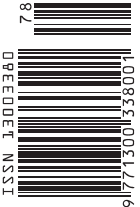


Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Mayıs 2024 Yıl 57 Sayı 678 - 11 TL

**SPOR YAP!
HAREKET ET!
SAĞLIKLI VE ZİNDE KAL!**

Jimnastik Dünya Şampiyonu
İbrahim Çolak
Büyük Dil Modelleri
Depresyon
Genel Görelilik ve
Kuantum Fiziği



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

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 57 Sayı 678
Mayıs 2024

İmtiyaz Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu
Ömer Kökçam
Fatma Başar
Kübra Bal Çetinkaya
Prof. Dr. Emine Adadan
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Dr. S. Enes Kotil
Prof. Dr. Evren Mutlugün

Araştırma ve Yazı Grubu

Dr. Özlem Ak
M. Furkan Aktaş
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş

Redaksiyon

Eren Özkaradeniz
Sinan Onuş

Grafik Tasarım-Web

Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

Mali Yönetmen

Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler

M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri

TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı
Dergiler Müdürlüğü
Bilim ve Teknik Dergisi
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 17.04.2024

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 ilse ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4015-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.85] tarafından
Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



“Sporda başarılı olmak için bütün milletçe sporun niteliğini ve değerini anlamış olmak, ona kalpten sevgiyle bağlanmak ve onu vatani görev saymak gerekir. Ben Türk gençliğinin spor yaparak güçlü olmasını isterim. Spor, yalnız bedensel yeteneklerin üstünlüğü sayılmaz. Kavrayış ve ahlâk da bu işe yardım eder. Ben sporcunun zeki, çevik ve aynı zamanda ahlâklısını severim.”

Mustafa Kemal Atatürk

Herkesin 19 Mayıs Atatürk'ü Anma, Gençlik ve Spor Bayramı'nı en içten dileklerimizle kutluyoruz.

Sağlıklı yaşam için hareket etmek, aktif olmak, spor yapmak ve egzersiz oldukça önemli. Fiziksel olarak aktif ve zinde olunan bir yaşam biçimi hem vücudumuzun hem kalbimizin hem de beynimizin yıllarca sağlıklı ve zinde kalmasını sağlar. Uzmanlar biz koştukça beynimizin daha da hızlı koştüğünü özellikle vurguluyor. Her gün düzenli ve planlı bir şekilde yapılan tempolu yürüyüşler, aerobik tipi egzersizler, dans, yoga, pilates, yüzme ve bisiklete binme gibi etkinlikler, hatta bahçe işleriyle uğraşmak bile kısa ve uzun vadede hayatımızın kalitesini önemli ölçüde arttırabilir. E, hadi o zaman! Açık havada en az yarım saatlik bir yürüyüşle işe başlamak, daha sağlıklı ve mutlu olmak için atacağımız en basit ama en etkili bir adım olabilir.

Özlem Ak bu ayki yazısında, Türk gençliğine örnek olacak bir azim ve başarı hikâyesini; İbrahim Çolak'ın, beş yaşında tanıştığı jimnastikte dünya şampiyonluğuna uzanan yolculuğunu bizlerle paylaşıyor. Bir diğer yazısında da sağlıklı bir gelecek için en iyi yatırımın egzersiz olduğunu anlatıyor. İlay Çelik Sezer, büyük dil modellerinde “birden beliren beceriler” tartışmasını; Mahir Ocak ise genel görelilik ile kuantum fiziğini bir araya getiren ilk tutarlı kuramı ele alıyor.

“Depresyonun Sebebi Sandığınız Gibi Olmayabilir”, “ODTÜ MEMS Merkezi”, “Prof. Dr. Rana Sanyal’a Avrupa Kadın Yenilikçi Ödülü” başlıklı yazılarımızı, ayrıca farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Haberleri, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizdeki içerikleri 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.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

24

“İmkânsız Gibi Görünen Hedeflerden Korkmayın” Jimnastikte Dünya Şampiyonu İbrahim Çolak

Özlem Ak

Uluslararası Jimnastik Federasyonu tarafından ismi literatüre “The Colak” olarak yazılan İbrahim Çolak, beş yaşında tanıştığı jimnastikte dünya şampiyonluğuna uzanan yolculuğunu bizlere anlattı.

32

Büyük Dil Modellerinde “Birden Beliren Beceriler” Tartışması

İlay Çelik Sezer

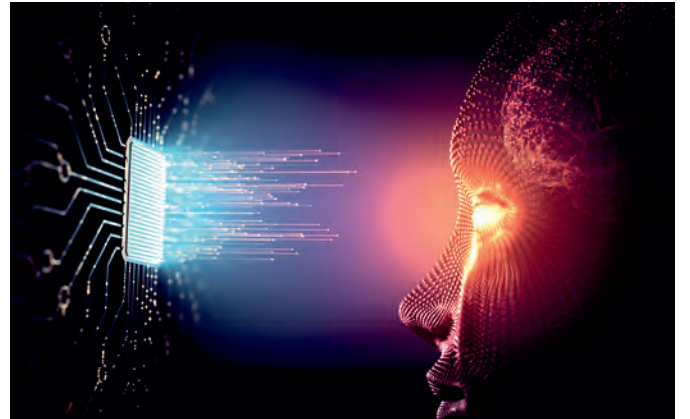
Sohbet robotlarının temelini oluşturan “Büyük Dil Modelleri”nin karmaşıklıkları artarken kimi becerilerin bir anda ortaya çıktığına ilişkin gözlemler, “birden beliren beceriler” kavramının doğmasına neden oldu. Bu kavram, büyük dil modellerinin gelişiminin öngörülemez bir yanı olduğu anlamına da geldiği için bunu kaygı verici bulan bir kesim bile oluştu.

44

Depresyonun Sebebi Sandığınız Gibi Olmayabilir

Hayriye Yetiş

Depresyona neyin sebep olduğuna ilişkin yaygın görüşler arasında beyindeki “kimyasal dengesizlik” ya da “serotonin eksikliği” yer alır. Ancak özellikle son birkaç yıldır yapılan çok sayıdaki klinik çalışma depresyonun kaynağının serotonin eksikliğinin çok ötesinde olduğu sonucuna ulaşıyor.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Özlem Ak

6

Haberler

14

Sağlıklı Bir Gelecek İçin En İyi Yatırım: Egzersiz!

Özlem Ak

Hem orta hem de yüksek yoğunlukta fiziksel aktivitenin veya egzersizin sağlığa önemli etkileri bulunuyor. Egzersizin, çocukların akademik performansını artırmaktan yetişkinlerde ruh halini ve hafızayı güçlendirmeye hatta kişileri bilişsel gerilemeden korumaya kadar ne kadar dönüştürücü bir etkisi olduğu da biliniyor.

22

Bilim Çizgi Dilhan Eryurt

Sinançan Kara

40

Prof. Dr. Rana Sanyal'a Avrupa Kadın Yenilikçi Ödülü

İlay Çelik Sezer

42

2024 Abel Ödülü Fransız Matematikçi Michel Talagrand'ın

İlay Çelik Sezer

48

Genel Görelilik ile Kuantum Fiziğini Bir Araya Getiren İlk Tutarlı Kuram

Mahir E. Ocak

Kuantum mekaniği ile genel görelilik arasındaki uyumsuzluğu giderme çabalarının çoğu genel göreliliğin yerini alacak bir kuantum kütleçekimi kuramı geliştirmeye odaklanıyor. Ancak kütleçekimi, kuantum fiziğiyle açıklanamayacak bir olgu da olabilir.

60

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

62

Dünyanın En Güçlü Roketi Starship Yörüngeye Ulaşmayı Başardı

Tuba Sarıgül

64

ODTÜ MEMS Merkezi Mikroelektromekanik Sistemlerin Yenilikçi Dünyası

Saniye Yayla

Mikroelektromekanik sistemler alanında ulusal ve uluslararası arenada geliştirdiği teknolojiler ve katma değeri yüksek proje çıktıları ile öncü olmak vizyonu ile yola çıkan ODTÜ MEMS Merkezi, bu alandaki çalışmaları ile Türkiye'nin ve dünyanın teknoloji haritasındaki yerini her geçen gün sağlamlaştırıyor.

78

Bilim Tarihinden Notlar: Parçacık Fiziğindeki Gelişmeler: Atomos veya Bölünemez Üzerine

Hüseyin Gazi Topdemir

82

Doğa - Fauna: Amazon Süt Kurbağası

Bülent Gözcelioğlu

84

Gökyüzü:

Tuba Sarıgül

88

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

90

Satranç

Kıvanç Çefle

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer

Düzeltilme

Bilim ve Teknik dergisi 677 sayılı Nisan 2024 sayısının 85. sayfasında yer alan Lyrid (Çalgı) Gök Taşı Yağmuru başlığı altındaki 22 Nisan tarihli görselde yer alan İkizler Gök Taşı Yağmuru yazısının Lyrid (Çalgı) Gök Taşı Yağmuru olması gerekmektedir.

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

Elektronik dergi arşivimiz 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.

yayinlar.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK
Popüler Bilim
Kitaplarına ve Dergilerine
Ulaşmak artık çok daha kolay.
Tıklayın ve keşfedin!

TÜBİTAK
BİLİM VE TEKNOLOJİ HİZMETLERİ
POPÜLER BİLİM YATIRIMCI

TÜBİTAK
Popüler Bilim
Yayınları

yayinlar.tubitak.gov.tr
adresinden;
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 ve 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

“Hep Aynı Heyecanla”



Merhaba,

2007 yılında lisedeki biyoloji öğretmenim sayesinde tanıştığım bu dergiye ilgim bugünlere kadar devam etti. Şu an ben de bir öğretmen olarak kendi öğrencilerime bu dergiye tavsiye ediyorum. Hep aynı heyecanla bir sonraki sayıyı bekliyorum, çok teşekkürler.

Esra Kaya Keskin

“Çok Yararlı ve Eğlenceli”



Merhaba,

6. sınıf öğrencisiyim ve *Bilim ve Teknik* dergisini gerçekten çok severek okuyorum. Dergiye hazırlayan herkese çok teşekkür ederim. Ben bu dergiden çok fazla bilgi öğrendim. Dergi okumaya *Bilim Çocuk* ile başladım. Önceleri *Bilim ve Teknik* dergisine karşı oldukça ön yargılıydım. Çünkü içeriği bana gerçekten çok bilimsel geliyordu. Fakat okudukça çok yararlı ve eğlenceli olduğunu, çok ilginç bilgiler sunduğunu öğrendim. Emeği geçen herkese teşekkür ediyorum ve bir sonraki sayıyı heyecanla bekliyorum.

Esmâ Canan Yurtken

“Hayaller Gerçek Oldu”



Merhaba,

Birkaç gün önce bir hekim dostum *Bilim ve Teknik* dergisinin çok eski sayılarından birkaç alıntıyı paylaştı: Koroner stentler, yapay diş kökü, kanser aşısı vs. Şimdi bunlar rutinde yapılan uygulamalar. Bu hadise tam da benim *Bilim ve Teknik* aboneliğini başlattığım zamana denk geldi. *Bilim ve Teknik* insanı geleceğe hazırlayan ve bilgiden geri kalmamasını sağlayan çok değerli bir kaynak. Seviyorum, övüyorum, öneriyorum. Sağlıcakla, bilimle kalın.

Oktaç Sarı

“Zihnindeki İlham Kıvılcımını Çıkaran Bir Kaynak”



Merhaba,

Bilim ve Teknik ailesine bizi her ay bilimle buluşturduğu için çok teşekkür ederim. Çocukluğumdan beri dergilerinizle haşır neşir bir şekilde büyüdüm. Her zaman zihnindeki ilham kıvılcımını çıkaran bir kaynaktı. 2017 yılında bu köşede hayallerimden bahsetme fırsatım olmuştu. 2024 yılında ise tıp fakültesi 2. sınıf öğrencisi olarak insanın istediği sürece gerçekleştiremeyeceği hayalinin olmayacağını canlı örneğiyle karşınıza gelmiş bulunuyorum. Bu hayaller, bizimle paylaştığınız değerli bilgiler ışığında şekillendi ve hâlâ da şekillenmeye devam ediyor. Tıptaki gelişmelere daha fazla yer vermenizi temenni ediyorum. Umarım gelecek yıllarda bilime katkı sağlayan bir birey olarak mutluluğumu, emeği geçen sizlerle paylaşma hayaline erişirim!

Şeyda Ertürk

“Bilimi Okuyucularıyla Buluşturuyor”



Merhaba,

Benim *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarım biraz farklı. 2004 yılında liseye giderken bu dergileri satan tek bir yer vardı memleketim Karadeniz Ereğli’de. O zamanlar ulaşmak zordu böyle bir dergiye. Açıkçası biraz da maliyetli oluyor gibiydi şimdiye kıyasla bu kıymetli dergiye ulaşmak. Fakat ben bu dergiye her gördüğüm evde, arkadaşımda, akrabamda hemen elime alıp okuyordum. Bilime olan ilgimi bu dergi sayesinde fark etmiştim. Bu dergi, bilimi okuyucularıyla buluşturuyor. Şu an İngilizce öğretmeniyim fakat temel bilimlerden hiç kopmadım. Hayalimde, aklımda hep fizik bölümü okumak da var. Olur ya da olmaz bilemiyorum. Ama bildiğim şey şu ki: Bu dergi benim temel bilimler sevgimi besliyor ve büyütüyor. Teşekkürler *Bilim ve Teknik* ailesi...

Burak Cöbek

“26. Yılımda *Bilim ve Teknik*”



Rahmetli babamın 1998 yılında aldığı *Bilim ve Teknik*’in kapağındaki başlık hâlâ aklımda: “El Nino La Nina”. 12 yaşında büyük bir merakla bilim ve teknolojiye son gelişmeleri takip etme fırsatım oldu. Öğrencilik yıllarımda e-dergi arşivinin henüz olmadığı dönemde Atatürk Üniversitesi kütüphanesinde *Bilim ve Teknik*’in arşivine ulaştım. Şubat 1968’deki ilk kalp naklinin anlatıldığı sayıdan günümüze uzanan büyük arşivi okuma fırsatım oldu. Şimdi yıllık abonelik ile kendi arşivimi oluşturuyorum. Geçmişten geleceğe emek veren herkese teşekkürler...

