtlar temel olarak biyokütlelerden elde ediliyor. Biyokütleler, enerji üretiminde kullanılabilen organik içeriğe sahip yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Farklı nesil biyoyakıt üretimlerine bakıldığında biyokütle kaynaklarının çok çeşitli olduğu görülür. Ayrıca aynı hammadde farklı nesil biyoyakıtların üretiminde de rol alabilir.

Yağ Bitkileri: Bu bitkiler adlarından da anlaşılacağı üzere yüksek miktarda yağ içerir. Bunlar arasında ayçiçeği, soya, mısır, kolza tohumu, pamuk tohumu, palmye ağacı, Hindistan cevizi, yer fıstığı, susam, pamuk, zeytin, pancar, şeker kamışı ve keten sayılabilir. Bu bitkilerin hepsi farklı yağ oranlarına sahiptir. Örneğin pamuk tohumundan yaklaşık olarak ağırlıkça %13 oranında yağ elde ediliyorken bu oran daha yüksek yağ içeriğine sahip Hindistan cevizinde %65-75 arasında gerçekleşir. Bunun yanında üretim koşulları, işleme tesisi ekipmanları ve dönüştürme yöntemlerine bağlı olarak da elde edilen yağ oranları farklılık gösterebilir.

Lignoselülozik Biyokütleler:

Bu biyokütleler temelde tarımsal atıklar (pirinç samanı, pirinç kabuğu, buğday gibi türlerin sap ve samanları, mısır koçanı, şeker kamışı küspesi gibi), orman atıkları (odun, talaş, ağaç dalları gibi) ve enerji bitkileri (dallı darı, fil otu, çim, enerji kamışları (geliştirilmiş şeker kamışı türevleri) gibi) türlerinden



oluşuyor. Bu tür biyokütleler farklı oranlarda selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriyor.

Katı Atıklar: Bu atıklar arasında kentsel katı atıklar (kağıt, plastik vb.), atık su çamurları, gıda atıkları ve hayvansal atıklar sayılabilir. Katı atıkların bileşimleri büyük ölçüde

farklılık gösterir. Örneğin çoğu katı atık yüksek oranda selüloz içerirken bu oran sığır gübresinde oldukça düşüktür. Genel olarak nem veya su bakımından zengin olan katı atıklardaki su oranının fazla olması enerji verimliliğini azaltır ancak öte yandan işleme kolaylığı gibi bir avantaj da sağlar.

Mikroalgler: Yenilenebilir enerjinin öneminin giderek arttığı bu dönemlerde, biyoyakıtlar geleneksel fosil yakıtların yerini doldurabilecek önemli adaylardan biri olarak kabul ediliyor. Çeşitli biyolojik kaynaklardan yetiştirilebilen ve hasat edilebilen biyokütleden elde edilen biyoyakıtların üretimi için son 50 yıldır yenilikçi çalışmalar yapılıyor.

Birinci nesil biyoyakıtların üretimi büyük ölçekli hammadde üretimine ve dolayısıyla da büyük ölçülerde ekilebilir tarım arazilerine ihtiyaç duyuyor. Zamanla pek çok açıdan kaygılara yol açan birinci nesil biyoyakıtlar üzerine yapılan araştırmaların odağı hammadde olarak selülozik biyokütller, bitkilerin yenmeyen kısımları, saman, gübre, kullanılmış yağ, odun ve talaş gibi gıda dışı maddeleri kullanan ikinci nesil biyoyakıtlar oldu. Bu biyoyakıtların da çoğunlukla maliyetli üretim aşamaları ve modern teknikler gerektirdiği düşünüldüğünde endüstriyel olarak istenilen seviyede

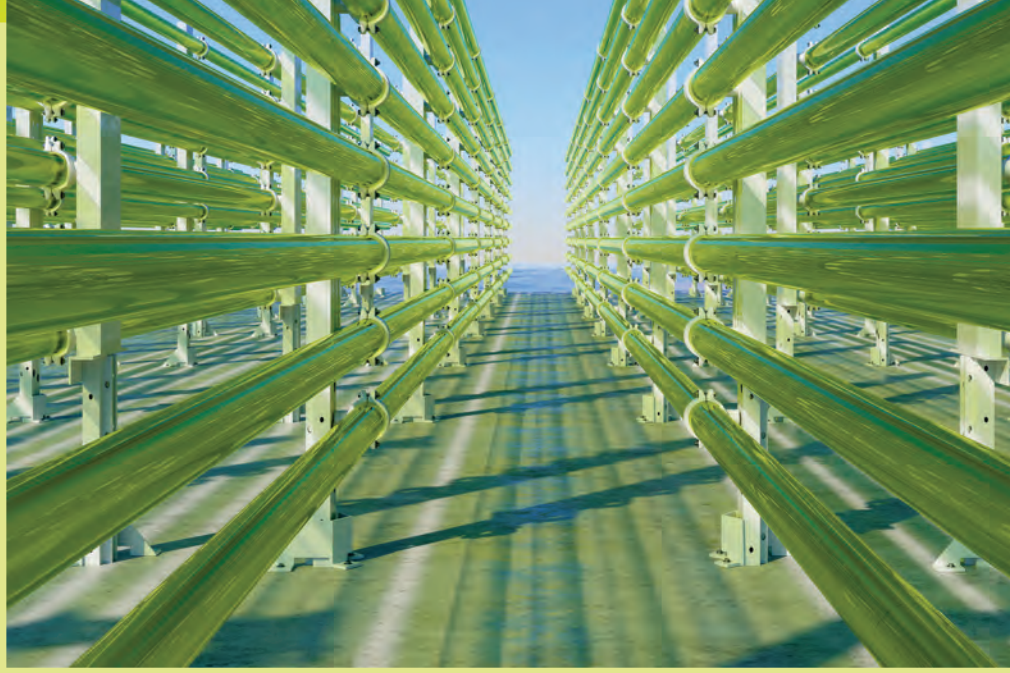
olmadıkları görüldü. Daha sonra üçüncü nesil biyoyakıt üretimi için mikroalgler odaklanan araştırmacılar bu sayede diğer biyoyakıt kaynaklarının zayıflıklarının üstesinden gelmeyi hedefledi.

Algler fotosentetik sucul organizmalardır. Şimdiye kadar 40.000'den fazla türü tanımlanmıştır. Genel olarak boyları 0,4 mm'ye kadar olanları mikroalgler, daha büyük uzunluktakiler ise makroalgler

olarak kabul ediliyor. Her iki sınıf da temel olarak protein, karbonhidrat ve lipitten oluşuyor.

Mikroalglerin biyoyakıt üretimi için tercih edilmesi ve araştırmaların odağı hâline gelmesinin pek çok sebebi bulunuyor. Öncelikle, biyoetanol ve biyodizel de dâhil olmak üzere birçok farklı türde sürdürülebilir biyoyakıt üretiminde kullanılabiliyorlar. Dahası, üretim alanı bakımından diğer nesillerle karşılaştırıldıklarında 20 kat daha fazla biyoyağ sağlayabiliyorlar. Basit hücresel yapıları ve lipid açısından zengin olmaları onları etkili bir biyoyakıt hammaddesi yapıyor. Üstelik hasat döngüleri kısa ve büyüme hızları yüksek. Bunların yanında kaliteli tarım arazilerine ihtiyaç duymadıkları için gıda tedarikinde aksaklıklara yol açmıyorlar. Son olarak mikroalgler daha az işlemle geçirilerek biyoyakıt hâline getirilebiliyor.

onurdongel / iStock



Tüp biyoreaktörlerde üretilen mikroalgler biyoyakıt için kullanılıyor.

Tür	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)
İşlenmiş kağıt	47	25	12
Plastikler	65	15	7,5
Gıda atıkları	45	5,3	13
Kümes hayvanı atıkları	11	16	4
Sığır gübresi	2,7	2,3	4,5

Bazı katı atıkların kimyasal bileşenleri (% ağırlıkça)



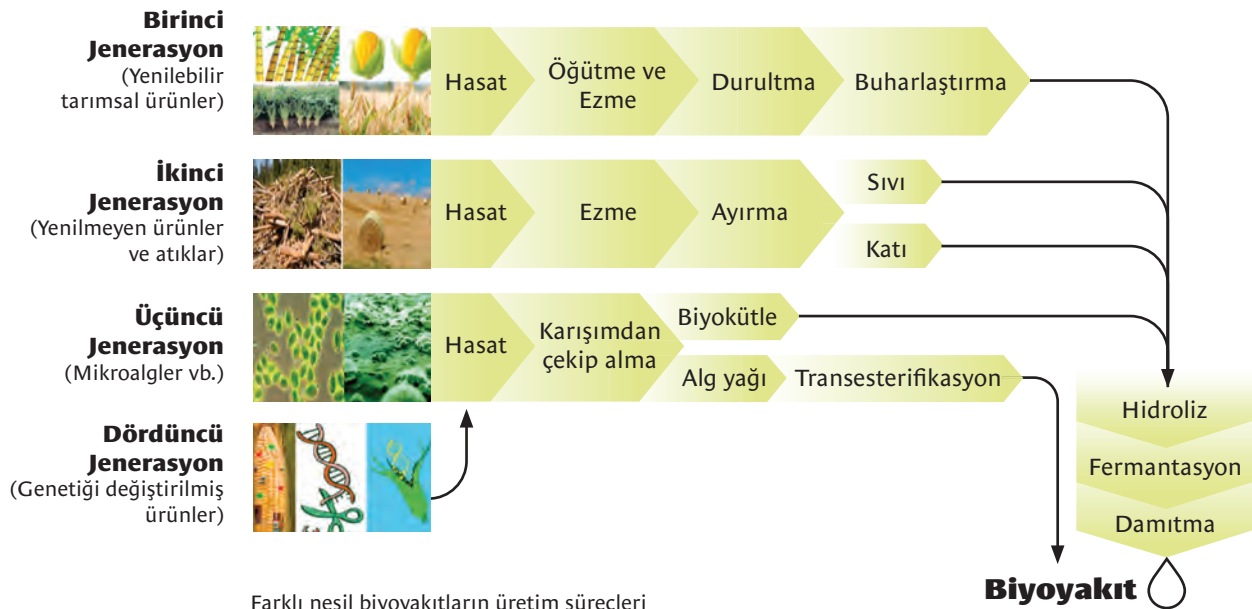
Akhararat Wathanasing / Alamy

Bilim insanları önemli bir biyoyakıt hammaddesi olan mikroalgler üzerine araştırmalar yapmaya devam ediyor.

Süreç içerisinde birçok ülke biyoyakıt üretiminin önemini kavradı ve fosil yakıtlara olan bağlılığı asgari düzeye çekebilmek için yapılan çalışmalara hız verdi. Buna bağlı olarak biyoyakıt üretimi üzerine yapılan araştırmalar ve küresel biyoyakıt üretimi sürekli biçimde artış eğilimi gösterdi. Günümüzde pamuk, soya, şeker pancarı, kanola, mısır, papaya ve benzeri mahsuller gibi birçok çeşit tarım ürünü genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) teknolojisi ile toplu olarak üretilebiliyor. Bu sayede biyoyakıt hammaddelerinin üretim kapasitelerinin ve biyoyakıt özelliklerinin geliştirilmesi hedefleniyor. Benzer şekilde GDO teknolojisi lipid verimliliğini artırmak için mikroalgler de uygulanabilir. Yapılan bazı çalışmalar mikroalg biyokütlesinin lipid üretkenliğini artırmak için birkaç mikroorganizma türünün genetik olarak değiştirilebileceğini gösteriyor.

Bunların yanında tuzlu ve atık suda yetiştirilebilmeleri, çöl ve kurak arazi toleranslarının yüksek oluşu, karbondioksiti karbon kaynağı olarak kullanmaları, zehirli olmamaları

ve biyolojik olarak yüksek oranda parçalanabilmeleri gibi önemli özellikleri de algleri biyoyakıt hammaddesi olarak alternatiflerine göre daha üst sıralara taşıyor.



Farklı nesil biyoyakıtların üretim süreçleri

Küresel ısınmanın önüne geçebilmek için izlenebilecek yollardan birisi de temiz enerji kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. Biyoyakıtlar, sürekli artan enerji ve çevre sorunlarının üstesinden gelebilmek için önemli adaylardan biri olarak görülüyor. Elbette bu gibi yenilenebilir teknolojileri hayata geçirmek için ekonomik ve sosyal açılardan uygulanabilir, araştırma ve teknoloji yatırımları ile güçlü, kapsamlı ve destekleyici politikalara ihtiyaç duyuluyor.

Biyoyakıt teknolojilerinde geleneksel nokta ülkelerin bu alanlara yönelik yatırımlarına yön veriyor. Çevre dostu olmaları beklentisinin yanında; araştırma eğilimleri, patent alınan çalışmalar, sürdürülebilirlik, verimlilik, maliyet, pazar payı ve uygulanabilirlik gibi pek çok unsur biyoyakıt teknolojilerinin çeşitli alanlara entegrasyonunda belirleyici rol oynuyor.

➤ Biyoyakıtlarla Çalışan Birleşik Isı ve Güç Santralleri

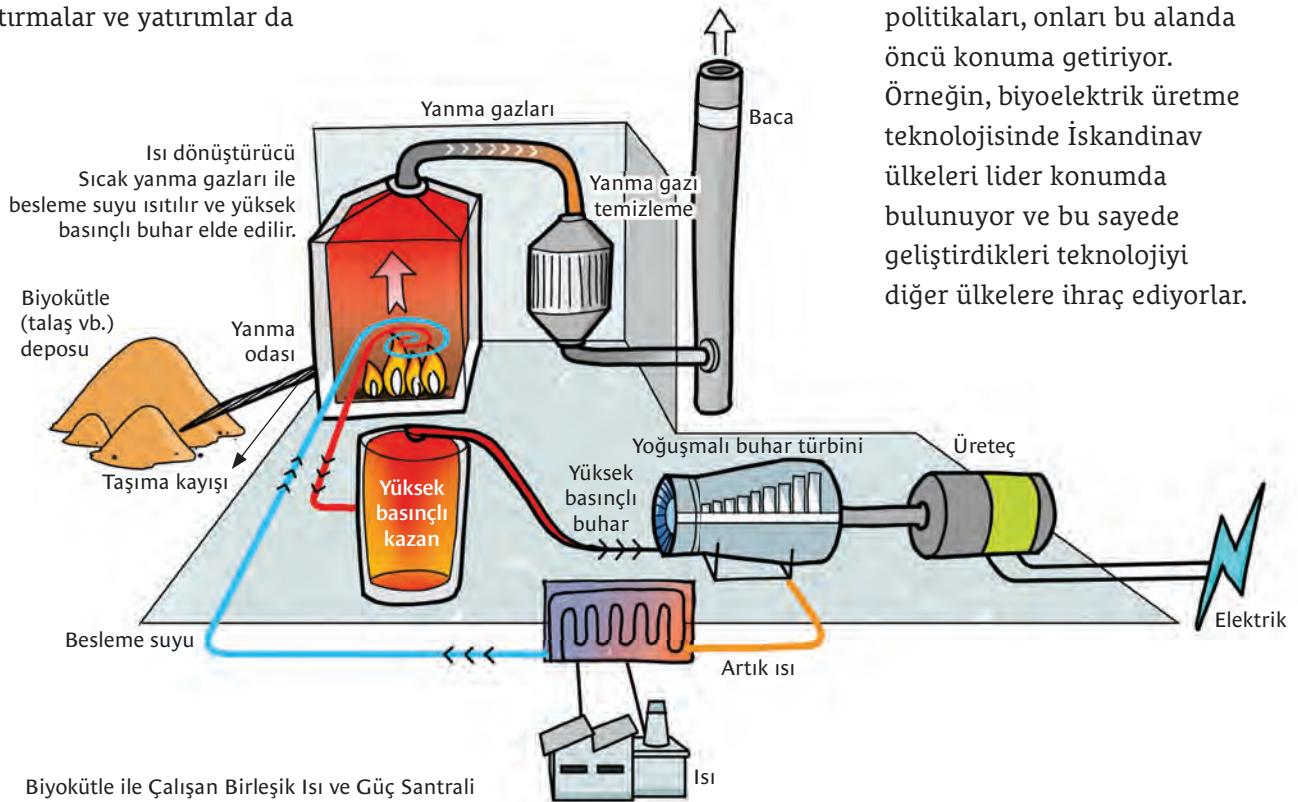
Çevresel ve ekonomik özellikleriyle ön plana çıkan, elektrik ve ısı üreten bu santraller yaklaşık %90 verimlilik oranına sahip. Geleneksel santraller ile kıyaslandıklarında ise çok daha az sera gazı salımı ile çevre dostu özellik gösteriyorlar.

Fosil yakıtlar yerine biyokütle, biyogaz ve biyometan gibi çeşitli biyoyakıtlar kullanılan bu santraller Avrupa'da giderek yaygınlaşıyor. Bazı ülkelerin biyoyakıt teknolojilerine yönelik politikaları, onları bu alanda öncü konuma getiriyor. Örneğin, bioelektrik üretme teknolojisinde İskandinav ülkeleri lider konumda bulunuyor ve bu sayede geliştirdikleri teknolojiyi diğer ülkelere ihraç ediyorlar.

Hızla Büyüyen Biyoyakıt Teknolojileri ve Üretilen Bazı Biyoyakıtlar

Küresel enerji talebindeki sürekli artışa bağlı olarak biyoyakıt teknolojileri üzerine yapılan araştırmalar ve yatırımlar da

benzer şekilde artıyor. Çevre dostu ve sürdürülebilir biyoyakıt teknolojilerini düşük maliyetlerde gerçekleştirme hedefiyle yön verilen çalışmalardan bir kısmı enerji pazarında belirleyici rol oynayabiliyor. Bu bağlamda belirli biyoyakıt ve üretim teknolojisi türleri öne çıkıyor.



Biyokütle ile Çalışan Birleşik Isı ve Güç Santrali

➤ Biyoyakıtlı Gaz Türbinleri

Gaz türbinleri yanma sırasında sürekli olarak alev oluşturan motorlardır. İçten yanmalı bir tür olan bu türbinler, sıkıştırılmış havaya püskürtülen yakıtın ateşlenmesi sonucunda ortaya çıkan enerjiyi dönme hareketine çevirir. Yük sektörü verimlilikleri nispeten düşük olmasına rağmen esnek boyutsal tasarım ve uygulama kolaylığı gibi çeşitli avantajları sayesinde sıklıkla tercih edilirler. Çok çeşitli biyoyakıtlarla çalışan bu türbinleri geliştirmek üzere araştırmalar yürütülüyor. Biyoyakıtlarla geleneksel yakıtlar karıştırıldığında bile daha az sera gazı emisyonu olduğu ve çevreye zararlı etkilerin azaltıldığı ortaya kondu.

➤ Biyogaz ve Biyometan

Biyogaz, organik maddenin oksijensiz ortamda bakteriler tarafından parçalandığı biyolojik bir süreç sırasında oluşan yanıcı gazların karışımına deniyor. Organik madde kentsel katı atık depolama alanlarından ve çeşitli atık işleme tesislerinden geliyor. Biyogaz üretimi atık işleme tesislerinin kapasitesine bağlılık gösteriyor.

Biyogaz (hacimce yaklaşık %60-70 oranında metan içerir) normal hâliyle genellikle pişirme, aydınlatma ve ısıtma için kullanılıyor. Ancak karbondioksit ve diğer küçük miktarlardaki gazlar uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen yüksek saflıktaki biyometan, tüm sıkıştırılmış doğal gaz uygulamaları için elverişli hâle geliyor. Biyometanlaştırma denilen bu yöntemin verimliliği ise henüz hedeflenen seviyelerin altında seyrediyor.

Avrupa ülkeleri biyogaz üretiminde lider konumda bulunuyor. Almanya ise Avrupa ülkeleri içinde biyogaz üretiminin %53 gibi önemli bir kısmını gerçekleştirerek bu konuda öncü durumda. Birleşik Krallık, Fransa ve İtalya da listede sırasıyla onun ardında geliyor.

➤ Sentez Gazı

Hidrojen ve karbonmonoksit başta olmak üzere karbondioksit ve metan gibi çeşitli bileşenlerin karışımından oluşan gazlaştırma ürününe sentez gazı deniliyor. Kendi başına yakıt olabildiği gibi biyokütleden yakıtı dönüştürme süreçlerinde bir ara madde olarak da kullanılıyor. Besleme hammaddesi türüne ve işlem koşullarına bağlı olarak sentez gazı düşük miktarlarda çeşitli bileşikler de içerebiliyor. Bu durum yakıt özelliklerini ve verimliliğini etkiliyor.

Ticari olarak sentez gazı üretimi için kullanılan yakıtın büyük çoğunluğunu kömür (%51) oluştururken bunu petrol kalıntıları (%25), doğal gaz (%22) ve bir petrol rafinasyon ürünü olan petrokok (%1) izliyor. Geri kalan kısım ise değerli kimyasalların veya yakıtların sentezi için kullanılan biyokütleden oluşuyor.



eye35.pix / Alamy

► Biyodizel

Biyodizel, yenilebilir veya yenilmeyen yağlardan elde edilen yağ asitleri olan metil-esterlerinin bir karışımıdır. Üretim maliyetleri kullanılan hammadde ve katalizöre göre büyük oranda değişiklik gösterebilir. Bileşimleri kullanılan ana hammaddeye göre değişiklik gösterse de elde edilen son ürünün kimyasal ve fiziksel özelliklerinin geleneksel dizel yakıtlarla benzerlik göstermesi sayesinde biyodizel yakıtlar yaygın olarak kullanılıyor. Yapılan çeşitli çalışmalarda biyodizel yakıtın petrol bazlı dizel yakıta göre daha düşük karbondioksit ve partikül emisyonuna yol açtığı ve bu nedenle daha çevre dostu olduğu bildiriliyor.

Bitkisel bazlı doğal yağlar, hayvansal yağlar ve atık yağlardan transesterifikasyon yöntemi ile elde edilen biyodizel yakıt üretimi yıllar içerisinde hızlı bir şekilde arttı. ABD ve Brezilya



Mısır Mahsulü:

Hasadı gerçekleştirilen mısır, öğütme işlemine gönderilir.



Öğütme/ Ezme:

Besleme stoğu bazen mümkün olduğunca çok fermente edilebilir şeker elde etmek için işlenir.



Fermantasyon:

Maya eklenir ve şekerler alkole dönüştürülür.



Moleküler Elek:

Etanol ayrılır, damıtılır, süzülür ve depolanır.



E85: Elde edilen etanol, benzin veya diğer hidrokarbonlarla belli oranlarda karıştırılarak kullanılır. Burada kullanılan E85 kısaltması hacme göre %85 etanol ile %15 benzin veya diğer hidrokarbondan oluşan etanol yakıt karışımını ifade eder.

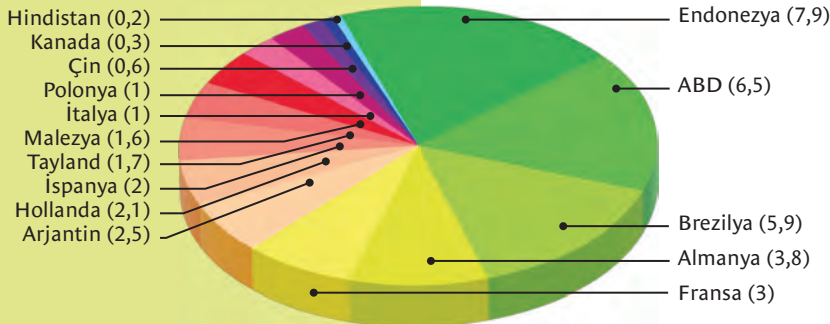
Mısırdan biyoetanol üretim süreçleri

biyodizel üretiminde öncü ülkeler arasında yer alıyor. 2018 yılının mayıs ayında ABD'de üretilen 568 milyon litre biyodizelin yarısına yakın kısmının ihraç edildiği göz önüne alındığında üretimin büyüklüğü ve ekonomik boyutları hakkında fikir sahibi olunabilir. Geline son noktada ülkelerin biyodizel üretimine verdikleri çeşitli teşviklerin de çok önemli rol oynadığını belirtmek gerekiyor.

► Biyoetanol (Yakıt Alkolü)

Biyoetanol en umut verici biyoyakıtlardan birisi olarak gösteriliyor. Birinci nesil yakıt olarak üretimi söz konusu olduğunda, tropikal ve subtropikal bölgelerde şeker kamışı ana hammadde olarak yaygın şekilde kullanılırken dünyanın diğer kesimlerinde mısır ön plandadır. Biyoetanol ayrıca lignoselülozik hammaddeler yardımıyla ikinci nesil bir yakıt olarak da sentezlenebiliyor.

Mısır, arpa, şeker kamışı ve şeker pancarı gibi yüksek oranda nişasta ve şeker içeren ürünler ile biyoetanol üretimi gerçekleştirilebiliyor. Tahıllarda maya kullanarak fermantasyon işlemi gerçekleştirilmek



Küresel biyodizel üretiminde öncü ülkeler (milyar litre) (2019)

biyoetanol üretimi için en yaygın kullanılan süreçlerden biridir. Bu üretim sürecinde önce geleneksel öğütme işlemi ile boyutları küçültülen hammadde, suyla karıştırılarak bulamaç hâline getiriliyor ve ardından mayalama işlemi gerçekleştiriliyor. Daha sonra karışım damıtılarak saf etanol elde etmek için moleküler bir elekten geçiriliyor.

Enerji eşdeğeri fosil yakıtlardan düşük olmasına rağmen oksijen içeriği daha temiz bir yanma sağlar. Bu yüzden benzin için yaygın olarak kullanılan bir katkı maddesidir. Örneğin, E15 (%15 biyoetanol, %85 benzin) ve E85 (%85 etanol, %15 benzin) değişen oranlarda benzin ve etanol karışımlı yakıtları ifade ediyor.

Üretiminde tarımsal ürünlerin kullanılması, çoğu alkol bazlı yakıttan daha az zararlı olması, yanma sonucunda daha az miktarda zararlı yan ürünün açığa çıkması ile üretim ve yanma süreçlerinde açığa çıkan karbondioksitin büyük bir bölümünün yetiştirilen tarımsal bitkiler tarafından geri emilmesi gibi olumlu özellikleri biyoetanolün geleneksel yakıtlara önemli bir alternatif olarak benimsenmesini sağlıyor.

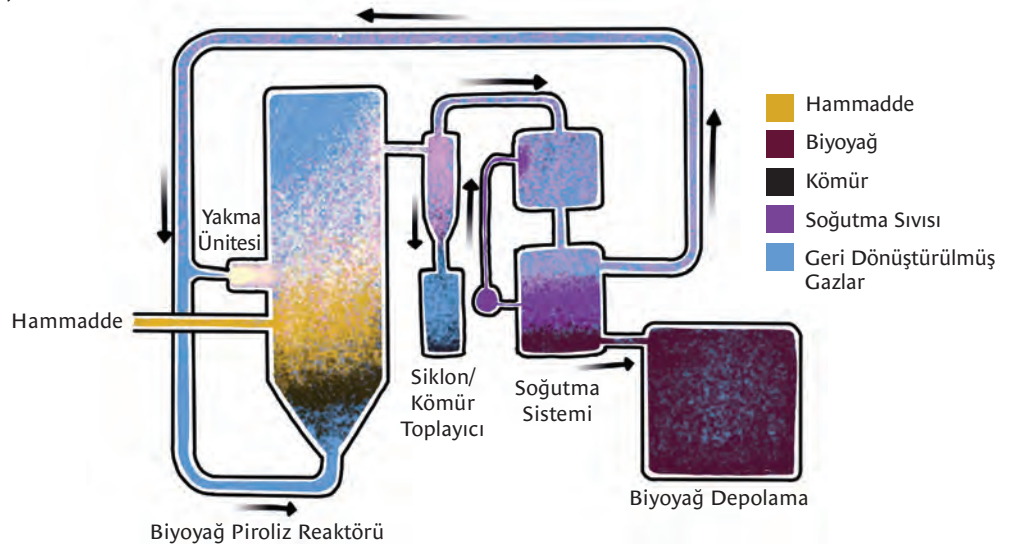
➤ Biyobütanol

Etanol ve biyodizelden daha az bilinmesine rağmen, içten yanmalı motorlarda kullanıldığında büyük faydalar sağlayan ve gelecekte daha önemli bir konuma gelmesi beklenen yenilenebilir bir yakıt olan biyobütanol, biyokütle fermantasyonu ile üretiliyor. Geleneksel yakıtlarla karıştırılabilmesi sayesinde zararlı emisyonların azaltılmasını sağlayan biyobütanol günümüzde oldukça az üretiliyor. Tarımsal biyokütleler kullanılarak gerçekleştirilen biyobütanol üretimi, nüfusun beslenme ihtiyaçlarını olumsuz etkileyebileceği için hâlâ tartışılıyor. Ancak biyobütanol üretiminde mikroalglerin kullanılması bu soruna bir çözüm sunuyor. Daha önce açıklandığı üzere, mikroalgler üçüncü nesil bir hammadde olarak hızlı büyüme oranları ve yüksek karbonhidrat içeriğine sahip olmaları ile öne çıkıyor.

➤ Biyo-piroliz Yöntemi

Oksijensiz ortamda biyokütlenin parçalanması süreci biyo-piroliz olarak tanımlanıyor. Biyokütlerdeki organik moleküller parçalanarak elde edilen ürünler işlenip yakıt hâline getiriliyor. Biyo-piroliz teknolojileri yüksek verimlilik nedeniyle son dönemlerde büyük ilgi görüyor. Yavaş, orta, hızlı ve ani olmak üzere dört kategoride sınıflandırılan yöntemler arasında hızlı ve ani piroliz teknikleri yüksek verime sahip olmaları yüzünden daha çok tercih ediliyor.

Hızlı piroliz ile daha yüksek verimlilikte biyoyağ üretimi gerçekleştirilebiliyor. Bu işlem biyokütlenin 300 °C/dakika hızla ısıtılmasıyla başlıyor. Biyokömür, piroliz yağı ve yoğunlaşmayan gazlar ana ürünler olarak elde ediliyor. Piroliz süreci sonunda toplanan biyoyağ, organik bileşiklerden oluşan bir karışım olup



Hızlı piroliz işlemi ile biyoyakıt üretimi

kullanılabilir hâle getirilmek üzere işleniyor. Biyo-piroliz yönteminin atmosfer basıncında çalışması ve %70'in üzerinde verimliliğe sahip olması önemli avantajları olarak değerlendiriliyor.

➤ Torrefaksiyon (Ilımlı Piroliz) ve Peletleme

Torrefaksiyon, biyokütleden daha yüksek kaliteli yakıt üretilmesini sağlayan termal bir ön işlem olup temel amacı; biyokütlerdeki oksijeni uzaklaştırarak içeriğindeki karbon oranını arttırmaktır. Torrefaksiyon işlemi biyokütlenin özelliklerini geliştirdiği için giderek daha da önemli hâle geldi. Düşük ısıtma hızlarında yapılan bu işlem sayesinde, biyokütlenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde kritik gelişmeler sağlanıyor. Geliştirilen özellikler arasında biyokütlerdeki sabit karbon oranının artması, daha yüksek ısı değere sahip ürün elde edilmesi, su tutucu özelliğın azalması, oksijen ve uçucu bileşenler uzaklaştırıldığı için yakma işlemi sırasında daha az miktarda zararlı gaz emisyonu sağlanması, biyokütlenin daha kolay ezilebilir hâle gelmesi ve düşük nem içeriği elde edilmesi sayılabilir.

Torrefaksiyon işlemi ile biyokütlerde daha az uçucu madde kaldığından dolayı yanma sırasında daha az duman salınması

Stringfellow, T., "An independent engineering evaluation of waste-to energy Technologies", 2014.



sağlanır, ayrıca nem içeriği azaldığından dolayı yanma daha kolay gerçekleşir. Peletleme ise fiziksel bir işlemdir. Peletleme sırasında biyokütle atıkları mekanik yollarla sıkıştırılır ve benzer büyüklüklerde katılar elde edilir.



Selülozik biyoetanol üretim teknolojisi

Biyokütlenin lifli yapısı ve dayanıklılığının ortadan kaldırıldığı bu ısı işlem temel olarak ısıtma, ön kurutma, son kurutma, torrefaksiyon ve soğutma aşamalarından oluşur.

➤ Selülozik Biyoetanol

Etanol üretimi için yenilmeyen bitki ve tarım atıkları kullanılabilir. Böylece selülozik biyoetanol üretimi için hammadde bulmak fazla sorun olmuyor. Selülozu etanole dönüştürmek için çok farklı yöntemler bulunmasına rağmen bunlardan iki tanesi ön plana çıkıyor.