Sinan Çelenk

“*Bilim ve Teknik* ile Tanışma Serüvenim”



Merhaba,

Çocukluğumdan beri bilime meraklı bir insanım. Örneğin bahçedeki hayvanları ya da annem balık temizlerken balığın organlarını incelerdim. Bu çoğu insana iğrenç gelebilir fakat bu durum aslında küçük bir çocuğun merakını giderme çabasıydı. Lise döneminde okul müdürümüzün sınıfa bir koca koli *Bilim ve Teknik* getirmesiyle sizinle tanışmış oldum. Çok heyecanlandığımı hatırlıyorum. Derginizi açıp okumaya başladığımda heyecanım ikiye katlandı. Her sayfa bir diğerinden daha da ilginçti. Yuvasını arayıp bulan bir kuş gibi merakım da derginizle yuvasına kavuşmuştu sanki. O sayınızı kaç kere okuyup bitirdiğimi hatırlamıyorum. Yanında gönderdiğiniz “Su Kuşları” posterini yıllarca özenle sakladım. *Bilim ve Teknik* içimdeki meraklı çocuğa açılan bir kapıdır. Yıllardır çizginizi bozmadan, bilim dünyasına açılan bilgi kapınızı hep açık tuttuğunuz için sonsuz teşekkürler.

Sibel Ögeç

Haberler

Plogging ile Spor Yaparken Doğayı da Temizle!



Elif Ebren Kaya

Yeni bir spor trendi olan plogging (çöp topla ve koş) ilk olarak 2016 yılında, İsveç'in Stockholm şehrinin ev sahipliğı yaptığı bir organizasyonla hayatımıza girdi. Bu spor adını İsveçcede koşu anlamına gelen "jogga" ve toplama anlamına gelen "plocka upp" kelimelerinden alıyor. Koşarken çöpleri toplamak, böylece bulunan ekosisteme katkıda bulunmak isteyenlerin yaptığı bu spor İsveç'in ardından tüm dünyaya yayıldı. Ülkemiz dâhil 100'den fazla ülkede çeşitli plogging organizasyonları düzenleniyor.

Bu sporun ilginç bir ortaya çıkış hikâyesi var: Stockholm'de yaşayan ve işine bisikletiyle giden Erik Ahlstrom, güzergâhındaki çöpleri görüyor ve bu çöplerin



kimisi zaman birkaç hafta boyunca doğada durmasından rahatsızlık duyuyordu. Günün birinde küçük bir alandaki çöpleri topladı ve bunun kendisini rahatlattığını fark etti. O günden sonra koşu yaparken gördüğü çöpleri toplamaya başladı. Böylece plogging akımını başlatmış oldu. Erik Ahlstrom, bu spor için koşu yapılmasının gerekli olmadığını, sokakta yürürken, bisiklet sürerken veya bir yere giderken bile bu sporun yapılabileceğini belirtiyor.

Hem sağlıklı kalmayı hem de doğayı korumayı amaçlayan plogging sporu için gerekenler çok basit: Eldiven ve çöplerin toplanacağı bir poşet. Bu spor, ayrıca her yaşta ve her zaman yapılabilir. ■

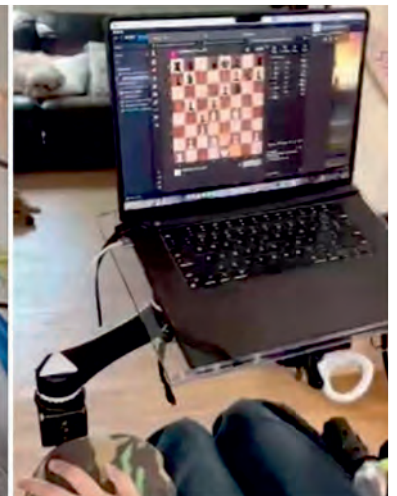
<https://www.plogging.org/what-is-plogging>
<https://swedesinthestates.com/plogga-new-trend-will-save-planet/>

İlk Neuralink Kullanıcısı Düşünce Yoluyla Satranç Oynadı

Özlem Ak

Elon Musk, 30 Ocak 2024'te Telepati adı verilen Neuralink çipinin bir hastaya takıldığını duyurmuş ve sonrasında bu kişinin düşünerek bir bilgisayar imlecini hareket ettirebildiği açıklanmıştı. 20 Mart'ta ise sosyal medya platformu X'te, ismi Noland Arbaugh olan bu kişinin

zihniyle bilgisayarda satranç oynadığı ve bunu mümkün kılan beyin implantı hakkında konuştuğu bir video yayınlandı. Sekiz yıl önce bir dalış kazası sonucu omuzlarından aşağısı felç olan 29 yaşındaki Arbaugh, yayınlanan videoda beyniyle bilgisayar ekranındaki imleci kontrol ederek satranç ve video oyunu "Civilization" oynadığını, Japonca ve Fransızca dersleri aldığını anlatıyordu. Satranç oynarken ve Neuralink'in beyin bilgisayar ara yüzü yazılım lideri Bliss Chapman ile konuşurken gayet rahat görünen Arbaugh, arka planda çalan bir şarkıyı duraklatmak için yine imleci kullandı. Arbaugh, bilgisayar imlecini düşünce yoluyla kontrol etmek için beyin çipini zamanla kullanmayı öğrendiğini, başlangıçta gerekli beyin



sinyallerini üretmek için elini hareket ettirmeye çalıştığını da aktarıyordu. Arbaugh, cihazın beynine yerleştirilmesinden bir gün sonra hastaneden taburcu edildiğini ve herhangi bir bilişsel bozukluk yaşamadığını da açıkladı. Elon Musk, Arbaugh'un bu paylaşımını kendi hesabı üzerinden yeniden paylaşırken bunu "Sadece düşünerek yapılan ilk paylaşım!" olarak nitelendirdi. ■

<https://www.sciencealert.com/worlds-first-neuralink-user-plays-chess-via-thought-after-brain-implant>

Mercan Resifi Restorasyonunda Ümit Veren Proje

İlay Çelik Sezer

Günümüzde mercan resiflerinin büyük kısmı yok olma tehdidi altında, bir kısmı ise kendini onaramayacak kadar hasar görmüş durumda. Bilim insanları ve çevre koruma uzmanları yıllardır mercan resiflerini korumaya ve onarmaya yönelik çareler arıyor. Mart ayında *Current Biology*'de yayımlanan bir araştırmanın sonuçlarına göre yeni geliştirilen bir yöntemle resif örtüsünün genişletilmesi ve yaşamsal ekosistem işlevlerinin

yeniden tesis edilmesi hızlı bir şekilde mümkün olabilir.

Okyanusların yüzölçümünün %1'den az bir kısmını kapladıkları halde okyanuslardaki canlı türlerinin yaklaşık dörtte birine ev sahipliği yaptıkları için önemli biyoçeşitlilik alanları sayılan mercan resifleri aynı zamanda kıyı bölgelerini fırtınalardan ve erozyondan koruma işlevi görüyor. Bu kıyı bölgelerinden biri de dünyadaki en büyük mercan resifi restorasyon projelerinden birinin yürütüldüğü Güney Sulawesi (Endonezya). "Mars Mercan Resifi Restorasyon Programı" olarak bilinen proje kapsamında kumla kaplı çelik malzemeden altıgen biçimli "Resif Yıldızları" adı verilen çerçeveler inşa edilerek genç mercanların bunlara tutunması sağlanıyor. Daha sonra bu yapılar patlatmayla yapılan balıkçılık faaliyetlerinden dolayı zarar gören resif bölgelerine yerleştiriliyor. Patlatmadan kaynaklı molozumsu kalıntılar genç mercanların büyümesini engellediğinden bu bölgelerde mercanların yeniden büyüebilmesi için insan müdahalesi gerekiyor.



Araştırmacılar çalışmalar neticesinde genç mercanların büyümeye başladığını gözlemledi. Mercanlar büyüdüğü iskeletleri de büyüdüğü için çerçevelerin üzerindeki kalsiyum karbonat miktarı da artıyor. Kalsiyum karbonat miktarının zamanla artması ya da azalması durumu, resifin büyüdüğünün ya da küçüldüğünün bir göstergesi olarak kullanılıyor. Çalışmada kalsiyum karbonat miktarının sadece dört yıl içinde üç katına çıktığı gözlemlendi. Bu da sağlıklı mercan resiflerindeki yakın bir artış hızıydı. Araştırmacılar şimdi de yeniden büyüyen resiflerin okyanus sıcaklığının artması gibi stres faktörlerine nasıl tepki gösterdiğini incelemeyi planlıyor. Araştırmada, dallanan

mercan adı verilen tek bir mercan tipiyle çalışan araştırmacılar biyoçeşitliliği artırmak üzere başka türleri de çalışmalarına dâhil etmeyi planlıyor. ■

<https://www.sciencefocus.com/news/coral-reefs-restored>
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.02.009>

Her Burun Deliğinin Kendine Özgü Bir Koku Duyusu Var

Özlem Ak

Current Biology dergisinde yayımlanan bir çalışmada, kokuları algılama şeklimizin hangi burun deliğimizin daha iyi koku aldığını bağlı olarak değişebileceği belirtiliyor. Araştırmacılar, bir dizi farklı kokuyu koklayan

10 kişinin beyin aktivitesini gözlemlerken, her bir burun kanalının bağımsız olarak tepki verdiğini keşfetti; bu da iki burun deliğinin belirli bir kokuya tepki verme biçiminde ince bir fark olabileceği anlamına geliyor.

Önceki araştırmalar, kemirgenlerin iki burun deliklerindeki koku konsantrasyonlarındaki farklılıkları algılayarak bir kokunun kaynağına doğru nasıl yöneldiklerini göstermişti. Ancak şimdiye kadar insan burun deliklerinin kokuları tek bir uyaran olarak mı yoksa iki ayrı sinyal olarak mı kodladığı belirsizdi. Çalışma ekibi, nöbetlerinin nöral kökenlerini tespit etmek amacıyla kafa içi derinlik elektrotları takılmış olan 10 epilepsi hastasını çalışmaya dâhil etti ve katılımcıların koku korteksindeki aktiviteyi kaydetti. Deney sırasında, katılımcıların her bir burun deliğine tüpler aracılığıyla muz, kahve ve okaliptüs aromaları verildi. Bu kokular sol, sağ veya her iki burun deliğine enjekte edilirken beyin aktivitesi ölçüldü ve kokuların yoğunluğunun

tüm denemeler boyunca sabit kalmasını sağlamak için bir fotoiyonizasyon detektörü kullanıldı.

İlginç bir şekilde, her iki burun deliğinden aynı anda koklatılan kokular beyinde iki farklı alanı aktive etti: Sağ burun deliği sağ yarımküredeki koku korteksine sinyaller gönderirken sol burun deliği sol yarımküreyi harekete geçirdi. Ayrıca bu iki sinyal tamamen aynı değildi. Benzer şekilde, aynı koku her bir burun deliğine ayrı ayrı koklatıldığında, üretilen aktivite modelleri benzerdi ancak eşit değildi. Süreci inceleyen araştırmacılar, belirli bir burun deliğine koklatılan kokunun ilgili beyin yarım küresinde nasıl bir tepki oluşturduğunu ve karşıt yarım kürenin yaklaşık yarım saniye sonra aktive olduğunu açıkladılar. Bu süreçleri bilmek, insanların kokuları nasıl algıladığı ve tanımladığını daha iyi anlamak için faydalı olabilir. ■

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.10.021>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960982223013799>



Evrenin En Parlak Cismi Keşfedildi



Faruk Soyduğan

Yeni keşfedilen ve Evren'in en parlak cismi olarak duyurulan kuasarın parlaklığının Güneş'inkinden 500 trilyon kat fazla olduğu tahmin ediliyor. Kuasar J059-431 olarak isimlendirilen bu kozmik cisim şimdiye kadar

bilinenlerin yanında en hızlı büyüyen bir süper kütleli kara delik de içeriyor. Bu kara delik bir günde Güneş'in kütlesi kadar maddeyi tüketiyor. Kuasar J059-431'in ışığının Dünya'ya ulaşması yaklaşık 12 milyar yıl sürüyor. Kuasarın kalbinde bulunan süper kütleli kara deliğin kütlesinin Güneş'in kütlesinden 17-19 milyar kat fazla olabileceği öngörülüyor.

Kuasarlar, gök adaların merkezlerinde yer alır ve etraflarında madde



Kuasar J059-431'in temsili görüntüsü (ESO)

biriktiren diskler bulunan bir süper kütleli kara delik içerir. Aktif kara deliklerin etrafındaki toplanma diskleri, çok büyük kütle çekimi nedeniyle barındırdıkları gazı ve tozu ısıtarak parlamalara neden olur. Ayrıca disk bölgesinde adeta parçacık püskürten jetler gözlenebilir. Işık hızına yakın hızlardaki bu jetler güçlü ışık üretir. Gözlenen J059-431 kuasarının ışığı, 7 ışık yılı çapında olduğu tahmin edilen bir süper kütleli kara deliğin etrafındaki diskten geliyor. Sonuç olarak aktif gök ada çekirdek bölgelerindeki kuasarlar, etraflarındaki gök adanın milyarlarca yıldızının toplam ışığından daha fazla ışık yayabiliyor.

J059-431 kuasarının keşfi 1980'li yıllarda gerçekleşse de sınıflandırılması uzun yıllar aldı. Kuasar o kadar parlaktı ki modeller onun Dünya'ya yakın parlak bir yıldız olduğu yanılgısına yol açabiliyordu. Daha önce yapılan yanlış sınıflandırma, 2023 yılında Avustralya'daki "Siding Spring" Gözlemevi'nde bulunan 2 metre çaplı teleskop verileri kullanılarak fark edildi.

J059-431'in en parlak kuasar olduğunun

keşfedilmesi ise Şili'deki Atacama Çölü'nde yer alan VLT (Very Large Telescope) teleskobundaki tayf çekerden elde edilen verilerle mümkün oldu. Bilinen kuasar örnekleri üzerinden çalışan makine öğrenmesi modelleriyle yapılan araştırmalar, bu tür olağanüstü kozmik yapıları bulmakta zorlandığından bu araştırmada makine öğrenmesi algoritması kullanılmaktan kaçınıldı.■

Christian Wolf, The accretion of a solar mass per day by a 17-billion solar mass black hole, *Nature Astronomy* (2024).
<https://phys.org/news/2024-02-brightest-universe-black-hole-star.html>

Organik Tarım, Çevresinde Kullanılan Pestisit Miktarını Artırabiliyor

Tuba Sarıgül

Sonuçları *Science* dergisinde yayımlanan bir araştırmada organik tarımın, çevresindeki tarım arazilerinde kullanılan pestisit miktarını etkilediği belirlendi.

Günümüzde geleneksel tarımda ürün verimliliğini artırmak

için zararlı organizmalarla mücadele etmek amacıyla tarım ilaçları yaygın olarak kullanılıyor. Pestisit olarak isimlendirilen bu kimyasal maddelerin insan sağlığı, canlı yaşamı ve çevre üzerinde birçok olumsuz etkisi var. Pestisitlerin ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla son yıllarda yaygınlaşmaya başlayan organik tarım uygulamalarında ise zararlı organizmaları kontrol etmek, uzaklaştırmak ve yok etmek için farklı yöntemler kullanılıyor. Ancak organik tarımın ve geleneksel tarım yöntemlerinin birbiri üzerindeki etkisi hakkında çok fazla bilgiye sahip değiliz.