İlk olarak hidroliz işlemi ile etanol elde edilebiliyor. Bu yöntemde selüloz şeker moleküllerine parçalanıyor ve daha sonra etanole fermente ediliyor. İkinci yöntem ise termokimyasal dönüşüm. Bu yöntemde besleme tankına giren biyokütle, gazlaştırıcıda yüksek sıcaklıklara maruz bırakılarak sentez gazına dönüştürülüyor. Daha sonra bu sentez gazı ya fermente edilerek ya da katalitik olarak etanole dönüştürülüyor.

Blanco S., "Coscata's new Lighthouse cellulosic ethanol plant, in depth", 2009.

Biyoyakıtlar genel olarak değerlendirildiğinde çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik açılarından olumlu ve olumsuz yönler sergiledikleri görülüyor. Biyoyakıt üretiminin artması ile sera gazı emisyonlarının azaltılması, enerji güvenliği, kırsal bölgelerde istihdam sağlanması ve ekonomik kalkınma gibi olumlu beklentiler gerçekleşebileceği gibi öte yandan da gıda üretimine yönelik tarım alanlarının azalması ve gıda fiyatlarının artma eğilimi göstermesinin yanında arazilerin, ormanların, su kaynaklarının ve ekosistemin bozulması riskleri ile de karşılaşılabilir. Bunların yanında sulama için temiz su kaynaklarının kontrolsüz kullanımı, ürün yetiştirilmesi için doğaya zararlı suni gübre/pestisit uygulamaları ve zirai ilaçlama gibi hususlar çevre üzerinde olumsuz sonuçlar doğurabilir.



CHIH YUAN Ronnie Wu / Alamy

Havacılık Sektöründe Biyoyakıtlar

Uçak yolculukları en çok karbon kirliliğine yol açan faaliyetlerin başında geliyor. Yaklaşık 11.000 km'lik bir uçak yolculuğu için yolcu başına doğaya salınan karbondioksit (CO₂) miktarı, 50 ülkedeki herhangi bir kişinin yıllık karbondioksit emisyonundan daha fazladır. Uçaklar her yıl yaklaşık 920 milyon ton CO₂ salınmasına yol açıyor ve bu da dünyadaki tüm sera gazı emisyonlarının yaklaşık %3,5'ine karşılık geliyor.

Yapılan araştırmalar sonucunda çeşitli otoriteler tarafından bu alanda gerçekleştirilen girişimlerin umut verici olduğu değerlendiriliyor. Farklı biyokütlelerin kullanılmasıyla elde edilen yakıtlar sayesinde, gelecekte hava yolculukları sırasında doğaya salınan sera gazlarının önemli ölçüde azaltılacağı düşünülüyor.

Mart 2021'de kimyager Derek Verdon ve arkadaşları Ulusal Bilimler Akademisine biyokütle kullanarak petrol bazlı versiyonun maliyetine yaklaşabilecek şekilde jet yakıtı elde edilebileceği bilgisini sundu. Bu tarihten sonra sürdürülebilir havacılık yakıtları için küresel anlamda çeşitli girişimler gerçekleştirildi. Şimdilik üreticiler tarafından yaklaşık olarak yılda 100 milyon litre yakıt üretimi gerçekleştiriliyor. 2030 yılına kadar pazar hacminin yaklaşık 70 kat büyüyerek 15,7 milyar dolara ulaşması bekleniyor.

Şimdilik yavaş yavaş da olsa uçaklarda biyoyakıt kullanımı başladı. Dünya çapında bazı havayolu firmaları önümüzdeki dönemde 21 milyar litre sürdürülebilir havacılık yakıtı almak için çeşitli anlaşmalar gerçekleştirdi. 2008 yılında uçuşlarda ilk defa karışım



Scharfsm / Alamy

olarak biyoyakıtlar kullanılmaya başlandı ve o zamandan beri uçaklarda kullanılıyor. Tamamen biyoyakıt kullanılan ilk yolcu uçuşu ise ancak 2021 yılında gerçekleştirilebildi.

Havacılık yakıtı olarak çeşitli ihtimaller arasında selülozik etanol üretimi biraz daha ön planda gözüküyor. Bu süreçte, tarla ve orman atıklarından mikrobiyal enzimler vasıtasıyla şeker elde edip onun fermentasyonu ile yakıt üretiliyor. Elbette burada üretim kolaylığı ve maliyet gibi parametreler büyük ölçüde belirleyici oluyor. Yapılan çalışmaların en önemli itici güçlerinden birisi olarak küresel iklim değişikliğini gösterebiliriz. Çünkü geleneksel fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında mısır türevi etanol kullanarak CO₂ emisyonu %20 ila %40 oranında azaltılabiliyorken bu oran atık biyokütller kullanıldığında %90'lara kadar çıkabiliyor.

Standartlara uygun şekilde onaylanan jet yakıtı üretiminin iklim hedeflerini gerçekleştirmek adına son derece gerekli olduğunu belirten araştırmacılar şirketlerin üretim maliyetlerini azaltmak için mümkün olduğunca yerel atıkları kullanmalarının gerekliliğini vurguluyorlar.

Tüm bu pozitif değerlendirme ve çabalara rağmen Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde sürdürülebilir havacılık yakıtı

maliyetinin petrolden türetilene göre hâla üç kat daha pahalı olduğu bildirildi. Havayolu şirketlerinin temiz yakıt kullanımından kaynaklı ek masrafları yüklenmeye pek gönüllü olmayacağı ve bu durumda da yakıt dönüşümünü sağlamanın hayli zor olacağı değerlendiriliyor. Ancak dünya çapında 290 havayolu firmasını bünyesinde bulunduran Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği, havacılık endüstrisinin karbon emisyonu hedefleri kapsamında, sürdürülebilir havacılık yakıtlarının kullanılması taahhüdünde bulundu. Avrupa Komisyonu'da bu konuda bazı girişimlerde bulunuyor. Buna göre yakıt tedarikçilerinin jet yakıtındaki temiz yakıt oranını 2050 yılına kadar %63'e çıkarması bekleniyor.

Elbette sadece getirilen kurallar ile biyoyakıt sektörünün gelişmesinin ve istenilen düzeyde temiz yakıt kullanılmasının sağlanamayacağı çok açık. Bunun için bazı ülkeler yakıt üreticilerine temiz yakıt kullanarak önüne geçtikleri her bir ton CO₂ emisyonu başına teşvik vermek gibi çeşitli destekleri hayata geçiriyor.

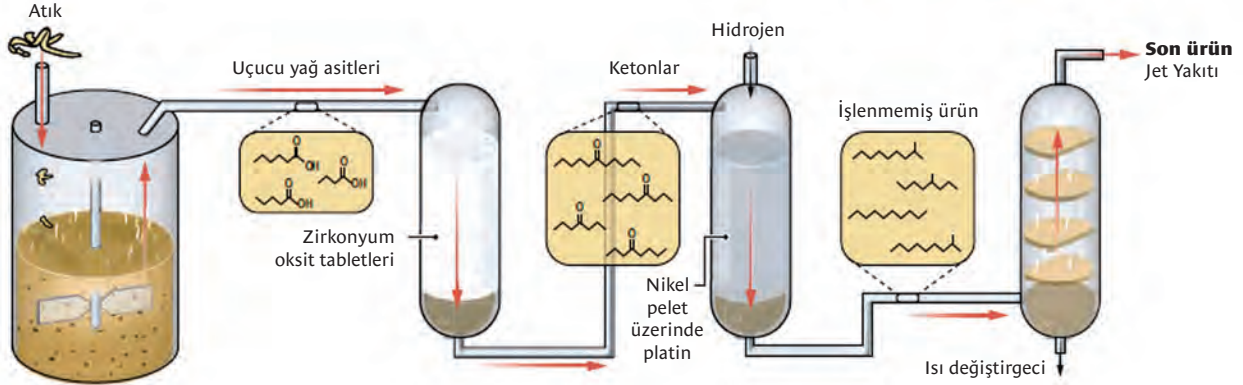
temizyurek / iStock

Ülkemizde Biyoyakıtlar

Ülkemizde sürdürülen biyoyakıt politikalarının ilk adımları oldukça eskiye dayanıyor. 1931 yılında Ziraat Kongresi'nde konunun gündeme getirilmesini takiben, 1934 yılında "Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanımı" ile ilgili bir çalışma gerçekleştirildi. Sonrasında ise 2000'li yılların başlarından itibaren kamu ve özel sektörün katkılarıyla çeşitli biyoyakıt politikaları hız kazandı.

Ülke genelinde 2021 yılında yaklaşık 194 milyon ton hayvansal atık, 62 milyon ton bitkisel atık ve 32 milyon ton belediye atığı gibi işlenebilecek atıkların teorik enerji eşdeğerinin 34 milyon TEP (ton eşdeğer petrol) olduğu belirtiliyor. Diğer bir ifadeyle, bu miktarda atıktan elde edilebilecek enerji, 34 milyon ton petrolün yanmasıyla elde edilen enerjiye karşılık geliyor.

Gıda atıkları ve çöpler gibi atık karbon kaynakları çeşitli işlemlerle jet yakıtına dönüştürülüyor.



Fermantasyon ve Ayırma

Gıda atıkları mikroplar eşliğinde daha küçük hidrokarbon yapılar olan uçucu yağ asitlerine dönüştürülür.

Ketonizasyon reaktörü

Katalizör aracılığıyla yağ asitlerinden ketonlar elde edilir.

HDO-ISO reaktörü

Burada ketonlar ve hidrojen katalizör eşliğinde daha büyük hidrokarbonlara dönüştürülür ve oksijen atomları ortamdan uzaklaştırılır.

Damıtma

Elde edilen hidrokarbonlar uzunluk ve ağırlıklarına göre ayrılır ve en hafif kısım jet yakıtı olarak kullanılmak üzere ayrılır.

2021 yılı itibarıyla ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik kurulu gücünün toplam kurulu güce oranı %53'e ulaştı. Türkiye 2002-2020 döneminde yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik kurulu gücünü "en çok artıran Dünya'da 9., Avrupa'da da 4. ülke konumunda yer aldı. Enerji Bakanlığı verilerine göre, ülkemizde biyokütle enerjisine dayalı kurulu güç 2004-2020 yılları arasında yaklaşık olarak 50 kat artış gösterdi.

Ülkemizde sıvı biyoyakıtlar ile elektrik üretimine 2014 yılında başlanırken 2018 yılında da belediye atıklarından elektrik üretimi aktifleştirildi. Biyokütle kaynaklarından elektrik üretim potansiyeli ile birlikte biyogaz üretimi de 2010 yılından 2020 yılında gelindiğinde yaklaşık 10 kat arttı.

Biyokütle enerjisinin ülkede daha verimli ve etkin olarak değerlendirilmesi için çeşitli politika ve stratejilerin geliştirilmesi adına kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve diğer tüm paydaşlar aralıksız bir şekilde çalışmalara devam ediyor. Biyokütle kaynakları bakımından zengin olan ülkemizde bu kaynakları daha verimli şekilde kullanabilmek için araştırmacılara da büyük görev düşüyor. Mevcut politikaların sürekli geliştirilmesi ve ortaya konacak yeni politikalar, biyoyakıt üretiminin yaygınlaştırılması ve sürekliliğinin sağlanması adına büyük önem taşıyor.

Kısa Bir Değerlendirme...

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyoyakıtlar ve özellikle de sıvı biyoyakıtlar bazı önemli avantajlar taşıyor. Bu biyoyakıtlar ihtiyaç duyulduğunda kolay bir şekilde depolanıp taşınabiliyor. Fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbondioksit, mikro kirletici ve partikül madde emisyonlarına yol açıyor ve çevre dostu özellik gösteriyorlar. Ayrıca biyoyakıtlar, enerji bitkileri yetiştirme veya atık biyokütle geri kazanımından nihai üretime kadar tekrar eden döngüleriyle döngüsel ekonomi modeline katkıda bulunur. Bunlarla beraber, ülkelerin enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine,

enerji güvenliğinin sağlanmasına, atıkları etkin bir şekilde değerlendirme ve geri dönüşüme katkıda bulunmasına ve enerji piyasalarının istikrarının sağlanmasına da yardımcı olurlar.

Birinci nesil biyoyakıtlar oldukça iyi bir şekilde tanımlanmış olup biyoyakıtların ana kaynağı olmalarına rağmen büyük miktarlarda gıda kullanarak üretilmeleri yüzünden gıda güvenliği tartışmalarına yol açıyorlar. 2017 verilerine göre dünya genelinde 821 milyon insanın yetersiz beslendiği değerlendirildiğinde birinci nesil biyoyakıtların alternatiflerine yönelmek gerekli görülüyor. İkinci nesil biyoyakıtlar üretilirken gıda dışı hammaddeler kullanılıyor ancak bunlarda da geniş arazilere ihtiyaç duyulması arazilerin ve ekosistemlerin bozulmasına yol açabiliyor.

Biyoyakıtların geleceği için araştırmacılar üçüncü ve dördüncü nesil biyoyakıtlara yöneldiler. Bunun için mikroalgler pek çok açıdan sahip oldukları olumlu yönler ile öne çıkıyor. Mikroalg yetiştirilirken tatlı su kaynaklarının kullanılmasının temiz su kaynaklarını olumsuz şekilde etkileyeceği de belirtiliyor ancak atık sular ve zor koşullarda üretim yapılmasının sağlanması ile bu olumsuzluğun önüne geçilebileceği düşünülüyor. Henüz tam olarak ticarileştiğini söyleyemeyeceğimiz üçüncü nesil biyoyakıt teknolojileri üzerine araştırmalar devam ediyor. Dördüncü nesil biyoyakıtların üretimi için genetiği değiştirilmiş mikroalglerle yapılan çalışmalarda lipit veriminin %35 oranında arttırıldığı ve zorlu koşullara dayanıklı türlerin geliştirildiği ortaya kondu. Bu gelişmeler de dördüncü nesil biyoyakıtların

hayatımızdaki rolünün önümüzdeki yıllarda daha önemli olabileceğini işaret ediyor.

Gelecekte insanlığın ihtiyaç duyduğu enerjinin sağlanabilmesi için çeşitli temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının gerekliliği açıktır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için çevre dostu ve sürdürülebilir kaynakların daha etkili bir şekilde kullanılması gerekiyor. Biyokütle hammaddelerinin üretim planlaması, yetiştirme stratejisi, hasat ve biyoyakıt dönüştürme teknolojileri gibi pek çok üretim ve hazırlama aşamasını iyileştirmek için yapılacak çalışmaların ekonomik bakımdan sürdürülebilir olması biyoyakıt teknolojilerinin belirlenmesinde önemli rol oynayacaktır. Sonuç olarak önümüzdeki yıllarda enerji arzının önemli bir bölümünü biyoyakıtların oluşturacağına neredeyse kesin gözüyle bakılıyor. ■

Kaynaklar

- Ruan, R., Zhang, Y. ve ark., Chapter 1 - Biofuels: Introduction, Editor(s): Pandey, A., Larroche, C., ve ark., *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous Biofuels (Second Edition)*, Academic Press, 3-43, 2019.
- Sharma, S., Kundu, A. ve ark., "Sustainable environmental management and related biofuel technologies", *Journal of Environmental Management*, 273, 111096, 2020.
- Madvar, M.D., Aslani, A. ve ark., "Current status and future forecasting of biofuels technology development", *International Journal of Energy Research*, 43: 1142-1160, 2019.
- Aron, N.S.M., Khoo, K.S. ve ark., "Sustainability of the four generations of biofuels - A review", *International Journal of Energy Research*, 44:9266-9282, 2020.
- Jeswani, H.K., Chilvers, A., Azapagic, A., "Environmental sustainability of biofuels: a review", *Proceedings Of The Royal Society A*, 476, 20200351, 2020.
- Işık, S., Yavuz, S., "Biyokütleden Elde Edilen Biyoyakıtlara Genel Bir Bakış", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel Sayı 34, 193-201, 2022.
- Horuz, A., Korkmaz, A., Akinoğlu, G., "Biyoyakıt Bitkileri ve Teknolojisi", *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3(2), 69-81, 2015.
- Callegari, A., Bolognesi, S., Ceconet, D. ve Capodaglio, A.G., "Production technologies, current role, and future prospects of biofuels feedstocks: A state-of-the-art review", *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50:4, 384-436, 2020.
- Chowdhury, H., Loganathan, B., "Third-generation biofuels from microalgae: a review", *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 20:39-44, 2019.
- Service, R.F., "Can Biofuels Really Fly?", *Science*, 376 (6600), 1394-1397, 2022.
- Üçgöl, İ., Akgöl, G., "Biyokütle Teknolojisi", *Journal of YEKARUM*, 1(1), 3-11, 2010.
- Dağdelen, D., "Küresel Biyoyakıt Politikalarının AB ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi", T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, AB Uzmanlık Tezi, 2015.
- Liu, Y., Cruz-Morales, P. ve ark., "Biofuels for a sustainable future", *Cell*, 184, 1636-1647, 2021.
- Osman, A.I., Mehta, N. ve ark., "Conversion of Biomass to biofuels and life cycle assessment: a review", *Environmental Chemistry Letters*, 19:4075-4118, 2021.
- TÜBA Biyokütle Enerjisi Raporu, Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 46 ISBN: 978-625-8352-01-6 Ed.: Prof. Dr. M.H. Alma, 2022.
- Alma, M.H., Salan, T., Altıkat, A., Altıkat, S., "Biyokütlenin Termokimyasal Dönüşüm Süreçleri ve Reaktörler", Nobel, Ankara, 2021.





KIRK YIL
SONRA,
İNGİLTERE.



SİZ
GAZETECİ
MİYDİNİZ?



YILLAR ÖNCE
ANNEM DEPREM
SÖYLEŞİLERİ
YAPMIŞTI. BEN DE
ŞİMDİ SİSMOLOJİ
ÜZERİNE BİR KİTAP
YAZIYORUM.



BENİM ADIM RIDCHARD DIXON
OLDHAM. SİSMİK DALGALARI
SINIFLANDIRIYORUM.
TEMEL OLARAK P-DALGASI, S-DALGASI
VE YÜZEY DALGALARI OLARAK ÜÇ
KATEGORİ OLUŞTURDUM. S-DALGALARI
DÜNYANIN ÇEKİRDEĞİNİ AŞAMAZKEN,
P-DALGALARI ÇEKİRDEĞİ AŞABİLİYOR.

S-DALGASI



P-DALGASI

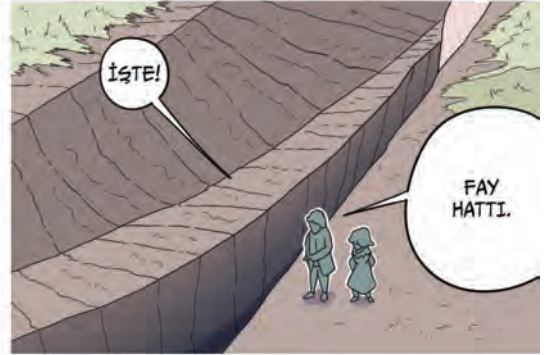


S-DALGALARI
SIVIDA İLETİLEMİYOR.
ERİYİK HÂLDEKİ
ÇEKİRDEĞİ
AŞAMAMALARININ
NEDENİ BU.

ANLIYORUM.
BU ARADA,
HEDEFİMİZE
YAKLAŞTIK
MI?



EVET,
ŞU TEPEYİ
AŞTIĞIMIZDA
GEÇEN SENE
FELAKETE SEBEP
OLAN ŞEYİ
GÖRECEĞİZ.



İŞTE!

FAY
HATTI.



...
DİLERSENİZ TAHTA
ÜZERİNDE SİSMİK
DALGA VE FAY HATTI
TÜRLERİNİ KISACA
ANLATAYIM.



P-DALGASI DOĞRUSAL
DALGADIR.

S-DALGASI ARTÇI
DALGA OLARAK DA
ADLANDIRILIR.
DAHA YAVAŞTIR.

NORMAL ATIMLI
FAY HAREKETE
GEÇİNCE
DÜZLEMLER
BİRBİRİNDEN
UZAKLAŞIR.

TERS ATIMLI
FAY HAREKETE
GEÇİNCE
İKİ DÜZLEM
BİRBİRİNE
YAKLAŞIR.

DOĞRULTU ATIMLI
FAYLARDA İSE
YATAY ATIM
GÖRÜLÜR.



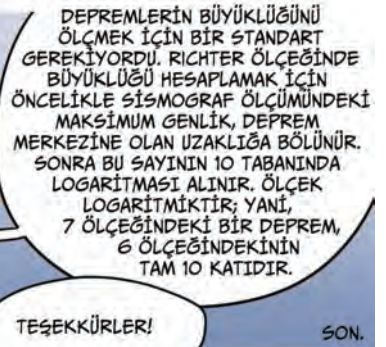
BUGÜN KONUŞUMUZ
FRANCIS RICHTER.
KENDİSİ DEPREMİN
BÜYÜKLÜĞÜNÜ İFADE
EDEN "RICHTER
ÖLÇEĞİ" NİN
ÖNCÜSÜ.



BU ÖLÇEĞİ BENİ
GUTENBERG İLE
BİRLİKTE
GELİŞTİRDİNİZ.



BİZE
BİRAZ
ANLATABİLİR
MİSİNİZ?



DEPREMLERİN BÜYÜKLÜĞÜNÜ
ÖLÇMEK İÇİN BİR STANDART
GEREKİYORDU. RICHTER ÖLÇEĞİNDE
BÜYÜKLÜĞÜ HESAPLAMAK İÇİN
ÖNCELİKLE SİSMOGRAF ÖLÇÜMÜNDEKİ
MAKSİMUM GENLİK, DEPREM
MERKEZİNE OLAN UZAKLIĞA BÖLÜNÜR.
SONRA BU SAYININ 10 TABANINDA
LOGARİTMASI ALINIR. ÖLÇEK
LOGARİTMİKTİR; YANİ,
7 ÖLÇEĞİNDEKİ BİR DEPREM,
6 ÖLÇEĞİNDEKİNİN
TAM 10 KATIDIR.

TEŞEKKÜRLER!

SON.

YEŞİL METALLER

**Yeşil Bir Gelecek İçin
Yüksek Teknoloji
Metalleri**

Doç. Dr. Nuray Karapınar [Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

Gelişen ve yükselen birçok yeni nesil teknolojiye yüksek teknoloji metalleri yeniliklerin tetikleyicisi konumundadır. Daha akıllı ve temiz teknolojilerin, ileri teknoloji ürünlerinin ve mühendislik sistemlerinin geliştirilmesi için özellikle bu metallerin kullanımına ihtiyaç duyulur.

Metaller dayanım, sağlamlık ve iletkenlik gibi kendilerine özgü özellikleri dolayısıyla tarih öncesi çağlardan günümüze çeşitli amaçlar için kullanılageldi. Altın, demir, bakır, kurşun ve gümüş gibi birkaç bin yıldır bilinen metallerin yanı sıra yakın geçmişte keşfedilen birçok metal oldu. Metaller; kimyasal ve fiziksel özellikleri, yerküredeki miktarları, üretim şekilleri ve insan yaşamında aldıkları roller gibi birçok açıdan farklı şekillerde sınıflandırılır: ağır metaller, kıymetli metaller, eser metaller, toksik (zararlı ve zehirli) metaller, nadir metaller ve minör metaller gibi...

Bu tanımlara 21. yüzyılda yeni biri daha eklendi: yüksek teknoloji metalleri. Bu metaller, isimlerinden de anlaşılacağı üzere, ileri teknoloji ürünlerinde ve mühendislik sistemlerinde kullanılır. Kullanıldıkları bileşeni teknolojik ürünlerin vazgeçilmez parçası yapan, kendilerine has olağanüstü özellikleri vardır. Birçok durumda nispeten az kullanılsalar da yüksek değere sahip ürün ve teknolojilere arzu edilen fonksiyonların kazandırılmasını sağlarlar. Son 20-30 yılda yaşanan gelişmeler ve teknolojik yenilikler çok istisnai özelliklere sahip bu metaller sayesinde gerçekleşti. Ayrıca, birçok teknolojik gelişmenin tetikleyicisi olmaları sebebiyle yüksek teknoloji metalleri “yeni çağ metalleri” olarak da anılıyor.

Günümüzde modern toplumun merkezinde yer alan birçok teknolojik yenilik çok özel niteliklere sahip bu metal ve onlarla elde edilen bileşiklerin kullanımı ile hayat buldu. Düz ekran televizyonlar, cep telefonları, temiz enerji teknolojileri, elektronik aletler ve çok sayıda başka teknolojik üründe bu metaller kullanılıyor. Dolayısıyla bu metallere olan talep de hızla artıyor.

Yeni ve Yükselen Teknolojiler

Küresel ölçekte gerçekleşen çok sayıda teknolojik yenilik ve gelişmelerden bazılarını aşağıda listeledik. Listede yer verilen bu teknolojik yeniliklerin ortak özelliği, ileri teknoloji metali kullanımına dayalı olmalarıdır. Ayrıca bu yeniliklerin yaygınlaşması dünya pazarında söz konusu metallere olan talebi önemli miktarda artırmıştır.

Yeni ve Yükselen Teknolojilerde Metallerin Yeri

Yeni ve Yükselen Teknolojiler	Metaller
Otomobil imalatı, uzay ve ulaştırma teknolojisi	
Hafif çelik konstrüksiyon	Al, Mg, Ti
Elektrik motorları (hibrit, elektrikli ve FC arabalar)	Nd, Dy, Pr, Tb (mıknatıs); Cu
Elektrikli arabalar için proton değişim membran (PEM) yakıt hücreleri	Pt
Süper kapasitörler	Al
Hafif alaşımlar	Al-Mg-Sc, Al-Li
Kara yolu araçlarının otomatik pilot uygulaması	Nd, Y, Al
Ticari amaçlı insansız hava aracı	Al, Mg-Sc-Zr (gövde); Rb, Cs, K (sensör)
Bilgi ve iletişim teknolojisi, optik teknolojiler, mikro teknolojiler	
Kurşunsuz lehimler	Sn, Ag, Cu, Zn, In, Ni, Ge, Au, Pt, Sb
RFID- Radyo frekansı tanımlama	Ag, Cu, Al (anten); Si (çip)
Ekran teknolojisi	In, Sn, Sb
Kızılötesi dedektörler (gece görüşlü)	V, Li, Nb, Pb, Ge, La, Sc, Nb, Ta
LED teknolojisi	Ga, In
Fiber optik kablo	Ge (doping)
Mikroelektronik kapasitörler	Ta, Nb, Mn, Sb, Ag, Pd, Ni, Ti, Sn, Ba
Enerji, elektrik ve itici teknolojiler	
Yüksek performanslı çipler	Ga, As, Ge, Cd, Te
Ultra etkin endüstriyel elektrikli motorlar	Cu
Termoelektrik jeneratörler	Te, Sb, Ge, Ag, Bi, Pb, Si, Hf, Zr, Mn, Co, Ni, Fe, Sn, Sb, Ru
Boyaya duyarlı güneş pilleri	Ru (boya); Ti (taşıyıcı); Sn, In, Pt, Ag (elektrot)
İnce film fotovoltailer	Yarı iletkenler (Cu, In, Se, Ga, Te, Cd)
Güneş enerjisi santralleri	Al, Ag (aynalar)
Katı oksit yakıt hücreleri (SOFC)	Y, Zr, Sc (katı elektrotlar); Y, Zr, Sc, Ni, La, Sr, Mn (elektrot)
Karbon yakalama ve hapsedme (CCS)	Cr, Ni, Co, Mn, Mo, V, Nb (ısıya dayanıklı çelik)
Lityum-iyon yüksek performanslı elektik depolama sistemleri (taşıtlar için)	Li; Co, Mn (katot)
Redox akış pilleri (depolama için)	Cr, V
Vakum yalıtımı	Si (çekirdek); Al (kasa/muhafaza kutusu); kurşunsuz lehim (pencere)
Elektik enerjisinin indükleyici transmisyonu	Cu
Termal depolama	K, Na, Li, Ca, Si
Mikro-enerji toplama	Sb, Se, Sn, Cr, Ti, Cu, Nd, Dy, Co
Rüzgâr enerjisi	Nd, Dy, Tb, Pr (mıknatıs/jeneratör); Cu
Kimya, üretim ve işleme teknolojisi, çevre teknolojisi, mekanik mühendislik	
Sentetik yakıtlar	Co, Pt
Deniz suyunun tuzdan arındırılması	Al, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Pd, Ti, V (paslanmaz çelik)
Endüstriyel imalat için katı hâl lazeri	Nd, Y, Er, Yb (lazer)
Nano gümüş	Ag
Medikal mühendislik	
Medikal protezler	Ti, Co, Cr, Mo
Medikal tomografi	Gd
Malzeme teknolojisi	
Süper alaşımlar	Ni, Co, Cr, Mo, W, Re, Ta, Nb, Hf
Yüksek sıcaklık süper iletkenleri	Y, Bi, Tl, Hg, Sr, Ba, Ca, Cu
Yüksek performanslı sabit mıknatıslar	Nd, Dy, Tb, Pr
4. Sanayi Devrimi	Li, La, Sc, Nb, Ta, Ge, Pb (sensör)
Karbon elyaf takviyeli plastikler	Çelik talebinde potansiyel azalma
Karbon nanotüpler (CNT)	Metal talebinde potansiyel azalma
Üç boyutlu yazıcılar	Cu (elektrik motoru)

Bazı Yüksek Teknoloji Metalleri ve Kullanım Alanları

Yüksek değere sahip ürün ve teknolojilere kilit fonksiyonların kazandırılması bu metaller sayesinde sağlanıyor. Dolayısıyla teknoloji geliştiren ülkeler için bu metallere erişim teknolojik rekabet yarışında geri kalmamak için son derece önemli.

Yüksek teknoloji metalleri	Temel kullanım alanları
Galyum (Ga)	Yarı iletkenler
Germanyum (Ge)	Yarı iletkenler, fiber optik, kızılötesi optikler
Gümüş (Ag)	Elektronikler, katalizörler
Hafniyum (Hf)	Süper iletkenler, seramikler
Tellür (Te)	Güneş pilleri
İndiyum (In)	LCD ekranlar
Kadmiyum (Cd)	Güneş pilleri, bataryalar
Kobalt (Co)	Bataryalar, süper iletken katalizörler
Lityum (Li)	Bataryalar, alaşımlar
Nadir toprak elementleri (NTE)	Katalizörler, alaşımlar, mıknatıslar, fosforlar
Platin grubu metalleri (PGM)	Katalizörler
Renyum (Re)	Süper alaşımlar, katalizörler
Selenyum (Se)	Cam renksizleştirme, Mn-rafinasyon, katalizörler, güneş pilleri, alaşımlar
Tantal (Ta)	Elektronikler, süper alaşımlar

Yeşil Metaller: Enerji Metalleri

21. yüzyıl enerji dönüşümünün yaşandığı bir yüzyıl oluyor. Artan iklim baskısı toplumları enerjinin karbondan arındırılmasına zorluyor. İklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek için sera gazı emisyonlarının azaltılması artık bir zorunluluk, enerji arzının güvence altına alınması da bir ihtiyaç. Dolayısıyla, düşük karbon teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulamaları dünya çapında hızla arttı.

Son yıllarda gelişme yaşanan teknolojik alanlardan biri de çevre dostu düşük karbon enerji teknolojileridir. Elektrikli araçlar, güneş panelleri, katalizörler gibi yenilenebilir enerji ve enerji etkin teknolojilerin geliştirilmesi özellikle yüksek teknoloji metallerinin kullanımına bağlıdır.

Düşük karbon salımına sahip çevre dostu enerji teknolojilerinin geliştirilmesinde kullanılan yüksek teknoloji metallerine “enerji metalleri” veya “yeşil metaller” de denir.

Düşük karbonlu enerji sistemlerine istenilen işlevselliği kazandıran bu metaller, bu sistemlerin sürdürülebilir dönüşümünü sağladıkları için son derece değerlidir. Örneğin, yüksek dönüşüm verimliliği sağlayarak güneş hücreleri ile enerjiye erişimde maliyeti düşüren ince film solar hücreler; indiyum, tellür ve galyum gibi yüksek teknoloji metalleri sayesinde üretilebilir. Rüzgâr türbinlerini daha verimli hâle getiren süper mıknatısların imalatında kullanılan nadir toprak elementleri (NTE) de yüksek teknoloji yeşil metallere örnek verilebilir.

Ayrıca, elektrikli araçlar için bilinen en iyi elektrik depolama aracı olan lityum-iyon pillerde kullanılan lityum da yeşil metallere aittir.

Yüksek teknoloji metallerin toplam tüketim miktarının %20'sinin temiz enerji teknolojilerinde kullanıldığı tahmin ediliyor.