UC Santa Barbara, British Columbia ve Colorado Boulder üniversitelerinden araştırmacılar, California'nın Kern County bölgesindeki yaklaşık 14.000 tarım arazisindeki ürün verilerini ve kullanılan pestisit miktarını inceledi. Sonuçta organik tarım yapılan bir arazinin çevresinde de organik tarım yapılan tarlaların



bulunması durumunda kullanılan pestisit miktarının azaldığı belirlendi. Geleneksel tarımsal yöntemlerin uygulandığı bir tarım arazisinin komşusu olan tarım arazilerinde organik tarım yapılması durumunda ise kullanılan pestisit miktarının arttığı anlaşıldı. Bilim insanları bu farklılığın "yayılma etkisi" olarak isimlendirdikleri durumdan kaynaklandığını düşünüyor.

Organik tarımda, kullanılması yasak olan pestisitlerin yerine kullanılan yöntemlerden biri de biyolojik mücadeledir. Biyolojik mücadelede zararlı organizmayı kontrol etmek için o türün doğal

düşmanı (biyolojik mücadele ajanı) olan canlılardan yararlanır. Doğal düşmanlar tarım zararlılarını yiyerek, çoğalmalarını engelleyerek ya da zararlılarda hastalık oluşturarak etki edebilir. Organik tarım ve geleneksel tarım yapılan alanların bir arada bulunması durumunda, geleneksel tarım arazilerinde kullanılan pestisitler yakınlarındaki organik tarım yapılan alanlardaki doğal düşmanlara zarar vererek sayılarının azalmasına yol açabilir. Bu durum organik tarım yapılan alanlarda zararlıların çoğalarak geleneksel tarım yapılan arazilere yayılmasına neden olabilir. Araştırmacıların “yayılma etkisi” olarak isimlendirdikleri bu durumdan dolayı geleneksel tarım yapılan alanlarda daha fazla pestisit kullanılmasına ihtiyaç duyulabilir. Organik tarım yapılan arazilerin bir arada bulunması durumunda ise doğal düşmanlar zararlıların kontrol edilmesinde daha etkili olabilir.

Sonuçlar organik tarım yapılan arazilerin bir arada bulunmasının

ve geleneksel tarım yöntemlerinin kullanıldığı alanlardan coğrafi olarak ayrı olmasının, kullanılan net pestisit miktarının azaltılmasında etkili olabileceğini gösteriyor. ■

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adf2572>

Konuşarak Birbirini Eğiten Yapay Zekâ Uygulamaları

Mahir E. Ocak

Sözlü ya da yazılı bilgileri anlayarak bir işin nasıl yapılacağını öğrenmek, daha sonra da öğrendiklerini anlatarak başkalarını eğitmek yakın zamana kadar insanlara özgü bir



davranıştı. Ancak Cenova Üniversitesinden bir grup araştırmacı, birbirlerini konuşarak eğitebilen yapay zekâ uygulamaları

geliştirmeyi başardı. “Doğal dil işleme” olarak adlandırılan yapay zekâ alanında insan beynindeki nöronların işleyişi taklit edilmeye çalışılır. Yeni geliştirilen sistem de yapay nöronlardan oluşuyor. Araştırmacılar, S-Bert olarak adlandırılan, insan dilini anlamak için eğitilmiş, 300 milyon nörondan oluşan bir yapay zekâ modelini ele alarak çalışmalara başlamış. İlk olarak S-Bert, birkaç bin nörondan oluşan daha basit bir yapay zekâ ile bağlantılı hale getirilmiş. Deneylerin ilk aşamasında yapay sinir ağı beynin Wernicke bölgesini (dili algılayan ve yorumlayan bölge) simüle edecek biçimde eğitilmiş. İkinci aşamada ise sinir ağına

Geliştirilen yapay zekâ uygulaması, kendisine yazılı olarak aktarılan talimatları anlayarak çeşitli görevleri yerine getirebiliyor. Örneğin, uygulama bir uyarının geldiği yönü işaret edebiliyor, uyarana doğru tepki verebiliyor. Uygulamanın en önemli özelliği ise yazılı talimatlardan öğrendiği görevleri, sözlü olarak kendisinin kopyası olan başka yapay zekâ uygulamalarına aktarabiliyor.

Yeni yapay zekâ modelinin özellikle insansı robotlar alanında yararlı olması bekleniyor. Yeni model sayesinde, birbirini anlayabilen ve birbirini eğitebilen insansı robotlar geliştirmek mümkün. ■

Riveland, R., Alexandre Pouget, “Natural language instructions induce compositional generalization in networks of neurons”, *Nature Neuroscience*, 2024.

Gökadamızın En Eski Yapı Taşlarından İkisi Keşfedildi

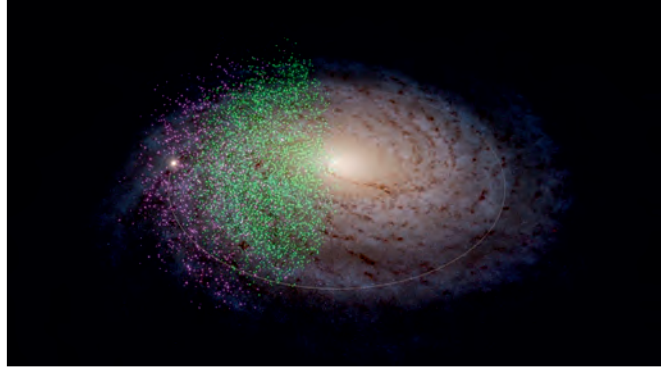
Mahir E. Ocak

Gökadalar, başka gökadalara kaynaşarak büyüyebilir. Gökadamızın büyümesinde de başka gökadalara

yaşanmış kaynaşmaların önemli rolü var.

İki gökada kaynaştığı zaman içerdikleri yıldızlar ve madde bulutları birbirine karışır. Ancak bir gökadamdaki yıldızların bileşimleri, enerjileri ve açısal momentumları gibi özelliklerinin incelenmesiyle kökenlerinin geçmişte yaşanmış kaynaşmalar olduğunun tespit edilmesi mümkündür. Max Planck Astronomi Enstitüsünden Khyati Malhan ve Hans-Walter Rix, gökadamızın iç kısımlarındaki bazı yıldızların kökeninin uzak geçmişte yaşanmış kaynaşmalar olduğunu tespit etti. Araştırmacıların *The Astrophysical Journal*'de yayımladıkları sonuçlar, günümüzden yaklaşık 12-13 milyar yıl önce iki ayrı gökadanın Samanyolu'nun ilkel haliyle kaynaştığını gösteriyor. Bu sonuçlar, araştırmacıların Shiva ve Shakti adını verdikleri gökadalardan, gökadamızın büyümesine katkıda bulunan en eski yapı taşlarından olduğunu gösteriyor.

Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, Avrupa Uzay Ajansına ait Gaia Uzay Teleskobu'nun topladığı veriler ile Sloan Dijital Gök



Shiva ve Shakti gökadalاریyla yaşanan kaynaşmalar sonucu Samanyolu'na katılan yıldızlar. Shiva yıldızları yeşil, Shakti yıldızları pembe renkle gösteriliyor.

Taraması kapsamında New Mexico'daki (ABD) Apache Point Gözlemevindeki teleskobun topladığı verilerin analiz edilmesine dayanyor. ■

Khyati Malhan, K., Hans-Walter Rix, H.-W., "Shiva and Shakti: Presumed Proto-Galactic Fragments in the Inner Milky Way", *The Astrophysical Journal*, Cilt 964, s. 104, 2024, <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ad1885>

Uzayda Eşdeğerlik İlkesi Testleri

Mahir E. Ocak

Einstein eşdeğerlik ilkesi, bir cismin bir kütleçekim alanındaki ivmelenmesinin cismin bileşiminden bağımsız olduğunu söyler. Günümüzde bu ilke doğru olarak kabul edilse de test edilmeye devam ediliyor. Eşdeğerlik ilkesinin doğru olmadığını gösteren herhangi bir deney; karanlık madde, karanlık enerji ve kuantum

kütleçekimi gibi araştırma alanlarında önemli gelişmelere yol açabilir.

Bir grup araştırmacı yakın zamanlarda Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) eşdeğerlik ilkesini test etmek için deneyler yapmaya başladı. Kullanılan deney düzeneği henüz eşdeğerlik ilkesinin doğru olup olmadığı hakkında net sonuçlar verebilecek niteliklere sahip değil.

ISS'de 2020'den beri Bose-Einstein yoğunlukları (maddenin mutlak sıfıra yakın sıcaklıklara soğutulması sonucu ortaya çıkan bir hali, BEC) üretilebiliyor. İlk başlarda sadece rubidyum atomları ile BEC'ler üretilebiliyordu. 2021'de yapılan iyileştirmelerden sonra ise potasyum atomlarıyla da BEC'ler üretilebilmeye başlandı.

ISS'de eşdeğerlik ilkesi üzerine yapılan çalışmalarda, rubidyum ve potasyum atomlarından elde edilen BEC karışımlarıyla atom girişim deneyleri gerçekleştiriliyor. Sonuçta ortaya çıkan girişim desenleri, yoğunluğun içindeki farklı tür atomların aynı biçimde ivmelenip ivmelenmediği hakkında bilgi veriyor.

Dr. Ethan Elliott ve arkadaşlarının *Nature*'da yayımladıkları ilk sonuçlar, eşdeğerlik ilkesini doğrulamıyor. Ancak bu durum büyük olasılıkla deney düzeneğindeki kusurlardan kaynaklanıyor. Örneğin, uzay ortamındaki titreşimler, deney düzeneğini ve ortaya çıkan girişim desenlerini etkileyebiliyor. Araştırmacılar, gelecekte ISS'deki deney düzeneğini geliştirmeyi planlıyor. Böylece eşdeğerlik ilkesinin doğruluğu hakkında daha anlamlı sonuçlar elde etmek mümkün olacak. ■

Elliott, E. R., ve ark., "Quantum gas mixtures and dual-species atom interferometry in space", *Nature*, Cilt 623, s. 502, 2023.

Akıllı Uçuş Planlama Sistemleri, Küresel Isınmanın Azaltılmasına Yardımcı Olabilir

Tuba Sarıgül

Akıllı uçuş planlama sistemleri kullanılarak yoğunlaşma izlerini azaltacak şekilde yapılacak rota değişiklikleri, ticari uçuşların küresel ısınmadaki rolünün azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Araştırmalar havacılık sektörünün insan faaliyetlerinden kaynaklanan küresel ısınmaya katkısının yaklaşık %4 olduğunu gösteriyor. Uçakların gökyüzünde bıraktığı izler olarak bilinen yoğunlaşma izleri ise havacılığın küresel iklim üzerindeki etkisinin yaklaşık %35'ini oluşturuyor.

8 km-13 km gibi yüksek irtifalarda seyahat eden uçaklar nem oranı yüksek bölgelerden geçerken, motorlarından çıkan atık gazlar hava ile

karıştığında, su buharı yoğunlaşmaya başlar. Oluşan su damlacıkları ve buz kristalleri uçağın arkasında beyaz şeritler şeklinde izler bırakır. Yoğunlaşma izleri olarak isimlendirilen bu izler kısa sürede yok olabildiği gibi atmosferdeki koşullara bağlı olarak daha uzun süre kalıcı olabilir. 10 dakikadan uzun süre devam eden yoğunlaşma izleri yapay sirüs bulutları oluşturabilir. Bu bulutlar yerin yüzeyinden yansıyan termal

oluşturacak şekilde değiştirerek, bu etkiyi azaltabileceklerini düşünüyor. Ancak rota değişiklikleri yakıt tüketimini artırarak yöntemin etkinliğini azaltabiliyor.

Sonuçları *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability* dergisinde yayınlanan araştırmada bilim insanları, yoğunlaşma izlerini azaltmak için bilgisayar modellemeleri kullanılarak rotası değiştirilen yaklaşık



radyasyonu hem gece hem gündüz saatlerinde soğurur. Ancak Güneş'ten gelen, dalga boyu daha kısa ışınları sadece gündüzleri yansıtır. Bu nedenle Dünya'nın sıcaklığının artmasına olan katkıları daha fazladır.

Bilim insanları uçak rotalarını daha az yoğunlaşma izi

85.000 uçuşun verilerini inceledi. Sonuçta uçuş maliyetlerinde %0,08 oranındaki bir artışla yoğunlaşma izlerinin küresel iklim üzerindeki etkisinin %73 azaltılabileceği belirlendi. Yoğunlaşma izlerinin ortaya çıkması için atmosferde belirli koşulların oluşması gerektiğinden, dünya genelindeki uçuşların

küçük bir kısmının rotası değiştirilerek yoğunlaşma izlerinin küresel ısınma üzerindeki etkisi büyük oranda azaltılabilir.

Araştırmacılar gündüz saatlerinde Güneş'ten gelen radyasyonu yansıtan yapay sirüs bulutlarının etkisini ortadan kaldırmamak için sadece gece uçuşlarında yoğunlaşma izlerini azaltmak amacıyla rota değişikliği yapılabileceğini öneriyor. ■

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2634-4505/ad310c>

Omuriliği Elektrikle Uyarılan Parkinson Hastası Düşmeden Yürüyebiliyor

Özlem Ak

Lozan, İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsünden Grégoire Courtine, Parkinson hastalarının yaklaşık %90'ının hareket güçlüğü yaşadığını söylüyor. Mevcut tedaviler arasında, hareketi düzenleyen kimyasal dopamin kaybından

etkilenen beyin bölümlerini hedef alan ilaçların yanı sıra benzer şekilde bu beyin bölgelerine odaklanan ve semptomlara neden olan anormal elektrik sinyallerinin bir kısmını değiştiren derin beyin stimülasyonu yer alıyor. Ancak Courtine, Parkinson hastası pek çok kişinin, özellikle de durumları ilerlemişse, söz konusu tedavilere yanıt vermediğini söylüyor.

Araştırmacılar, ağır Parkinson hastası bir kişide omuriliği doğrudan uyarmanın yürüyüşle ilgili sorunları hafifletip hafifletemeyeceğini öğrenmek istediler. Yürüme ve koşma gibi hareketlerin temelindeki nöronları aktive edebilen epidural elektrik stimülasyonuna (EES) odaklandılar. Önceki çalışmalar bu tekniğin omurilik yaralanmasını takiben felç geçiren kişilerde ayakta durma ve yürümeyi yeniden sağlayabildiğini göstermişti.