Enerji Sistemleri Elementleri

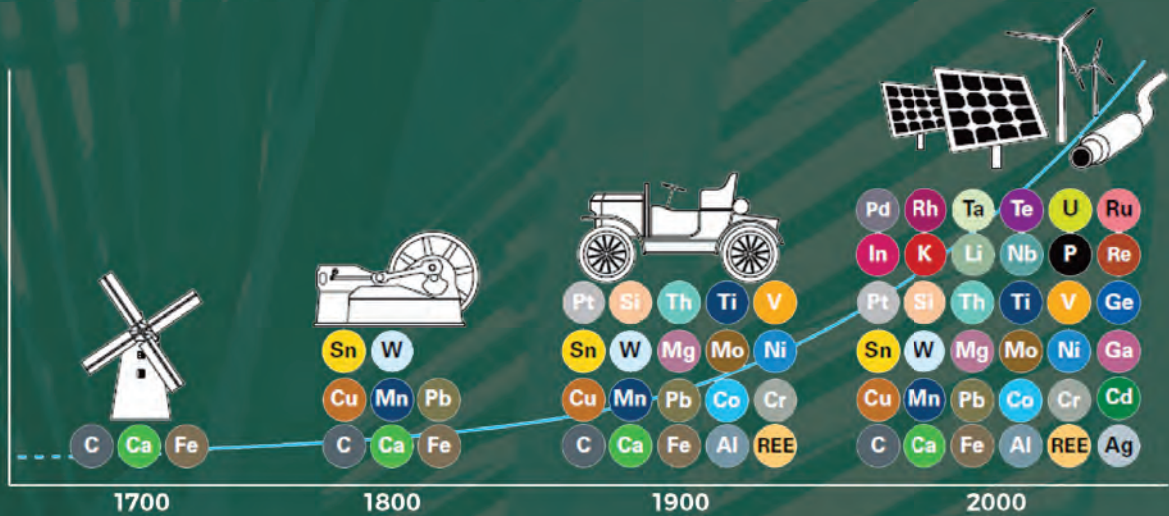
Düşük karbonlu bir gelecek inşa etmek için büyük miktarda mineral hammadde gerekir, çünkü fosil yakıt temelli elektrik üretimine kıyasla, düşük karbon teknolojilerinde, daha fazla çeşitte ve miktarda mineral hammaddeye ihtiyaç duyulur. Düşük karbon teknolojileri, özellikle de solar fotovoltaikleri (PV) ile rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji sistemleri fosil yakıt teknolojilerine göre daha fazla malzeme gerektirir. 1 megawatt güç potansiyeli için 300 güneş paneline, 200 megawatt'lık PV projesi için ise 550 futbol sahası kadar alana ihtiyaç duyulduğu dikkate alındığında, iklim değişikliğinin 2 °C ile sınırlandırılması tasarısına göre lityum ve kobalt ihtiyacının 2050 yılında, 2018 seviyesine göre, %450'den daha fazla artacağı öngörülmüyor.

Bununla birlikte, düşük karbonlu enerji sistemlerine istenilen işlevselliği kazandıran yüksek teknoloji

metallerine olan talebin yanı sıra yaygın bilinen ve kullanılan metallere olan talebin de artacağını belirtmek gerekir. Örneğin petrole dayalı arabalarda kullanılan bakır miktarına göre elektrikli arabalarda 3 kat fazla bakır kullanılıyor. Güneş ve rüzgâr enerjisi altyapıları, aynı güç kapasitesinde fosil yakıt veya nükleer enerji altyapısı ile karşılaştırıldığında, 15 kat fazla beton, 90 kat fazla alüminyum ve 50 kat fazla demir ve bakır kullanımını gerektirir.

Enerji üretimi için gereken element sayısı özellikle son 300 yılda, buhar makinesinden arabalarda kullanılan içten yanmalı motorlara ve günümüzün modern güneş teknolojileri gibi enerji teknolojilerine kadar önemli ölçüde arttı, hâlâ da artmaya devam ediyor. Element sayısında endüstri devriminden bu yana neredeyse eksponansiyel (üstel) olarak artan bir eğilim söz konusudur. Dolayısıyla, düşük karbonlu enerji teknolojileri için kritik olan bu metallerin tedarik zincirinde karşılaşılabilecek zorluklar, bu teknolojilerin yaygın kullanımına engel olabilir.

Düşük karbon teknolojilerinin yaygınlaştırılması, sadece iklim değişikliği ile mücadele etmek için değil; aynı zamanda enerjiye erişimi güvence altına almak ve ülke ekonomileri arasındaki rekabeti geliştirmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için de kilit bir noktadadır. Bu nedenle düşük karbon enerji



Kaynaktan tüketiciye (kaynak, üretim, işlem, ürün, dağıtım ve kullanım) enerji üretiminde ihtiyaç duyulan malzemelerin zamanla değişimi.

teknolojileri metallerine, yani yeşil metallere erişimin güvence altına alınması; enerji sektöründe, özellikle de teknoloji üreten ülkeler için önemlidir.

Avrupa Birliği ilk defa 2007 yılında düşük karbon enerji teknolojilerine dair “Avrupa Stratejik Enerji Teknolojileri Planı (SET-Plan)” oluşturulması niyetini ortaya koydu ve ilk defa 2009 yılında stratejik olarak değerlendirdiği düşük karbon enerji teknolojilerini belirledi. Sonuçları 2013 yılında yayımlanan bir çalışmada ise, stratejik olarak belirlenen 17 düşük karbon teknolojisi için bu teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulamalarının yaygınlaştırılmasında ihtiyaç duyulan ve

gelecekteki talebinde 2010 yılındaki arzlarına göre %1’in üzerinde artış olacağı öngörülen metaller tespit edildi. Ayrıca, bu metaller içerisinde pazar koşulları ve jeopolitik şartlar göz önünde bulundurulduğunda tedarik zinciri darboğazı açısından temini riskli olanlar da listelendi.

Karbon salım miktarı düşük söz konusu 17 enerji teknolojisi için 2020-2030 yılları arasında talebinde artış yaşanacak yüksek teknoloji metali sayısı 32’dir. Pazar koşulları ve jeopolitik şartlar açısından değerlendirildiğinde, yüksek teknoloji metali olan birçok metalin tedarik ve temininin yüksek-orta riskli olduğu görülür.

Düşük Karbon Teknolojileri	Avrupa SET-Planı 2013 Yılı Düşük Karbon Teknolojileri Haritası
Nükleer enerji (filyon)	Rüzgâr enerjisi
Güneş enerjisi (fotovoltaikler-PV ve yoğunlaştırılmış Güneş enerjisi-CSP)	Güneş enerjisi (fotovoltaikler)
Rüzgâr enerjisi	Güneş enerjisi (CSP)
Biyoenerji (biyoyakıtlar dâhil)	Hidroelektrik enerjisi
Güç santrallerinde karbon yakalama ve depolama teknolojisi	Güç santrallerinde karbon yakalama ve depolama teknolojisi
Akıllı elektrik şebekeleri	Okyanus enerjisi
Hidroelektrik	Kojenerasyon (entegre ısı ve güç santrali)
Jeotermal enerji	Jeotermal enerji
Okyanus enerjisi	Gelişmiş fosil yakıt enerji üretimi
Kojenerasyon (entegre ısı ve güç santrali)	Nükleer enerji (filyon)
Gelişmiş fosil yakıt enerji üretimi	Nükleer enerji (füzyon)
Yakıt hücreleri ve hidrojen	Akıllı şebekeler
Elektrik depolama	Biyoenerji- güç ve ısı üretimi
Enerji etkin endüstriler ¹	Biyoyakıtlar (ulaşım sektörü)
Enerji etkin binalar ¹	Yakıt hücresi ve hidrojen
Etkin karayolu ulaşımı ²	Elektrik depolama
Desalinasyon (tuzdan arındırma) ^{1,2}	Sanayide enerji verimliliği ve karbon emisyonunun azaltılması (çimento, demir, çelik ve kâğıt endüstrisi)
	Binalarda enerji verimliliği
	Isı pompaları
	Isıtma ve soğutma teknolojileri

PV: solar fotovoltaiks; CSP: yoğunlaştırılmış güneş enerjisi

¹ 2009 yılı düşük karbon teknolojileri haritasında yer almaz.

² 2011 ve 2013 yıllarında revize edilen düşük karbon teknolojileri haritalarında yer almaz.

2010 yılı arzına göre 2020-2030 yılları arasında talebinde %1 üzerinde artış beklenen enerji metalleri (metal, metaloids ve mineral) listesi

Disprosyum (arabalar, rüzgâr)	Gümüş (güneş, aydınlatma)
Lityum (arabalar)	Lantan (arabalar)
Grafit (taşıtlar)	Samaryum (arabalar)
Tellür (güneş)	Bakır (entegre ısı ve güç santrali, güneş, arabalar, akıllı şebekeler)
Neodimyum-Praseodim (arabalar, rüzgâr)	Hafniyum (nükleer)
İndiyum (güneş, aydınlatma, nükleer)	Seryum (arabalar)
Platin (yakıt hücreleri)	Altın (aydınlatma)
Terbiyum (aydınlatma)	Renyum (fosil yakıtlar)
Kalay (güneş)	Tantal (jeotermal, fosil yakıtlar)
Evropiyum (aydınlatma)	Krom (desalinasyon)
Galyum (aydınlatma, güneş)	Vanadyum (karbon yakalama ve depolama)
Kobalt (arabalar, fosil yakıtlar)	Niyobyum (karbon yakalama ve depolama)
Nikel (desalinasyon, araba, jeotermal)	Selenyum (güneş)
Germanyum (aydınlatma)	Kurşun (akıllı şebekeler, depolama)
İtriyum (aydınlatma)	Kadmiyum (güneş)
Molibden (desalinasyon, rüzgâr)	Gadolinyum (aydınlatma)

(Listedeki metaller, belirlenen 17 düşük karbon teknolojisi için en fazla talep görecekten en düşüğe doğru sıralanmıştır.)

Düşük karbon teknolojileri için gerekli elementlerin tedarik ve temin riski derecelendirmesi

Element	Tedarik Temin Riski	İlgili olduğu teknoloji
NTE: Dy, Pr, Nd	Yüksek	Arabalar, rüzgâr
Nadir toprak metalleri: Eu, Tb, Y	Yüksek	Aydınlatma
Galyum	Yüksek	Aydınlatma, güneş
Tellür	Yüksek	Güneş
Grafit	Orta-Yüksek	Arabalar
Renyum	Orta-Yüksek	Fosil yakıtlar
Hafniyum	Orta-Yüksek	Nükleer
Germanyum	Orta-Yüksek	Aydınlatma
Platin	Orta-Yüksek	Yakıt hücreleri
İndiyum	Orta-Yüksek	Güneş, aydınlatma, nükleer
NTE: La, Ce, Sm	Orta	Arabalar
NTE: Gd	Orta	Aydınlatma
Kobalt	Orta	Arabalar, fosil yakıtlar
Tantal	Orta	Jeotermal, fosil yakıtlar
Niyobyum	Orta	Karbon yakalama ve depolama
Vanadyum	Orta	Karbon yakalama ve depolama
Kalay	Orta	Güneş
Krom	Orta	Desalinasyon

Yüksek Teknoloji Metallerinin Özellikleri

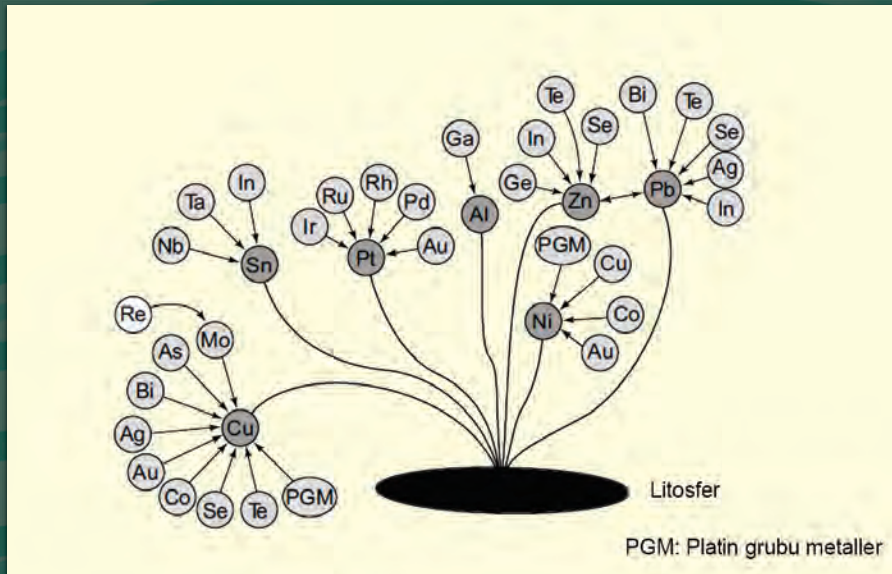
Yüksek teknoloji metallerinin temel özelliği genellikle kıt bulunmalarıdır. Bu kıtlık sadece jeokimyasal kıtlığın (kıtasal kabuktaki % miktarı) bir sonucu olarak değil; aynı zamanda ekonomik, teknolojik, sosyal, çevresel ve jeopolitik faktörlerin bir sonucu olarak gelişen arz ve talep arasındaki dengesizlikten kaynaklı bir durumdur. Dolayısıyla bu metaller, aynı zamanda nadir veya minör metal olarak da adlandırılır. Yani düşük miktarda üretilen (yıllık üretimi 25.000 tondan daha düşük) veya kullanılan, aynı zamanda cevher içerisinde düşük oranda bulunan ve borsalarda ticareti olmayan metallere aittir. Bununla birlikte, söz konusu metallerin global pazardaki arz talep oranı birkaç büyük üretici tarafından kontrol edilir. Yüksek teknoloji metallerinin birçoğu hem ekonomik önemi hem de tedariki yüksek riskli olduğu için kritik olarak nitelendiriliyor.

Bu metallerin diğer önemli özellikleri ise belirli majör metal yatakları ile yakından ilişkili olmaları ve genellikle baz metallerle birlikte bulunmalarıdır. Dolayısıyla bu metallerin üretimi ana (majör, baz) metalin üretimine bağlıdır, diğer bir deyişle yan ürün veya ikincil ürün olarak elde edilirler.

Genellikle kompleks ve çoklu metal cevherlerinde ppm (milyonda bir birim) seviyesinde bulunurlar. Madencilik için itici güç majör metalin üretimidir. Yan ürün metaller (by product metal), ekonomik olarak kazanılabilmeleri durumunda, genellikle ek getiri sağlar. Ancak bazı durumlarda ise safsızlık olarak kabul edilir ve ilave maliyete yol açabilirler. Yan ürün olarak elde edilen metale tipik bir örnek renyum üretimidir. Renyum, molibden üretiminde yan ürün olarak elde edilir; molibdenin kendisi de bakırın yan ürünüdür.

Bazı ileri teknoloji metaller ise metal çifti (coupled metals) olarak bulunur. Bunlar, genellikle aynı gruba ait metallere aittir ve birlikte çıkarılıp işlenirler. Platin grubu metalleri (PGM'ler), nadir toprak metalleri ve tantal-niyobyum bunlara örnektir.

Yan ürün olarak elde edilen bazı yüksek teknoloji metallerinin aynı zamanda birincil hammadde madenciliği de mevcuttur (örneğin kobalt, bizmut, molibden, altın, gümüş, PGM'ler ve tantal). Lityum ise tuzlardan elde edilir ve de mineral olarak kalay minerali ile birlikte bulunur.



Ev sahibi (majör metal) ve ona eşlik eden yol arkadaşı (minör metal) metaller

Bazı metallerin üretim sürecine ait karbon ayak izi miktarları

İleri teknoloji metallerin çevreye bir diğer etkileri de mevcut durumda geri kazanım oranlarının düşük olmasıdır. İleri teknoloji metalleri; devre kartı, katalizör ve LCD ekranlar gibi ürünlerde çok düşük oranlarda (ppm: milyonda bir seviyesinde) bulunur. Dolayısıyla bunların geri kazanım süreçleri daha zorludur.

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
* Lantanitler			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
* Aktinitler			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



Şüphesiz ki yüksek teknoloji metallerine erişim daha sürdürülebilir bir toplum oluşturmak için hayati önem taşır. Gelişen ve yükselen birçok teknolojiye yüksek teknoloji metalleri yeniliklerin tetikleyicisi konumundadır. Daha akıllı ve temiz teknolojilerin geliştirilmesi için özellikle bu metallerin kullanımına ihtiyaç duyulur. Ancak bu metallerin ortak özelliği, birçok faktöre bağlı olarak kıt bulunmalarıdır. Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda, söz konusu metallerin ikamesinin yanı sıra başta ömrünü tamamlamış ürünlerin geri kazanımı ile daha temiz ve çevreci metal üretim teknolojilerinin geliştirilmesi olmak üzere, hem yüksek teknoloji metallerine erişimi güvence altına alacak hem de enerjide sürdürülebilir yeşil dönüşümü sağlayacak bilimsel ve teknolojik alanlarda daha fazla çabalamak gerekir. ■

Kaynaklar

- (1) Marscheider-Weidemann, F., Langkau, S., Hummen, T., Erdmann, L., Tercero Espinoza, L., Angerer, G., Marwede, M. & Benecke, S. (2016): Summary | Raw materials for emerging technologies 2016. – DERA Rohstoffinformationen 28: 13 S., Berlin.
- (2) Frenzel, M., Tolosana-Delgado R., Gutzmer J., “Assessing the supply potential of high-tech metals - A general method”, Resources Policy, 46, 45-58, 2015.
- (3) Skinner, B.J., “Earth resources”. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 76(9), 4212-4217, 1979.
- (4) Linkages of Sustainability. Thomas E. Graedel, Ester van der Voet, eds. Cambridge, MA: MIT Press, 532 sayfa, 2010.
- (5) Verhoef, E. V.; Gerard, P. J.; Reuter, M.A: Process knowledge, system dynamics and metal ecology. J. Ind. Ecol. 2004, 8, pp. 23 – 43. (tekerlek)
- (6) Mario Schmidt, Resource efficiency – what are critical metals and how scarce are they? electronic displays 2012 Conference, Germany.
- (7) Metal Sustainability Global Challenges, Consequences, and Prospects. Ed. Reed M. Izatt, IBC Advanced Technologies, Inc., John Wiley & Sons, Ltd., 2016. |, 508p.
- (8) Zepf V., Reller A., Rennie C., Ashfield M. & Simmons J., BP (2014): Materials critical to the energy industry. An introduction. 2nd edition.
- (9) JRC SETIS (2009), 2009 Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET Plan): Part –I: Technology Descriptions, JRC-SETIS Work Group.
- (10) JRC (2011), 2011 Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET Plan): Technology Descriptions, EU24979 ENRC-SETIS Work Group.
- (11) JRC SETIS (2013), 2013 Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET Plan): Technology Descriptions, JRC-SETIS Work Group.
- (12) United Nations Environment Programme: Recycling Rates of Metals – a Status Report, Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel, 2011.
- (13) Moss, R. L./Tzimas, E./Willis, P./Arendorf, J./Tercero Espinoza, L.: Critical Metals in the Path towards Decarbonisation of the EU Energy Sector – Assessing Rare Metals as Supply- Chain Bottlenecks in Low-Carbon Energy Technologies (Scientific and Policy Reports), Petten: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport 2013.
- (14) Vidal, O., Goffe, B., Arndt, N., “Metals for a low-carbon society”, Nature Geoscience, 6, 894-896, 2013.
- (15) Karapınar N., “İleri teknoloji metalleri”, Madencilik Türkiye Dergisi, 70:140-146, 2018.



Dünyanın İlk Artırılmış Gerçeklik Dizüstü Bilgisayarı

Dizüstü bilgisayarınızın küçük ekranından şikayetçiy-seniz müjde! Dünyanın ilk artırılmış gerçeklik dizüstü bilgisayarını Spacetop ile artırılmış gerçeklik (AG) kullanarak dev bir ekranınız varmış gibi çalışabilirsiniz. Spacetop, kullanıcının önüne büyük bir sanal ekran yansıtmak için AG kullanan yeni bir dizüstü bilgisayar. Cihaz bir klavye ve dokunmatik yüzeyin yanı sıra bir AG gözlüğünden oluşuyor. Kullanıcı, gözlükleri taktığında, bilgisayar ekranını önündeki bir yüzeye yansıtlıyormuş gibi görüyor. Daha sonra klavyeyi ve dokunmatik yüzeyi kullanarak geleneksel bir dizüstü bilgisayarda olduğu gibi ekranını kullanabiliyor.

Spacetop, web uygulamalarını destekleyen Android tabanlı bir işletim sistemi kullanıyor. 5 MP web kamerası, Wi-Fi 6, 5G, Bluetooth 5.1, USB-C, USB-A, HDMI ve 3,5 mm kulaklık girişi var. Ayrıca 10 saate kadar pil



ömürüne sahip. Ancak 2.999 dolarlık fiyatı pek ucuz sayılmaz. Ürün şimdilik 1.000 adetlik sınırlı üretimle satışa çıktı.

Spacetop henüz çok yeni bir ürün olsa da bilgisayarlarla etkileşim şeklimizde çarpıcı yeniliklere kapı aralayabilir. Küçük ve taşınabilir olması, aynı anda birden fazla proje üzerinde çalışmayı mümkün kılması ve başkalarıyla gerçek zamanlı ve daha doğal hissettiren şekilde birlikte çalışma imkânı sunması önemli avantajları. Öte yandan uzun süreli kullanımda rahatsızlık vermesi, AG gözlüklerinin konforsuz olması ve teknolojinin tam anlamıyla olgunlaşmamış olmasından kaynaklanan olumsuz yönleri de göz ardı edilmemeli. Spacetop düşük işlemci gücü ve yetersiz pil kapasitesi gibi nedenlerle çok başarılı bulunmasa da açtığı yoldan daha iyileştirilmiş ürünler onu izleyecektir.

www.sightful.com

Google'dan Yeni Katlanır Telefon



Pixel Fold, Google'ın yeni katlanabilir akıllı telefonu. Google tarafından geliştirilen ve yapay zekâ konusunda üstün performans sunması beklenen Tensor G2 işlemciyi kullanan telefon ilginç özelliklere sahip. Pixel Fold, 7,6 inçlik OLED iç ekranı ve 5,8 inçlik OLED dış ekranının yanı sıra yüksek çözünürlük, yapay zekâ destekli uygulamalar ve ekranlar arasında pratik geçişler gibi özelliklerle genel anlamda olumlu yorumlar alıyor. Telefonun arka tarafında üçlü kamera sistemi bulunuyor. Ana kamera 48 MP çözünürlüğünde ve optik görüntü sabitleme özelliğine sahip. Geniş açılı kamerası telefoto kamerası 10,8 MP çözünürlüğünde. Telefonun ön tarafında da 9,5 MP ve 8 MP'lik iki selfie (öz çekim) kamerası yer alıyor. Pixel Fold'un Türkiye fiyatı henüz belli değil, ancak ABD fiyatının 2.000 dolara yakın olduğu göz önünde bulundurulursa pek ucuz olmasını beklememek gerekir. Telefon iyi tasarlanmış ve çok fazla potansiyele sahip olsa da yüksek fiyatı nedeniyle fazla ilgi görmeyebilir.

Pixel Fold'a ek olarak Google'ın akıllı telefon pazarında amiral gemisi olacak Pixel 7 serisi, dairesel ekrana sahip Pixel Watch akıllı saati ve aktif gürültü önleme özellikli kablosuz kulaklığı Pixel Buds Pro da satışa sunulan ürünler arasında.

<https://bit.ly/p-fold>

Buluttan Nem Kapın!

Temiz suya erişim bugün bile dünyanın birçok ülkesinde önemli bir sorun. Hatta içme suyu sorunu olmayan yerlerde bile çeşitli afet veya felaketler sonrası temiz su bulmak zorlaşabiliyor. Spout havadan içilebilir su üreten küçük bir cihaz geliştirdi. Taşınabilir boyutlardaki Spout, havadaki nem kil ile filtreleyip ısıtma bobiniyle sıcak buhara dönüştürüyor ve bu buharı tekrar yoğuşturarak su elde ediyor. Bu su daha sonra minerallerle alkali hâle getiriliyor ve UV ışığıyla dezenfekte ediliyor. Elektrikle çalışan Spout günde 10 litreye kadar su üretebiliyor. 599 dolardan satışa sunulan ürün için yılda 100 dolar filtre değişim maliyeti bulunuyor. Dünyadaki her beş evden dördü Spout'un çalışabileceği nemli bölgelerde yer alıyor.



<https://bit.ly/buluttan-nem>

DJ Yapay Zekâ

Biliyorsunuz artık yapay zekânın el atmadığı iş yok. Özellikle yazı yazmada ve resim çizmede ne kadar maharetli olduğu hepimizin malumu. Eğer müzik konusundaki becerilerini merak ediyorsanız o zaman artificialintelligenceradio.com adresini ziyaret edebilirsiniz. Burada yapay zekânın ürettiği birçok şarkı sunuluyor.

Bedava Televizyon İster misiniz?

Amerikan Pluto TV, 500 bin ücretsiz televizyon dağıtmayı planlıyor. Elbette yaşadığımız dijital dünyada bedava demenin bolca reklam izlemek anlamına geldiğini biliyoruz. 55 inçlik TV'lerin ekranının alt kısmında sürekli reklam yayınlanan küçük bir ekran daha var ve bu cihazların reklam yayınlama özelliği kaldırılamıyor. Bu kadar ücretsiz TV dağıtma fikri kulağa çılgınca gelebilir ancak Pluto TV'nin ücretsiz yayınının hâlihazırda 80 milyon abonesi olduğu dikkate alındığında firma ne yaptığını biliyor gibi görünüyor.

Tabii ki cihazın kısa bir sürede hacklenerek reklam özelliğinin devre dışı kalması veya reklam yayınlanan küçük ekranın üzerini örtmek mümkün. Fakat firmanın bedava TV karşılığında müşterilerinden beklentisi onları sürekli reklama maruz bırakmakla sınırlı değil, izleyicilerin kaç saat TV izlediği, hangi programları tercih ettiği gibi bilgileri de toplayarak reklam veren-



lerle paylaşmayı planlıyor. Dağıtılacak cihazın kamera ve mikrofونunun da bulunduğu hesaba katılırsa mahremiyet açısından ürkütücü bir tablo ortaya çıkıyor. Kim bilir belki de gelecekte yediğimiz, içtiğimiz ve giydiklerimiz üzerinde söz hakkımızın azalması karşılığında ücretsiz buzdolabı ve çamaşır makinesi gibi beyaz eşyaları da kullanıyor olacağız.

<https://bit.ly/bedava-tv>

Derin Uzay Yemek Yarışması

Son 24 saatte neler yediğinizi düşünün. Uzayda bunların hangilerini yiyebilirsiniz? Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yaşayan astronotlar günlük hayatta tükettiğimiz birçok besini bulabiliyorlar çünkü dünyadan giden roketlerle sürekli malzeme stoklarına ikmal yapılıyor. Peki uzayın derinliklerine yolculuk yapacak olursak ne yiyeceğiz? Örneğin bir astronotun Mars'a gitmesi ortalama 7 ay sürecek. Hâl böyle olunca uzayda gıda üretmek ve pişirmek için yeni yöntemler geliştirmek gerekiyor. NASA uzun süreli uzay görevleri için astronotlara yiyecek sağlayacak yenilikçi teknolojiler bulmak için Derin Uzay Yemek Yarışması adında bir yarışma düzenledi. Yarışmaya katılanlar yaklaşık olarak bir fırın büyüklüğündeki bir alanda hem gıda üretmeyi hem de lezzetli yiyecekler hazırlamayı sağlayacak çözüm önerilerini sundular. Aşama aşama ilerleyen yarışmada sekiz takım ikinci aşamayı geçerek toplamda 750.000 dolar ödül kazandı. Kazanan takımlar yarışmanın üçüncü ve son aşamasında yarışmaya devam edecekler.

İkinci aşamada, onlarca takım az kaynak kullanıp az atık üreten ve astronotlar için güvenli, sağlıklı ve iştah açıcı yiyecekler yapabilen küçük ölçekli prototipler geliştirmişti. Kimi projeler hava, su ve elektrikle mayalanma yoluyla yemek üretirken; kimileri taze filizler, sebzeler, mantarlar ve böcekler barındıran modüler biyorejeneratif sistemler geliştirdi. Bu tür yenilikçi fikirlerden ortaya çıkan ürünler dünyada zor şartlar altında yiyecek bulmakta zorlanan insanlar için de çözüm sağlama potansiyeli taşıyor.



<https://bit.ly/uzay-menu>



Dünyanın En Büyük Robotu

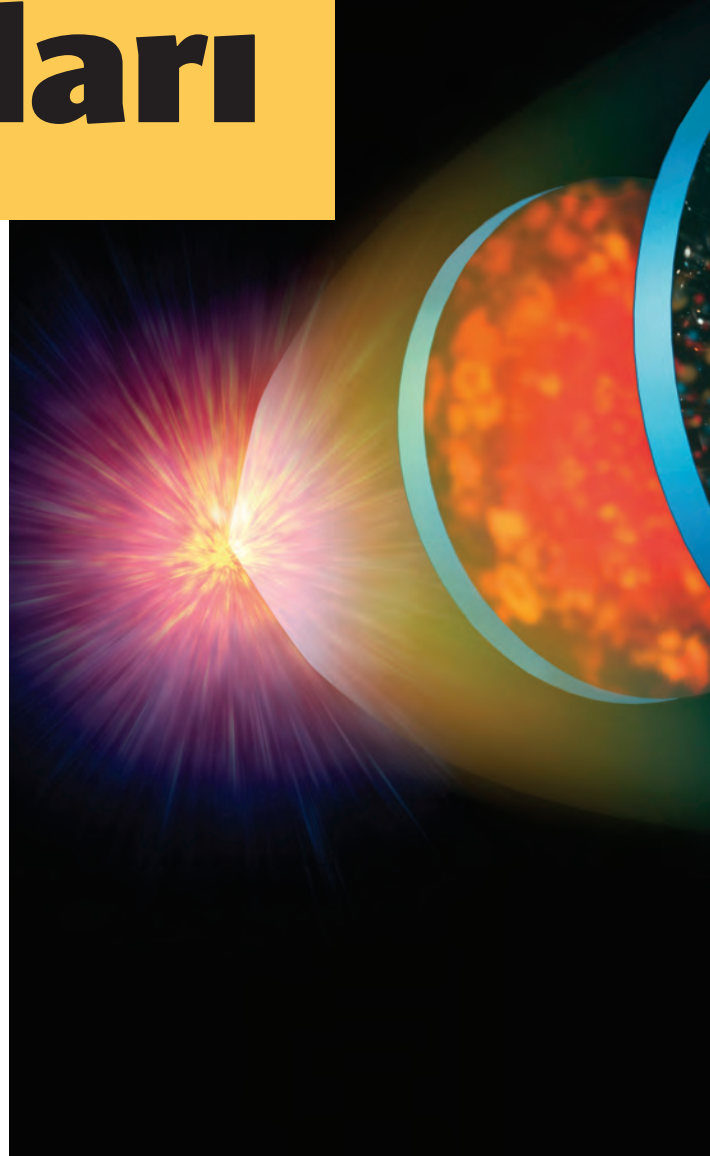
Yokohama'da bulunan Gundam Fabrikası'nda hareket edebilen devasa bir robot üretildi. 25 ton ağırlığında ve yaklaşık 18 metre boyunda olan bu robot, ünlü anime serisi Mobile Suit Gundam'ın orijinal RX-78 Gundam modelinin bir kopyası. Robot başını, ellerini ve bacaklarını hareket ettirebiliyor; hatta diz çöküp tekrar ayağa kalkabiliyor. Japon yasaları bu kadar büyük bir araca izin vermediği için Gundam yasalara göre bir bina olarak kabul ediliyor ve bu yüzden bulunduğu yerden hareket etmesine izin verilmiyor. Gundam Fabrikası'nda bu robotun yanı sıra ziyaretçilerin bir Mobile Suit kokpitine girmiş gibi hissetmelerini sağlayan artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi kullanan bir Gundam Laboratuvarı, bir hediye eşya dükkânı ve bir Gundam kafe de mevcut. Bu muhteşem robotu yakından görmek isteyenler, Gundam-Dock Tower adlı bir iskeledeki gözlem güvertelerine çıkıyor. Robot her yarım saatte bir farklı duruşlar sergiliyor ve gece boyunca ışıklandırılıyor.

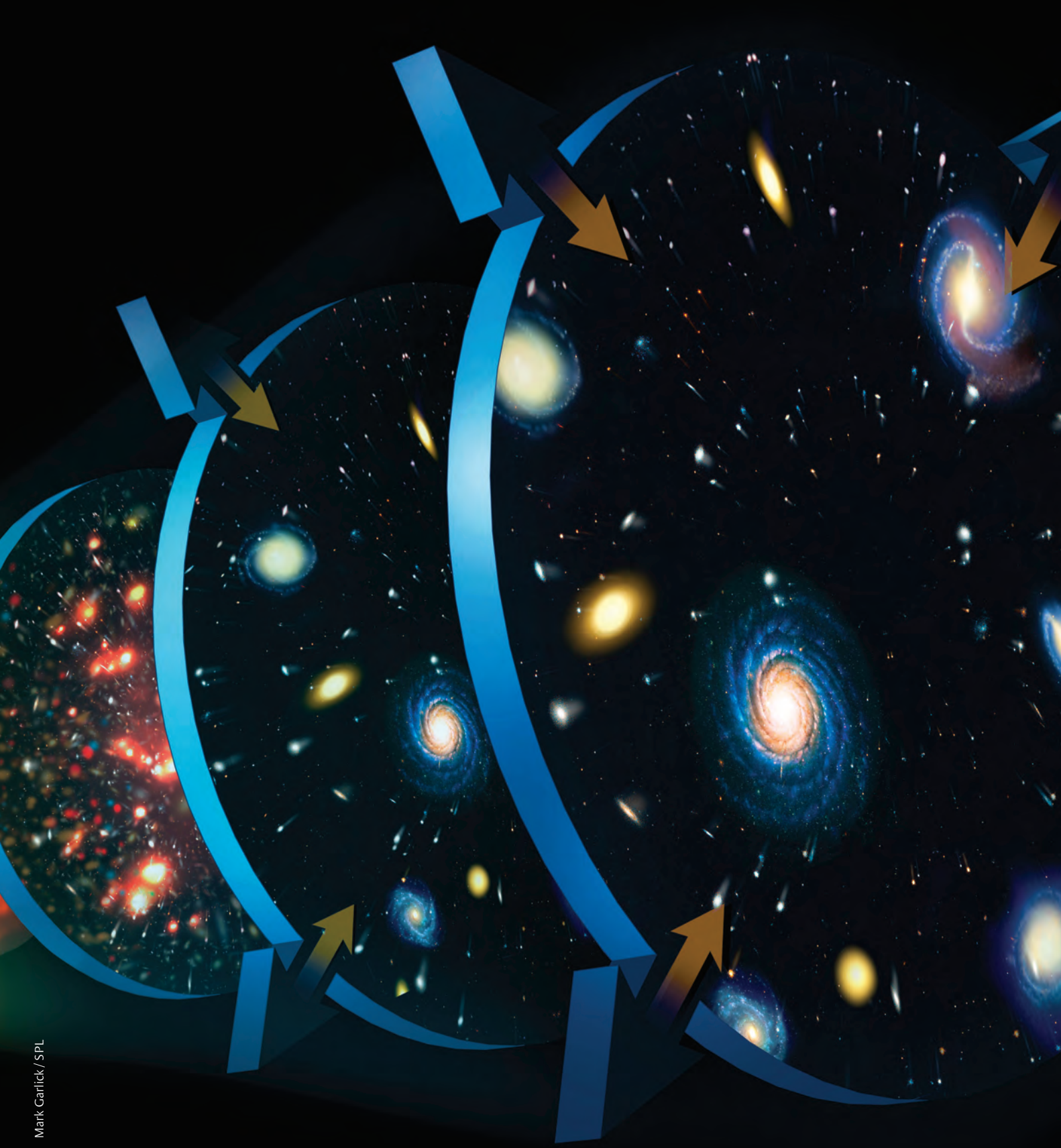
<https://bit.ly/gundam-robo>

Kozmik Artalan Nötrinoları

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

Kuramsal tahminler evrenin Büyük Patlama'dan arta kalmış nötrinolarla dolu olduğunu gösteriyor. Bugüne kadar bu nötrinoları gözlemlemek mümkün olmadı. Ancak Büyük Patlama'nın doğasını daha iyi anlamaya çalışan araştırmacılar, kozmik artalan nötrinolarını tespit etmek için çalışmaya devam ediyor.





Bilimsel çalışmalar bugün gözlemlediğimiz evrenin yaklaşık 13,8 milyar yıl önceki bir Büyük Patlama'nın sonucu olduğunu gösteriyor.

Evren büyük ölçekte gözlemlendiğinde aralarında büyük mesafeler bulunan gök adaların istisnasız bir biçimde birbirinden uzaklaşmakta olduğu görülür. İlk kez 1930'larda Edwin Hubble'ın çalışmalarıyla doğrulanan bu genişleme genel görelilik kuramıyla açıklanır.

Kuramsal hesaplar bugün gözlemlediğimiz evrenin yaklaşık 13,8 milyar yıl önce meydana gelmiş bir Büyük Patlama'nın sonucu olduğunu gösterir. Büyük Patlama kuramına göre evrenin gelişimi özetle şöyle olmuştur: İlk anlarda evren aşırı derecede sıcaktı. Yüksek enerjili fotonlar $E=mc^2$ eşitliği uyarınca madde-antimadde çiftleri oluşturuyor, madde-anti madde çiftleri de birbirlerini yok ederek enerjiye dönüşüyordu. Zaman ilerledikçe genişlemeye beraber evrenin sıcaklığı ve fotonların enerjisi azaldı. Büyük Patlama'dan yaklaşık 10^{-6} saniye sonra sıcaklık, fotonların enerjisinin proton-antiproton çiftleri oluşturmasına imkân vermeyeceği kadar düştü. Elektron-pozitron çiftlerinin oluşumu ise bir süre daha devam etti.

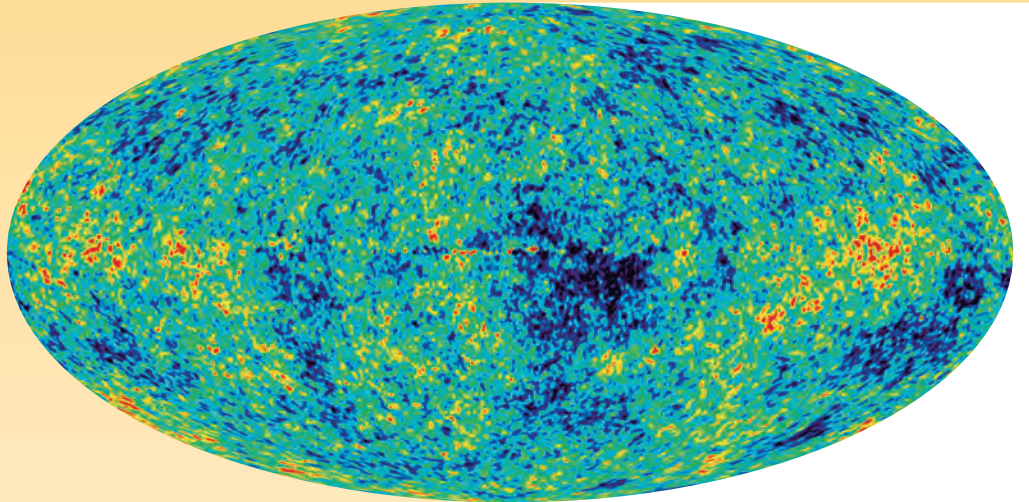
Büyük Patlama'dan birkaç dakika sonra ilk atom çekirdekleri oluşmaya başladı. Elektronların bu atom çekirdeklerine bağlanıp kararlı atomları oluşturması ise ancak 379.000 yıl sonra evrenin sıcaklığı yeteri kadar düştüğünde mümkün oldu. Büyük patlamanın ortaya çıkardığı atomların büyük çoğunluğu hidrojen ve helyumdur. Az miktarda lityum da oluşmuştu. Geriye kalan elementler ise uzaya dağılan maddenin kütle çekimi etkisiyle bir araya gelip yıldızları oluşturmasından sonra yıldızların çekirdeklerinde ya da süpernova patlamalarında sentezlendi.

Büyük Patlama kuramı, evrenin büyük ölçekteki yapısı da dâhil olmak üzere pek çok fiziksel olguyu başarıyla

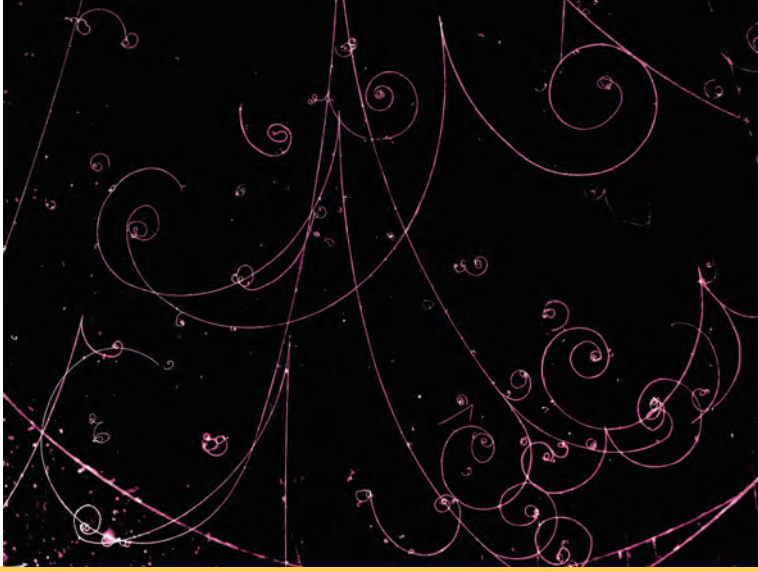
açıklıyor. Ancak hâlâ eksiklikleri var. İlk olarak klasik fizik kullanılarak yapılan hesaplar Büyük Patlama'nın başlangıcında yoğunluğu ve sıcaklığı sonsuz olan bir teklik olduğunu söylüyor ancak bu durum fiziksel olarak imkânsız. Ayrıca bugün doğru olarak kabul gören fizik kuramlarının hiçbirisi evrenin ilk anlarındaki koşullar altında geçerli değil. Bu da özellikle evrenin oluşumunun ilk aşamaları ile ilgili bilgilerin spekülâtif kalmasına neden oluyor.

Büyük Patlama'nın doğasını ve evrenin oluşumunun ilk aşamalarını daha iyi anlamamızın bir yolu, o zamanlardan arta kalan maddeyi ve ışınımı incelemek olabilir. Uzun yıllardır bu kapsamda üzerine çalışmalar

yapılan olgulardan biri kozmik artalan ışıması. İlk kararlı atomlar oluşmaya başladıktan sonra Büyük Patlama'dan arta kalan fotonlar serbestçe uzayı dolaşmaya başladı. Bugün sıcaklığı 2,7 Kelvin'e kadar düşmüş olan bu ışıma radyo teleskoplarla gözlemlenebiliyor. Mikrodalgalara duyarlı bir teleskobu uzayın hangi bölgesine doğrultarsanız doğrultun kozmik artalan ışımasından gelen fotonları algılar. Tüm uzayı neredeyse homojen bir biçimde dolduran bu ışıma, Büyük Patlama kuramını doğrulayan en önemli kanıtlardan biridir. Kozmik artalan ışımasındaki ufak düzensizlikler ise evrenin Büyük Patlama'dan 379.000 yıl sonraki (kozmetik artalan ışımasının serbestçe uzayı dolaşmaya başladığı zamandaki) yapısı hakkında bilgi verir.



Yüksek enerjili fotonların ürettiği elektron-pozitron çiftlerinin bir manyetik alan içerisindeki hareketleri. Fermilab'daki (ABD) bir hidrojen-neon baloncuk haznesinde elde edilmiş bu görüntüde pozitronlar saat yönünde, elektronlarsa saat yönünün tersinde dönerek spiral çiziyor.



Bir kozmik artalan ışımasının var olduğu ilk kez 1948 yılında Ralph Alpher ve Robert Herman tarafından tahmin edilmişti. Kozmik artalan ışımasının doğrudan gözlemlenmesi ise 1968 yılında gerçekleşti. Bell Telefon Laboratuvarları'nda çalışan Arno Penzias ve Robert Wilson, radyo astronomi ve uydu iletişimi üzerine çalışmalar yapmak için tasarladıkları bir radyometre ile ölçümler yaparken, cihazın kaynağını bilmedikleri mikrodalgalar tespit ettiğini fark ettiler. Üstelik ölçümler bu ışımanın her yönden hemen hemen aynı miktarda geldiğini gösteriyordu. İlerleyen zamanlarda yapılan çalışmalar, Penzias ve Wilson'un kazara tespit

ettikleri mikrodalgaların kozmik artalan ışıması olduğunu doğruladı. Aradan geçen zamanda kozmik artalan ışıması pek çok araştırmaya konu oldu.

Evrenin oluşumunu ve gelişimini incelemek için kullanılabilecek bir diğer olgu ise kozmik artalan nötrinoları. Tüm uzayı nerdeyse homojen bir biçimde doldurduğu düşünülen bu nötrinoların varlığı da Büyük Patlama kuramının tahminleri arasında yer alır. Üstelik kozmik artalan nötrinoları kozmik artalan ışımasından daha eski. Bu nötrinolar, Büyük Patlama'dan sadece bir saniye sonra elektron-pozitron üretimi durduğundan beri uzayı dolaşmaya devam ediyor. Dolayısıyla

kozmetik artalan nötrinoları üzerine yapılacak çalışmalar, kozmik artalan çalışmalarına kıyasla, evrenin çok daha erken dönemlerdeki yapısı hakkında önemli bilgiler verebilir. Nötrinoların fotonlar karşısındaki önemli bir avantajı da farklı kütlelere sahip, farklı türde nötrinolar olması. Fotonlar uzayı ışık hızıyla dolaşırken kütle çekimi alanlarından etkilenerek yön değiştirir. Fotonlar tek türdür, bu kütleli parçacıkların tamamı belirli bir anda belirli bir ortamdan aynı hızlarla geçer. Dolayısıyla kozmik artalan ışımasındaki fotonlar, uzayın belirli bir bölgesinin "belirli bir andaki" yapısı hakkında bilgi verir. Kozmik artalan nötrinoları da

benzer biçimde uzayın yapısı hakkında bilgi verebilir. Ancak farklı kütlelere sahip farklı tür nötrinolar uzayı farklı hızlarla dolaşır. Dolayısıyla kozmik artalan nötrinoları üzerine yapılacak ölçümler uzayın belirli bir bölgesinin "farklı zamanlardaki" yapısı hakkında bilgi sağlayabilir.

Her ne kadar varlıklarından kuşku duyulmasa da bugüne kadar kozmik artalan nötrinolarını tespit etmek mümkün olmadı. Günümüzde pek çok araştırmacı bu parçacıkları tespit edebilecek yöntemler geliştirmeye çalışıyor.

Nötrinolar

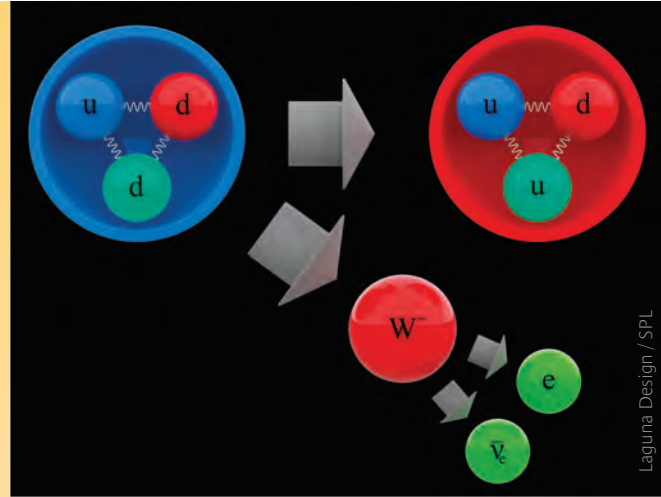
1900'lerin başlarında beta ışıması ile ilgili çalışmalarda bir sorunla karşılaşmıştı. Atom çekirdeklerinden elektronların dışarı atıldığı bu ışıma ile ilgili deneyler, süreçte enerjinin korunmadığını gösteriyordu. Ya enerjinin korunumu beta ışıması için geçerli değildi ya da beta ışıması ile ilgili bilinenlerde bir eksiklik vardı. Wolfgang Pauli,



Massimo Brega / SPL

İtalya'daki Gran Sasso Dağı'nın içinde nötrino araştırmaları için kurulmuş LVD (Large Volume Detector) dedektörü

beta ışıması sırasında daha önceleri bilinmeyen ve deneyler sırasında tespit edilemeyen bir parçacığın daha çekirdekten dışarı atıldığını öne sürdü. Süreçte elektrik yükü korunduğuna göre bu bilinmeyen parçacık elektriksel olarak yüksüz olmalıydı. O zamanlar atom çekirdeklerinin ana bileşenlerinden olan ve bugün nötron dediğimiz yüksüz parçacıklar henüz keşfedilmemişti. Pauli de var olduğunu iddia ettiği nötr parçacıklara elektron ve protonun adından esinlenerek “nötron”



Laguna Design / SPL

Serbest nötronların bozunması. İki aşağı (d), bir yukarı (u) kuarktan oluşan bir nötron bozunurken bir yukarı, iki aşağı kuarktan oluşan bir proton oluşuyor. Süreçte bir elektron (e) ve bir antinötrino ($\bar{\nu}_e$) çekirdekten dışarı atılıyor. Bozunma sürecine W^- bozonları aracılık ediyor.

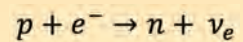
adını verdi. James Chadwick'in 1932'de protonlarla hemen hemen aynı kütleye sahip yüksüz parçacıkları

keşfetmesinden sonra, Enrico Fermi, Pauli'nin öne sürdüğü, o sıralar henüz deneylerle varlıkları

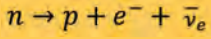
doğrulanamamış parçacıklara İtalyancada “ufak nötron” anlamına gelen nötrino adını verdi. Nötrinoların varlığının deneylerle doğrulanması 1956 yılında Clyde Cowan ve Frederick Reines'in yaptığı çalışmalar sonucunda gerçekleşti.

Nötrinoların keşfinden sonra geçen zamanda parçacık fiziğinde önemli gelişmeler yaşandı. Bugün parçacık fiziğinin standart modelinde üç ayrı tür nötrino ve bu nötrinoların antiparçacıkları yer alıyor. Bu parçacıklar şunlardır: elektron nötrinosu (ν_e), müon nötrinosu (ν_μ), tau nötrinosu (ν_τ) ve bu nötrinoların antiparçacıkları. Bu nötrinolar adlarının ilişkilendirildiği parçacıklarla beraber temel etkileşimlerde yer alır.

Nötrinoların yer aldığı süreçlerden biri elektron yakalamadır. Bu süreçte atom çekirdeği etrafında dolanan elektronlardan biri çekirdeğe “düşer”. Sonuçta, bu elektron ve çekirdekteki bir proton yok olurken bir nötron ve bir elektron nötrinosu oluşur:



Bu süreç atom çekirdeğindeki proton sayısını bir azaltırken nötron sayısını bir artırır. Elektronların atom çekirdeklerinden dışarı atıldığı beta ışımlarında ise elektron antinötrinoları yer alır:



Bu süreç atom çekirdeğindeki proton sayısını bir artırırken nötron sayısını bir azaltır.

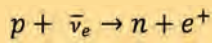
Bugüne kadar nötrinoların kütlelerinin ne olduğu hassas bir biçimde tespit edilemedi. Ancak protonların ve nötronların milyarda birinden bile daha düşük oldukları biliniyor.

Nötrinolar nadiren etkileşime giren parçacıklardır. Bu yüzden tespit edilmeleri zordur. Örneğin her saniye 100 trilyondan fazla nötrino siz farkında olmadan vücudunuzdan geçiyor. Kozmik artalan nötrinolarını tespit etmeyi zorlaştıran bir etkense bu parçacıkların bugün itibarıyla aşırı derecede düşük enerjili olmalarıdır. Kuramsal tahminlere göre kozmik artalan nötrinolarının sıcaklığı bugün 1,95 Kelvin civarında olmalı.

Nötrinoları Tespit Etmek

Günümüzde nötrinolar çeşitli yöntemlerle tespit edilebiliyor. Ancak bu yöntemlerden hiçbirisi düşük enerjili kozmik artalan nötrinolarını da tespit etmeyi başaramıyor.

1956 yılında nötrinoların varlığını doğrulayan ilk çalışmaya imza atan Cowan ve Reines protonların nötronlara bozunumu üzerine deneyler yapmıştı. Protonların kütlesi, nötronlardan daha büyüktür. Dolayısıyla bir proton “kendiliğinden” bir nötrona bozunamaz. Ancak yüksek enerjili bir antinötrino bu dönüşümü tetikleyebilir:

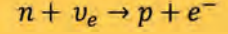


Bu sürecin ortaya çıkardığı pozitronlar kısa süre içinde ortamdaki elektronlarla etkileşir, elektronlar ve pozitronlar yok olurken yüksek enerjili gama ışınları ortaya çıkar. Ortaya çıkan nötronlar da yine “uygun” atom çekirdekleri tarafından yakalanabilir ve bu süreçte gama ışınları ortaya çıkarır. Cowan

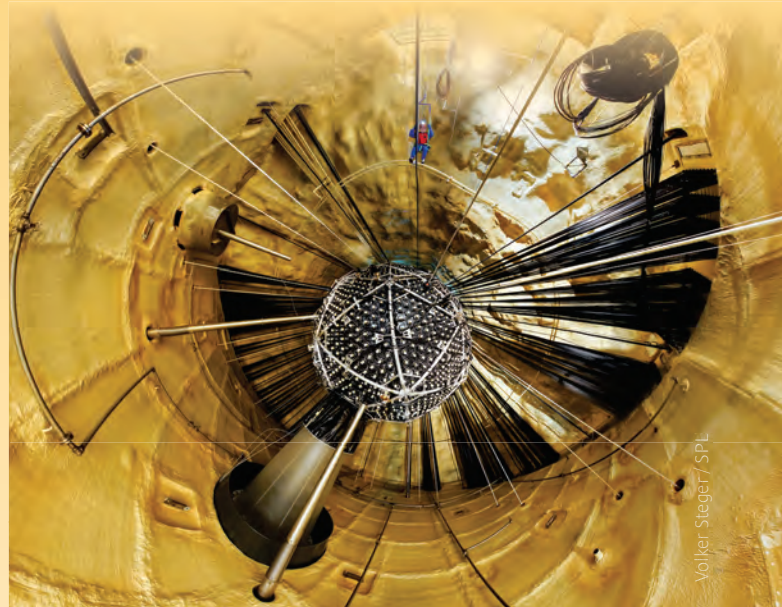
ve Reines, bir nükleer reaktörde meydana gelen beta ışıması ürünlerini protonlarla tepkimeye sokmuş ve sonuçta elektron-pozitron annihilasyonu ve nötron yakalaması sonucu ortaya çıkan gama ışınlarını tespit etmişlerdi. Elde edilen sonuçlar kuramsal tahminleri doğrulamıştı. Araştırmacılar bu başarıları için 1995 yılında Nobel Fizik Ödülü ile onurlandırıldılar.

Güneş’ten yayılan nötrinoları tespit etmek için de benzer bir yöntem kullanıldı. Raymond Davis ve John Bahcall 1970 yılında bir tankı 380.000 litre klor ile doldurdular. Güneş’ten

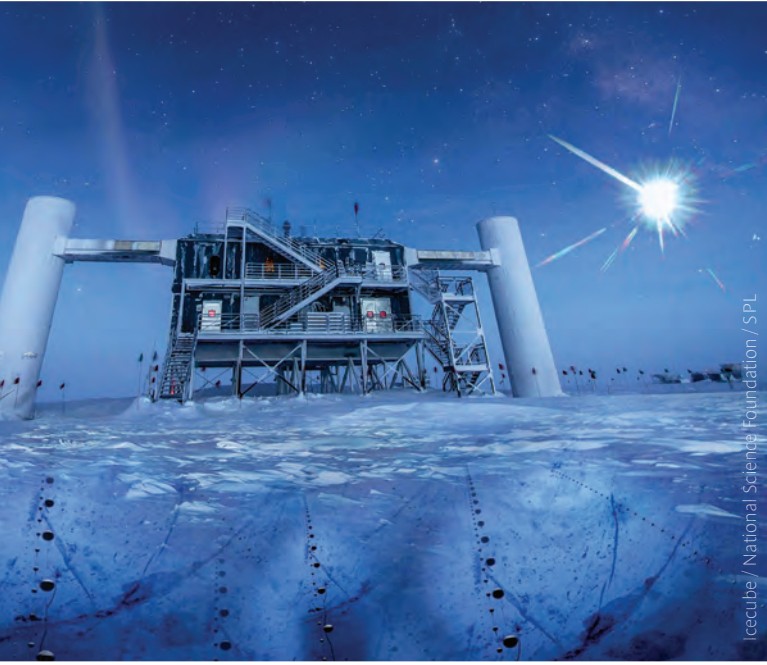
gelen nötrinoların bu atomlardaki nötronları protonlara dönüştürmesi bekleniyordu:



Bu sürecin net sonucu klor atomlarının argon atomlarına dönüşmesi olacaktı. Böylece ortaya çıkan argon atomlarının varlığı tespit edilerek Güneş’ten gelen nötrinoların varlığı doğrulanabilecekti. Bu deneyle ilgili önemli bir sorun, klor atomlarının argon atomlarına dönüşümünün uzaydan gelen kozmik ışınlar tarafından da tetiklenebilmesiydi. Araştırmacılar yapacakları deneyin kozmik ışınlardan etkilenmemesi



Kanada’danın Ontario eyaletinde bulunan, Güneş’ten gelen nötrinoları tespit etmek için tasarlanmış Sudbury Nötrino Gözlemevi’ndeki dedektör



Icecube / National Science Foundation / SPL

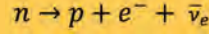
Antarktika'daki IceCube Nötrino Gözlemevi. Nötrinoları tespit eden dedektörler buzun altında, 1.450-2.450 metre derinlikteki kuyularda yer alıyor.

için klor dolu tankı yerin 1.500 metre altındaki eski bir altın madenine yerleştirdiler. Elde edilen sonuçlar kuramsal tahminleri doğrulamıyordu. İlerleyen yıllarda bu durumun zannedilenin aksine nötrinoların kütleli olmasından ve bu nedenle uzayda yol alırken farklı nötrino türlerinin birbirine dönüşebilmesinden kaynaklandığı öne sürüldü. Bilimsel çalışmalar da bu düşüncüyü doğruladı. Güneş'ten gelen nötrinoları tespit eden ve nötrinoların birbirine dönüşümünü doğrulayan çalışmalara iki ayrı Nobel Ödülü verildi.

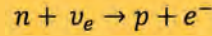
Kozmik artalan

nötrinolarının nasıl tespit edilebileceği ile ilgili ilk düşünce, 1962 yılında Nobel Ödüllü fizikçi Steven Weinberg tarafından ortaya atıldı. Weinberg, Davis ve Bahcall'ın yaptıklarına benzer deneylerle kozmik artalan nötrinolarının tespit edilebileceğini öne sürdü. Ancak düşük enerjili nötrinoların nötronların protonlara bozunumunu tetikleyebilmesi için deneylerin "yeteri derecede kararsız" atom çekirdekleriyle yapılması gerekecekti. Weinberg trityum izotoplarını (^3H) kullanmayı önerdi. Çekirdeklerinde iki nötron bulunan bu hidrojen atomu izotopları doğal olarak beta ışıması yoluyla

^3He izotoplarına dönüşür. Aynı dönüşüm nötrinolar tarafından da tetiklenebilir. Doğal beta ışıması,



ile nötronlar tarafından tetiklenen beta ışıması,



karşılaştırıldığında nötrinolar tarafından tetiklenen tepkimelerin ortaya çıkardığı elektronların enerjisinin iki elektron nötrinosunun kütle enerjisi kadar fazla olması beklenir.

Nötrinoların aşırı derecede küçük kütleleri göz önüne alındığında bu fark çok küçüktür. Ancak elektronların enerjilerini yeteri kadar hassas bir biçimde ölçebilecek dedektörler tasarlanabilirse kozmik artalan nötrinoların etkilerini gözlemlemek mümkün olabilir. 100 gram kütleli bir trityum örneğinde kozmik artalan nötrinolarının her yıl dört adet yüksek enerjili elektron üretmesi beklenir. Aynı örneğin her saniye doğal beta ışıması yoluyla 100 trilyonun üzerinde düşük enerjili elektron ürettiği düşünülürse, bu yöntemle kozmik artalan nötrinolarını tespit etmenin ne kadar zor olduğu daha iyi anlaşılır.

Günümüzde PTOLEMY diye adlandırılan bir proje kapsamında bu deneyleri gerçekleştirerek kozmik artalan nötrinoların varlığını doğrulayabilecek bir dedektör kurulması için çalışmalar devam ediyor.

Kozmik artalan nötrinoların nasıl tespit edilebileceği ile ilgili bir başka düşünce de 1974 yılında Reuven Opher tarafından öne sürüldü. Opher, bir burulma sarkacıyla kozmik artalan nötrinoları tarafından uygulanan basıncın ölçülebileceğini öne sürdü. Ancak nötrinolar tarafından uygulanacak basıncın ölçülebilmesi için günümüzün en gelişmiş cihazlarından bile milyarlarca kat daha duyarlı burulma sarkaçları geliştirilmesi gerekiyor.

Thomas Weiler 1984 yılında kozmik artalan nötrinolarını tespit etmek için bir başka yöntem öne sürdü. Uzaydan gelen yüksek enerjili nötrinolar atmosfere çarptıklarında yeryüzünden tespit edilebilen gama ışınlarının ortaya çıkmasına yol açar. Nadiren de olsa bu yüksek enerjili nötrinoların kozmik artalan ışımasındaki düşük enerjili nötrinolarla da çarpışması

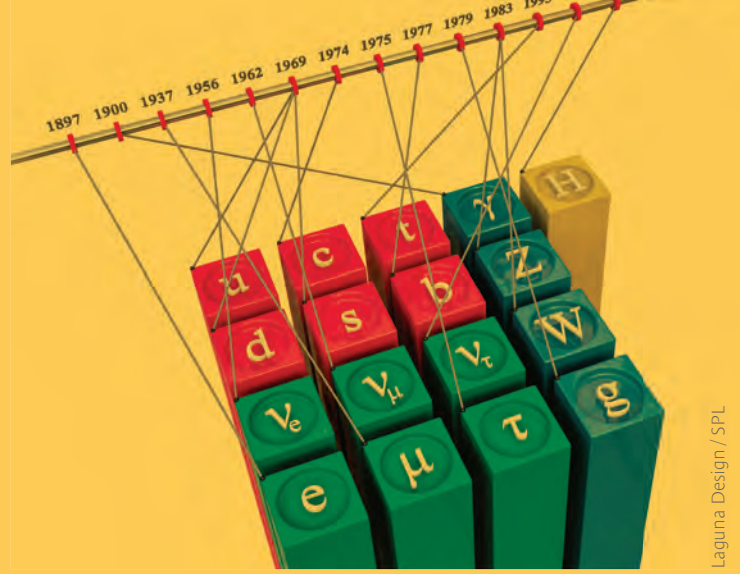
ve bu etkileşimlerin her iki nötrinonun da yok olmasıyla sonuçlanması beklenir. Dolayısıyla artalan nötrinoları ile yüksek enerjili nötrinolar arasındaki bu etkileşimler yeryüzüne yağın gama ışınlarının azalmasına yol açacaktır. Weiler bu azalmaları ölçerek kozmik artalan nötrinolarının varlığının tespit edilebileceğini iddia etti. Ancak bu ölçümleri yapacak bir dedektörün yeryüzüne ulaşan gama ışını miktarında kozmik artalan nötrinolarından kaynaklanan bir azalmayı tespit edebilmesi için hiç durmaksızın yüzyıllarca çalışması gerekebilir.

Kozmik artalan nötrinolarını tespit etmek için yeni bir yöntem de yakın zamanlarda Jack Shergold ve Martin Bauer tarafından öne sürüldü. Araştırmacılara göre, nötrinolar ile atomlar arasındaki etkileşimleri daha enerjik hâle getirmek kozmik artalan nötrinolarını tespit etmenin yolu olabilir. Daha önceleri öne sürülmüş tüm yöntemler, kozmik artalan

nötrinolarının durağan atomlara çarpmasına dayanıyordu. Shergold ve Bauer ise atomları nötrinolarla doğru hareket ettirerek bu etkileşimlerin çok daha enerjik hâle getirilebileceğine dikkat çekiyor. Yüksüz atomları ivmelendirmek zordur.

Araştırmacılar da atomları önce iyonlaştırıp daha sonra elektriksel kuvvetler yardımıyla hızlandırmayı öneriyor.