Çalışmalarını *Nature Medicine* dergisinde yayımlayan ekip, omurgada, kişi

yürüdüğünde aktive olan nöronları özellikle hedef alan bir EES formu geliştirdi. Bunu yaklaşık 30 yıldır, yürümeye çalışırken ani, kısa ve geçici hareket edememe atakları olarak bilinen yürüme donması gibi Parkinson semptomları yaşayan 62 yaşındaki Marc isminde bir kişide test ettiler. Yöntemin etkili olabilmesi için araştırmacıların öncelikle Marc'ın omurgasındaki nöronları haritalaması gerekiyordu. Bu harita, elektrik stimülatörlerini nasıl yerleştirecekleri konusunda

ve ayaklarındaki kasları harekete geçiren nöronların elektriksel aktivitesini izlemek için Marc'ın bacaklarına ve ayakkabılarına sensörler yerleştirdiler. Bu sensörler bu elektriksel aktiviteyi tespit ettiğinde, stimülatörleri etkinleştirdiler.

Stimülatörleri kullanarak üç ay süren rehabilitasyon eğitiminden sonra Marc'ın yürüyüş donmasında azalma olduğu gözlemlendi. Marc daha önce dar yollardan geçmenin ya da yürürken dönmenin

hâlihazırda stimülatörü iki yıldır kullanıyor ve artık neredeyse hiç düşmediğini, baston ya da yardımcı olmadan bir seferde birkaç kilometre yürüyebildiğini belirtiyor. Courtine, stimülasyonun Marc'a göre kişiselleştirildiğini ve özellikle bir bacağına hareket ettirmekte zorlandığını, bu nedenle araştırmacıların o uzva daha fazla stimülasyon uyguladıklarını söylüyor. Bununla birlikte, benzer bir tekniğin Parkinson hastası olan birçok kişiye yardımcı olabileceğini düşünüyorlar. ■



araştırmacılara rehberlik etti. Böylece sadece bacaklardaki nöronları hedef alabildiler. Daha sonra bu uzuvlardaki

yürüyüşünde donmaya neden olduğunu ve bunun da günde beş ya da altı kez düşmesine yol açtığını söylüyor. Marc

[https://doi.org/10.1016/S0262-4079\(23\)02074-2](https://doi.org/10.1016/S0262-4079(23)02074-2)
<https://doi.org/10.1038/s41591-023-02584-1>





Sağlıklı Bir Gelecek İçin En İyi Yatırım: **EGZERSİZ!**

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Dünya Sağlık Örgütü fiziksel aktiviteyi iskelet kasları tarafından üretilen ve enerji harcamayı gerektiren herhangi bir bedensel hareket olarak tanımlıyor. Fiziksel aktivite, boş zamanlarda bir yere gidip gelmek için veya bir kişinin işinin bir parçası olarak yapılan ulaşım da dâhil olmak üzere tüm hareketleri ifade ediyor. Hem orta hem de yüksek yoğunlukta fiziksel aktivitenin veya egzersizin sağlığa önemli etkileri bulunuyor. Düzenli egzersizin kalp hastalığı, felç, diyabet ve çeşitli kanserler gibi rahatsızlıkların önlenmesine ve yönetilmesine yardımcı olduğu biliniyor. Ayrıca hipertansiyonun önlenmesine, sağlıklı vücut ağırlığının korunmasına yardımcı olurken, ruh sağlığını, yaşam kalitesini ve refahı iyileştirebiliyor. Özellikle son yıllarda yapılan birçok yeni araştırmayla egzersizin, çocukların akademik performansını artırmaktan yetişkinlerde ruh halini ve hafızayı güçlendirmeye hatta kişileri bilişsel gerilemeden korumaya kadar ne kadar dönüştürücü etkisi olduğunu da gösteriyor.

Yıllarca, bir birey yetişkinliğe ulaştığında, beynin yeni nöron (sinir hücresi) oluşturmak yerine kaybetmeye başladığı düşüncesi hâkimdi.1990'larda genetikçi Fred Gage'in egzersizin farelerde yeni beyin hücrelerinin büyümesine yol açabileceğini bulmasıyla egzersiz ile beyin arasındaki ilişkiye dair ilk kanıt ortaya çıktı. Bu deneyde farelerin tekerlek üzerinde koşmasının hafızayla ilişkili bir beyin yapısı olan hipokampusta yeni nöronların oluşmasına yol açtığı tespit edildi. O zamandan bu yana yapılan diğer çalışmalar, egzersizin yeni beyin hücrelerinin iletişimini kolaylaştıran kimyasallar ürettiğini ve insanlarda da özellikle korteksin öğrenme, hafıza

Pek çok araştırmacı gibi Avustralya'daki Newcastle Üniversitesinden David Lubans da dikkatini egzersizin beyin üzerinde nasıl ve neden bu kadar güçlü etkileri olduğuna çevirdi ve egzersizin özellikle ergenlerde hafif ve orta dereceli depresyon için etkili bir tedavi olduğuna dair güçlü kanıtlar tespit etti. Ancak yetişkinlerde sonuçların biraz daha karışık olduğunu gördü. Daha fazla bilgi edinmek için Oxford Üniversitesinden Sammi Chekroud ve meslektaşları, ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) tarafından birkaç yıl boyunca ABD'de 1,2 milyon kişiden gelen bilgileri analiz etti ve şaşırtıcı sonuçlara ulaştılar. Egzersiz yapmayan



ve ruh hali için hayati önem taşıyan alanlarında yeni beyin hücresi oluşmasını teşvik edebilen az sayıdaki etkenden biri olduğu görüldü. Özellikle yaşlandıkça insan beyni üzerinde de olumlu etkileri tespit edildi. Hatta Alzheimer ve diğer nörodejeneratif problemlerin riskini azaltmaya yardımcı olabileceği de gözlemlendi.

Tüm bu bulgular ışığında araştırmalar önemli bir soruyu gündeme getirdi: Egzersiz beyni nasıl etkiliyordu?

kişilerle karşılaştırdıklarında, egzersiz yapanların bir önceki aya göre %43 daha az zihinsel sağlık sorunu yaşadıklarını gördüler. Hatta bu etki, daha önce depresyon tanısı alan kişilerde daha fazlaydı. Ayrıca Chekroud çalışmasında, her türlü aktivitenin, zihinsel sağlığın kötü olduğu günlerin azalmasıyla ilişkili olduğunu buldu. En etkili aktivite takım sporlarıydı, bunu bisiklet, aerobik egzersiz ve spor salonu antrenmanları takip ediyordu. Ancak yürüyüş veya ev işleri yapmak gibi daha hafif aktiviteler de zihinsel sağlığın kötü olduğu günlerin sayısında

sırasıyla neredeyse %17,7 ve %10 azalma sağlıyordu. Ağırlık kaldırmak veya sınav çekmek gibi kuvvet antrenmanları da yetişkinlerde kaygıyı azaltırken depresyon semptomlarını hafifletmeye yardımcı olarak özgüveni arttırıyordu. Çoğu egzersiz türü için günde 30 ila 60 dakika idealdi. Örneğin, koşu ve bisiklet sürmenin faydaları 45 dakikada zirveye ulaşıyordu.

Aerobik egzersiz, vücudunuzun büyük kas gruplarını kullanan, ritmik ve tekrarlayan fiziksel bir aktivitedir. Kalp atış hızınızı ve vücudun kullandığı oksijen miktarını artırır. Aerobik egzersizlere örnek olarak yürüyüş, bisiklete binme ve yüzme verilebilir.

Bu sonuçlar, Indiana'daki Amerikan Spor Hekimliği Koleji tarafından yayımlanan ve insanların ne kadar çok egzersiz yaparsa, yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde depresyon yaşama olasılıklarının o kadar az olduğunu ortaya koyan bir raporla da örtüşüyor. Bu rapora göre her gün 30 dakika fiziksel aktivite yapan kişilerde depresyon yaşama ihtimali neredeyse yarı yarıya azalıyor. Yakın zaman önce depresyon tanısı almış kişiler için de iyi bir haber var. 2023'ün başlarında, 2000'den fazla yetişkini kapsayan 41'den fazla araştırmanın sonuçlarını bir araya getiren bir meta-analiz çalışmasında, ağırlık kaldırmak gibi direnç egzersizlerinin veya orta şiddette aerobik egzersizin, majör depresif bozukluk tanısı konan veya depresyon belirtileri gösteren kişiler için etkili bir tedavi olduğu gözlemlendi.

Çocuklar, Gençler Egzersiz Yapın!

Egzersiz ve bilişsellik yani bilgiyi işleme sürecindeki bağlantıları çözmek söz konusu olduğunda araştırmacılar, beyindeki en büyük değişikliklerin gerçekleştiği ve aynı zamanda çevresel faktörlerin etkisinin güçlü olduğu

çocukluk ve yaşlılık dönemlerine odaklanıyor. Çocukluk döneminde beyin hızlı bir gelişim geçirerek yeni becerilerde ustalaşmayı sağlayan bağlantılar kuruyor. Bu dönemde beyin, hareketin etkisine karşı özellikle hassas. Hareketsizlik, çocuklarda daha kötü akademik performansın yanı sıra standart bilişsel testlerde daha düşük puanlarla ilişkilendiriliyor.

2009 yılında Boston'daki Northeastern Üniversitesinden Charles Hillman ve meslektaşları, 9 yaş civarındaki okul çocuklarının koşu bandında sadece 20 dakika yürümek gibi orta dereceli egzersiz yaptıklarında beyin fonksiyonlarında bilişsel ve akademik performanslarında neredeyse anında bir iyileşme gördü. Aynı çocuklar hareketsiz oturdukları zamana kıyasla matematik ve okuma testlerinde daha iyi puanlar alıyorlardı. Diğer araştırmalar da 8 ila 10 yaş arası çocukların okuldan önce 15 ila 20 dakika yürüdüklerinde veya koştuklarında, yürümedikleri veya koşmadıkları günlere kıyasla dinleme veya kurallara uyma davranışlarında daha iyi olduklarını ortaya koydu.

Gençlik yılları da egzersizin beyin üzerindeki etkileri açısından çok önemli bir dönem olarak öne çıktı. İsveç'te 18 yaşında askere alınan ve yıllar boyunca takip edilen genç erkeklerle yapılan çalışmalar, 18 yaşında düşük seviyedeki



fiziksel aktivitenin yetişkinlikte ciddi depresyon ve erken bunama riskinin artmasıyla ilişkili olduğunu ortaya koydu. Benzer şekilde, beyin için yapılabilecek en önemli şeylerden birinin egzersiz olduğunu söyleyen David Lubans da 6 ay boyunca haftada üç kez 8-20 dakika egzersiz yapmanın sadece gençlere zindelik kazandırmakla kalmadığını, aynı zamanda sınıftaki odaklanmalarını da geliştirdiğini, ruh sağlığı kötü olanlarda stresi ve endişe duygularını azalttığını belirtiyor. Egzersizin bilişsel etkileri sadece çocuklar ve gençler için geçerli değil. Araştırmalar, aktif kalmanın yetişkinlerde de hafıza, konsantrasyon ve yaratıcılık dahil olmak üzere her türlü düşünme becerisini geliştirebileceğini ortaya koydu.



olmayan kişilerde, kuvvet antrenmanı için kullanılan elastik bant (direnc bantı) ile yapılan tek bir egzersiz seansından sadece 24 saat sonra hafızanın geliştiğini ve sonuçların birkaç hafta sonra daha da iyi olduğunu söylüyor.

Saint John's Kanseri Enstitüsü ve Pasifik Beyin Sağlığı Merkezinde nörobilim uzmanı Somayeh Meysami ve arkadaşlarının, 2023'te *Journal of Alzheimer's Disease* dergisinde yayımlanan çalışmalarında fiziksel olarak aktif olmanın, hafıza ve öğrenme için

Egzersiz Demansı Önüyor mu?

Bilim insanlarına göre, gelecek için en iyi yatırımlardan biri egzersiz yapmak. Egzersizin beyinleri genç tuttuğuna dair ikna edici kanıtlar, 12 yıl boyunca takip edilen 30.000'den fazla katılımcıyı kapsayan 15 çalışmanın bir araya getirildiği bir meta-analizden geliyor. Buna göre düşük yoğunlukta bile olsa egzersiz yapan kişilerin bilişsel gerileme riski neredeyse %40 daha az. 100.000 kişiyi 28 yıl gibi uzun bir süre boyunca takip eden 45 çalışmayı içeren bir başka analiz, insanların düzenli olarak orta veya yüksek yoğunlukta egzersiz yaptıklarında, bilişsel sorun geliştirme riskini %18 oranında azalttığını ortaya koymuş. İngiltere'deki Loughborough Üniversitesinde egzersiz ve bilişsellik üzerine çalışan Eef Hogervorst, egzersizin Alzheimer'ı ve diğer demans türlerini önlemede potansiyel olarak en büyük etkenlerden biri olabileceğini hatta demans semptomları yaşıyorsanız demansın ilerlememesi için de yapılabilecek birkaç şeyden biri olduğuna dikkat çekiyor. Hogervorst, demansı olan ve

Egzersiz Bazıları İçin Zararlı mı?

Bazı çalışmalar, belirli sağlık sorunlarına sahip veya yatkın olan kişilerde egzersizin daha kötü bilişsel sonuçlara yol açtığını gösterdi. Örneğin, Sheffield Üniversitesinde psikolog olan Pamela Shaw ve ekibi, egzersiz ve nörodejeneratif durum amiotrofik lateral skleroz (ALS) arasındaki ilişki üzerine 2009 ve 2021 yılları arasında yayımlanan çalışmaları inceledi. Mayıs 2023'te *Brain* dergisinde yayınlanan analizleri, şiddetli egzersizin daha yüksek ALS riski ile bağlantılı olduğunu gösterdi. 2021 yılında yapılan bir çalışmada, ALS için en yaygın genetik risk faktörü olan C9ORF72 adlı bir gende mutasyona sahip ALS hastalarının yaklaşık %10'u incelendi. Bu grupta, daha yüksek egzersiz oranları hastalığın daha erken başlamasıyla ilişkilendirildi. Shaw, bunun nedenlerinin net olmadığını ancak genetik olarak ALS riski taşıyan bazı kişiler için yorucu fiziksel aktivitenin hastalığın daha erken ortaya çıkmasına neden olabileceğini söylüyor.

önemli beyin bölgelerinin boyutunun artmasıyla ilişkili olduğunu gösteriyor. Çalışmada, 10.125 kişinin manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ile yapılan beyin taramaları incelendi. Düzenli olarak yürüyüş, koşu veya spor gibi fiziksel aktivitelerde bulunanların bilginin işlenmesine yardımcı olan gri madde ve farklı beyin bölgelerini birbirine bağlayan beyaz maddenin yanı sıra hafıza için önemli olan hipokampus gibi beynin bazı bölgelerinin hacimlerinin daha büyük olduğu görüldü. Bu araştırmanın sonucuna göre egzersiz sadece demans riskini azaltmakla kalmıyor, aynı zamanda yaşlandıkça çok önemli olan beyin büyüklüğünün korunmasına da yardımcı oluyor.

Egzersiz Yaparken Beyinde Olup Bitenler

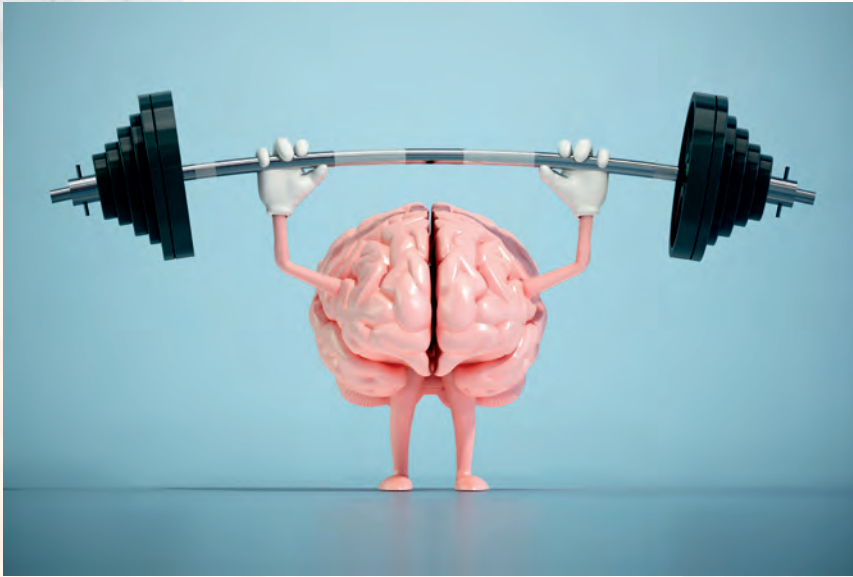
Beyin için gerekli olan enerji, dolaşım sisteminin beyne sürekli oksijen ve besin sağlanmasıyla karşılanıyor. Egzersiz, bu kan damarları ağının sağlıklı ve kan basıncının düşük kalmasına yardımcı oluyor. Yüksek tansiyonun bilişsel performansta azalmayla bağlantılı bulunduğunu ve demans için bir risk faktörü olduğunu söyleyen

araştırmalar var. Ayrıca kalp atış hızını artıran ve kardiyovasküler kondisyonu iyileştirmeyi amaçlayan bir fiziksel aktivite biçimi olan aerobik egzersiz beyindeki kan akışını, beyne giden oksijen miktarını ve beyin dokularındaki oksijen kullanımını

maksimuma çıkarıyor. Bu da Alzheimer ve demans gibi hastalıkların önlenmesine yardımcı olabiliyor.

Aslında egzersiz, beyne daha fazla kan pompalamaktan ve oksijen sağlamaktan çok daha fazlasını yapıyor. Egzersiz yaparken harekete geçirdiğimiz kemiklerimize bağlı kaslar yani iskelet kasları beyin de dahil olmak üzere vücudun geri kalanıyla sürekli iletişim halinde. Egzersiz yaptığımızda kaslarımız, birçoğu beyne gidebilen güçlü bir hormon ve protein karışımı pompalıyor. Miyokin olarak adlandırılan bu hormonlar, ruh halimiz ve davranışlarımız üzerinde son derece etkili oluyor. Miyokinler yeni beyin hücrelerinin oluşmasında da rol oynuyor. Ayrıca egzersizle artan serotonin, dopamin ve norepinefrin gibi belirli nörotransmitterler ruh halinin düzenlenmesinde, zihinsel uyanıklıkta ve odaklanmada önemli bir rol üstleniyor. Bu da potansiyel olarak fiziksel aktivitenin neden depresyon ve anksiyete semptomlarının azalmasıyla ilişkili olduğunu açıklıyor. Egzersiz sonrası seviyesi artan, hipokampustaki nöronların

yaşamada, büyümesinde ve fonksiyonlarında etkili, beyindeki esneklikten (plastisite) sorumlu bir protein olan beyin kaynaklı nörotrofik faktör de (BDNF) öğrenme ve hafızadaki gelişmelerle ilişkilendiriliyor. Gene bu ilişki de egzersiz sonrası



yaşanan bilişsel artışın bir açıklaması olarak düşünülüyor. Hatta BDNF'nin yaşlanmaya bağlı bilişsel gerilemeyi yavaşlatarak bunama riskini azalttığı için yaşı ilerlemiş yetişkinler için önemli olduğu vurgulanıyor.

Beyin plastisitesi, sinir sisteminin felç veya travmatik beyin hasarı gibi yaralanmalardan sonra yapısını, işlevlerini veya bağlantılarını yeniden düzenleyerek içsel veya dışsal uyaranlara yanıt olarak aktivitesini değiştirme yeteneği olarak tanımlanıyor. Araştırmacılara göre yürüme, koşma, yüzme, bisiklete binme gibi aerobik egzersiz ve ağırlık çalışması beyin daha esnek olmasına yardımcı olarak plastisiteyi geliştiriyor. Beyin plastisitesi, hafıza ve öğrenme gibi temel bilişsel işlevleri doğrudan etkiliyor.



RapidEye / iStock

Egzersizın Sağlığa Diğer Faydaları

- Sağlık sorunlarına neden olan kilo alımının ve obezitenin en önemli nedenlerinden biri hareketsizlik. Vücut, besinlerin sindirimi, kalp atışı ve nefes alma gibi vücut fonksiyonlarının sürdürülmesi ve egzersiz sırasında enerji harcıyor. Düzenli egzersiz metabolizma hızınızı artırabiliyor. Böylece daha fazla kalori yakmaya ve kilo yönetimine yardımcı olabiliyor. Aerobik egzersizi direnç antrenmanı ile birleştirmek de yağ kaybını ve kas kütlelerinin korunmasını en üst düzeye çıkarabiliyor. Bu da kilo yönetimini, yağsız kas kütlelerinin korunmasını ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltmayı mümkün kılıyor.
- Aerobik egzersiz kardiyovasküler sistemi güçlendiriyor ve akciğer sağlığını iyileştiriyor. Adrenalin seviyeleri yükseliyor, bu da kalbin daha hızlı atmasını sağlıyor. Kaslardaki kılcal damarlar daha geniş açılarak buradaki kan akışını 20 kata kadar artırıyor. Göğüs kafesi kasları, diyaframın dinlenme durumuna göre 15 kata kadar daha fazla oksijen almasına yardımcı oluyor. Solunum hızlanıyor.
- Cilt vücuttaki oksidatif stresten etkilenebiliyor. Oksidatif stres, vücudun antioksidan savunması serbest radikaller olarak bilinen bileşiklerin neden olduğu hücre hasarını tamamen onaramadığında ortaya çıkıyor. Bu durum hücrelerin yapısına zarar verebiliyor ve cildi olumsuz etkileyebiliyor. Yoğun ve yorucu fiziksel aktivite oksidatif hasara katkıda bulunabiliyor. Bununla birlikte, 2018 yılında yapılan bir inceleme, düzenli ve orta düzeyde egzersizin aslında serbest radikallerin neden olduğu stresi hafifletmeye yardımcı olabileceğini öne sürüyor. 2021 yılında yapılan başka bir incelemede ise düzenli egzersizin cilt yaşlanmasını geciktirmeye, sedef hastalığını önlemeye ve venöz bacak ülserlerini iyileştirmeye katkıda bulunduğundan söz ediliyor.
- Düzenli egzersiz yapmak, meme, kolorektal, akciğer ve karaciğer kanserlerinin, Tip 2 diyabet, yüksek LDL kolesterol, kalp hastalığı ve hipertansiyon gibi kronik hastalıkların gelişme riskini azaltıyor.
- Egzersiz, güçlü kasların ve kemiklerin oluşmasında ve korunmasında hayati bir rol oynuyor. İnsanlar yaşlandıkça kas kütlelerini, gücünü ve işlevini kaybetme eğiliminde oluyor. Bu da yaralanma riskinin artmasını beraberinde getiriyor. Düzenli fiziksel aktivite yapmak, yaşlandıkça kas kaybını azaltmak ve gücü korumak için çok önemli.

Egzersiz ayrıca kemik yoğunluğunun artmasına da yardımcı oluyor. 2022’te Journal of Clinical Nursing’de yayımlanan bir çalışmada düzenli egzersizin bel omurgası, boyun ve kalça kemiklerindeki kemik yoğunluğunu önemli ölçüde artırdığı açıklandı. Bu da yaşamın ilerleyen dönemlerinde osteoporozu önlemenin yollarından biri olma ihtimali taşıyor.

- **Düzenli egzersiz eklemlerin hareketliliğini koruyor ve çevresindeki kas ve tendonların gücünü artırarak yaralanmalara karşı dirençli hale getiriyor.**

Devam eden araştırmalar, fiziksel aktivitenin beyin sağlığını ve bilişsel işlevi desteklemedeki güçlü rolünün altını çiziyor ve düzenli egzersizi günlük hayatımıza entegre etmenin önemini vurguluyor. Bu umut verici bulgulara rağmen yaş, genetik gibi faktörlerin ve farklı egzersiz türlerinin (aerobik ve direnç antrenmanı gibi) beyne olan etkisi konusunda araştırmalar devam etse de uzmanların hem fikir olduğu önemli bir nokta var: İster günlük bir yürüyüş olsun ister sevdiğiniz bir spor olsun, düzenli fiziksel aktivite beyin ve vücut sağlığımız için kalıcı faydalar sağlıyor. ■

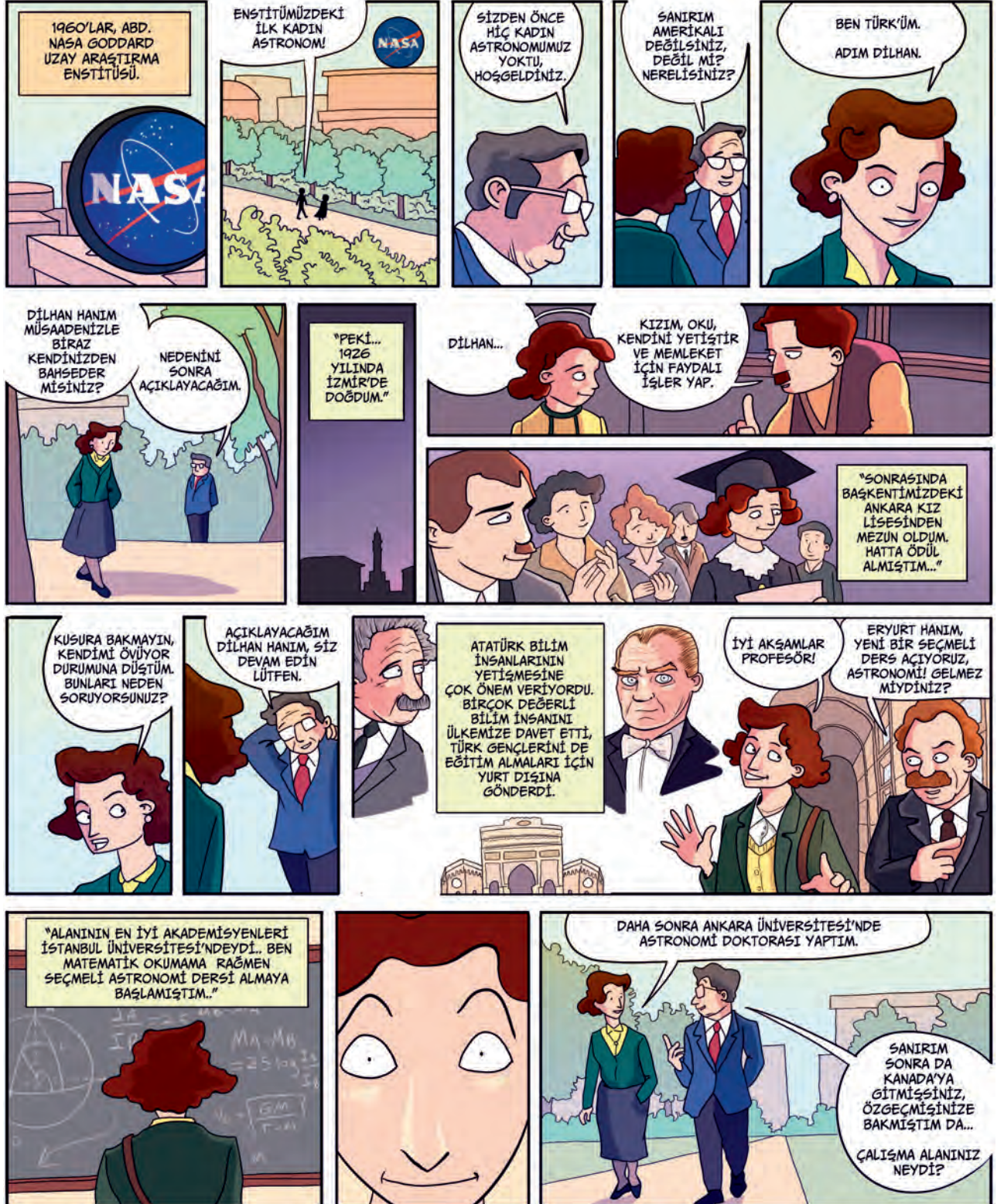
Kaynaklar

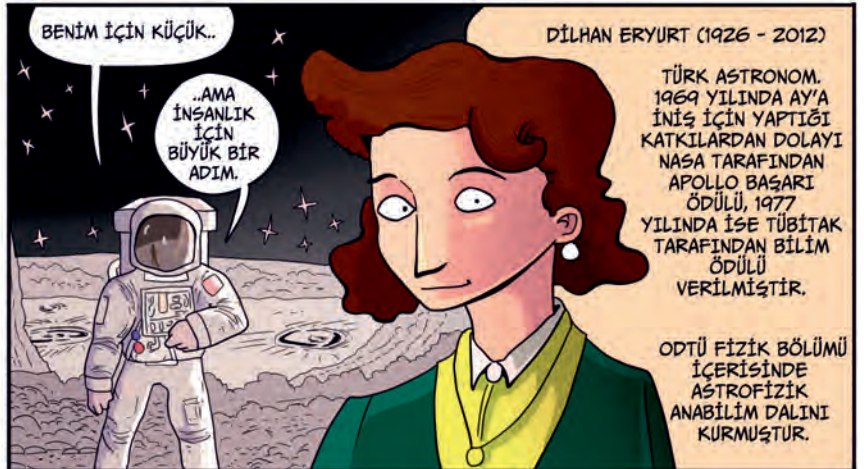
Cyrus A. R., ve ark., “Exercise-Related Physical Activity Relates to Brain Volumes in 10,125 Individuals”, *Journal of Alzheimer’s Disease*, cilt 72, sayı 2, 2023.
<https://www.newscientist.com/article/mg25834410-700-how-you-can-use-the-power-of-exercise-to-feel-better-and-think-clearer/>
<https://www.sciencedaily.com/releases/2023/12/231213155230.htm>
<https://neurosciencenews.com/fitness-neuroscience-23228/>
<https://www.sciencefocus.com/the-human-body/what-happens-to-my-body-when-i-exercise>
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
<https://www.science.org/content/article/exercise-actually-good-brain>

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btcizgiroman@tubitak.gov.tr

Dilhan Eryurt







“İmkânsız Gibi Görünen Hedeflerden Korkmayın” Jimnastikte Dünya Şampiyonu **İbrahim Çolak**

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

19 Mayıs Atatürk’ü Anma, Gençlik ve Spor Bayramının 105. yılını kutladığımız bu anlamlı ayda, Türk gençliğine örnek olacak bir azim ve başarı hikâyesini sizlerle paylaşıyoruz.