Her saniye vücudumuzdan trilyonlarca nötrino geçtiği gibi parçacık hızlandırıcıların içinden de kozmik artalan nötrinoları geçiyor olmalıdır. İyonları parçacık hızlandırıcılarda ivmelendirerek kozmik artalan nötrinolarının varlığını kanıtlayacak deneyler yapmak mümkün olabilir. Ancak bu deneyleri gerçekleştirmek de şu anki teknolojilerle imkânsız. Örneğin, söz konusu Davis ve Bachall'ın deneylerindeki gibi klor-argon dönüşümü olduğunda, Büyük Hadron Çarpıştırıcı'dan milyonlarca kat daha güçlü bir parçacık hızlandırıcıya ihtiyaç var. Diğer yandan, daha kolay



Parçacık fiziğinin standart modelindeki parçacıklar ve keşif yılları. Görselde kuarklar pembe, leptonlar yeşil, kuvvet taşıyıcıları mavi, Higgs bozonu ise sarı renkle gösteriliyor. Görseldeki parçacıklar şunlar: u , yukarı kuark; c , tılsım kuark; t , üst kuark; d , aşağı kuark; s , acayip kuark; b alt kuark; ν_e , elektron nötrinosu, ν_μ , müon nötrinosu; ν_τ , tau nötrinosu; e , elektron; μ , müon; τ , tau; γ , foton; Z , Z bozonu; W , W bozonu; g , glüon; H , Higgs bozonu.

gerçekleştirilebilecek alternatif sistemler de bulmak mümkün. Örneğin, helyum iyonlarının trityum iyonlarına dönüştürüleceği bir deney için Büyük Hadron Çarpıştırıcı'dan 100 kat daha güçlü bir parçacık hızlandırıcı yeterli olacaktır. Bu deneylerle ilgili bir başka sorun da hızlandırılması gereken madde miktarının çokluğu. Bu deneylerin gerektirdiği madde yoğunluğu günümüzde parçacık çarpıştırıcılarda kullanılan yoğunluklardan çok daha yüksek olacaktır. Dolayısıyla Shergold ve Bauer'in öne sürdüğü yöntemin en kolay biçimde başarıya ulaşmasının yolu

nötrinolarla mümkün olduğu kadar düşük enerjilerde etkileşime girecek iyonlar bulmaktan geçiyor. Bu sayede parçacık hızlandırıcılarda ulaşılması gereken enerji ve yoğunluk değerleri aşağı çekilebilir.

Sonuç

Kozmik artalan nötrinolarının varlığı Büyük Patlama kuramının sonuçlarından. Bugüne kadar bu parçacıkları tespit etmek mümkün olmadı. Ancak kozmik artalan nötrinolarının varlığının ya da yokluğunun deneylerle doğrulanması kozmolojide çok önemli gelişmelere yol açacaktır. ■

Kaynak

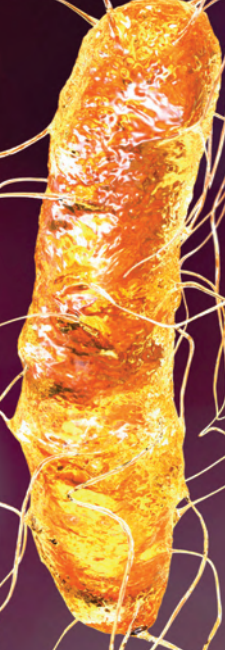
Bauer, Martin, "What was the universe's first second like? These particles can tell us", *New Scientist*, <https://www.newscientist.com/article/mg25834360-100-what-was-the-universes-first-second-like-these-particles-can-tell-us/>, 24 Nisan 2023.

Tekrarlayan Bakteriyel Enfeksiyonları Önleyebilecek Antibiyotik Adayı

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Yeni geliştirilen bir antibiyotiğin fareler üzerindeki denemelerinde, sadece ABD’de bile her yıl 13.000 kişinin ölümüne neden olan Clostridioides difficile adlı bakterinin neden olduğu enfeksiyonları tedavi etme ve bulaşmaların tekrarını önlemeye yönelik umut vadeden sonuçlar alındı.

Clostridioides difficile (eski adlandırmayla *Clostridium difficile*); karın ağrısı, ishal ve ateş gibi semptomların yanı sıra şiddetli vakalarda ileri derecede dehidrasyon ve böbrek iflasına neden olabilen tehlikeli bir bakteri. Çok sayıda araştırmamanın sonuçlarının da değerlendirildiği, birkaç sene önce yapılan kapsamlı bir derleme çalışmasının bulgularına göre; bu bakterinin yol açtığı enfeksiyonlar 2017’de, çoğunluğu Kuzey Amerika ve Avrupa’da olmak üzere tüm dünyada yaklaşık 223.000 ölümüne neden oldu. Bu yüzden de *C. difficile* enfeksiyonları ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) tarafından “acil tehdit” kategorisindeki antibiyotik dirençli beş enfeksiyondan biri olarak listelendi. Ancak aslında *C. difficile* öldürücülük açısından bambaşka bir kulvarda yer alıyor. Yeni antibiyotiğin geliştirildiği araştırmada yer alan bilim insanlarından Mayland Chang’ın verdiği bilgiye göre, *C. difficile* enfeksiyonlarının neden olduğu ölüm sayısı, CDC’nin acil tehdit kategorisindeki diğer dört hastalık etmeninin birlikte neden olduğu ölüm sayısının yedi katından fazla.



C. difficile genellikle insanlar başka bir enfeksiyonun tedavisi için antibiyotik kullandıktan sonra bağırsaklara bulaşiyor. Antibiyotik kullanımı bağırsak mikrobiyomunu (bağırsakta doğal olarak yaşayan mikroorganizmalar bütünü) yok edebiliyor. Bu durumdaki insanlar hastanelerde havada uçuşan *C. difficile* sporlarını soluduğu zaman bu bakteri bağırsaklarda kolayca enfeksiyon oluşturabileceği bir ortam buluyor. Bu enfeksiyon bağırsakları tahriş ederek ishale, hatta şiddetli vakalarda, mukus ve ölü hücrelerin bağırsak çeperinde plaklar halinde biriktiği psüdomembranöz kolit (PMC) adı verilen duruma yol açabiliyor.

İlk etapta uygulanan antibiyotik olan vankomisin başlangıçtaki enfeksiyonlarda işe yarıyor ancak sonra giderek etkisini yitiriyor. Minnesota Üniversitesinden Alexander Khrotus'a göre, vankomisin sporlara karşı etkili olmadığı için vankomisin tedavisi sonrasında *C. difficile* enfeksiyonlarının tekrarlaması büyük bir sorun oluşturuyor.

Görünüşe göre bakterinin sporları vücutta kalıp ilk enfeksiyondan sonra fırsat bulunca yeniden hastalığa neden olabiliyor. Chang, *C. difficile* enfeksiyonunu bir kez geçiren kişilerin %25'inin ikinci kez, ikinci kez geçirenlerin %40'ının üçüncü kez, üçüncü kez geçirenlerin de %65'inin dördüncü kez aynı hastalığa yakalandığını belirtiyor.



Endospor oluşturmakta olan bir *C. difficile* bakterisinin (sol alt) geçirimli elektron mikroskobu görüntüsü.

İşte Chang ve ekibi bu enfeksiyon döngüsünü kırmak için yollarını aramaya başladı. Araştırmacılar bakterideki belirli bir tip bağlayıcı proteine karşı etkinlik gösteren bileşikler bulmak amacıyla antibakteriyel moleküller içeren bir veritabanını taradı. Bu

arayış sonunda oksadiazol 1 ve oksadiazol 2 adlı iki bileşik ön plana çıktı. In vitro (laboratuvarda canlı sistem dışında) deneylerde her iki bileşiğin de vankomisinle aynı konsantrasyonda uygulandığında *C. difficile* bakterisini öldürdüğü görüldü.

Oksadiazoller genel olarak hızla emilerek kan dolaşımına geçiyor. Ancak bağırsak enfeksiyonlarının tedavisi söz konusu olduğunda bu bir sorun teşkil ediyor çünkü ilacın bağırsaklarda kalması gerekiyor. Araştırmada incelenen iki molekülden oksadiazol 2 hızla kan dolaşımına geçerken oksadiazol 1 bağırsaklarda kaldığı için deneylere oksadiazol 1 ile devam edildi. *C. difficile* enfeksiyonlarına yönelik bir dizi deneme çalışması sonucunda oksadiazol 1'in fareleri ölümden vankomisine göre yaklaşık %30 daha iyi koruduğu görüldü. Oksadiazol 1 verilen enfeksiyonlu fareler kaybettikleri kiloları üç ila beş gün içinde geri alırken vankomisin uygulanan fareler ilk enfeksiyondan haftalar sonra bile hâlâ düşük kilodaydı.

Ancak bu yeni ilacın asıl büyük başarısı yinelenen enfeksiyonları engellemesiyle ilgili. Oksadiazol 1, *C. difficile* bakterisinin ilaçlara karşı dirençli sporlar oluşturmada rol oynayan iki proteini bloke ediyor. Vankomisin alan farelerin dışkıında üç haftalık tedavi sonunda hâlâ *C. difficile* sporları tespit edilebiliyordu ve bu fareler tekrarlayan enfeksiyonlar geçirmeye devam ediyordu. Oksadiazol ile tedavi edilen farelerin dışkıında ise ölçülebilir miktarda herhangi spora rastlanmazken bu farelerin çalışma süresince yeniden enfeksiyon geçirmediği de tespit edildi. Araştırmanın sonuçları oksadiazol 1'in *C. difficile* enfeksiyonlarının tedavisine yönelik ümit verici bir antibiyotik adayı olduğuna işaret ederken Khrotus, *C. difficile* enfeksiyonlarına yönelik yeni ilaçlar geliştirilmesinin önemini vurguluyor. ■

Kaynak

<https://www.newscientist.com/article/2372406-new-antibiotic-may-clear-clostridium-difficile-and-stop-reinfection/>

Merak Ettikleriniz

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

Neden Cildimizdeki Düz Kesikler Daha Geç İyileşir?

Cerrahi operasyonlarda ya da kazalar sonucu oluşan farklı şekle sahip cilt kesiklerinin iyileşme hızlarının değişkenlik gösterdiği uzun süredir biliniyor. Ancak bu değişkenliğe neden olan hücresel mekanizmalar üzerine az sayıda araştırma bulunuyor. Singapur'daki Nanyang Teknoloji Üniversitesinden araştırmacıların geçtiğimiz aylarda yürüttüğü bir dizi deney, kesik şeklinin hücre hareketlerini etkilediğini ortaya koydu. Çalışmaya göre, kavisli veya dalga şekilli kesiklerde hareketleri görece az kısıtlanan hücreler, yara iyileşme sürecini hızlandırıyor.

Embriyo gelişimi, doku onarımı ve yara iyileşmesi gibi süreçler, vücudumuzun dış ve iç yüzeylerini kaplayan epitel hücrelerinin boşlukları kapatma becerisi sayesinde gerçekleşir. Araştırmacılar deneylerde, insan derisindeki epitel hücrelere benzer özellikler sergilediği için biyomedikal çalışmalarda sıklıkla tercih edilen MDCK hücre hattını kullandı. İnsan derisini taklit eden ve hidrojel den oluşan deney ortamında açılan kesiklerin, bu hücreler tarafından nasıl kapatıldığını incelediler.

Deney dokularında 30 ile 100 mikrometre arasında değişen genişliklerde, düz ve dalgalı kesikler açıldı. Dar ve geniş dalga biçimli yaraları taklit etmek için de 50, 75 ve 100 mikrometre eğrilik yarıçapına sahip kesikler oluşturuldu. Araştırmacılar, MDCK hücrelerinin yara boşluklarını kapatma sırasındaki hareketliliğini gözlemleyebilmek için "parçacık izleyerek hız belirleme" adlı bir optik ölçüm yöntemi kullandı.

Araştırmacılar, hücrelerin dalga biçimli kesikte girdap benzeri yollar izlediğini, düz yaralardaysa kesik kenarlarına paralel hareket ettiklerini belirledi. Hareketleri için daha fazla olanak sağlanan dalgalı yaralardaki hücrelerin iyileşme sürecinde kesik iki yakası arasında hızlı biçimde köprü oluşturduğu gözlemlendi. Epitel hücrelerin derideki boşluğu kapatmak için bu şekilde köprü oluşturmaya yeniden epitelizasyon adı veriliyor. 64 saatlik gözlemler sonucunda dalgalı kesiklerde iyileşme etkinliğinin düz kesiklerden yaklaşık beş kat daha hızlı gerçekleştiği tespit edildi. Araştırmacılara göre, dalgalı kesiklerdeki hücreler daha fazla mekanik strese maruz kaldığı için bu fark oluşuyor. Bununla birlikte, dalgalı kesiklerin yayvanlık düzeyinin, yani eğrilik yarıçapının, iyileşme hızı üzerinde dikkate değer bir farklılığa neden olmadığı da gözlemlendi. Kesik genişliğininse köprüleme yapılmasına izin verecek kadar dar olması gerekiyordu. Deneylerde, 75 mikrometreden daha geniş dalgalı kesiklerde epitel hücrelerin köprü kuramadığı görüldü. Düz kesikli bölgelerdeki hücreler ise gözlem yapılan sürede 30 mikrometrelik en dar yaralarda dahi köprü oluşturamadılar.

Kaynaklar

ntu.edu.sg/news/detail/why-wavy-wounds-heal-faster-than-straight-wounds
sciencealert.com/zig-zag-cuts-heal-differently-to-straight-incisions-and-now-we-know-why

Çok Düşündüğümüzde Beynimiz Daha Fazla Kalori Harcar mı?

1984 yılındaki Dünya Satranç Şampiyonası, Rus yarışmacı Anatoli Karpov'un endişe verici düzeyde zayıflaması nedeniyle aniden iptal edilmişti. Beş ay süren mücadele ve onlarca maç sonrasında Karpov 10 kilogram kaybetmişti. O zamandan bu yana hiçbir satranç yarışmacısı bu denli büyük bir kütle kaybı yaşamamış olsa da üst düzey oyuncuların günde yaklaşık 6.000 kalori yakabildikleri belirtiliyor. Hem de yerlerinden bile kalkmadan! Benzer örnekler, bazı insanlarda zayıflamak için sadece beyni fazlaca yormanın yeterli olabileceği düşüncesini uyandırabiliyor.

Düşünerek gerçekten de kalori yakmak mümkün. Ancak bu rakam, çok da dikkate değer bir kalori miktarı değil. Sürekli çalışır durumdaki beynimiz, toplam kütleminin yaklaşık %2'sini oluşturmasına rağmen dinlenme hâlindeyken vücudun harcadığı enerjinin yaklaşık %20'sini kullanır. Beynin harcadığı enerjinin önemli bir bölümü, nöronların birbirleriyle iletişim kurmak için kullandıkları nörotransmitter adı verilen kimyasal haberci moleküllerin üretilmesi, salgılanması ve taşınması gibi süreçlerde değerlendirilir. Benzer tüm süreçler uç uca eklendiğinde, beynin dakikada yaklaşık 0,18 kalorilik enerji harcadığı hesaplanabilir. Bu da ortalama bir ampulün yanması için gereken gücün beşte birine karşılık gelir.

Daha çok düşünmenin harcanan kalori düzeyine etkisini ölçmeye çalışan bilim insanları bir deney tasarladı. Katılımcılardan, bulmaca çözmek gibi yoğun zihinsel

aktivite gerektiren görevler ya da bir düğmeye tekrar tekrar basmak gibi beyni daha az yoran görevleri yerine getirmelerini istediler. Yoğun zihinsel aktivite gerektiren görevlerdeki katılımcılarda, kandaki glikoz düzeyinin daha fazla düştüğü gözlemlendi. Zihinden çarpma işlemi yapmak gibi yoğun düşünsel süreçler deneyimleyen katılımcıların beyin taramalarında beyne alınan glikoz düzeyinde artış gözlemlendi.

Bu farklılıklar harcanan enerji miktarı bakımından değerlendirildiğinde, yorucu zihinsel süreçlerde beynin dinlenme durumuna kıyasla fazladan yaklaşık 1,3 kalori kullanabildiğini gösteriyor. Yoğun düşünme ve odaklanma süreleri göz önüne alındığında, düşünme eyleminin günde en fazla 50 kaloriye kadar ek harcama sağlayabileceği öngörülmüyor.

Karpov'a dönersek oyuncunun zayıflamasına aşırı stres ve azalan besin tüketiminin neden olduğu düşünülüyor. Yani oturduğu yerden, sadece düşünerek zayıflamayı planlayanların spor yapmak ya da sağlıklı beslenerek kalori açığı oluşturmak gibi daha gerçekçi çözümleri "düşünmesi" yerinde olabilir.

Kaynaklar

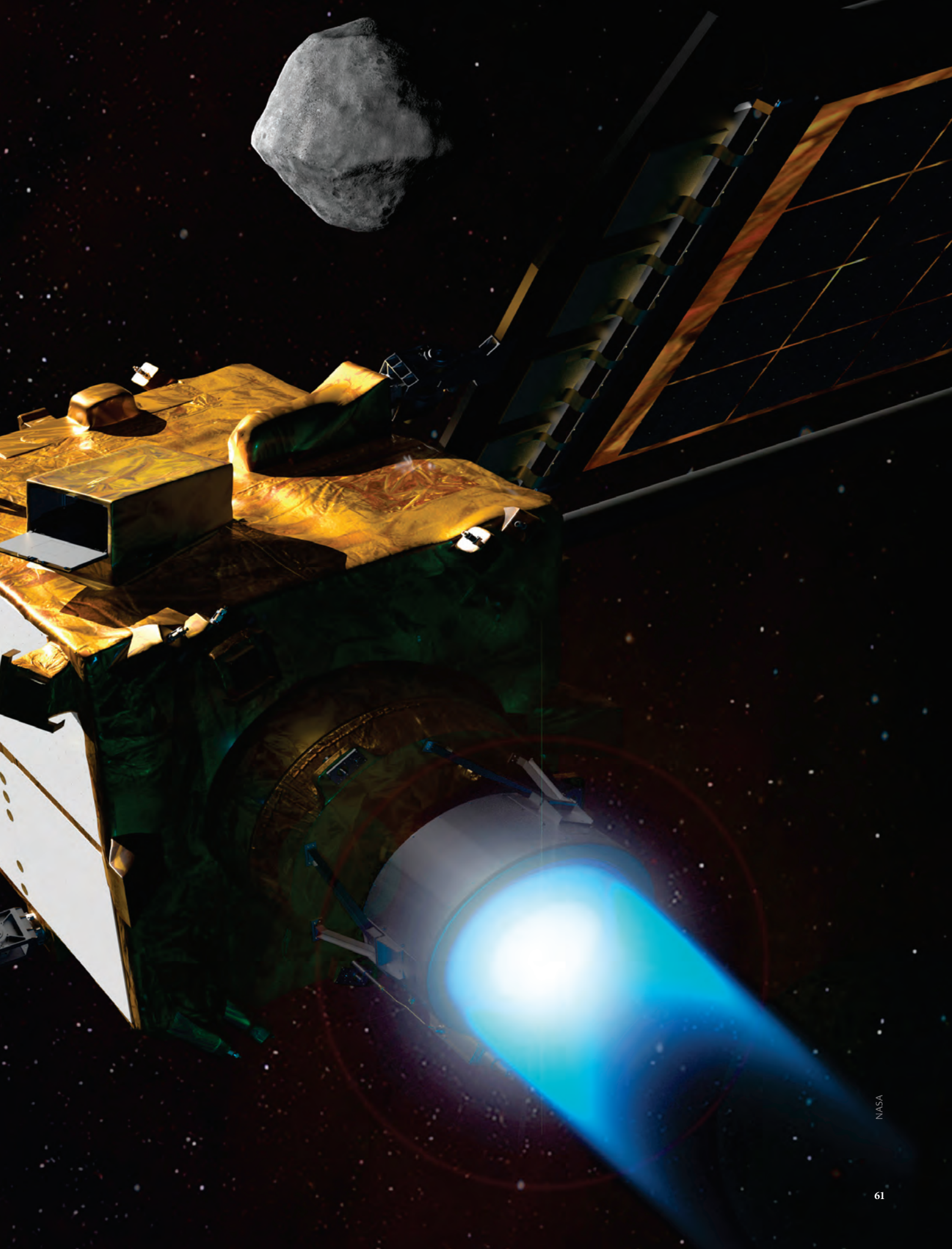
livescience.com/burn-calories-brain.html
newscientist.com/lastword/mg24532671-400-mind-fuel-can-you-think-yourself-thinner
scientificamerican.com/article/thinking-hard-calories

NASA DART

Görevinin Sonuçları

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

DART (Double Asteroid Redirection Test - İkili Asteroit Yönlendirme Deneyi) görevi sonrasında toplanan verilerin analiz edildiği ilk bilimsel çalışmalar yayımlandı. Sonuçlar, hem daha önceleri yapılan kuramsal tahminleri doğruluyor hem de gelecekte Dünya'yı tehlikeli gök taşlarından korumak için yapılması muhtemel görevler için yararlı bilgiler sağlıyor.

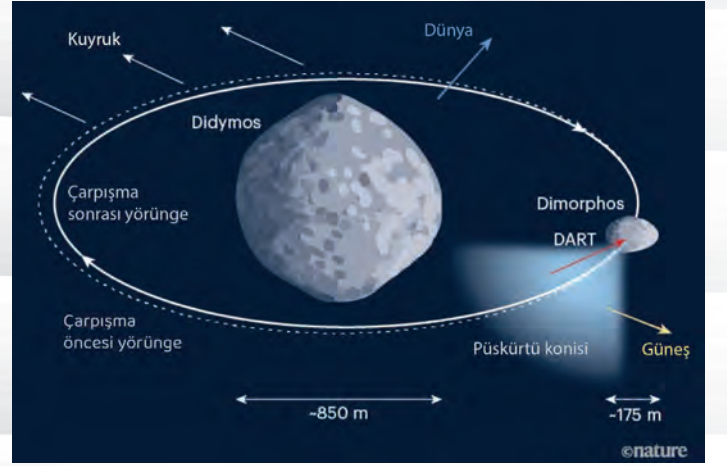


Uzayda başıboş dolaşan, gelecekte bir gün Dünya'ya çarpma ihtimali olan çok sayıda gök taşı var. Yeryüzündeki canlıları bu tehlikeli gök taşlarından korumanın yollarından biri, gök taşlarının hareket yönünü değiştirmek olabilir. Geçtiğimiz yıl bu amaçla bir test gerçekleştirilmiş ve DART adı verilen bir uzay aracı 26 Eylül'de yaklaşık 160 metre çapında bir gök taşıyla çarpıştırılmıştı. *Bilim ve Teknik* dergisinin Kasım 2022 sayısında NASA DART görevinin detaylarını ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin çarpışma anına ait teleskop gözlemlerini ele almıştık. Yakın zamanlarda ise *Nature*'da test sonuçlarının analiz edildiği beş ayrı makale yayımlandı.

DART'ın hedefi olan Dimorphos, ikili asteroit sisteminin bir üyesi. Gök taşı yaklaşık 780 metre çapındaki Didymos asteroidinin etrafında dolanıyor. DART, 23 Kasım 2021'de bir SpaceX Falcon 9 roketiyle California'dan uzaya fırlatılmıştı. Yaklaşık 10 ay yol aldıktan sonra Dünya'ya yaklaşık 11 milyon kilometre uzaklıktaki gök taşlarına ulaşmıştı. Çarpışmadan önceki son dört saatte otonom bir biçimde kendi kendini yönlendiren uzay aracı saniyede yaklaşık 6,1 kilometre hızla Dimorphos'a çarpmıştı. DART'ın Dimorphos'a çarpması sonrasında yapılan gözlemlerden elde edilen ilk sonuçlara göre, Dimorphos'un Didymos'a yaklaştığı tespit edilmişti. Bu yaklaşımdan ötürü, Dimorphos'un Didymos etrafında daha önce 11 saat 55 dakika olarak ölçülen yörünge süresi yaklaşık 32 dakika azalarak 11 saat 23 dakikaya düştüğü belirlenmişti. Ayrıca ikili sistemin yörünge dönemindeki bu değişim nedeniyle sistemin Güneş etrafındaki yörüngesi üzerinde de uzun vadede bir değişim olacağı öngörülüyor.

DART uzaya fırlatıldığında İtalya Uzay Ajansına ait bir aracı da taşıyordu. LICIACube adı verilen araç çarpışmadan 15 gün önce DART'tan ayrılmış, çarpışmanın 168 saniye sonrasında ise Dimorphos'un yakınından geçmişti. Hem yeryüzündeki teleskoplar hem DART aracının kendisi hem de LICIACube çarpışma hakkında veriler topladı.

Nature dergisinde yayımlanan çalışmalardan biri çarpışmanın zamanı, hızı, konumu ve enerjisi ile ilgili. Tahminlere göre DART'ın gök taşına çarptığı nokta, gök taşının geometrik merkezine 25 metre uzaklıkta bulunuyor. İlk önce DART'a enerji sağlayan güneş panelleri iki ayrı kayaya çarptı. Daha sonra da uzay aracının gövdesi gök taşına vurdu. DART'ın çarpışma anındaki kütlesi yaklaşık 580 kilogramdı. Dimorphos'un kütlesininse yaklaşık 5,5 milyon ton olduğu tahmin ediliyordu.



Dimorphos'un Didymos etrafında dolanma süresi ile ilgili ölçümler, çarpışma sırasında gök taşına aktarılan momentumun hesaplanmasına imkân verdi. Ölçümler dolanma periyodunun 33 dakika kısalacağını gösteriyor. Çarpışma öncesinde beklenen değişimin yaklaşık 7 dakika olduğu ancak 33 dakikalık bir değişimin de muhtemel aralığın içinde olduğu belirtiliyor.

Dimorphos'a aktarılan momentum ile ilgili hesaplar, testin, gök taşını saptırmada genel olarak başarılı olduğunu gösteriyor. Ancak bir çarpışma sonucunda bir gök taşının yörüngesinin ne ölçüde değişeceği pek çok etkene bağlı. Dolayısıyla tek bir test sonucuna bakarak, geliştirilen teknolojinin başka gök taşlarını saptırmada da başarılı olacağını kesin biçimde söylemek mümkün değil.

Çarpışma sonucunda etrafa saçılan taş ve tozlar da bilimsel çalışmalarla incelendi. Hubble Uzay Teleskobu çarpışmadan sonraki 18 gün boyunca püskürtüleri



takip etti. LICIACube de püskürtüleri daha yakından gözlemledi. Çarpışma sonrasında etrafa saçılan kaya parçaları beklendiği gibi koni biçimli bir hacme yayıldı. Ancak koninin taban alanının daha önceleri laboratuvar ortamında yapılan testlerde elde edilen sonuçlara dayanılarak yapılan tahminlerden daha büyük olduğu tespit edildi. Çalışmalar etrafa saçılan yüzlerce ton kütleli yüksek hızlı parçaların sistemdeki kinetik enerjinin %3-30'unu beraberinde götürdüğünü gösteriyor. Daha yavaş hareket eden parçalarsa Güneş'e doğru 150-250 kilometre yol aldıktan sonra Güneş'ten yayılan radyasyonun uyguladığı basıncın etkisiyle yeniden gök taşına doğru yöneldi. Bu kaya parçalarının toplam kütlelerininse 13 bin ton civarında olduğu hesaplanıyor.

Avrupa Uzay Ajansı (ESA) da gelecekte Dimorphos'u yeniden yakından incelemek için çalışmalar yapıyor. Hera adı verilen bir uzay aracının Ekim 2024'te uzaya

fırlatılması ve Aralık 2026'da Didymos-Dimorphos sistemine ulaşması planlanıyor.

Bu yazı TÜBİTAK'ın dijital popüler bilim yayını olan Bilim Genç'te yayınlanmıştır.



Kaynak

Adam, C. D., "DART's data verify its smashing success", *Nature*, Cilt 616, s. 437, 2023.

DİJİTAL Vatandaşlık

Doç. Dr. Rıdvan ATA [Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

Ne, Neden ve Nasıl?

Bugünün bireyleri dijital teknolojiler tarafından dönüştürülen, sosyal medya aracılığıyla bağlantı kurmayı ve çok miktarda bilgiye erişmeyi zahmetsizce sağlayan bir dünyada yaşıyor. İnternetin hayatımızda bu denli yer almasıyla birlikte çevrim içi dünyada giderek daha fazla var olmaya başladık. İşte bu ortamda var olmak, çalışmak, öğrenmek, iş yapmak; kısacası gerçek hayatta yaptığımız gibi iletişim kurmak toplumları hızla dijitalleştiriyor ve bizleri bu dijital dünyanın vatandaşları kılıyor. Ancak modern teknoloji eşsiz fırsatlar sunarken aynı zamanda toplumsal sorunlara dijital bir boyut da ekleyerek yeni meseleler ortaya çıkarıyor. Toplumsal ilişkileri düzenleyen kurallar ve kamusal alanda uyulması gereken sorumluluklar gibi ilkelerin birçoğu uygarlık tarihi kadar eski olsa da teknolojideki hızlı gelişmelerin getirdiği toplumsal değişimler, vatandaşlık kavramının dijital çağa uygun hâle getirilmesini gerekli kılıyor.

Dijital vatandaşlar olarak hem haklarımız hem de yükümlülüklerimiz var ve bu nedenle dijital vatandaşlık kavramı hakkında daha fazla bilgi edinmemiz son derece önemli. Bununla birlikte, modern çağa uyum sağlamak için vatandaşlık kavramının günlük yaşamla ilişkisinin dijital teknolojiler aracılığıyla nasıl geliştiğini de doğru anlamak gerekir.

Geniş tanımıyla dijital vatandaşlık; dijital teknolojilerin ve internetin kullanımına dair standart ve normlar ile hak ve sorumlulukların da farkında olmak ve bunları içselleştirmek olarak tanımlanabilir. Bu kapsamda dijital vatandaş ister yerel ister ulusal ya da küresel olsun hem çevrim içi hem de çevrim dışı ortamlarda; yani hayatın tüm alanlarında aktif olabilen; etkili ve sorumlu bir şekilde ırk, cinsiyet ve etnik kökenden bağımsız olarak bu ortamlara eşit katılım sağlayabilen kişidir. Aslında bu tanımlama geleneksel vatandaşlık ilkelerinin nezaket, saygı, haklar ve sorumluluklar doğrultusunda dijital çağa uyarlanması diye yorumlanabilir. Bu çerçevede dijital vatandaşlık kavramı eğitimsel, davranışsal ve yasal olmak üzere üç boyutta ele alınabilir. Eğitim boyutu dijital topluma katılım için teknolojiye kaliteli ve sürekli erişimi gerektirir. Ayrıca temel dijital okuryazarlık da dâhil olmak üzere gerekli kaynaklara ve becerilere karşılık gelir. Davranışsal boyut internet üzerinden iletişim kurarken başkalarına saygılı davranmak gibi daha çok çevrim içi etkileşimlere ilişkin normları ifade eder. Üçüncü boyut ise çevrim içi ortamlarda hak ve sorumlulukların yanı sıra iş, ticaret, veri toplama ve kullanımı gibi uygulamalara dair yasal düzenlemeleri kapsar.

Bireylerin sosyal medya ve dijital teknolojilerle çevrili ortamlarına güvenli, etkili, eleştirel ve sorumlu bir şekilde katılmalarını sağlamak; bu konuda öncelikli meselelerden biridir. Dijital teknolojiler doğası gereği karmaşaya yol açabildiği ve sürekli geliştiği için ilkeleri amaca uygun bir şekilde standartlaştırmada kişiler, kurumlar ya da

devletler tarafından farklı hedefler gözetilebilir. Mike Ribble’in “dijital vatandaşlığın dokuz ilkesi” diye tanıttığı prensipler, bu noktada tüm dijital teknoloji kullanıcıları için genel kabul görür. Bu ilkeler; erişim, ticaret, iletişim, okuryazarlık, görgü kuralları, hukuk, haklar ve yükümlülükler, sağlık ve sıhhat ile güvenlik başlıkları altında ele alınır.

Dijital vatandaşlığın dokuz ilkesi

- Erişim
- Ticaret
- İletişim
- Okuryazarlık
- Görgü kuralları
- Hukuk
- Haklar ve yükümlülükler
- Sağlık ve sıhhat
- Güvenlik

Bahsi geçen ilkeleri hayata geçirmek üzere geliştirilen politikaları anlamak için dijital vatandaşlığa doğru dönüşümü yönlendiren sosyal ve politik eğilimleri de göz önünde bulundurmak gerekir. Bu noktada dijital teknolojiler ile internet ve demokratik ilkeler arasındaki ilişkiden bahsetmek faydalı olabilir. Dijital teknolojiler aracılığıyla gerçekleştirilen siyasi, sosyal ve ekonomik faaliyetlerin sayısı giderek artarken bu teknolojilere erişim modern dünyaya katılımı önemli derecede etkiliyor. Hatta dijital erişim yoksunluğu; küresel kalkınmada gecikmelere, refah seviyesinde düşmelere ve eğitimde eşitsizliklerin artmasına sebep olan önemli bir faktör olarak değerlendiriliyor.