2019’da Almanya’daki dünya şampiyonasında artistik jimnastik halka aletinde altın madalya kazanarak büyüklerde dünya şampiyonu olan ilk Türk sporcu ve 2017’de düzenlenen Avustralya Dünya Jimnastik Kupası’nda halka branşında yaptığı hareketle, Uluslararası Jimnastik Federasyonu (FIG) tarafından ismi literatüre “The Colak” olarak yazılan İbrahim Çolak, beş yaşında tanıştığı jimnastikte dünya şampiyonluğuna uzanan yolculuğunu anlattı.



7 Ocak 1995'te İzmir'de doğan ve hâlâ bu şehirde yaşayan İbrahim Çolak, beş yaşından beri Şavkar Jimnastik Spor Kulübü'nün üyesi. Jimnastiğe ilk adım attığı bu kulüpte de o günden bu yana "Biz bir aileyiz" dediği antrenörü Yılmaz Göktekin ile yoluna devam ediyor. İbrahim Çolak 2017 yılında Ege Üniversitesi Beden Eğitimi Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. Aktif sporculuğa devam ettiği için öğretmenlik yapamıyor. Bugüne kadar jimnastikte koyduğu hedeflerin ise pek çoğunu gerçekleştirmiş. Geçirdiği omuz ameliyatından kısa bir süre sonra katıldığı 2020 Tokyo Olimpiyat Oyunları'nda beşinci olan İbrahim Çolak'ın en büyük hedefi, Paris 2024 Yaz Olimpiyat Oyunları'nda "tek eksik madalyam" dediği madalyayı kazanmak. Şimdi tüm gücüyle bu hedef için çalışıyor.

İbrahim Çolak jimnastiğe başladıktan kısa bir süre sonra yarışmacı grubuna seçilmiş. Bir yıl

sonra ise dâhil olduğu yaş grubuyla katıldığı yarışmada Türkiye şampiyonu olmuş. Ardından başarı hedefini büyütmüş, 2007 yılında milli takıma girmiş. Uluslararası alanda ilk madalyasını 2011'de kazanmış. Bu başarıyla yetinmeyen İbrahim Çolak hedef yükselterek gözünü büyükler kategorisinde Avrupa, dünya şampiyonaları ve olimpiyat oyunlarında da madalya almaya dikmiş. Yaklaşık 10 yıl sonra ise bu hedeflerini tek tek gerçekleştirmeye başlamış.

Spor ile eş zamanlı devam ettiği eğitim hayatında ise başta ailesi olmak üzere tüm öğretmenleri ve arkadaşları hep destek olmuş. İbrahim Çolak okul müdürünün ve öğretmenlerinin kendisine verdiği desteği şu örnekle anlatıyor: "İlkokul öğrencisiyken bir yıl sabahçı, bir yıl öğlenci oluyorduk. Antrenman saatlerim değişemediği ve hep de akşam saatlerinde olduğu için hiç öğlenci olamıyordum. Her yıl

sabahçı oluyordum. Bu nedenle benim ilkokulda hep iki sınıfım ve iki öğretmenim oluyordu. Okulda müdürüm, öğretmenlerim bana böyle bir kolaylık sağlamıştı”.

Okuldaki tek jimnastikçi olan ve çok sevilen Çolak, kendisine gösterilen bu desteğe karşılık elinden gelenin hep en iyisini yapmaya gayret etmiş. Aynı destek üniversite eğitimi sırasında da sürmüştü. Antrenmanlarının yoğunluğu nedeniyle giremediği derslerin notları konusunda yardım eden arkadaşlarına sonsuz teşekkürlerini ileten İbrahim Çolak, üniversiteyi dört yılda bitirebilmesindeki en önemli destekçileri arasında arkadaşları olduğunu da eklemekten geçmiyor.



Tabii en büyük destek ailesinden gelmiş. İbrahim Çolak 2000 yılında jimnastik kulübüne kaydolunca, gençliğinde tekvando yapan babası da atletizme başlamış. Hem babası hem de annesi şu an lisanslı koşucu. Eski bir jimnastikçi olan amcası, yeğeninin jimnastik sporunu seçmesinde önemli rol oynamış.

Jimnastiğe başladığında tek başına antrenmanlara gidecek yaşta olmadığı için babası, annesi, ablası, amcası, babaannesi, dedesi hep bir dayanışma içinde İbrahim’in antrenmanlara düzenli bir şekilde devam etmesi konusunda birbirlerine ve İbrahim’e destek olmuşlar. Bu konuda ne kadar şanslı olduğunun farkında olan İbrahim Çolak, “Bu sadece benim başardığım bir şey değil, ailem, arkadaşlarım, öğretmenlerim hepimizin gayretiyle geldi bütün başarılarım, hiçbirinin hakkını ödeyemem” diyor.

“Oyun Parkım Jimnastik Salonuydu”

Jimnastiğin bütün sporların temeli olduğunu belirten İbrahim Çolak, jimnastiğe başladığından beri haftanın 6 günü antrenman yapıyor. O zamanlar 5-6 saat süren antrenmanların içeriği bugünkünden çok farklı olsa da genelde jimnastiğin zor bir branş olduğunu ifade ediyor. Şu anda hedefe yönelik antrenmanlara devam ediyor. Jimnastiğin kendisine madalyalardan öte hem özel yaşamında hem de eğitim hayatında kazandırdığı pek çok şey olmuş. En önemlisi de sorumluluklarının farkında olmasını sağlamış ve bu sorumlulukları planlı ve programlı bir şekilde hayatına yayabilme yeteneğini kazandırmış. Jimnastiğin doğasında olan disiplin, ailesinin ve antrenörünün disiplin anlayışıyla birleşince kendisine hayatını ve hayallerini planlama imkânı vermiş.

İbrahim Çolak, özellikle daha küçük yaşlarda yoğun antrenmanlarla eğitim hayatını beraber yürütmenin kendisini zorladığından da söz ediyor. Sadece hafta sonları ve yaz aylarında sokakta oyun oynayabildiğini belirtiyor ve “Benim oyun alanım da oyun parkım da jimnastik salonuydu” diyor.

Küçük yaşlarda jimnastiğe başlayan çocukların hem çocukluklarını yaşayabilmeleri hem de spor eğitimlerini almaları için jimnastik eğitiminin oyunla eğitim şeklinde uygulandığını ifade ediyor. Çok yorulduğu, “Artık jimnastik yapmak istemiyorum,

oyun oynamak istiyorum” dediği anlarda ailesi hep yanında olmuş, motivasyonunun devamı için ellerinden geleni yapmışlar ve ertesi gün hiçbir şey olmamış gibi antrenmanlarına devam etmiş. Bu nedenle de Çolak, aile desteğinin ne kadar önemli olduğunu şu cümlelerle bir kez daha vurguluyor: “Kimse çocuğunun üzülmesini, sıkılmasını, yorulmasını istemez ama ailem bana güveniyor, güvenmiş, yapabileceğime inanmış ve o zamandan bu zamana hâlâ desteklemeye devam ediyorlar. Böyle bir aileye sahip olduğum için çok şanslı hissediyorum.”

Türkiye Jimnastik Federasyonu, jimnastiği belli kurallar dâhilinde, değişik özelliklerdeki aletlerin tekniklerini estetik ve zarafet bütünlüğü içerisinde serbest vücut hareketleriyle bağlantılı olarak müzik eşliğinde, uyumlu ve akıcı bir şekilde sergilenmesiyle oluşan fiziksel güç, esneklik, kuvvet, çeviklik, koordinasyon ve denge gerektiren hareketleri içeren spor dalı olarak tanımlıyor ve artistik jimnastik, ritmik jimnastik, trambolin jimnastik, akrobatik jimnastik, aerobik jimnastik, step aerobik ve pilates gibi alt disiplinlere ayırıyor. Artistik jimnastikte erkekler yer minderi, kulplu beygir, halka, atlama masası, paralel ve barfiks olmak üzere altı, kadınlarda ise atlama masası, kız paraleli, denge ve yer olmak üzere dört farklı kategori var. İbrahim Çolak artistik jimnastikte altı farklı kategoride ve alette antrenman yapmalarının vücudu her anlamda güçlendirdiğini ve bunun önemli bir avantaj olduğunu düşünüyor. Örneğin halkada, barfiksde asılarak uzun salınımlı hareketlerin ya da paralel barda, kulplu beygirden dayanımlı, dayanma temelli hareketlerin, atlama masası ve yer minderindeki hareketlerin vücuttaki hem büyük hem küçük kas gruplarını çalıştırdığını ve güçlendirdiğini belirtiyor. Bunun da jimnastik geçmişi olan çocukların daha sonra farklı bir spor branşına geçtiklerinde çok çabuk uyum sağlayıp ilerleme göstermelerini sağladığını söylüyor ve ekliyor: “Jimnastik gerçekten temel bir spor”.



“Hedefe Ulaşmak için Yaklaşık 10 Yıl Gerekliyor”

İyi bir jimnastikçi olmak uzun yıllar alıyor. Bu da sporcunun çok sabırlı ve pes etmeyen bir karaktere sahip olması gerektiği gerçeğini bir kez daha ortaya koyuyor. Ancak bu şekilde yoluna devam eden bir sporcu yaklaşık 10 yıl sonra hedeflerine ulaşmaya başlıyor. İbrahim Çolak da sabırla devam ettiği yolda çok yoğun bir antrenman programı sürdürüyor. Haftanın 3 gününde tek, 3 gününde çift olmak üzere 6 gün antrenman yaptığını söyleyen Çolak’ın çift

antrenman günlerinde ilk antrenmanı sabah 10.00-13.00 arasında. Yemek yeme ve dinlenmeden sonra ikinci antrenman 16.00'da başlıyor ve 19.00'a kadar sürüyor. Tek antrenman yaptığı günlerde ise sabah 10.00'da başlayan antrenman 14.00'e kadar uzayabiliyor.

Jimnastik sporunda sezon kavramı olmadığı için vücudu sürekli aktif tutmak gerektiğini belirten Çolak'ın antrenmanlarının yoğunluğu ve şiddeti, genellikle yarışma olmayan ekim-aralık ayları arasında daha da artıyor. İbrahim Çolak ancak bu yolla bir önceki yıla göre kendini daha çok geliştirebildiğini söylüyor. Peki, ne zaman mı tatil yapıyor? Sadece Avrupa, dünya şampiyonası ya da olimpiyat oyunları gibi büyük yarışmalardan sonraki 7-10 gün arası.

Sadece Antrenman Yetmez!

Bir jimnastikçi için antrenman kadar önemli diğer şeyler beslenme, uyku düzeni ve dinlenme. İbrahim Çolak iyi bir dinlenmenin sadece yatarak olmayacağını bazen jimnastik salonu dışında arkadaşlarıyla kafe gibi ortamlarda bir araya gelmenin kendi deyimiyle "aktif dinlenme" olduğunu söylüyor. Diğer önemli konu uyku. Uyku düzeni sporcudan sporcuya değişmekle beraber Çolak'a göre vücut en iyi saat 23.00 ile 02.00 arasındaki sürede dinleniyor. Mümkün olabildiğince buna dikkat ediyor, böylece gün içerisinde daha enerjik hissediyor ve sakatlanmalardan mümkün olduğunca uzaklaşıyor.

Çok çalışmak ve çok iyi dinlenmek kadar önemli diğer konu ise beslenme. İbrahim Çolak ve diğer sporcu arkadaşları Olimpiyat Komitesinin görevlendirdiği beslenme uzmanından yardım alıyorlar. Bir kahveyi antrenmandan 15 dakika önce mi, yarım saat önce mi yoksa bir saat önce içmek mi daha faydalı olacak, bunu bile bilmeleri gerekiyor. Beslenme uzmanları danışmanlığında, yaptıkları antrenman programına göre beslenme programları da değişebiliyor. Ayrıca beslenme uzmanı, kondisyoner ve milli takım antrenörü gözetiminde takviye gıdalar da kullanıyorlar.



İbrahim Çolak jimnastik yapan kişinin boyunun kısa kaldığına dair bir yanlış inanışa değiniyor. "Jimnastikte uzun boylu olmamak fiziksel bir avantaj. Bu nedenle bir antrenör jimnastik için seçim yaparken çocuğun ailesine, genetik yatkınlığına bakıyor ve çok uzun boylu olmayacak sporcuları seçiyor. Bir basketbol takımına antrenörün seçim kriterlerinden birinin çocuğun boyunun uzama potansiyelinin olup olmamasına göre seçim yapması gibi. O yüzden genelde basketbol sporcularının boyu uzun oluyor."

Yarışma günü geldiğinde ise bir de baş edilmesi gereken heyecan ve stres var ki bunu yönetebilmek de başarıda önemli rol oynuyor. Belli bir seviyedeki heyecanın kendisini canlı tuttuğunu ve bu açıdan da yararlı olduğunu düşünen İbrahim Çolak, heyecan kontrolü için nefes egzersizleri yaptığını belirtiyor.



Tabii yıllardır yarışmalara katılmış olmanın getirdiği deneyim de stresi yönetmekte önemli rol oynuyor. Bunun dışında yarışmadan önce aletlerde hareketleri en iyi nasıl yapacağını zihninde canlandırıyor. Buna “zihin antrenmanı” diyor. Böylece ruh halinin o hareketleri yapabilmek için hazır hale geldiğini ve özgüvenini arttığını belirtiyor. Ama her şeyden önce kendisini en çok rahatlatan şeyin o yarışma için yeterince antrenman yaptığını ve iyi hazırlandığını bilmek olduğunu söyleyen Çolak, “Geriye, oraya çıkıp hareketleri yapmak kalıyor” diyor.

Bazı Talihsizlikler de Oluyor!

Yoğun antrenmanlar, yarışmalar bazen bazı talihsizlikleri de beraberinde getiriyor. Zaman zaman küçük ya da büyük sakatlıklar yaşanabiliyor. İbrahim Çolak böyle bir durumun bir sporcunun ruh halini olumsuz olarak etkileyen en önemli şey olduğunu belirtiyor. Çolak böyle durumlarda bardağın dolu tarafından baktığını belirtiyor ve bir yıl önce dizinden sakatlanıp ameliyat olduktan sonra şimdi çok daha iyi olmasını örnek gösteriyor. O bir yıllık iyileşme sürecinin, antrenörleriyle yaptığı planlamaları, uzmanlaştığı başka aletlerde kendini daha iyi bir seviyeye getirme programını uygulaması için fırsat olduğunu düşünüyor. O zamanı en iyi şekilde

değerlendirdiğini ve vücudunun diğer bölgelerini çalıştırdığını hatta bunun iyileşmesine de çok büyük katkı sağladığını söylüyor ve ekliyor: “Ben her zaman bu yaralanmalardan sonra daha güçlü bir şekilde dönebildim ve bu anlamda da bana çok büyük bir tecrübe oldu.”

Bugüne kadar geçirdiği 5 ameliyatta da hep bu bakış açısını korumuş ve sonuç hep iyi olmuş.

“The Colak” Hareketi

Aldığı madalyalarla gösterdiği başarılarla ek olarak İbrahim Çolak’ın ismi 2017’de Avustralya’nın Melbourne şehrinde yapılan Dünya Jimnastik Kupası’nda yaptığı bir hareketle “The Colak” olarak literatüre geçmiş. Gelin bu hareketi ve neler hissettiğini kendi sözleriyle öğrelim: “Halkalara asılı pozisyonda durup kuvvetle kendimi orta seviyeye çıkarıp ayaklarımı en son yüzüme kapatıyorum.

Bu son pozisyonda en az 2 saniye durmak gerekiyor. Bana bu konuda rol model olan çok önemli isimler var. Rahmetli Murat Canbaş’ın atlama masasında, şu anki Jimnastik Federasyon Başkanımız Sayın Suat Çele’nin paralel bar aletinde, takım arkadaşım Ferhat Arıcan’ın paralel bar ve atlama masasında yaptığı hareketler benim için hep güzel örneklerdi. Ben de bu örneklerden yola çıktım ve antrenörüm Yılmaz hocama halka aletinde madalya hedefimiz dışında farklı bir hedef koymayı önerdim. 3-4 ay çalıştıktan sonra bir hareket oluşturduk. Jimnastikte



buna benzer hareketler var ama harekete başlama ve bitiş noktası çok değişebiliyor. Ayrıca o harekete asılı pozisyonlardan gelme bir ilkti. Amacımız bu hareketi

1 Kollar ve vücut serbest bırakılır.

İbrahim Çolak, halkayı tutarken ilk etapta aşağı doğru serbest salınım yaptı.



2 Vücut yukarıya doğru çekilir.

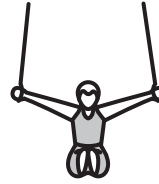
Daha sonra kollarını yana doğru açarken, vücudunu ise yukarı ve öne itmeye başladı.



“The Colak” hareketinin detayları

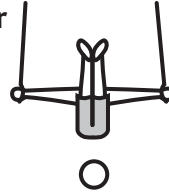
3 Bacaklar tam karşıya uzatılır.

Kollarını yana doğru iyice açtı, bacaklarını ise yere paralel olarak öne doğru uzattı.



4 Bacaklar kaldırılır ‘V’ şekli alınır.

Bacaklarını vücuduna kaldırdıktan sonra, dengesini koruyup bu şekilde sabit kaldı.



2017’de Avustralya’da yapılan dünya kupası yarışmasında deneyip onaylatmaktı. Videolar çekildi, kayıt altına alındı. Bir iki ay sonra Federasyon Başkanımız mutlu haberi verdi. Hareket

“The Colak” ismiyle literatüre geçmişti.

Artık kural kitapçığında bir kutucuk “The Colak” hareketine ayrılmıştı. Manevi değeri benim için çok büyük, adım jimnastik tarihine geçmiş oldu. Ardından “The Colak 2” isimli bir hareket daha çalışmaya başladık. Daha sonra yarışmalarda madalya hedefi öne çıktığı için bu hedef biraz daha ikinci planda kaldı. Belki spor kariyerimi bitirirken bu hedefi gerçekleştirebilirim.”

Madalyanın ikinci planda kaldığı, adını literatüre yazdırdığı o yarışmada İbrahim Çolak bronz madalya da kazanmış.

Gençlere Öneriler

İbrahim Çolak'ın gençlere en önemli tavsiyesi belirli dönemlerde değil, hayatlarının her aşamasında spor yapmaları. Profesyonel sporcu olmak isteyen küçük kardeşlerine ise temel spor olarak jimnastiği tavsiye eden sporcumuz, 3-4 yıl jimnastik yapmış çocuğun başka bir spor branşına geçtiğinde jimnastiğin, performanslarına gözle görülür bir katkısı olacağını altını çiziyor. Spor ya da yaptıkları işle ilgili kendilerine hep büyük hedefler koymalarının önemine dikkat çekiyor ve ekliyor: “İmkânsız gibi görünen hedeflerden korkmayın, başaracağınıza önce kendiniz inanın, vazgeçmeyin, sabredip çok çalışın, sonunda hedefinize ulaşırsınız.”



Söleşimizin sonunda İbrahim Çolak, kendisine en başından beri destek olan ailesine, “ikinci evim” dediği Şavkar Spor Kulübüne minnettarlığını dile getiriyor. Ayrıca Gençlik ve Spor Bakanlığına da jimnastiğe verdiği değer için, Türkiye Jimnastik Federasyonuna ve Federasyonu Başkanı Sayın Suat Çelen’e de destekleri için çok teşekkür ediyor.

Biz de dergi ekibi olarak kendisine, bu yoğun antrenman temposunda bize vakit ayırdığı için çok teşekkür ediyor, tüm gençlere ilham kaynağı olacak, bizleri gururlandıracak başarılarının devamını diliyoruz. ■



Büyük Dil Modellerinde

“Birden Beliren Beceriler” Tartışması

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

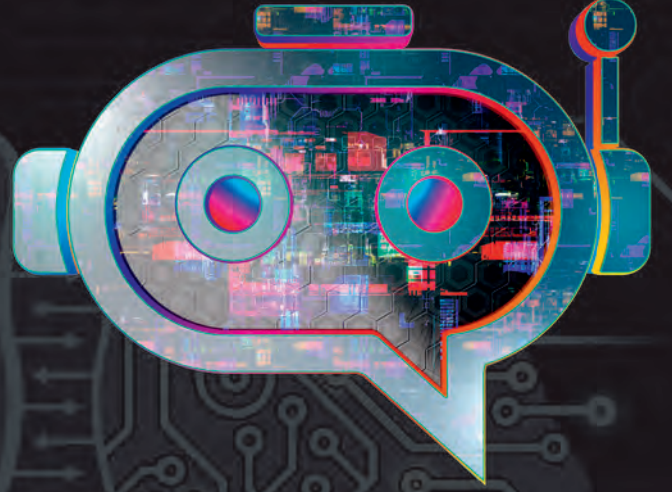
İstenen bir konuda tutarlı ve bütünlük arz eden metinler üretme, sorulan sorulara cevap verme, bir metni özetleme gibi görevleri şaşırtıcı bir beceriyle yerine getirebilen, üstelik bunları günlük konuşma dilinde verilen komutlar ya da sorulan sorularla yapabilen sohbet robotları hızla hayatımıza girdi. Zamanla kanıksanmış olsa da birçok kullanıcı için sohbet robotlarıyla ilk deneyim bilim kurgu unsurlarını andıracak kadar şaşırtıcıydı. Ancak sohbet robotlarının son yıllardaki hızlı gelişimi sadece genel kullanıcılar için değil bilim insanları için de şaşırtıcı özellikler gösteriyordu.



Sohbet robotlarının temelini oluşturan “Büyük Dil Modelleri”nin (LLM) karmaşıklıkları artarken kimi becerilerin bir anda ortaya çıktığına ilişkin gözlemler, “birden beliren beceriler” (emergent abilities) kavramının doğmasına neden oldu. Yapay zekâ camiasında hayli popüler hale gelen bu kavram, büyük dil modellerinin gelişiminin öngörülemez bir yanı olduğu anlamına da geldiği için bunu kaygı verici bulan bir kesim bile oluştu. Stanford Üniversitesinden bir grup bilim insanının yeni bir araştırması ise çeşitli araştırmalarda büyük dil modellerine atfedilen birden beliren becerilerin en azından bir kısmının farklı kriterlerle değerlendirilmeleri durumunda aslında aşamalı olarak ve öngörülebilir şekilde geliştiğini gösteren sonuçlar ortaya koyarak konuya ilişkin önemli bir tartışma başlattı.

Yaklaşık yirmi yıldır yapılan yapay zekâ araştırmaları yapay sinir ağlarının, örneğin, bir resmin belirli bir nesneyi içerip içermediğini anlama, bir haber metnini özetleme ya da Türkçeden İngilizceye çeviri yapma gibi belirli görevleri yerine getirmek üzere eğitilmesine odaklanmıştı. Son yıllarda ise dil modelleri çevresinde yeni bir paradigma ortaya çıktı. Dil modelleri, bir cümlede önceki kelimelerin verilmesi durumunda bir sonraki kelimeyi tahmin etmeye yarayan yapay sinir ağlarıdır. Bugün ulaştıkları karmaşıklık düzeyinde artık büyük dil modelleri adını alan bu modeller, daha teknik bir anlatımla devasa veri tabanlarında bulunan kelimeler arasındaki istatistiksel ilişkileri haritalayarak bir komut cümlesinin devamında gelmesi en olası kelimeyi tahmin eden matematiksel modeller olarak tanımlanabilir.

Bu hedefe yönelik olarak çok büyük miktarlarda metinler kullanılarak eğitildiklerinde, büyük dil modellerine “sonraki kelimenin tahmini” biçiminde çerçevelendirilecek herhangi görevi yerine getirmeleri için komutlar verilebiliyor. Örneğin, Türkçe bir kelimeyi Almancaya çevirme görevi “sonraki kelimenin tahmini” çerçevesine şu şekilde dönüştürülebilir: “yapay zekânın Almancası...”. Siz “Yapay zekânın



da-kuk / iStock

Almancası...” yazdığınızda dil modeli bunu “Yapay zekânın Almancası nedir?” diye algılar ve cevap verir. Modelin, eğitim verilerindeki metinlerde Türkçe kelimelerle Almanca kelimeler arasındaki ilişkileri analiz etmesi ve bu ilişkilere dayanarak bir sonraki kelimeyi tahmin etmesi beklenir. Bu yeni paradigma tek bir görev için eğitilen göreve özgü modellerden pek çok görevi yerine getirebilen genelleyici modellere geçişi temsil ediyor. Genelleyici modellerin eğitim veri setinde özel olarak yer verilmeyen yeni görevleri bile yerine getirebildiği oluyor. Mesela az önceki örneğe dönersek, her ne kadar dil modeli yapay zekânın Almancasını söylemek üzere eğitilmese de büyük metin kümeleri üzerinde eğitilen dil modelleri bu soruyu doğru olarak yanıtlatabiliyor. Keza dil modellerinin bu iş için özel olarak eğitilmemiş olsalar bile iki basamaklı sayılarla çarpma işlemi yapabildiği GPT-3’te gösterilmişti. İşte birden beliren beceriler kavramı asıl büyük dil modellerinin bu tür başarılar göstermeye başlamasıyla birlikte ortaya çıktı.

Birden Beliren Beceriler İlgi Odağı

Dil modellerinin geçmişi 20-30 yıl öncesine uzanıyor. Yaklaşık altı yıl önce en güçlü dil modelleri devirli sinir ağı adı verilen bir yapıya dayanıyordu. Bunlar temelde, verilen bir sözcük dizisindeki bir sonraki kelimeyi tahmin ediyordu. Bir modeli devirli yapan

kendi çıktılarından öğrenebilmesi. Devirli bir modelin yaptığı tahminler, gelecekteki performansı iyileştirmek amacıyla sinir ağının eğitiminde kullanılıyor.

2017 yılında Google Brain'den araştırmacılar, dil modellerine transformer adı verilen yeni bir yapı kazandırdı. Devirli bir sinir ağı, bir cümleyi kelime kelime analiz ederken transformerler tüm kelimeleri aynı anda işlemliyor. Bu da transformerlerin büyük miktarlardaki metinleri paralel olarak işlemleyebilmesi anlamına geliyor. Transformerler başka faktörlerin yanı sıra modellerdeki parametre sayısı artırılarak dil modellerinin karmaşıklığının hızla artmasına olanak tanıyor.

Parametreler kelimeler arasındaki bağlantılar olarak düşünülebilir ve modeller eğitimleri sırasında metinlerin üzerinden geçerken bu bağlantılarda ayarlamalar yaparak kendilerini geliştirir. Başka faktörlere de bağlı olmakla birlikte genel olarak bir modelde ne kadar çok parametre varsa bağlantıları o kadar isabetli şekilde kurabiliyor ve insan dilini kabul edilebilir şekilde taklit etmeye o kadar yaklaşabiliyor. Ancak parametre sayısının artmasının bazı durumlarda performansı düşürebildiğini de belirtmek gerekir.

2020 yılında OpenAI araştırmacılarının yaptığı bir analiz, modellerin doğruluk ve beceriler açısından bir kaç yıl içinde ciddi bir gelişme kat ettiğini gösteriyordu. Ancak büyük dil modelleri, kullanıcılar tarafından kullanılmaya ve performansları araştırmacılar tarafından incelenmeye başladığında gerçekten beklenmedik şeyler de oldu. 175 milyar parametreye sahip GPT-3 ve parametre sayısı 540 milyara ulaşan PaLM gibi modellerin ortaya çıkmasıyla kullanıcılar giderek daha fazla birden beliren davranış bildirmeye başladı. Bu birden beliren davranışların pek çoğu büyük dil modellerinin ya önceden hiç karşılaşmadığı ya da nadiren



karşılaştığı problemleri çözmesi şeklindeydi. Büyük dil modellerinin, ilgili probleme özel bir eğitim veri seti olmaksızın bu tür problemleri çözebilmesi bir kısım araştırmacıya birden beliren davranışları daha yakından inceleme yönünde bir motivasyon verdi. Bunun ilk aşaması ise bu tür davranışların belirlenmesinden geçiyordu.

2020 yılında Google Research'te bilgisayar bilimci Ethan Dyer ve başka araştırmacılar büyük dil modellerinin dönüştürücü etkiler göstereceği öngörüsünde bulundu, ancak bu etkilerin ne olacağı ucu açık bir soru olarak duruyordu. Bu yüzden araştırma camiasına, büyük dil modellerinin yapabileceklerinin sınırlarını belirlemek için sınama amacıyla kullanılacak zor ve farklı görev örnekleri bulmaları için bir çağrı yaptılar. "Beyond the Imitation Game Benchmark", kısa adıyla BIG-bench adlı bu projede araştırmacılar özellikle büyük dil modellerinin bir anda, daha önce olmayan yeni beceriler kazandığı örneklerle ilgileniyordu. Proje kapsamında 450 araştırmacı büyük dil modellerinin kabiliyetlerini sınamak amacıyla tasarlanmış 204 görevden oluşan bir liste oluşturdu.