İnternet ve dijital teknolojilere erişimdeki eşitsizlikler ve bu teknolojileri kullanmak için gerekli beceri seviyelerindeki farklılıklar, genel olarak dijital bölünme ya da dijital uçurum diye tanımlanır. Dijital bölünme ya da uçurum, zengin ve yoksul uluslar ile daha spesifik olarak nispeten avantajlı ve dezavantajlı gruplar arasındaki eşitsizlikleri gösterir. Eşitsizlik sadece internete erişim noktasında değil, aynı zamanda bilgi iletişim teknolojilerinin elde edilmesi

ve çevrim içi ortamlar için gerekli yeterliklerin kazanılmasında da ortaya çıkar. Ayrıca erişimin kalitesi ve dijital okuryazarlık becerisinin geliştirilmesi de eşitsizlikle ilgilidir.

Diğer taraftan teknoloji sektörünün öncülerine göre, internet ve özellikle sosyal medya herkes için iletişim ve ifade özgürlüğüne erişimi kolaylaştırıyor. Sosyal medya birçok yönden bilgiye erişim ve ifade özgürlüğü gibi temel hakların genişlemesine yardımcı olur. Bununla birlikte, sosyal medya ifade özgürlüğü için nasıl imkân sağlıyorsa aynı zamanda dezenformasyon ve yanlış bilgi yaymak için de kullanılabilir. Örneğin, dezenformasyonun yayılmasının yollarından biri birçok sahte sosyal medya profili oluşturabilen yazılım programlarıdır. Dezenformasyonun sosyal medya mecraları tarafından yayılması, bu profillerin gerçeklerinden ayırt edilmesi zor olduğu için daha zararlı olabilir.

İnternet erişiminde temel meselelerden biri de mahremiyetin korunabilmesidir. Kavramsal olarak mahremiyet kişinin yaşam alanına ve özel hayatına saygı gösterilmesini ve kişisel bilgilerinin güvenliğini kapsar. Örnek vermek gerekirse çevrim içi gerçekleştirilen takip, veri toplama, rahatsızlık verme ve istenmeyen davranışlar kullanıcının gizlilik haklarını ihlal edebilir. Esasen dijital teknolojilerin ve internet özelliklerinin hızlı ve sürekli gelişimi, mahremiyet ve güvenlik meselelerinin ele alınmasını zorlaştırıyor. Birçok internet kullanıcısı, çevrim içi ortamlarda

dijital ayak izi bırakarak veri analizi yoluyla izlenme ve tanımlanma riskiyle karşı karşıya kalır. Hemen hemen bütün web platformları kişisel bilgilerin paylaşılmasını gerektirdiğinden kullanıcıların bunu kontrol etmesi oldukça zor olur. Kişisel verilerin istenmesi ve izlenmesi internette o kadar yaygınlaştı ki kullanıcılar ya mahremiyetlerinin korunması ya da bir hizmete erişmek için verilerinin paylaşımı arasında seçim yapmak durumunda kalıyor. Buradaki temel kaygı kullanıcılara fayda sağlamak yerine, dijital izleme araçlarının şirketler tarafından kontrol

amaçlı kullanılması. Bir diğer endişe konusu ise sosyal medya platformlarının kendi veri yığını artırmak için harici verileri satın almasıdır. Bu düzeyde veri elde edildiğinde ve şirketler için herhangi bir düzenleme olmadığında kullanıcı mahremiyeti ciddi tehdit altındadır.

Bütün bu meseleler çerçevesinde dijital vatandaşlığın dokuz ilkesini detaylarıyla açıklamaya başlayabiliriz.

Dijital Erişim

Dijital erişim, tüm yönleriyle topluma elektronik katılım şeklinde ifade edilebilir. Burada erişimden maksat, hem düşük maliyetli teknolojik cihazların ve internetin hem de dijital beceri eğitimini sağlayan politikaların herkese fırsat eşitliği sağlayacak şekilde sunulmasıdır. Başka bir ifadeyle, dijital erişim denince cihazların kalitesi, teknolojiyi etkili kullanma becerisi, dijital becerileri geliştirme

fırsatları, eşit erişim için politik ve sosyal destek ile teknoloji için özgün amaçlar belirleme imkânı gibi faktörler ön plana çıkar. Dijital erişim ilkesi diğer kavramların üzerine inşa edildiği dijital vatandaşlığın belki de en temel ilkesidir. Türkiye’de dijital erişimi genişletmek için hükümet öncülüğünde ve özel-kamu sektörü ortaklığında birçok girişim teşvik edildi. Son yıllarda e-devlet uygulaması ile kamu hizmetlerini dijitalleştirmek için büyük çaba sarf edildi. Bu e-girişimin temel amacı bir taraftan nüfus sayımı, arazi, mülk sahipliği ve şirket tescil işlemleri gibi verilerin kayıtlarını oluşturmak iken diğer taraftan devlet kurumlarının genel teknik ve işlevsel kapasitelerini geliştirmektir. E-devlet girişi sadece devlet hizmetlerinin verimliliğini artırmaya değil, aynı zamanda vatandaşların hizmete erişmesi için dijital okuryazarlık becerilerini geliştirmesine de yardım ediyor. Bununla birlikte çeşitli bakanlıklar da dijital çağa ayak uydurmak için büyük ölçekli projeler gerçekleştirdi. Ulusal Yargı Ağı (UYAP), Merkezi Nüfus İdaresi Sistemi (MERNİS) ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) bunlardan sadece birkaçıdır.

Dijital Ticaret

Mal ve hizmetlerin dijital platformlar aracılığıyla alım satımına dijital ticaret denir. Eğitimden sağlığa, ulaşımdan inşaat sektörüne kadar ekonominin tüm alanları dijitalleşmenin sunduğu avantajlarla değişiyor. Bu avantajlar arasında fiziki altyapı maliyetlerinin en aza inmesi, hizmetlerin sürdürülebilirliğine anlamlı katkı sağlayan müşteri memnuniyetinin artması ile esnek ve uzaktan çalışma imkânlarıyla artan iş gücü verimliliği örnek gösterilebilir. Dijital araçların dâhil edilmesi ile birlikte artık ürün aramaları, satın almalar ve perakendecilerle iletişim kurmak uzaktan gerçekleştirilebilir. Dahası, tüketiciler benzer ürünleri çevrim içi olarak kolaylıkla karşılaştırabilir.

Çevrim içi alışveriş eğilimi, özellikle COVID-19 küresel salgınının da etkisiyle, son yıllarda önemli derecede arttı. Küresel salgın; modern ekonominin

büyük ölçüde dijital teknolojilere dayalı olduğunu, gelişmiş dijital platformlara sahip işletmelerin kâr ettiğini ancak yeterli dijital altyapıya sahip olmayanların ayakta kalmak için zorlandığını açıkça gösterdi. Bütün bunlar birlikte değerlendirildiğinde, çevrim içi tüketim eğilimi, tüketicinin dijitalleşmesinin gelecekte de artacağını gösteriyor. Dijital ticaret arttıkça çevrim içi bankacılık ve para transferi de artıyor. Bu noktada, çevrim içi ortamda güvenli bir şekilde alışveriş ya da ticaret yapmak için dikkat edilmesi gereken hususların bilinmesi son derece önemli. Aksi takdirde finansal bilgiler veya parolalar gibi kişisel veriler ele geçirilerek kimlik hırsızlığı yapılabilir. Hizmet sağlayıcılar ek



güvenlik önlemleri olsa da çevrim içi işlemler her zaman risk barındırabilir. Özellikle çocuklar finansal dolandırıcılık ya da bilinçsizce çevrim içi para harcama noktasında risklere karşı daha savunmasız olabilir. Bu riski en aza indirmek için güvenli web sitelerinden alışveriş yapılmalı, kredi kartları için iki faktörlü kimlik doğrulama yöntemi aktif edilmelidir.

Dijital İletişim

Dijital iletişim, bilgisayar ve cep telefonu gibi dijital aygıtlar yardımıyla veriler ve mesajların elektronik olarak iletilmesidir. Çevrim içi iletişim e-posta, sosyal medya, çevrim içi medya kanalları, videolar

ya da web siteleri aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Çevrim içi iletişim yoluyla hem bilgiye erişim kolaylaşır hem de sosyal bağlantılar rahatlıkla genişletilebilir. Ancak bunun yanında dezenformasyona karşı daha duyarlı olmak gerekir. Dezenformasyon, yani yanlış veya yanıltıcı bilgilerin güvenilir kaynaktanmış gibi sunulup kasıtlı olarak yayılması, önemli bir dijital iletişim sorunudur. Geleneksel medyada bilginin doğruluğu ve güvenilirliği için gerekli özen genellikle gösterilir oysa özellikle sosyal medyada paylaşılan bilgilerin doğrulanabilirliği çok zordur. Yanlış bilginin yayılmasını engellemek sansür ve ifade özgürlüğü endişeleri nedeniyle artık daha zor. Hatta medyanın bu denli dönüşmesiyle bilgi meşruiyetinin sağlanması giderek daha da karmaşıklaşıyor. Böylece meşru olmayan kaynaklar ve uydurma haberler ile kamuoyu oluşturuluyor. Bu nedenle yaşadığımız döneme “Gerçeklik/Hakikat Ötesi” de deniyor.

Medya kaynaklarını sorgulama yeteneği 21. yüzyılın önemli becerilerinden birisidir. Dijital vatandaştan beklenen sahte ya da uydurma haber ve dezenformasyonun karakteristik özelliklerini belirleme; meşru haber kaynakları, kişisel görüş ve eğlence amaçlı paylaşımlar arasındaki farkları anlama ve çevrim içi olarak karşılaşılan bilgi kaynaklarını eleştirel bakış açısıyla değerlendirmesidir. Ayrıca ifade özgürlüğü, çevrim içi erişilen bilginin güncelliği ve kişisel bilgilerin korunması noktasında da bilinçli olmasıdır. Bu anlamda dijital vatandaşlar çevrim içi içeriğe her eriştiklerinde içeriğin kim ya da hangi kuruluşlar tarafından yazıldığını, konu hakkında objektif ve eksiksiz bilgi verilir verilmmediğini, içeriğin ne zaman oluşturulduğunu, hangi platform üzerinden yayınlandığını ve içeriğin paylaşılma amacını dikkatli bir şekilde değerlendirmelidir. Her ne kadar meşru olmayan bilgi ve dezenformasyon küresel boyutta yaygın bir sorun olsa da eleştirel

bakış açısı sahibi bir dijital vatandaş çevrim içi içerikleri sağlıklı bir şekilde değerlendirebilir. Türkiye’de internet kullanıcılarının bilgileri kontrol etmelerine veya haberleri doğrulamalarına yardımcı olacak “Teyit” ya da “Doğrulukpayı” gibi platformlar mevcut. Bu tür platformlar viral olmuş çevrim içi haber içeriği, sosyal medya gönderileri, hikâyeleri, komplo teorileri ve diğer materyalleri doğrulamak için açık kaynaklı materyal ve gazetecilik tekniklerinden faydalıyor ve böylece kamuoyunun daha güvenilir ve gerçek bilgi edinmesine katkı sağlıyorlar.

Dijital Okuryazarlık

Dijital okuryazarlık kavramı çevrim içi ortamlarda bilginin aranması, oluşturulması ve paylaşılması için bilgi iletişim teknolojilerini etkili kullanma becerisini ifade eder. Son yıllarda internete erişim hızlı bir şekilde arttı ve dijital cihazların maliyetlerinde anlamlı bir düşüş yaşandı. Ancak internet kullanıcılarının dijital okuryazarlık becerisi aynı hızda gelişim gösteremedi. Dijital kaynakları amacına uygun kullanabilmek için, asgari düzeyde, bir arama motorunun nasıl çalıştığı ve arama sonuçlarının nasıl değerlendirilmesi gerektiği



gibi internet hizmetleriyle ilgili temel yetkinliklerin olması gerekir. Bu nedenle dijital okuryazarlık becerisi dijital uçurumu kapatmak için elzem olan temel becerilerden biridir. Bu kapsamda dijital vatandaşlardan beklenen internet erişimi için teknik altyapı ve yapılandırma becerisi; yaygın olarak bilinen ya da yeni tanıtılan uygulamaları, yazılımları ve çevrim içi hizmetleri kullanabilme ve ayarlarını yapılandırabilme; çevrim içi içeriğe erişme, içeriği keşfetme ve değerlendirme; sosyal medya ve diğer platformlarda özgün içerik oluşturabilme ve paylaşabilme gibi dijital okuryazarlığın temel bileşenlerine sahip olmasıdır.

Dijital Görgü Kuralları

Sosyal medya ağları, internet forumları veya çevrim içi doğrudan mesajlaşma sayesinde internet kullanıcıları arasında yeni ilişki formları oluşuyor. Çevrim dışı ilişkilere benzer şekilde, çevrim içi yeni bağların oluşumu ve mevcut ilişkilerin sürdürülmesi de etkileşimlerin uygunluğu ve kalitesine göre değişiyor. Yüz yüze etkileşimde önemli yer tutan yüz ifadesi, ses tonu, beden dili, jest ve mimikler gibi sosyal ipuçları çevrim içi etkileşimlerde gizlenebildiği için dijital ortamlarda gerçekleşen etkileşimin bu eksikliklerden kaynaklanan belirsizlikleri bulunur. Çevrim içi etkileşimde metin tabanlı yorumlamalar yanlış anlamalara ve çatışmalara sebep olabilir. Çevrim içi etkileşim ile ilgili bir diğer mesele de siber zorbalık veya istenmeyen bazı olumsuz davranışların sergilenmesidir. Kullanıcı yönergeleri ve içerik denetimi yoluyla güvenli ve olumlu topluluk etkileşimini teşvik etmeye yönelik girişimlere rağmen, çevrim içi ortamlarda ve sosyal medyada istenmeyen uygunsuz davranışlara rastlamak hâlâ mümkün. Bu nedenle çevrim içi nezaket ve görgü kuralları normları ve standartlarını oluşturmak, özellikle çocuklar ve gençlerin güvenli ve yararlı internet kullanımı için kilit öneme sahiptir. Çevrim içi normların oluşumu; sosyal süreçler, kullanıcı etkileşimleri ve yasal düzenlemeler ile sağlanır.

Ciddi bir ihlal durumunda ise kullanıcı yönergeleri veya topluluk kuralları gereğince yetkili merciler tarafından müdahaleler söz konusu olabilir. Bu kapsamda dijital görgü kuralları farklı çevrim içi iletişim şekillerinde olumlu ve uygun kullanıcı etkileşimlerini teşvik etmeyi amaçlayan bir dizi temel iletişim ilkesidir. Bu ilkeler genel olarak iletişimde açık ve anlaşılır ifadelerin kullanılması, tanınmayan ve iş hayatındaki kişilerle resmî dilin kullanılması, başkalarının kişisel bilgilerinin ve verilerinin gizliliğine saygı gösterilmesi ve siber zorbalık, taciz, takip veya tahrik edici paylaşımlardan kaçınılmasıdır.

COVID-19 salgınının etkisiyle birlikte profesyonel iş hayatında uzaktan çalışma daha fazla benimsendi ve büyük ölçüde Zoom, Microsoft Teams ve diğer görüntülü iletişim teknolojilerine uyum sağlandı. Bu tür platformlar üzerinden gerçekleşen etkileşimlerde gruptaki herkesin tanıtılması, varsayılan olarak kameranın açık tutulması, konuşmadıkça mikrofonun sessize alınması, yorum yapmak veya bir soruya yanıt vermek istenildiğinde el kaldırma özelliği ile söz istenmesi gibi ince davranışlar daha olumlu iletişimin gerçekleşmesine yardımcı olabilir.

Dijital Hukuk

Dijital hukuk internet kullanımıyla ilgili mevzuat ve yasal ilkeleri ifade eder. Hukuksal açıdan internet ve ilgili tüm alanlara dair her türlü olası eylemi ve özneleri kapsadığı için anlaşılması zor olabilir. Kişisel verilerin kötüye kullanılması ve verilerin kontrolündeki artan endişelerle birlikte veri madenciliği teknikleriyle kullanıcı davranışlarının manipüle edilmesi ve siber suç oranlarındaki artış dijital hakları güvence altına alma gerekliliğini daha da belirgin hâle getirdi. Genel anlamda dijital hukuk; telif hakları, e-ticaret işlemlerinin geçerliliği, yetkisiz veri paylaşımı ve sosyal medya mecralarında yasal içerik moderasyonu gibi konularla ilgilidir. Dijital hukuk ilkelerine ilişkin temel bilgiler, internet üzerinden gerçekleşen



hakların ihlali durumunda yasal adımların atılması noktasında dijital vatandaşlık için faydalıdır. Yeni internet hizmetleri; özellikle kişisel verilerin toplanması, saklanması ve işlenmesine dair yasal sorunları da beraberinde getirdi. Ancak dijital hukuk ve veri gizliliği ilkelerine ilişkin farkındalık oluşturma; internet kullanıcılarına dijital kimliklerini kontrol etme ve hem çevrim içi hem de çevrim dışı ortamlarda kendilerini koruma konusunda yardımcı olabilir. Son olarak, yasal bir uygulama alanı olarak dijital hukuk kaidelerinin ülkelere göre farklılık gösterebileceğini de not edelim.

Dijital Haklar ve Yükümlülükler

Dijital haklar internetten ve sağladığı hizmetlerden faydalanmak için gerekli hak ve özgürlükleri ifade eder. Dijital yükümlülükler ise herkes için daha güvenli ve faydalı internet kullanımını teşvik edebilecek sorumlulukları ortaya koyar. Birlikte ele alındığında dijital haklar ve yükümlülükler bireylere ortak değerlere ve karşılıklı saygıya dayalı bir toplumun üyesi olduklarını hatırlatır. Bu yüzden dijital vatandaşlığın gerekli yapı taşlarından biridir. Dolayısıyla, hükümetler, uluslararası kuruluşlar veya birçok düşünce kuruluşu tarafından internet hak ve özgürlüklerini ifade eden çeşitli prensipler tanımlıdır. Bu çerçevede

genel olarak herkesin internete erişme ve dijital teknolojileri kullanma, çevrim içi içerik oluşturma ve paylaşma, kişisel veri gizliliği ve güvenli iletişim kurma, çevrim içi ortamlarda kendini ifade etme, güvenli çevrim içi işlemlerde bulunma ve yasa dışı faaliyetleri çevrim içi olarak bildirme hakları vardır.

Dijital haklarla birlikte güvenli ve adil internet kullanımını teşvik etmeye yönelik bireylerin üstlenmesi gereken yükümlülükler de vardır. Dijital sorumluluklar, bireylerin dijital haklarının korunmasını sağlamak için sergilenmesi gereken davranışlardır. Bu çerçevede genel olarak dijital yükümlülükler; siber zorbalık ve çevrim içi uygun olmayan ifadelerden kaçınma, fikrî mülkiyet haklarına uyma, içerik paylaşımı için izin alma ve kaynak gösterme, yasa dışı faaliyetleri ve uygunsuz davranışları çevrim içi olarak bildirme, çevrim içi ortamlarda kendini doğru şekilde temsil etme ve çevrim içi araçların kullanım yönerge ve kurallarına uygun hareket etme gibi prensiplerdir. İnternet erişiminin ve kullanımının bu denli yaygınlaşması göz önüne alındığında dijital hak ve yükümlülüklerle ilişkin farkındalık, çevrim içi suiistimallerin önlenmesine ve internetin potansiyelinin faydalı bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayabilir.

Dijital Sağlık ve Sıhhat

Dijital sağlık ve sıhhat hâli, kişinin interneti ve mobil cihazları zihinsel ve fiziksel sağlığını bozmayacak şekilde kullanılmasıyla ilgilidir. Problemlerli internet kullanımı depresyona, anksiyeteye ve diğer psikolojik sorunlara sebep olabilir. İnternetin aşırı kullanımı ayrıca dikkat eksikliği ve odaklanamama gibi bazı davranış bozuklukları riskini artırabilir.

Dijital vatandaşlardan beklenen, internet kullanımıyla ilgili farkındalığa sahip olarak, dijital çağın olumsuz yan etkilerini ve sonuçlarını



azaltmaya yardımcı alışkanlıklar edinmeleridir. Problemleri internet kullanımına ek olarak, siber zorbalıkla baş edebilmek de dijital sağlık ve sıhhat ile ilgilidir. Çevrim içi ortamlarda taciz içerikli, kasıtlı ve tekrarlanan davranışlar sergilemek genellikle siber zorbalık olarak ifade edilir. Sosyal medya platformlarında biri hakkında gerçek olmayan haberler yaymak ve onu zor duruma sokacak görüntüleri paylaşmak, incitici ve tehdit edici mesajlar göndermek ya da birinin kimliğine bürünerek onun adına başkalarına mesaj göndermek siber zorbalığa örnektir. Dijital vatandaşların internet kullanımı ve iletişimi ile ilgili psiko-sosyal riskler hakkında bilgi sahibi olması, teknoloji bağımlılığı ve siber zorbalık gibi istenmeyen durumlarla nasıl başa çıkılabileceğini bilmesi gerekir. Siber zorbalıkla başa çıkabilmek için istenmeyen mesajlara cevap vermeme, zorbalık yapan kişiyi engelleme ve rahatsız edici gönderileri yetkili mercilere bildirme gibi önlemler alınabilir.

Dijital Güvenlik

Dijital güvenlik kişinin dijital kimliğinin korunmasını ifade eder. Dijital kimlik kavramı bireyin Facebook, Instagram, TikTok, Twitter ve LinkedIn gibi çeşitli sosyal medya mecralarında veya internet platformlarında paylaştığı kişisel ifadeleri, beğenileri, ilgi alanları ve davranışlarının

yanı sıra internetten satın aldığı ürünler ve çevrim içi hizmetlerle etkileşimiyle oluşturduğu kişisel verileriyle şekillenen dijital kişiliği ile ilgilidir. Siber güvenlik ihlalleri sonucu kişisel hesapların veya verilerin başkaları tarafından ele geçirilmesi; kişinin kişisel, mesleki veya finansal durumunu risk altına sokabilir. Siber suçlar bireyin itibarına zarar vermek amacıyla sosyal medya hesaplarının ele geçirilmesi ile gerçekleştirilebileceği gibi dezenformasyon amaçlı kişisel verilerin elde edilmesi ile de olabilir. Özellikle gündemi manipüle etmek veya kontrol etmek için yapılan dijital korsanlıklar ve veri güvenliği ihlalleri kamuoyu üzerinde etkili olabilir.

Dijital güvenlikte veri gizliliği ihlali ve kimlik avı dolandırıcılığı risklerini en aza indirebilmek için mesajlardaki yazım hatalarına dikkat etme, URL ve web adreslerini kontrol etme, maille gelen şüpheli ekleri açmama, panik oluşturmak için yazılmış mesajlara cevap vermeme ve kişisel onay isteyen mesajlara cevap vermeme gibi temel önlemler alınabilir. Ayrıca yazılımları ve kullanılan cihazın güvenlik duvarlarını güncel tutma, güçlü şifreler oluşturma, güvenli iki faktörlü kimlik doğrulama ve güvenli kablosuz ağlar kullanma gibi önlemler de veri gizliliği ve güvenliğini üst seviyelere çıkarmaya yardımcı olabilir.



Siber suçlar giderek daha da karmaşıklaştığı için kişisel verilerin korunması ve siber suçlarla mücadelede çeşitli yasal düzenlemeler yapılıyor ve bu düzenlemeler sürekli güncelleniyor. Son yapılan güncellemeler ile birlikte sosyal ağ sağlayıcıları hem kullanıcılardan hem de adli ve idari makamlardan gelen talepler üzerine en az bir yerel temsilci bulundurmak ve kullanıcıların gizlilik ihlalleri de dâhil olmak üzere kişisel haklarının ihlal edildiği iddiasıyla ilgili şikayetlerine 48 saat içerisinde yanıt vermekle yükümlüdür. Ancak yapılan yasal değişiklikler ile alınan önlemlerin çevrim içi ifade özgürlüğünü kısıtlayacağına dair endişeler de mevcuttur.

Sonuç

Yukarıda ele alınan meselelere kesin çözümler sunmak kolay olmasa da dijital vatandaşlık hakkında farkındalık oluşturmak ve beceriler geliştirmek çeşitli eğitim ortamlarında erken çocukluk döneminden itibaren başlaması gereken yaşam boyu bir süreçtir. Kural ve normların netliği sadece okullarda değil, aynı zamanda toplum ve devlet iş birliğinde de iyi iletişim bilincinin oluşmasına katkı sunabilir. Sosyal medyanın ve çevrim içi ortamların süregelen gelişimindeki hızlı değişim, dijital vatandaşlık eğitiminin sürekliliğini gerektirir. Bu nedenle herkes için eşit, katılımcı, güvenilir ve demokratik internet ile dijital teknolojilerin kullanılmasını sağlayacak politikalar; dijital vatandaşlık farkındalığının oluşmasında kilit öneme sahiptir. ■

Kaynaklar

- Ata, R., Yıldırım, K. Turkish pre-service teachers' perceptions of digital citizenship in education programs. *Journal of Information Technology Education Research*, Cilt 18, s.419-436, 2019.
- Hui, B., Campbell, R. Discrepancy between learning and practicing digital citizenship. *Journal of Academic Ethics*, Cilt 16 (2), s.117-131, 2018.
- İbrahimoğlu, Z. Digital citizenship and education in Turkey: Experiences, the present and the future. *The Palgrave Handbook of Citizenship and Education*, s.465-482, 2020
- Korkmaz, E., Nefes, T., Slavin, A., Akhmetova, R., Keskin, H., Bankston, J., Fu, X. Digital Citizenship in Turkey. Research Paper - University of Oxford, 2021.
- Ribble, M. Digital citizenship in schools: Nine elements all students should know. International Society for Technology in Education, Washington DC, 2015.



Bilim İnsanları Ölümden Sonra İnsan Retinalarını Canlandırıyor

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Uzun zamandır, ölüm gerçekleştiğinde nöronların da öldüğü varsayılıyordu. Ancak gözün nöronlarla dolu dokusu üzerinde yapılan yeni bir çalışma, bu bilgiye meydan okuyacak gibi görünüyor. Söz konusu çalışmada, araştırmacılar, yakın zamanda ölen organ bağışçılarından alınan insan retinalarının (gözlerimizin arkasında bulunan ve beynimizle iletişim kuran ışığa duyarlı sinir dokusu) elektriksel aktivitelerini yeniden kazanması sağlandı. *Nature*'da yayımlanan bu araştırma, görme kaybı ve körlüğün önde gelen nedeni olan yaşa bağlı maküler dejenerasyonu gibi göz hastalıklarını daha yakından incelenmesine imkân tanıyor. Aynı zamanda, diğer sinir dokusu türlerinin yeniden canlandırılması ve belki de -bir gün- retina nakilleri için zemin hazırlayabilir.

Utah Üniversitesinden görme bilimcisi Frans Vinberg, Scripps Araştırma Enstitüsünden retina cerrahı Anne Hanneken ve meslektaşları önce fare retinalarının hayvanlara ötenazi yapıldıktan sonra ne kadar süreyle elektrik sinyali gönderebileceğini test etti. Bu aktivitenin üç saate kadar geri kazandırılabilirdiğini tespit edip geri dönüşü olmayan fonksiyon kaybında oksijen eksikliğinin ana faktör olduğunu buldular. Daha sonra ise beyin veya kardiyak ölümden çok kısa bir süre sonra organ bağışçılarından elde edilen insan gözlerini araştırdılar. Bunun için gözleri oksijen ve besin sağlayan bir kap içinde laboratuvara taşıdılar, ardından retina dokusunu loş ışığa maruz bıraktılar ve doku tarafından üretilen elektrik sinyallerini ölçtüler. Gözler ölümden 20 dakika geçmeden elde edilmişse, fotoreseptörler olarak adlandırılan ışığa duyarlı hücrelerde ve bu hücrelerin bağlandığı nöronlarda elektriksel aktivitenin geri kazandırılabilirdiğini tespit ettiler. Hanneken'e göre, bu gözler elbette bir beyne bağlı olmadıkları için "göremiyor"; ancak sonuçlar yalnızca tek tek retina hücrelerini yeniden aktive etmenin değil, aralarındaki iletişimi de yeniden kurmanın mümkün olduğunu gösterdiği için son derece önemli.

Araştırma ekibinde yer almayan Massachusetts Eye and Ear adlı özel hastanede oftalmoloji şefi ve Harvard Tıp Fakültesinde oftalmoloji kürsüsü başkanı Joan Miller'a göre, bu gelişme, çeşitli yaş gruplarından sağlıklı ya da hastalıklı insan retinaları ile görsel fizyolojiyi incelemeyi mümkün kıldığı için oldukça heyecan verici. Örneğin, yaşayan insan gözü dokusuna erişimin imkânsız olması nedeniyle maküler dejenerasyonu incelemek şimdiye kadar son derece zordu. Ancak bilim insanları artık bu yeni tekniği kullanarak, maküler dejenerasyonun nasıl gerçekleştiğini anlamak ve tedavileri test etmek için sağlıklı ve hastalıklı donör gözleri üzerinde çalışabilecekler.

Ekibin bulguları ayrıca diğer nöral doku türlerini canlandırmanın da mümkün olabileceğini düşündürüyor. Araştırmacılara göre hâlâ çok uzak bir ihtimal olsa da çalışmaları sayesinde retina nakli de mümkün kılınabilir. ■



Kaynaklar

<https://www.nature.com/articles/s41586-022-04709-x>

<https://www.scientificamerican.com/article/scientists-revive-human-retinas-after-death/>

Kuraklıklar Toplu Ağaç Ölümlerine Neden Olabilir

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi]

Bilim insanları Avrupa'da geçtiğimiz yaz yaşanan sıcak hava dalgaları ve kuraklıkların, yağışlar geri gelip kuraklıklar bitse bile toplu ağaç ölümlerine neden olacağı konusunda uyarıyor. Estonya'daki Tartu Gözlemevi'nden Jan-Peter George, sadece gelecek yıl değil, ondan sonraki iki-üç yıl içinde de bir dizi toplu ağaç ölümü görülebileceğini belirtiyor.

Dünyanın çeşitli yerlerinden çok sayıda araştırma, küresel ısınmadan kaynaklı aşırı sıcaklık ve kuraklıklar yüzünden, tropikal yağmur ormanlarından kuzeydeki kutup altı ormanlarına varuncaya kadar giderek artan sayıda ağacın öldüğüne işaret ediyor. Son zamanlarda yayımlanan bir çalışmaya göre, Avrupa'da toprakların kuruması kıta genelinde ağaç ölüm hızını artırıyor. Diğer çalışmalar gibi bu da ölümlerin genellikle kuraklık sırasında değil, kuraklıktan sonraki bir ya da birkaç yıl içinde gerçekleştiğini gösteriyordu. Dolayısıyla, pek çok ağaç kuraklığı ya da geniş çaplı yangınları atlattımsı görünse de bu olaylardan kısa bir süre sonra ölebiliyor.

München (Münih) Teknik Üniversitesinden Cornelius Senf ve Rupert Seidl'in geçen yıl yayımladığı araştırmada ise Avrupa'da 2018'de

yaşanan kuraklığın belki de son 170 yıl içindeki en büyük ağaç ölümü dalgasına neden olduğu belirlendi. Bu yüzden ikili bu yıl ve gelecek yıl ağaç ölüm oranlarının yüksek olmasını bekliyor. Yine de bu defa çok daha fazla ağacın ölüp ölmeyeceğini söylemek için henüz erken olduğunu da belirtiyorlar. Seidl'a göre, 2018'deki olayın o kadar yıkıcı olması pek çok yerde üç yıl üst üste kuraklık yaşanmasından kaynaklanmıştı. Bu yüzden 2022'deki kuraklığın sonuçlarının da ilerleyen aylar ve yıllar içinde ortaya çıkacağını vurguladı.

Hem yaşayan hem de kesilip muhafaza edilmiş ağaçların halkaları üzerinde yürütülen 2021 tarihli bir çalışma da 2015'ten bu yana Avrupa'da yaşanan kuraklıklar dizisinin 2.110 yıldır eşi görülmemiş nitelikte olduğunu ortaya koydu. Uzmanlar artık birbirini takip eden kuraklıklar arasında ağaçların kendilerini toparlamalarını sağlayacak zaman boşlukları bulunmadığını belirtiyor .



DDynamoland / Alamy

Küresel Isınma Doğrudan ve Dolaylı Etkili

Kuraklıkların bir ya da birkaç yıl sonra ağaçların ölümüne neden olmasının altında birbiriyle ilintili birkaç neden yatıyor. Ağaçlar susuz kaldığında beslenemeyebiliyor ve su taşıyan dokuları kalıcı hasar görebiliyor. Kuraklıkların zayıf düşürdüğü ağaçlar, kabuk böcekleri ve mantarlar gibi zararlı böcek ve hastalıklara karşı daha savunmasız hâle gelebiliyor.

Daha sıcak hava koşulları ağaçlar üzerindeki stresi başka şekillerde de artırıyor. Örneğin, daha sıcak havalarda at kestanesi yaprak kurdu gibi zararlı böcekler ağaçlara daha erken bir dönemde saldırıp daha büyük hasar oluşturabiliyor. Birleşik Krallık'taki Royal Horticultural Society adlı dernekten Leigh Hunt pek çok zararlı böceğin bu yıl daha erken ortaya çıktığını belirtiyor.



Hunt ağaçların çok hayati bir role sahip olduğunu, sadece karbon soğurarak küresel ısınmayı azaltmakla kalmayıp aynı zamanda şehirleri serinletip selleri azaltmak suretiyle de küresel ısınmanın etkilerini hafiflettiklerini vurguluyor.

Hunt'a göre ölen ağaçların yerine aynı türden yeni ağaçlar dikilmemeli ve sadece kuraklıklarla değil her türlü uç hava koşuluyla daha iyi başa çıkabilecek daha dayanıklı türlerdeki ağaçlar yetiştirilmeli. ■

Kaynak

<https://www.newscientist.com/article/2337215-the-heat-and-drought-in-europe-will-lead-to-a-huge-wave-of-tree-deaths/>

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



Işığın Dalga Modeli



Thomas Young (1773-1829)

Sheila Terry/SPL

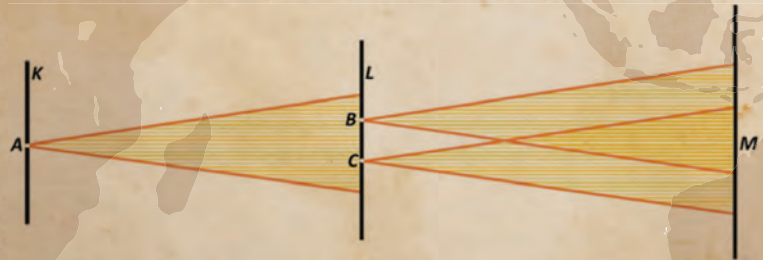
Parçacık kuramının aslında deneysel ve olgusal bakımlardan yeterince temellendirilmediğini dikkat çekici bir biçimde belirleyen Young, sonunda ışığın dalga nitelikli bir akış olduğunu deneysel olarak da göstermeye karar verdi. Bunun için ilk kez Grimaldi'nin gerçekleştirdiği dar aralık deneyini yeniden kurguladı. Young'ın bu deneyi yapmaktaki amacı dar bir aralık boyunca ilerleyen bir su dalgasıyla eş hızı sahip ikinci bir dalga dizisinin de aynı dar aralığa girdiğinde ne olacağını görmektir. Çünkü "birbirleriyle uyumlu iki ışık dalgası söz konusu olduğunda iki dalganın birbirini güçlendireceğini tersi durumda ise zayıflatacağını" düşünüyordu. Dolayısıyla amacı girişim yasası dediği bu durumu deneyle doğrulamaktı. Young'ın düzenlediği ve optik tarihine çift yarık deneyi olarak geçen ünlü deneye gelin yakından bakalım.



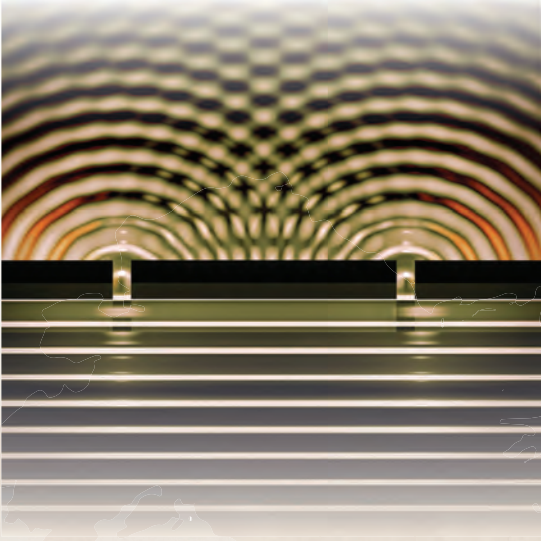
Francesco Maria Grimaldi (1618-1663)

Çift Yarık Deneyi

Oda penceresinin panjuru (K) açtığı son derece küçük bir delikten (A) içeriye ince bir ışık demetinin girmesine izin veren Young, odaya sızan bu ışık demetini üzerinde birbirlerine çok yakın iki küçük deliğin (B ve C) bulunduğu bir başka opak levha (L) üzerine düşürdü. Böylece (L) opak levhasının üzerindeki iki delikten sızarak onun da arkasında bulunan (M) ekranına düşen iki ışık demeti elde etti. (M) ekranı üzerine düşen iki ışık demetinin kesiştiği kısımlarda, homojen (tektürel) bir aydınlanma yerine bir dizi koyu ve açık renkli şeritlerin ortaya çıktığını gözlemledi. Küçük deliklerin arasındaki mesafeyi kademeli olarak arttırdığında, şeritlerin genişliğinin de ona bağlı olarak -en sonunda kayboluncaya kadar- giderek azaldığını belirledi.



Grimaldi'nin deneyinde olduğu gibi, deliklerden birini kapattığında ya da ışığın ilk girdiği (A) deliğinin bulunduğu opak nesneyi (K) kaldırıp Güneş ışığının doğrudan (B) ve (C) deliklerinden geçmesine izin verdiğinde ise renkli şeritlerin kaybolduğunu gördü. Bu gözleminin sonucunda şu sonuçlara vardı. B'den gelen ışıkla C'den gelen ışığın birbiri üzerindeki etkisinden dolayı şeritlerin oluştuğunu, ayrıca bu deliklere düşen ışığın aynı küçüklükteki (A) deliğinden gelen ışıktan beslendiği için saçaklanmanın oluştuğunu anladı. Artık ışığın dalga niteliğinde olduğu ortaya çıkmıştı ancak Young (M) ekranı üzerine düşen ışık saçaklarını dikkatlice incelemeyi sürdürdü ve saçaklardan koyu olanların iki ışık demetinin birbirini engellemesi (yok edici girişim) sonucunda oluştuğunu, buna karşın parlak saçakların ise iki ışık demetinin birbirini güçlendirmesiyle (güçlendirici girişim) meydana geldiğini tespit etti. Bu tespit parçacık kuramı karşısında dalga kuramının kazandığı ilk büyük ilerleme oldu.



Çift yarık deneyi

Diğer yandan, şu hususa dikkat çekmekte yarar var: Koyu saçaklar, söz konusu noktalarda ışığın bulunmaması şeklinde anlaşılmalıdır. Yani koyu saçak terimi ışığın yokluğunu değil, sadece söz konusu saçakların parlak saçaklar kadar birbirini güçlendirici ışın çizgisine sahip olmadıklarını belirtir. Biraz daha detaylı anlatacak olursak (A) deliğinde engellenen ışın çizgileri, (B) ve (C) deliklerinden geçerken tekrar belirli miktarda engellenince yok edici girişime uğrar; deliklerden birinden gelen ışık dalgasının tepe kısmı ile diğer delikten gelen dalganın çukur kısmının kesişmesi ışın çizgilerini kısmi sönümlenmeye uğratar. Parlak şeritlerde ise durum tersidir. Konu toplam aydınlanma açısından ise şöyle açıklanabilir: Deneyin açığa çıkardığı koyu şeritler, yani yeterince ışık almama durumu, aydınlık şeritlerin olması gerekenden daha fazla ışık almasından kaynaklanır. Başka bir deyişle, ekrandaki toplam ışık miktarı, birer ışık kaynağı görevi gören (B) ve (C) deliklerinin ayrı ayrı sağladığı ışık miktarının toplamıdır. Sonuç olarak karanlık şeritler ışığın herhangi bir kısmının yok olduğuna değil, yalnızca ekranda yeniden dağıldığına işaret eder. Bu da herhangi bir noktada yok edici girişim söz konusu olursa orada görünüşte yok olan aydınlanmanın

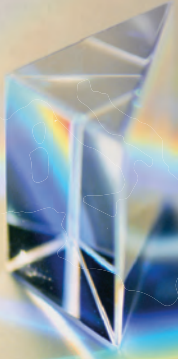
başka bir yerde eşit miktarda ortaya çıktığı anlamına gelir. Dolayısıyla toplam ışık miktarı aynı kalır, tıpkı titreşen bir levha üzerine serpilmiş kum tanelerinin durumunda olduğu gibi. Eğer kum taneleri titreşim başlamadan önce levhaya eşit olarak dağılmışsa titreşime bağlı olarak belirli çizgiler boyunca toplanır ve levhanın diğer kısımlarında kum taneleri kalmaz. Ancak levhanın üzerindeki toplam kum miktarı değişmez ve aynı kalır. Young'ın girişim deneyinde de benzer bir durum söz konusudur.

Girişim İlkesi

Girişim ilkesi, fizik biliminin verimli ilkelerinden biridir. Işığın görünürdeki doğrusal yayılımının dalga kuramıyla nasıl bağdaştırılacağını göstermesi bakımından bilim tarihindeki önemli gelişmelerden biri olarak değerlendirilir. Bu ilkeye dayanarak Isaac Newton'un parçacık kuramını benimseyen bilim insanları tarafından dalga kuramına yöneltlen itirazlar karşılanamamış olsaydı bilimsel gelişmenin önü uzun süre tıkanırdı. Parçacık kuramının temel savlarından biri şuydu: "Eğer ışık, su veya hava gibi esnek bir ortamdaki dalgalanmalara benzer bir yapıdan oluşuyorsa titreşimin başladığı merkezden her yöne doğru yayılmalı ve böylece, ses gibi, araya giren engellerin kenarlarından bükülebilmeli, yani köşeleri dönebilmeli ve opak nesnelerin gölgeleri de tektürel olmamalıydı." Girişim ilkesi bağlamında dalga kuramının bu itiraza yanıtı ise şöyledir: "Işık aslında engellerin kenarlarından bükülür ancak (ses ve su dalgalarının aksine) ışığın dalga boyu aşırı kısa olduğundan bükülme çok küçük ölçekte gerçekleşir; dahası ışık dalgaları boyuna değil, yanal olarak yayıldığından

ışık demetinin çeşitli kısımları girişim yoluyla birbirlerinin etkisini yok eder. Böylece gölgelerde gözlemlenen saçaklanmalar oluşur.”.

Bu açıklama bütünüyle Young’a ait değildi. Çünkü büyük çabasına ve elde ettiği başarıya rağmen Young, henüz ilk aşamada ışık dalgalarının ses ve su dalgalarıyla tamamen aynı niteliklere sahip olduğunu düşünüyordu. Bu durum Young’ın ışık dalgalarının boyuna yayıldığını da kabul ettiğini gösterir, o zaman da girişim ilkesinin ilk aşamada henüz tam anlamıyla ifade edilmediğı anlaşılr. Buna karşın bilgisinin genişliğı ve birikiminin derinliğı sayesinde Young, kısa süre sonra enine dalga düşüncesine ulaştı ve çalışmalarının sonuçlarını dört makale olarak *Edinburgh Review* dergisinde yayımladı. Böylece ışığın dalga kuramı önemli bir yetkinlik kazanmış oldu.



Lawrence Lawry / SPL

ışık Enine Dalgalardan Oluşan Bir Akıştır

ışığın dalga nitelikli bir akış olduğıunun kabul edildiğı sıralarda haklı olarak Newton’un takipçileri yeni bir tartışma başlattılar. Su dalgaları suda, ses dalgaları havada oluştuğıuna göre, ışık dalgalarını oluşturan ortam nedir? Bu soru kolayca geğıştirilecek türden değildi ve Young’ın da buna muhteşem bir cevabı yoktu. O yüzden eski bir düşünceye sarılmayı en iyi yol olarak gördü ve bütün evreni doldurduğunu düşündüğü esnek ve seyreltik bir maddenin bu ortamı sağladığını ileri sürdü. “ışıklı esir” adını verdiğı bu madde ile sorun şimdilik çözülmüştü.

Ancak 1809’da beklenmedik bir gelişme oldu ve Étienne Louise Malus (1775-1812) ışığın polarizasyon özelliğini keşfetti. Bu da yetmezmiş gibi kısa süre içerisinde polarizasyon parçacık kuramıyla başarılı bir şekilde açıklandı. Dalga kuramının başarısı tekrar gölgelenmişti. Kuramın tekrar öne çıkmasını sağlayan “esnek katı esir” düşüncesini öne süren Augustin Jean Fresnel (1788-1827) oldu. Fresnel, polarizasyon da dâhil, ışığa dair fenomenleri matematik yoluyla açıklamayı başardı. Ancak sorunlar bitmiyordu. şimdi sıra esir varsayımının sorgulanmasına gelmişti. Esir, düşünce tarihi boyunca, çok eski çağlardan beri ortaya atılmış hayali bir maddeydi ve olgusal kanıtı yoktu.

ışık bilim insanlarını uğraştırmaya devam ediyordu. Artık şansını deneme sırası James Clerk Maxwell’e (1831-1879) gelmişti. Maxwell “elektromanyetik esir” adını verdiğı yeni bir anlayışla konuya yeni bir yaklaşım getirdi.

Gelecek sayıda elektromanyetik kuram konusunu ele alacağız. ■

Kaynaklar

Preston, T., *The Theory of Light*, Ed. William Edward Thrift, (4. Edition), London: Macmillan, 1912.

Robinson, A., *The Last Man Who Knew Everything*, Oxford: Oneworld Publications, 2006.

Topdemir, H. G., *ışığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğıne ışık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Doğa Fauna

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

Eşeyssel Dimorfizmin En Güzel
Örneklerinden Biri

MENEKŞE SIRTLI SIĞIRCİK

Bazı türlerde erkek ile dişi bireyler arasında inanılmaz derecede farklar bulunabilir. Buna en güzel örneklerden biri menekşe sırtlı sığırcıktır. Bu türde erkek bireylerin sırtı, kanatları, yüzü ve boğazı boyunca parlak menekşe renginde tüyler bulunur; vücudunun geri kalan kısmı ise parlak beyaz renkte olur. Dişiler ve yavrular çizgili kahverengi ve sarımsı renktedir. Bu kuşların boyları yaklaşık 18 cm'dir.

Afrika içi göçmenlerden olan menekşe sırtlı sığırcık, sahra altı Afrika'nın ormanlık bölgelerinde, savanalarda ve nehir kenarlarında yaşar. Diğer sığırcık türleri gibi omnivordur, yani hem bitkisel hem de hayvansal gıdalarla beslenir. Dut ve incir gibi meyvelerin yanı sıra kelebek, arı, termit, yaban arısı ve çekirge gibi böcekler başlıca besin kaynaklarıdır. Avlarını parçalamak ve tüketmek için تنها bir alana götürürler. Hem uçarken hem de ağaç dallarında av yakalamakta ustadırlar.



Utopia_88 / iStock



Gökyüzü

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoyduğan@comu.edu.tr

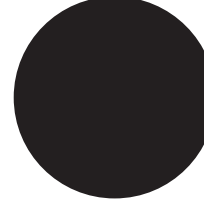
03 Temmuz
Dolunay



10 Temmuz
Son dördün



17 Temmuz
Yeni ay



26 Temmuz
İlk dördün



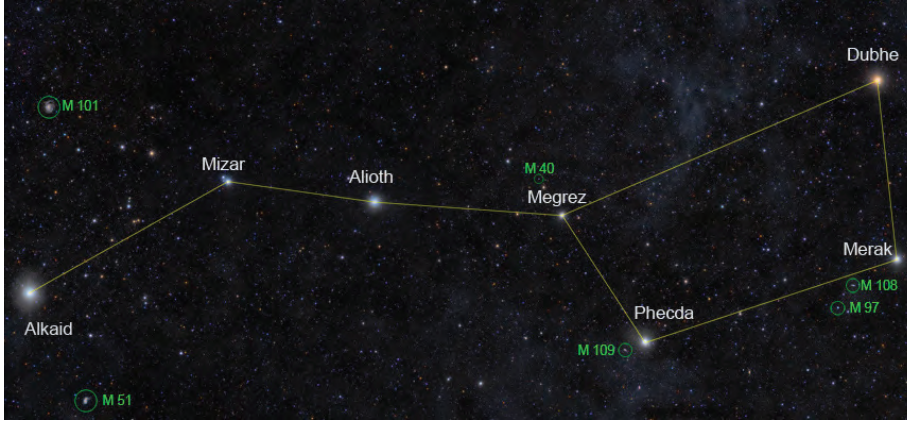
Gökyüzünde Bir Rehber: Büyük Ayı ve Kepçesi

Gökyüzünü tanımak ve gök cisimlerini gözlemek, doğayı ve evrendeki işleyişi takip edip anlamaya çalışmak için önemli basamaklardan biri. İnsanın kendisini ve yakın çevresindeki doğayı anlamak kadar; yaşadığı gezegeni, Güneş sistemindeki nesneleri ve çok daha uzağa yayılmış gök cisimlerinin oluşturduğu gökyüzünü anlama çabası da binlerce yıl önceye dayanıyor. Gökyüzüne baktığımızda anlık olarak iki boyutlu bir görüntü ile karşılaştığımız hâlde, aslında gök kubbede derinlik ve zaman boyutları da bulunuyor. Gökyüzünün bu anlık görüntüsü bile insanlara ilk bakışta çok karmaşık geliyor. Sadece gözün görebildiği (yaklaşık 6 kadirten daha parlak cisimler) bu sahnenin çok büyük kısmı yıldızlardan oluşuyor. Gece gökyüzü konuma, tarihe ve saate göre değişmekle birlikte; Ay, birkaç gezegen, yaygın kaynaklar (bulutsu, yıldız kümesi vb.) ve yıldızlardan oluşan bir görüntü sergiliyor. Sahne, gözlemcinin konumuna ve zamana bağlı olduğundan sürekli değişiyor ve hangi cismin ne zaman, nerede bulunacağı ilk akla gelen

sorulardan biri oluyor. Bunun için yazılımlar, mobil uygulamalar ve gök atlasları kullanılıyor. Bu rehber araçların dışında, amatör gök bilimcilerin gökyüzüne ilk baktıklarında kullandıkları bazı anahtarlar bulunuyor. Bu anahtarlarla gökyüzünü tanımak ve takımyıldızları, bazı parlak yıldızları ve öne çıkan bazı nesneleri bulmak istiyorlar. Bu yazının konusu kuzey küre gökyüzü için rehber takımyıldızlarından biri olan Büyük Ayı (Great Bear) Takımyıldızı ve onun Büyük Kepçe'si.

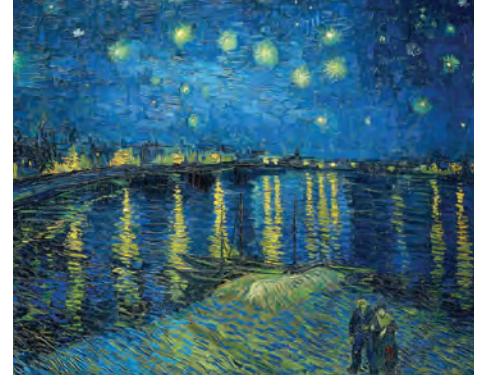
Büyük Ayı, Kutup Yıldızı Polaris'e yakın konumda bulunduğu için, batmayan ve sürekli Polaris etrafında saat yönünün tersinde dolanan bir görüntü çizer. Her ne kadar yıldızları batmasa da alçak geçişte gözlemek zor olduğundan, bu takımyıldızı en uygun şekilde, kış uykusundan uyandığında, ilkbahar ve yaz aylarında gözleyebiliriz. Büyük Ayı, +90 ile -30 derece arasındaki enlemlerde yer alan gözlemciler tarafından gözlenebilir. Yunan gök bilimci Ptolemy tarafından ikinci yüzyılda

kataloglanan takımyıldızlardan biri olmasına rağmen bu tarihlerden önce de farklı kültürlerde farklı mitlere konu olmuştur. Büyük Ayı, komşuları Çoban (Bootes), Zürafa (Camelopardalis), Av Köpekleri (Canes Venatici), Berenices'in Saçı (Coma Berenices), Ejderha (Draco), Aslan (Leo), Küçük Aslan (Leo Minor) ve Vasak (Lynx) tarafından çevreleniyor. Kuzey küre gökyüzünün en büyük alan kaplayan (1.280 derece kare) takımyıldızlarından olan Büyük Ayı, parlak yıldızlarının oluşturduğu "Büyük Kepçe" ile iyi bilinir ve kolaylıkla bulunabilir. "Asterism" diye adlandırılan ve takımyıldızlardan farklı olarak gökyüzünde yakın bölgedeki çok parlak yıldızların oluşturduğu bu daha baskın görüntüler (Büyük Kepçe, Yaz Üçgeni, Kış Beşgeni, Büyük Kare vb.), gözlemcilerin büyük bölümünün ışık kirliliğinden etkilendiği düşünüldüğünde, gökyüzünü tanımak için sıklıkla kullanılıyor. Gözle hemen fark edilen Büyük Ayı'nın yedi parlak yıldızının oluşturduğu, geçmişte Saban, Büyük Vagon, Sos Tavas gibi isimlerle de anılan Büyük Kepçe'ye yakından bakalım.



Büyük Kepçe, parlak yıldızları ve bazı Messier derin uzay nesneleri

Büyük Kepçe daha uzun yıllar boyunca hem amatörler hem de profesyonellere rehberlik etmeye devam edecek. Sizler de gökyüzünü tanımaya ve tanıtmaya bu özel bölgeden başlayabilirsiniz.



Delta Aquariid (Delta Kova) Gök taşı Yağmuru

Delta Aquariid gök taşı yağmurunun en yoğun olduğu dönem 29-30 Temmuz 2023 tarihi olacak. Yağmurun kaynağının, 96P/Machholz Kuyruklu Yıldızı'nın artıkları olduğu biliniyor. Çekirdeği yaklaşık 6,4 km çapa sahip bu kayaç yapı, Güneş etrafındaki bir turunu yaklaşık 5 yılda tamamlıyor. Kova (Aquarius) Takımyıldızı'nda yer alan Delta Aquarii yıldızına yakın bir bölgeden (çıkış noktası koordinatları: sağ açıklık = 340° ve dik açıklık = -16°) çıkıyor gibi görünecek yağmurdaki küçük meteor parçalarının Dünya'ya giriş hızları saniyede yaklaşık 40 km olacak. 18 Temmuz ile 21 Ağustos arasında az sayıda da olsa bu yağmurdan düşen kayaçların gökyüzündeki izleriyle karşılaşabiliriz. En yoğun etkinliğin beklendiği 29-30 Temmuz gecesi Ay'ın yaklaşık %88'i aydınlanmış olacak, bu da gözlem yapmayı zorlaştıracak. Ne var ki Türkiye saati ile 02.00'den sonra Ay batacağı için bu saatten sonra daha fazla meteor gözleme imkânı bulunacak.

Büyük Ayı Takımyıldızı bölgesinde çok sayıda derin uzay nesnesi de yer alıyor. Parlak olanlardan M81 (Bode Gök Adası), M101 (Fırıldak Gök Adası) ve M97 (Baykuş Bulutsusu) iyi bilinen kaynaklardır. M81, gökyüzündeki en parlak (görsel parlaklığı 6,9 kadir) gök adalardan biridir. Spiral bir gök ada olan M81'in bize mesafesi 11,8 milyon ışık yılıdır. Yoğun yıldız oluşum bölgeleriyle ve uzayda yönelişiyle güzel bir görüntü sergileyen M101, 7,5 kadir görsel parlaklığı sahiptir ve dürbünle gözlenebilir.



Hubble Uzay Teleskobu tarafından görüntülenen M101 gök adası (NASA)

Baykuş Bulutsusu, yaklaşık 2.030 ışık yılı uzaklıkta bir gezegenimsi bulutsudur. Merkezinde bir beyaz cüce yer alan bulutsunun yarıçapı 0,28 parsektir ve saniyede 27-30 km hızla genişlemeye devam etmektedir.

Büyük Ayı bölgesinde değen çift sistemlerin atası W UMa çift yıldızı, üç gezegenli Güneş benzeri yıldız 47 UMa gibi çok sayıda farklı türlerde değişen yıldızlar bulunuyor. Bu gökyüzü alanı, çok yoğun olmasa da bazı gök taşı yağmurlarına da ev sahipliği yapıyor (örneğin Alpha Ursae Majoridler, Kappa Ursae Majoridler).



M97 gezegenimsi bulutsusu (NASA)

Vincent Van Gogh'un "Rhone Üzerinde Yıldızlı Gece" tablosuna, ABD'nin Alaska Eyaleti'nin bayrağına ve farklı kültürlerde çok sayıda mite konu olan Büyük Ayı ile özellikle

<https://www.constellation-guide.com/big-dipper/>
<https://www.universeguide.com/constellation/ursamajor>
<https://astrobackyard.com/ursa-major-constellation/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Ursa_Major

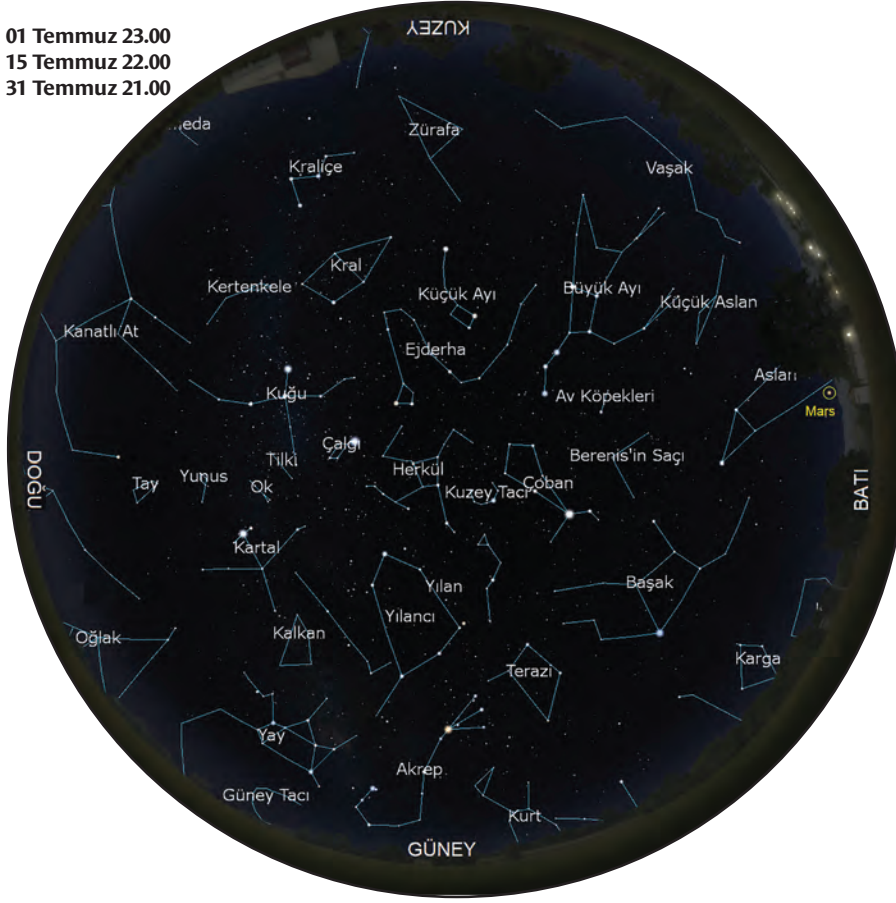
Ayın Önemli Gök Olayları

- 01 Temmuz** Venüs ve Mars batıda birbirlerine yakın görünümde
- 05 Temmuz** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (360.147 km)
- 07 Temmuz** Ay ve Satürn birbirine yakın görünümde
- 12 Temmuz** Ay ve Jüpiter gece yarısından sonra birbirine çok yakın görünümde
- 20 Temmuz** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (406.286 km)
- 21 Temmuz** Ay ve Mars gün batımından sonra batıda birbirine yakın görünümde
- 27 Temmuz** Merkür ve Venüs gün batımından sonra batıda birbirine yakın görünümde



21 Temmuz gün batımında batı ufku

01 Temmuz 23.00
15 Temmuz 22.00
31 Temmuz 21.00



Gezegenler

Merkür: Gökyüzünde Güneş'in doğusuna geçmiş olan gezegen akşamları gün batımından sonra yavaş yavaş artan sürelerle batı ufkuyla parlak bir şekilde gözlenebilir. Ayın son günlerinde bölgede Venüs ve Mars ile yaklaşması astrofotoğrafçılar için güzel bir fırsat oluşturabilir.

Venüs: Ayın başında gün batımında batı bölgesinde Mars ile yan yana görünecek olan gezegen yine son derece parlak. Ayın ilk haftasından sonra gökyüzünde Mars'tan uzaklaşmaya başlayacak olan gezegenin gözlem süresi de iki saatin altına düşmeye başlıyor. Temmuz ortasından itibaren gezegenin gözlem süresi azalmaya devam edecek ve ay sonunda yarım saatin altına inmiş olacak.

Mars: Ayın başında gün batımında batıda hemen yanındaki Venüs ile beraber gözlenebilecek olan gezegenin gözlem süresi kısılmış durumda. Günler ilerledikçe Mars ve Venüs arasındaki mesafe yavaşça artacak ve Mars'ın batıya doğru hareketi devam edecek. Gezegenin gözlem süresi yavaş yavaş kısılacak ve temmuz sonuna doğru iki saatin altına düşecek. Ayın sonunda gün batımında batı ufkuyla Merkür ve Venüs ile birlikte kısa süreyle gözlenebilir.

Jüpiter: Gece yarısından iki saat sonra doğudan yükselen gezegen oldukça parlak ve gün doğumuna kadar gözlenebilir. Günler ilerledikçe gökyüzünde

yıldızlara göre konumu batıya doğru ilerleyecek ve gözlem süresi artacak. Teleskoplu gözlemciler 12 Temmuz'da Ay ve Jüpiter'in yakınındaki Uranüs'ü gözlemlemeyi deneyebilir. Ayın sonuna doğru artık gece yarısında doğudan yükselmeye başlayacak ve sabaha kadar gökyüzünde kalacak. Jüpiter'in parlaklığı bu ay hafifçe artmış durumda.

Satürn: Gezegen gece yarısından önce doğudan yükseliyor ve gün doğumuna kadar gökyüzünde kalıyor. Günler ilerledikçe gözlem süresi uzamaya devam edecek. Satürn'ün parlaklığı bu ay hafifçe artmış durumda. Ayın sonuna doğru gece yarısından yaklaşık iki saat önce doğacak ve gecenin büyük bölümünde gökyüzünde bulunacak.

Düşünme Kulesi

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

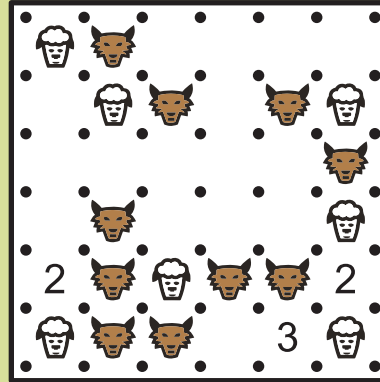
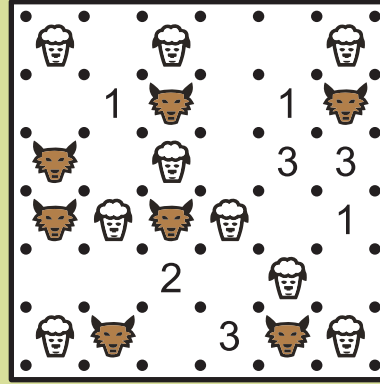
Ayın Oyunu: Kurtlar ve Kuzular

Kurtlar ve Kuzular Oyununun Kuralları

Çit oyununun bir türevidir olan Kurtlar ve Kuzular oyununda amaç noktaları yatay ve dikey çizgilerle birleştirilerek kapalı tek bir çit oluşturmaktır.

Rakamlar bulundukları hücrenin kaç kenarının çitin parçası olduğunu göstermektedir.

Ayrıca tablodaki kurtlar çitin dışında, kuzular ise içinde kalmalıdır.

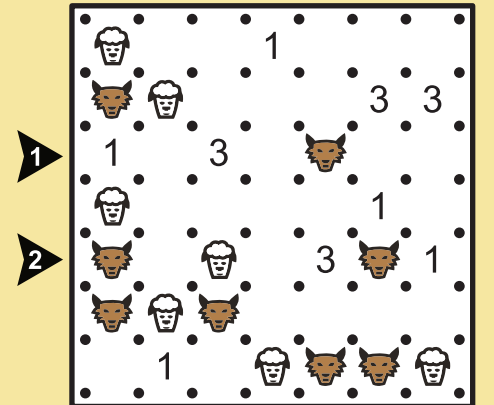


Kurtlar ve Kuzular - Örnek Çözüm



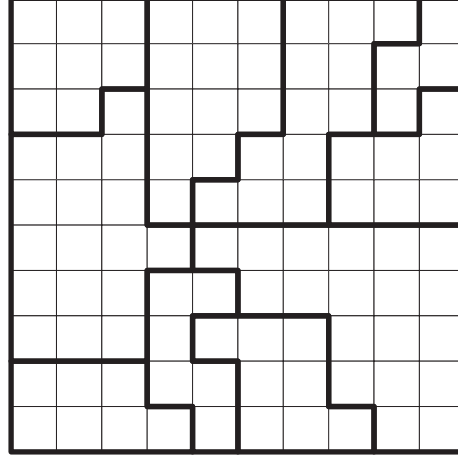
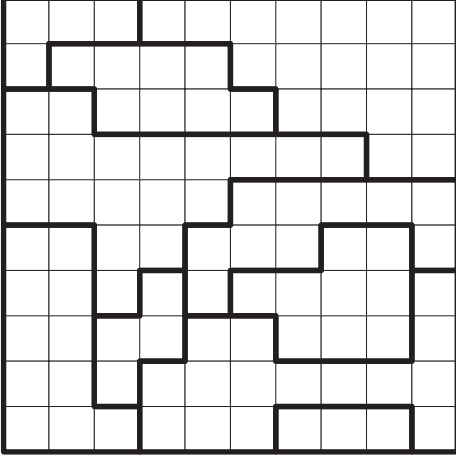
Ödüllü soru

▼ Kurtlar ve Kuzular sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Yaşamın Sırrı DNA* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü işlemsiz Kendoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.



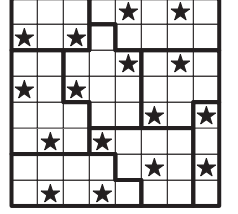
Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 111010 şeklinde yazılmalıdır.

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

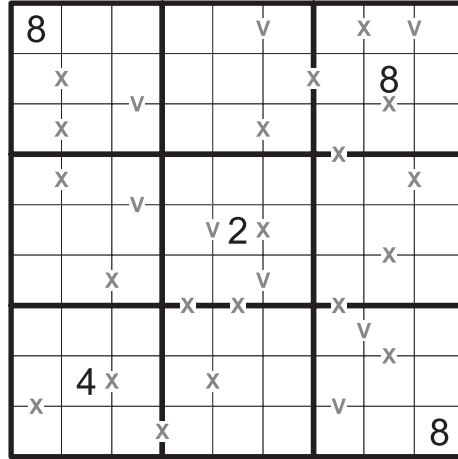
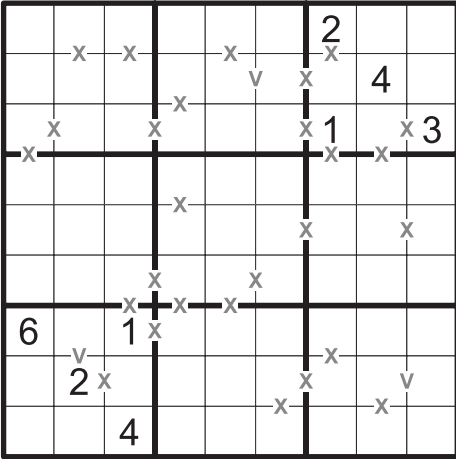


Yıldız Savaşları

Örnek Çözüm



XV Sudoku: Her bir satırda, sütunda ve kalın çizgilerle belirtilmiş bölgede 1'den 9'a rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun. Ayrıca, kenardan komşu olan hücrelerde, eğer iki hücrede yer alan rakamların toplamı 5 ise aralarında V işareti, toplamı 10 ise aralarında X işareti bulunmaktadır. Yukarıdaki toplamlardan birinin (5 ve 10) sağlandığı, kenardan komşu tüm hücrelerin arasına bu işaretler konulmuştur. (Roma rakamlarında V işareti 5 sayısını, X işareti de 10 sayısını gösterir.)



XV Sudoku

Örnek Çözüm

1	4	2	7	5	8	3	9	6
6	9	8	3	2	1	7	5	4
7	3	5	9	6	4	8	2	1
9	5	7	6	3	2	1	4	8
3	2	4	8	1	9	6	7	5
8	1	6	5	4	7	2	3	9
5	8	3	4	7	6	9	1	2
4	6	1	2	9	3	5	8	7
2	7	9	1	8	5	4	6	3

Geçen Sayının Çözümleri

30	2	3	8	1	20	4	5
5	8	4	3	3	1	2	
3	3	2	4	5	1		
1	5	2	3	7	4		
5	4	1	3	5	2	3	

15	80	6	2	3	7	1	
3	5	4	1	2			
3	1	2	3	5	4		
4	3	1	2	5			
2	2	1	5	12	4	3	

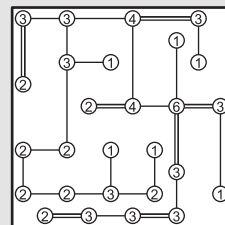
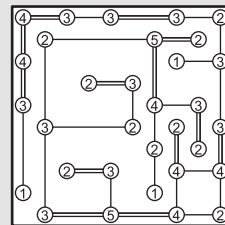
1	3	20	5	4	2	2	1	1	6
2	4	4	6	5	3	1			
1	4	6	2	1	3	5	7	3	
5	1	18	3	6	2	4			
6	3	2	1	7	3	4	5		
1	15	3	5	4	6	2			

Ödüllü Soru:
İşlemsiz Kendoku

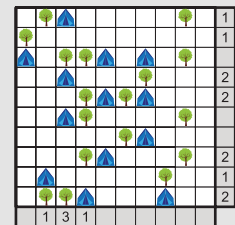
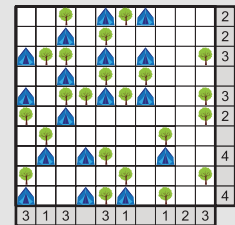
6	1	5	2	4	3				
40	4	2	5	4	3	1			
3	5	9	3	1	2	11	4		
2	12	4	3	1	5				
3	1	20	4	5	2				

9	5	4	1	2	3	15			
1	2	3	1	4	10	1	5		
3	4	1	3	5	2				
2	3	12	5	2	4	12	1		
1	2	5	3	4					

İşlemsiz Kendoku



Hashi



Çadır

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Bir Satranç Etütçüsü Olarak Richard Reti

O kurlarımız, “Bir satranç etütçüsü olarak...” diye başlayan birçok yazımız olduğunu hatırlayacaktır. Bu yazılarda kendi dönemlerinde çok kuvvetli oyuncular olarak

tanınan, birçoğu Büyük Usta, dünya şampiyonu adayı, hatta dünya şampiyonu olan, aynı zamanda etütleriyle de satranç tarihinde kendilerine yer edinen bazı oyuncuları sizlere

tanıtmıştık. Bunlardan Paul Keres, Vasili Smislov, Jan Timman ve Pal Benko ilk akla gelenler. Bu kez sayfalarımızı belki de benzer özellikli oyuncular arasında en ünlüsü olan Richard Reti'ye ayırdık.

Reti, 1889 yılında Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nda Musevi bir ailenin çocuğu olarak dünyaya geldi. Satranç ve müzikle dolu bir ortamda büyüyen (ağabeyi Rudolph sonradan önemli bir konser piyanisti olacaktı) ve küçük yaştan itibaren matematik yeteneğiyle parlayan Reti daha sonra Viyana Üniversitesinde matematik bölümüne başladı. Katıldığı ilk uluslararası satranç turnuvasında (Viyana, 1908) 19 puan üzerinden yalnızca 1,5 puan alabildi. Ancak Reti, böyle bir hezimetten sonra birçoğunun yapacağı gibi satrançtan vazgeçmek yerine, gerekli dersleri çıkarmayı bildi ve zamanla



Richard Reti (1889-1929)



Reti-Capablanca
maçının
notasyon kâğıdı
(New York, 1924).

The New York International Chess Master's Tournament 1924
ALAMAC HOTEL
71st Street and Broadway, New York

V
21
Date 22/III 192

Opening
WHITE Mr. Reti BLACK Mr. Capablanca

White	Black	White	Black
1. Sf3	1. Sf6	1. Td1-d5	1. Anfüge
2. b4	2. b6	2.	2.
3. b5	3. b7	3.	3.
4. b6	4. b8	4.	4.
5. g3	5. b6	5.	5.
6. g4	6. b7	6.	6.
7. g5	7. b8	7.	7.
8. g6	8. b9	8.	8.
9. g7	9. b10	9.	9.
10. g8	10. b11	10.	10.
11. g9	11. b12	11.	11.
12. g10	12. b13	12.	12.
13. g11	13. b14	13.	13.
14. g12	14. b15	14.	14.
15. g13	15. b16	15.	15.
16. g14	16. b17	16.	16.
17. g15	17. b18	17.	17.
18. g16	18. b19	18.	18.
19. g17	19. b20	19.	19.
20. g18	20. b21	20.	20.
21. g19	21. b22	21.	21.
22. g20	22. b23	22.	22.
23. g21	23. b24	23.	23.
24. g22	24. b25	24.	24.
25. g23	25. b26	25.	25.
26. g24	26. b27	26.	26.
27. g25	27. b28	27.	27.
28. g26	28. b29	28.	28.
29. g27	29. b30	29.	29.
30. g28	30. b31	30.	30.

güçlü turnuvaların aranan bir oyuncusu hâline geldi. Birinci Dünya Savaşı'nı bitiren barış antlaşması sonucunda, doğduğu kent Çekoslovakya sınırları dâhilinde kaldı. Savaştan önce bir Avusturya-Macaristan vatandaşı olan Reti, bundan sonra turnuvalara bir Çekoslovakya vatandaşı olarak katılmaya başladı. Bu arada üniversitedeki çalışmalarını da başarıyla tamamlamayı başardı, hatta sayılar teorisinde önemli sonuçlara ulaştığı doktora tezinin son düzeltmelerini yapıyordu. Ne yazık ki Reti bu çalışmalarını yazdığı kitapçıyı kaybedecek ve ağabeyi Richard'ın hatıralarında belirttiğine

göre bu yüzden intiharın eşiğine gelecekti. Bu olayın tesiriyle midir bilinmez ama Reti sonunda kariyerini satranç üzerine kurmaya karar verdi. Katıldığı turnuvalarda birçok birincilikler aldı, bu arada geleceğin dünya şampiyonlarından Hollandalı Max Euwe'yi de bireysel bir maçta yendi. Ama ona asıl ün getiren, 1924 New York Turnuvası'nda karşılaştığı, zamanın dünya şampiyonu olan ve son sekiz yıldır mağlubiyet görmemiş José Raul Capablanca'ya yenilgiyi tattırmasıydı.

1920'li yıllarda dünyanın en iyi oyuncuları arasında yer alan Reti, açılış teorisine de devrimci

yenilikler getirdi ve Aaron Nimzovich ve Gyula Breyer gibi oyuncularla birlikte Hipermodern Okul'un kurucuları arasında yer aldı. Başta Siegbert Tarrasch olmak üzere, klasik açılış teorisinin taraftarları merkezin piyonlarla işgal edilmesi gerektiğini savunuyordu, Hipermodernistler ise merkezin kanatlardan baskı altında tutulduğu bir anlayış benimsemişlerdi. Örneğin, Reti'nin tasarladığı ve bu yüzden "Reti açılışı" olarak bilinen açılıшта, beyaz çift taraflı fianchetto filleri ve c4 karesine getirdiği bir piyon ile rakip merkezi yanlardan ateş altına alır: 1. Af3 Af6 2. c4 g6 3. b4 Fg7 4. Fb2 0-0 5. g3 b6 6. Fg2. Hatta Reti, o

ünlü oyunda, işte bu açılışla Capablanca'yı alt etmişti!

Bu büyük oyuncu, 1929 yılında, kariyerinin zirvesindeyken, genç sayılabilecek bir yaşta, bakteriyel bir enfeksiyon olan ve günümüzde antibiyotiklerle tedavi edilebilen kızıl hastalığından dolayı hayatını kaybetti.

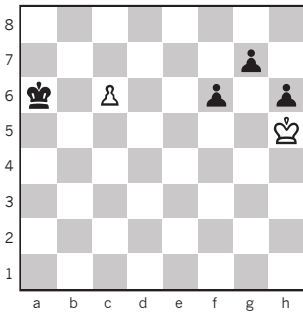
İlk başta da belirttiğimiz gibi Reti aynı zamanda üst düzey bir etüt kurucusuydu. Bütün zamanların en ünlü kurgusunda onun imzası olduğunu söylersek yanlış olmaz. Bir "imkânsız beraberlik" etüdü olan ve "Reti manevrasına" dayanan bu eseri daha önce Bilim ve Teknik Dergisi'nin Haziran 2022 sayısında etraflıca

anlatmıştık, okurlarımız bu sayıya (<https://services.tubitak.gov.tr/edergi/yillaraGoreArsiv.htm> adresi üzerinden) kolayca ulaşabilir.

Biz size ilk olarak Reti manevrası'nın kullanıldığı bir başka etüt sunacağız.

Diyagram 1

Richard Reti:
Samtliche Studien, 1931



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Bu etüt ilk kez, bir diğer ünlü etütçü olan Artur Mandler'in Reti'nin etütlerini topladığı bir kitapta yayınlanmıştır. Diyagrama baktığımızda beyazın durumunun Reti'nin yukarıda sözünü ettiğimiz etüdünde olduğundan daha da ümitsiz olduğunu görüyoruz. Siyahın üç geçer piyonuna karşılık beyazın kendi şahının korumasından uzakta ve iki hamle sonra siyah şah tarafından alınabilir gibi duran tek bir piyonu var. Sizin anlayacağınız beraberlik için mucize gerekiyor.

Çözüm:

1. ♟g6 ♟b6

Siyahın piyonlarından birini sürmesi işe yaramaz: 1...h5 2. ♟xg7 h4 3. ♟xf6 ♟b6 4. ♟e5! h3 5. ♟c6= ; ya da 1...f5 2. ♟xg7 f4 3. ♟f6 f3(3...♟b6 4. ♟e5) 4. ♟e7/♟e6 f2 5. c7 ♟b7 6. ♟d7=

2. ♟xg7 h5

2...f5 3. ♟f6 f4 4. ♟e5 f3 5. ♟d6

3. ♟xf6

Reti manevrası! Beyaz hem şahını kendi piyonuna yaklaştırıyor hem de siyah piyonun karesine girmekle tehdit ediyor.

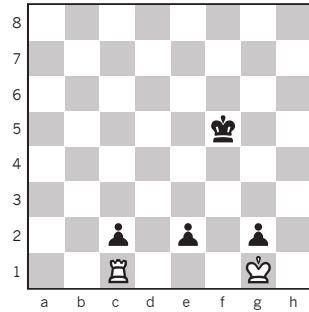
3...h4 4. ♟e5!

4. ♟d6?? ♟xc6 ve siyah kazanır. Çünkü şah d6 karesindeyken siyah piyonun karesine giremiyor.

4...h3 5. ♟d6 ve beraberlik.

Diyagram 2

Kölnische Volkszeitung,
1928

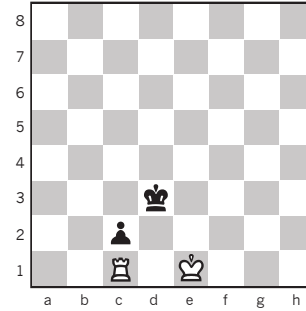


Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

Beyaz vakit kaybetmeden "içgüdüsel" 1. ♟xg2 hamlesini oynarsa ne olur? Önce buna bakalım: 1. ♟xg2 ♟e4 2. ♟f2 ♟d3 3. ♟e1 dizisinden sonra siyah zugzwang'dadır ve bu analize göre gerçekten de beyaz kazanır. Oysa siyah 2...♟d3 yerine 2...e1=V+ hamlesini de yapabilir. O zaman 3. ♟xe1 ♟d3 hamlelerinden sonra zugzwang'a düşen beyaz olur (Diyagram 3):

Diyagram 3 (Analiz pozisyonu)



Şimdi sıra siyahta olsaydı beyaz kazanırdı. Ancak ne yazık ki beyaz hamle yapmak durumunda: 4. ♟f1/♟f2 ♟d2 ya da 4. Ka1 ♟c3 5. Kc1 ♟d3 ve beyaz bir şey elde edemez.

Etüdün çözümü şöyle:

1. ♟f2!!

Beyaz g2 piyonunu hemen almak yerine e2 piyonuna yöneliyor!

1...♟e4 2. ♟xe2 ♟d4 3.

Kg1(veya Ka1)...♟e4

3...♟c3 4. Kg1 ♟ 5. ♟d2 ve kalenin siyah şahın g2

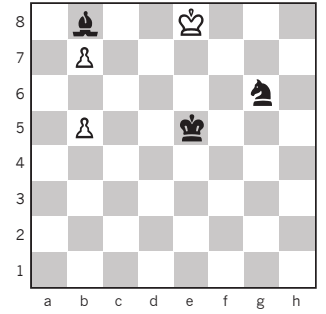
piyonuna yaklaşmasını engellemesi sayesinde beyaz kazanır.

4. Ke1 ♟e5 5. ♟e3! ve beyaz kazanır.

Satrançta "sağduyuya uygun", "doğal" ya da "mantıklı" görünen bir hamlenin aslında yanlış olabileceğine dair öğretici bir etüt.

Diyagram 4

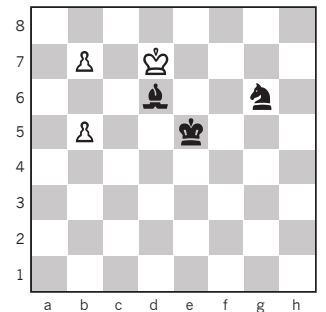
Magyar Sakkvilag, 1928
Övgü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Burada beyaz bir ikilemle karşı karşıya: 1. ♟d7 mi, yoksa 1. ♟d8 mi oynamalı? Önce birinci durumu inceleyelim: 1. ♟d7 (tehdit 2. ♟c8 ve 3. b8=V) ...Fd6 (Diyagram 5)

Diyagram 5 (Analiz)



Beyaz şimdi 2. Şc8 oynarsa 2...Ae7+ 3. Şd7 Ad5 4. Şc8 Ab6+ ve siyah kazanır. Ya da 2. b6 Şd5 3. Şc8 Ae7+ ve 4...Ac6 hamle dizisinden sonra siyah yine kazanır. Şimdi Diyagram 4'e geri dönelim ve doğru seçim olan ikinci seçeneği inceleyelim:

1. Şd8! Fd6 2. Şd7!

Yine Diyagram 5'teki konuma ulaştık ama bu kez hamle sırası siyahta! Seçenekleri incelediğimizde siyah tarafın avantajını koruyabileceği bir hamlesi olmadığını görüyoruz:

a) Fil hamleleri: Fil b8 karesini gözlemek zorunda; 2...Fb8 oynarsa 3. Şc8 ve beraberlik.

b) At hamleleri: 2...Ae7 3. b8=V Fxb8 4. Şxe7 ve beraberlik. Eğer siyah atla başka bir hamle yaparsa 3. Şc8 var.

c) Şah hamleleri: Şahın yapabileceği tek bir hamle var, bu da bizi etüdü'n tematik varyantına götürüyor:

2...Şd5 3. Şc8 Ae7+ 4. Şd7!

Beyaz 5. b8=V ile tehdit ediyor (5...Fxb8 6. Şxe7=). Şimdi yukarıda verdiğimiz analizden farklı olarak, siyahın orada kendi şahı bulunduğu için atını d5 karesine oynayamaması sonucu etkileyecek bir fark oluşturuyor!

4...Af5 5. Şc8 Ae7+ 6.

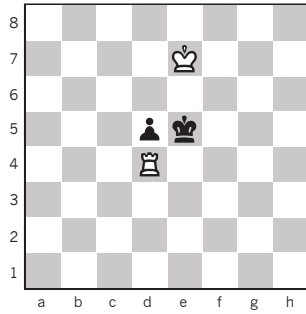
Şd7 ve hamle tekrarıyla beraberlik.

Büyük oyuncu ve etütçü Richard Reti'nin yapıtlarından sunduğumuz örnekler umarız hoşunuza gitmiştir. Kendiniz çözün diye, "Ayn Sorusu" olarak onun bir kurgusunu sunuyoruz:

Ayn Sorusu

Diyagram 6

Münchener Neueste Nachrichten, 1928

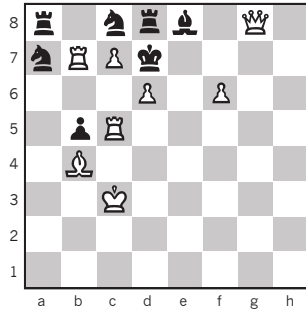


Beyaz oynar ve kazanır.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Diyagram 7

Michael Lipton
British Chess Magazine, 1962
Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Bu problemde birçok hazır mat var, önce onlara bakalım:

1...Şxd6 2. Vd5#;
1...Kb8 2. cxb8=V#;
1...Axd6 2. c8=V#;
1...Ae7/Ab6 2. c8=A#;
1...Fg6/h5 2. cxd8=V#.
Görüldüğü üzere 1...Ac6 hariç siyahın bütün hamlelerine karşı beyazın hazır matları var. Yani bu bir "tam olmayan blok" durumu. Anahtar hamle ise pozisyonu "tam blok" hâline getiriyor:

1. Kc6! (zugzwang)

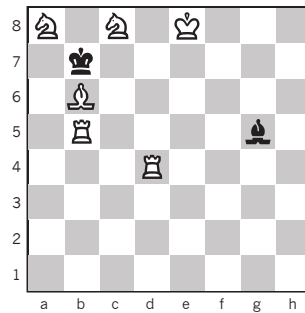
a) 1...Şxc6/Fg6/Fh5 2. cxd8A#;
b) 1...Axd6 2. c8=V#;
c) 1...Ae7/Ab6 2. c8=V#;
d) 1...Kb8 2. cxb8=A#;
e) 1...Axc6 2. Vg4#.

Anahtar hamleden sonra hazır matların birçoğu değişiyor.

Diyagram 8

Viktor Çepijny
Mat Plus, 1995

Dördüncü Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Bu problem de "yıldız kaçış" ve deneme hamleleriyle seçkinleşiyor. Önce deneme

hamleleri:

1. Fc7+? Şa6!

1. Fa7+? Şc6!

1. Fc5+? Şxc8!

1. Fa5+? Şxa8?

Anahtar hamle **1. Fd8+!**

a) 1...Şa6 2. Ac7#;

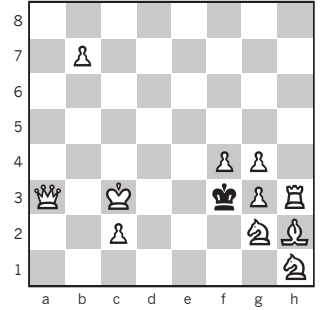
b) 1...Şc6 2. Aa7#;

c) 1...Şxc8 2. Kc4#;

d) 1...Şxa8 2. Ka4#.

Diyagram 9

Jan Hartong
Correspondence Chess, 1958
Dördüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Kh6!

a) 1...Şxg4 2. Şd4 Şf5 3. Ae3#;

b) 1...Şe4 2. Şb4 ve 3. Vd3#;

c) 1...Şxg2 2. Şd2 Şf1/Şxh1 3. Vf3#;

d) 1...Şe2 2. Şb2 ve 3. Vd3# (2...Şf1 3. Vf3#).

Kurgu tarihinin ünlü problemlerinden biri... Siyah şahın yıldız kaçışlarına beyaz şah onu taklit edencesine yanıt veriyor!

Zekâ Oyunları

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

EVİN YÖNÜ



Beş adet mavi, bir adet de kırmızı çubuk kullanılarak bir ev figürü elde edilmiştir. Bu çubuklardan sadece ikisinin yerini öyle değiştirin ki, evin yönü de değişsin.

TEK SAYILAR DİZİSİ

Sadece tek sayılar kullanılarak aşağıdaki dizi oluşturulmuştur:

1, 3, 3, 3, 5, 5, 5, 5, 7, 7, 7, 7, 7, 7, ...

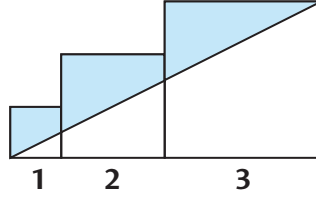
(1 sayısı 1 adet, 3 sayısı 3 adet, 5 sayısı 5 adet, ..., n sayısı n adet.)

Bu dizinin 100. Terimi nedir?

ALTI GÜN

Herhangi bir yılda 1 Eylül Cuma gününden itibaren her hafta 7 gün yerine 6 gün olarak hesaplanarak pazar günleri iptal edilseydi yılın son günü (31 Aralık) hangi güne denk gelirdi?

ÜÇ KARE



Kenar uzunlukları 1, 2 ve 3 birim olan üç kare şekilde görülmektedir. Mavi renkli alanı hesaplayınız.

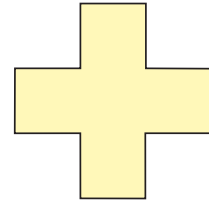
RAKAM TOPLAMLARI

Rakamlarının toplamının 5 katından daha küçük olan en büyük sayı kaçtır?

LAZER YOLU

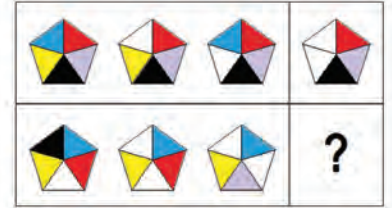
Beş kare büyüklüğünde bir tablanın iç kenarları yansıtıcı özelliktedir. Köşeler hariç herhangi bir noktadan 45 derece açıyla bir lazer ışık gönderildiğini varsayalım. Işık gönderildiği noktaya tekrar gelinceye kadar ne kadar yol almış olur?

Not: Karelerin diyagonal uzunluğu x birimdir.



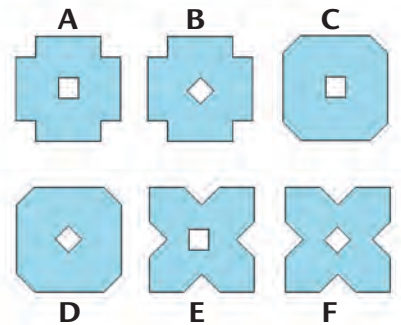
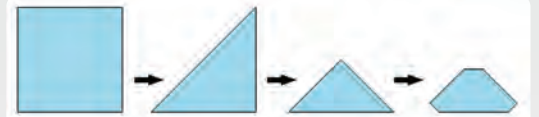
SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine hangisi gelecek?



KÂĞIT KATLAMA

Kare biçiminde bir kâğıt şekilde görüldüğü gibi iki kez ikiye katlanıyor ve üç köşesi makasla kesiliyor. Kâğıt tekrar açıldığında aşağıdakilerden hangisi elde edilir?



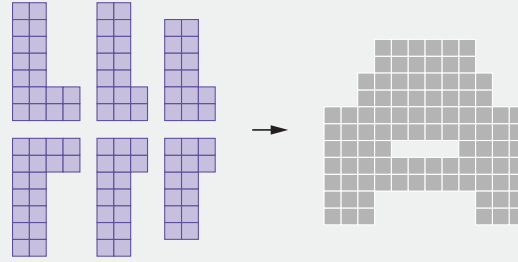
ZAMAN BİLGİSİ

14 Ağustos 1967 Saat 23.59 zaman bilgisi "14/08/67/23.59" olarak yazıldığında 0'dan 9'a kadar her rakam tam olarak bir kez kullanılmıştır.

Bir yüzyılda bu özelliğe sahip ilk ve son zaman bilgileri hangileridir?

ALTI "L"

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



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

PETEK

3005 gelecek.
P=Petekleri oluşturan çizgi sayıları.
G=Peteklerin genişliği=25
Y=Peteklerin yüksekliği=20
 $P=G+6GY-Y=25+6 \times 25 \times 20-20=3005$

BEŞ ÖĞRENCİ

15 farklı biçimde oluşturulabilir.
(1, 2345), (2, 1345), (3, 1245), (4, 1235), (5, 1234), (12, 345), (13, 245), (14, 235), (15, 234), (23, 145), (24, 135), (25, 134), (34, 125), (35, 124), (45, 123)

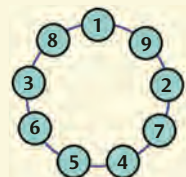
ÜÇGENLERİN SAYISI

50 üçgen var.
 $(28+10+4+4+2+1+1=50)$

DOKUZ KİŞİ

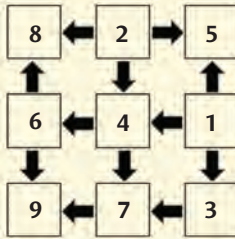
1/4
9 kişi yuvarlak masa etrafında 8! farklı biçimde oturabilir.
En genç iki kişi ise 2!7! farklı biçimde yan yana oturabilir.
Olasılık= $2!7!/8!=1/4$

ÇARPIMLARIN TOPLAMI



$$(1 \times 9) + (9 \times 2) + (2 \times 7) + (7 \times 4) + (4 \times 5) + (5 \times 6) + (6 \times 3) + (3 \times 8) + (8 \times 1) = 169$$

OKLU SAYILAR



İŞLEM SONUCU

C)44440
Tutulan sayı x olsun.
Birinci öğrencinin sonucu= $2x+2$
İkinci öğrencinin sonucu= $3(2x+2)+3=6x+9$
Üçüncü öğrencinin sonucu= $4(6x+9)+4=24x+40$
Bu sonucun 40 eksiğinin yani $24x$ 'in şıklarda verilen sayıların 40 eksiğine eşit olması gerekir.

- A)440-40=400
B)4440-40=4400
C)44440-40=44400
D)444440-40=444400

Sadece C şıkkındaki 44440 sayısı 24'e bölündüğü için doğru cevap C şıkkıdır.
Not: Sayıların 24'e bölünmesi için 3'e de bölünmesi gerekir. 3'e bölünme kuralı basit olduğu için sayıları 24'e bölmeyi denemeden cevap kolayca bulunabilir.

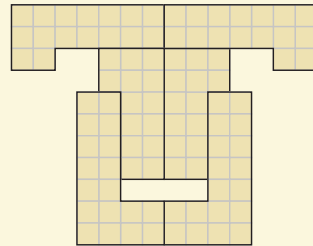
SORU İŞARETİ

F
Kırmızı bölümler saat yönünde, mavi bölümler saatin tersi yönde birer bölüm ilerliyorlar.

BASAMAK DEĞİŞİMİ

En az 9 olabilir.
Bu iki sayının rakamları toplamı aynı olduğu için 9 ile bölümünden kalanları aynıdır. $SAYI1=9A+K$
 $SAYI2=9B+K$
 $SAYI2-SAYI1=9B+K-(9A+K)=9(B-A)$
Sayının arttığı belirtildiği için (B-A) negatif ya da sıfır olamaz. En az 1 olabileceği için artış da en az 9 olabilir.
İki örnek:
 $21-12=9$
 $898-889=9$

ALTI "L"



Ayın Sorusu

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

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon 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:

Poincaré Sanısı



**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).

Halka Oluşturup Dans Eden Cüceler



Keloğlan bayram nedeniyle cücelerin yaşadığı çiftliği ziyaret ediyor. Keloğlan'ın amacı çiftlikteki cücelerden en az üçünün el ele tutuşup halka oluşturarak dans etmesi. Fakat bu dansın içten yapılmasını isteyen Keloğlan, halkadaki her bir cücenin el ele tutuştuğu iki cüceyle de arkadaş olması gerektiğini düşünüyor. Bunun için cüceleri çiftlik avlusuna topluyor ve ilk olarak çiftlikte sadece 1 arkadaşı olan cücelerin el kaldırmasını söylüyor. Bu durumda 15 cüce el kaldırıyor. Daha sonra Keloğlan çiftlikte en az 3 arkadaşı olan cücelerin el kaldırmasını istiyor ve toplam N sayıda cücenin el kaldırdığını görüyor.

N sayısının hangi en küçük değerinde, cücelerin arkadaşlık durumları nasıl olursa olsun Keloğlan çiftlikteki birkaç cüceyi seçip halka hâlinde el ele tutuşturarak dans ettirebilir?

Bulduğunuz en küçük N değeri için Keloğlan'ın her zaman en az 3 cüceden oluşan bir halka kurabileceğini gösterin. N sayısının daha küçük değerleri için ise böyle bir halkanın bulunmadığı bir örnek kurun.



Volodymyr Kryshkal iStock