Tahmin edildiği gibi bazı görevlerde karmaşıklık arttıkça modelin performansı düzgün ve öngörülebilir şekilde gelişti. Bazı başka görevlerde parametre sayısının artması hiçbir gelişme sağlamadı. Ancak görevlerin yaklaşık %5'inde, modelin büyüklüğü (dolayısıyla karmaşıklığı) belirli bir eşiğin üzerine çıktığında model performansında hızlı ve çarpıcı sıçramalar görüldü. Bu eşik, göreve ve modele bağlı olarak çeşitlilik gösteriyordu. Bu tür davranışları bazı araştırmacılar fizikteki faz geçişlerine benzetirken, karmaşık sistemlerdeki genel birden beliren özellik kavramıyla ilişkilendirenler de oldu. Birden beliren özellikler fizik, biyoloji, ekonomi ve bilgisayar bilimi gibi çok çeşitli disiplinlerde karmaşık sistemlerde gözlemlenmiş ve uzun yıllar araştırmalara konu olmuş bir olgu. Nobel Fizik Ödülü sahibi Philip Anderson'ın 1972 tarihli "Fazla, Farklıdır" (More is Different) başlıklı tartışma yazısı bunun dikkat çekici bir örneği. Anderson bu yazıda bir sistemin karmaşıklığı arttıkça, sistemin mikroskobik ayrıntılarına ilişkin isabetli bir nicel anlayışa dayanılarak bile önceden kolayca ya da hiç öngörülemeyen yeni özelliklerin kendini gösterebildiğini savunur.

BIG-bench araştırmacıları 2022 Ağustos ayında yayımladıkları bir makalede birden beliren davranışların sadece şaşırtıcı ve öngörülemez olmadığını, aynı zamanda yapay zekânın güvenliği, potansiyeli ve riskleri etrafında dönen tartışmalar için de yönlendirici olması gerektiğini vurguluyordu. Örneğin, bir model giderek büyümesi durumunda tamamen öngörülemez ve kötü niyetli bir aktör olarak ortaya çıkabilir miydi? Aslında bu kaygı teknoloji endüstrisinde çok sayıda kişi tarafından paylaşılıyordu. Hatta bundan yaklaşık bir yıl önce teknoloji alanında lider 1000'den fazla profesyonelin imzaladığı bir açık mektupta birden beliren becerilere sahip giderek daha çok büyüyen, öngörülemez "kara-kutu" modeller geliştirmeye yönelik tehlikeli yarıştan geri adım atmak adına devasa yapay zekâ deneylerinin en az altı aylığına durdurulması isteniyordu.

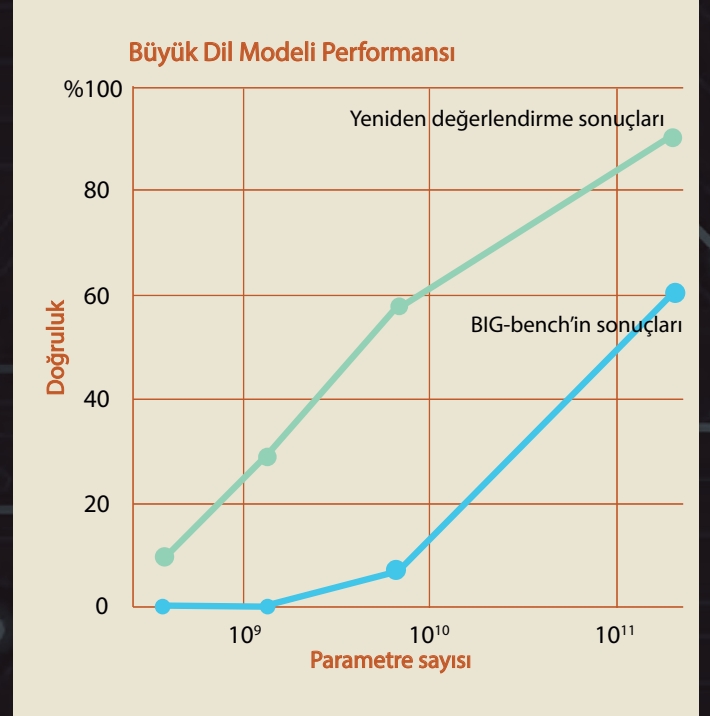


Birden Beliren Davranışlar Yanılsama mı?

Birden beliren becerilere ilişkin ilgi ve araştırmalar süregitmekte iken Stanford Üniversitesinden bir grup araştırmacı büyük dil modellerinin birden beliren beceriler sergilediği yönündeki iddiaları mercek altına aldıkları bir çalışma yaptı. Sonuçlarını geçtiğimiz Aralık ayında New Orleans'ta düzenlenen Sinirsel Bilgi İşleme Sistemleri Yıllık Konferansı'nda (The NeurIPS 2023) sunan araştırmacılar birden beliren biçiminde nitelenen becerilerin bir anda ortaya çıkmış görünmesinin araştırmacıların büyük dil modellerinin performansını ölçme şeklinin bir sonucu olduğunu öne sürdü. Bu becerilerin aslında ne öngörülemez olduğunu ne de ani olarak ortaya çıktığını savunan araştırmacılar konferans makalesinin başyazarı Sanmi Koyejo, modeller karmaşıklaştıkça bu becerilere geçişin insanların sandığından çok daha öngörülebilir olduğunu belirtiyor. Koyejo, birden beliren becerilere ilişkin güçlü iddiaların modellerin gerçekte ne yaptığına ek olarak bunları ölçme yollarına ilişkin seçimlerle de ilgili olduğunu belirtiyor.

Araştırmacılar Rylan Schaeffer konferanstaki sunumunda, büyük dil modellerinin performansını değerlendirmede kullanılan ölçütlerin çok katı olduğunu ve kısmi puanlamaya imkân vermediğini belirtti. Araştırmacılar, BIG-Bench'in içerdiği test görevlerini incelediklerinde, belirlenen birden beliren becerilerin %90'dan fazlasının iki ölçüt altında incelendiğini tespit etti. Biri çoktan seçmeli notlandırma, diğeri birebir eşleşmeye dayalı bu iki ölçütün ise önemli kısıtları bulunuyor. Schaeffer bunu, "Tam doğru cevabı ya vermişsiniz ya da vermemişsiniz, ikisinin arası yok" şeklinde tarif ediyor. Bu ikili ölçüm yaklaşımıyla değerlendirme yapılması, bir problemin çözümünde, örneğin, beş basamaklı sayıları toplamada eğer bir model, büyüklüğü arttıkça aşamalı bir ilerleme kaydediyorsa bunun araştırmacılar tarafından fark edilemeyeceği anlamına geliyor. Bunun yerine belirli bir büyüklükte modelin ilerleyişi bir anda tavan yapmış görünüyor ve araştırmacılar bunun nasıl ortaya çıktığını merak etmeye başlıyor. Schaeffer, birden beliren becerilerin pek çok durumda dil modellerindeki temel değişimlerden kaynaklanmayıp araştırmacıların analizleri sonucunda ortaya çıkan birer yanılsama olabileceğini söylüyor.

Üç basamaklı sayıları toplama işlemi, söz konusu yanılsamanın bir örneği olarak verilebilir. BIG-bench çalışmasında araştırmacılar daha az sayıda parametreye sahip olduklarında hem GPT-3'ün hem de LAMDA adlı büyük dil modelinin toplama işlemlerini doğru yapmayı başaramadığını bildiriyordu. Ancak GPT-3, 13 milyar parametre kullanılarak eğitilmesi durumunda bu işlemleri bir anda yapabilmeye başlıyordu. Yine LAMDA, 68 milyar parametrede bunu başarıyordu. Bu bulgular toplama becerisinin belirli bir eşik değerinden sonra ortaya çıktığını düşündürüyordu. Ancak değerlendirme yöntemi sonuca "doğru ya da yanlış" etiketi verme biçimindeydi. Dolayısıyla bir büyük dil modeli



"BIG-bench" projesinde büyük dil modellerinin belirli bir büyüklüğe ulaştıklarında, daha küçük modellerin başaramadığı kimi görevleri bir anda ve öngörülemeden bir şekilde yapmaya başladıkları öne sürülüyordu. Ancak bu görevlerdeki performans farklı ölçütlerle değerlendirildiğinde bu ani gelişim görünümü yok oluyor. Yukarıdaki grafik bu durumu temsili olarak örnekliyor. Koyejo ve ekibinin büyük dil modellerindeki birden beliren becerilerin aslında hem aşamalı olarak geliştiğini hem de öngörülebilir olduğunu öne sürdükleri makale, The NeurIPS 2023 Konferansı'nda üstün başarılı makale ödülü aldı.

basamaklardan çoğunu doğru olarak tahmin etse bile yanlış yapmış ya da başarısız sayılıyordu. Bu yaklaşım Koyejo ve ekibine pek de akla yatkın gelmedi. Çünkü örneğin, 100 ile 278'i toplamaya çalışıyorsanız "376", söz gelimi "-9" ya da "65"ten çok daha isabetli bir sonuçtur.

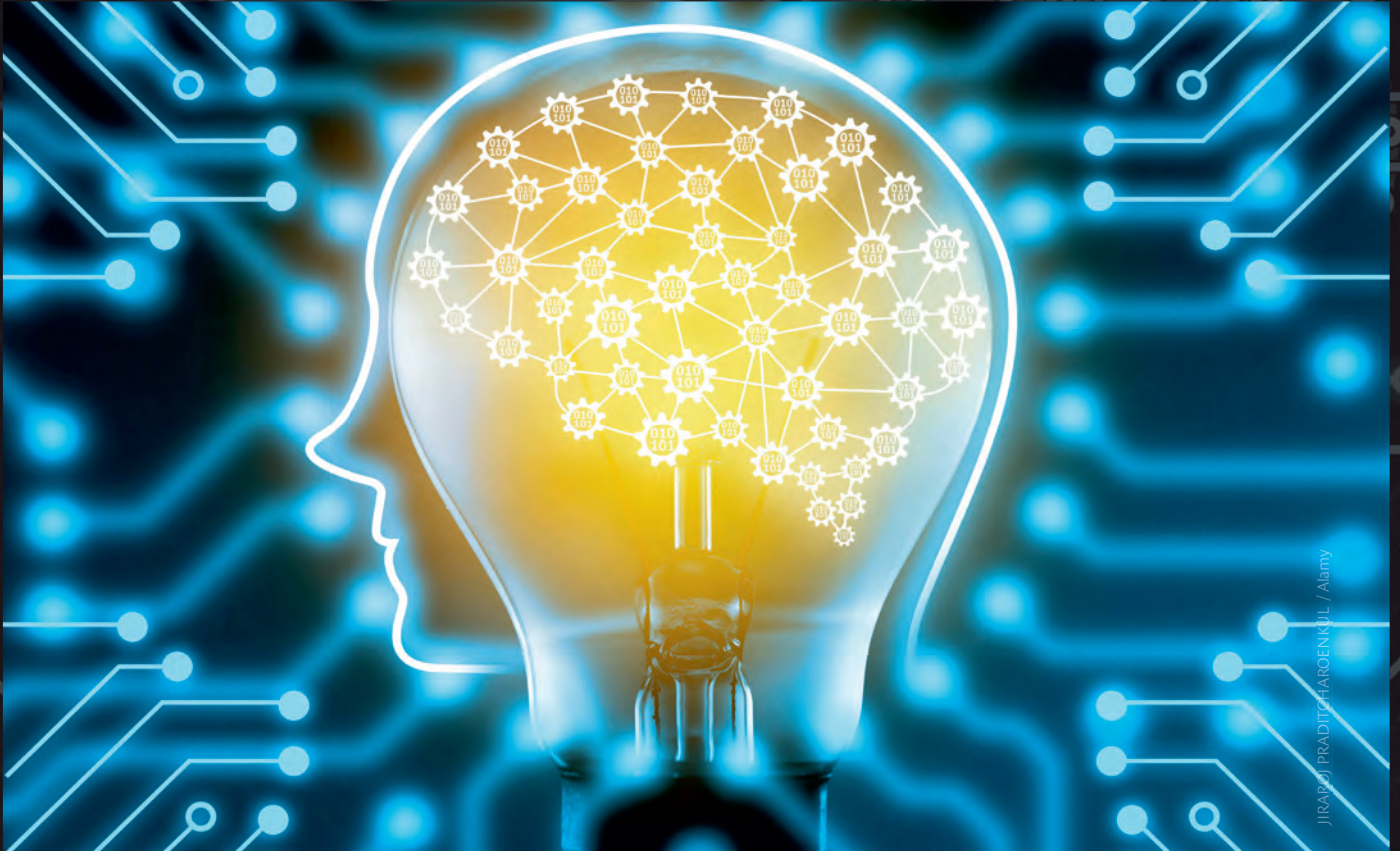
Sonuçta Koyejo ve ekibi, aynı görevi kısmi notlandırma yapılabilen bir ölçütle tekrar test etti. Bu yaklaşımla modelin, ilk basamağı, sonraki basamağı ve bir sonraki basamağı ne kadar iyi tahmin edebildiğini sorgulayabiliyorlardı. Koyejo yaptıkları araştırmanın dayandığı fikrin lisansüstü öğrencisi Rylan Schaeffer'den geldiğini, Schaeffer'in büyük dil modellerinin performansının, becerilerinin nasıl ölçüldüğüne göre değiştiğine ilişkin gözleminden yola çıktıklarını söylüyor. Bunun üzerine başka bir

lisansüstü öğrencisi olan Brando Miranda ile birlikte yeni ölçütler belirlediler. Bu ölçütler parametre sayısı arttıkça büyük dil modellerinin toplama problemlerine, basamakları giderek daha iyi tahmin ederek yanıt verdiğini gösterdi. Bu da toplama işlemi yapma becerisinin birden beliren özellikte değil aşamalı ve öngörülebilir olduğunu düşündürüyor. Farklı bir ölçüt kullanılınca birden belirme görünümü yok oluyor. Koyejo ve ekibi yaptıkları çalışmada bir adım daha öteye giderek, verili bir görüntü kümesine dayalı olarak yeniden görüntü oluşturan basit bir yapay sinir ağının doğruluğunu değerlendirmek için kullanılan ölçütleri değiştirerek bir becerinin “birden belirmiş” gibi görünmesini sağladı. Schaeffer kullandıkları modelin makine öğrenmesine giriş derslerinde kullanılanlar kadar basit olduğunu söylüyor. Bu derslerde öğrenciler genellikle, modelin ürettiği görüntünün orijinal görüntüyle benzerliğinin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda, modelin büyüdükçe görüntüleri kopyalamakta giderek ustalaştığını gözlemliyor. Ancak bu klasik ölçüm şekli değiştirilerek

belirli bir kalite eşiğinin altındaki görüntü çıktılarına sıfır, üstündekilere bir puan verilmesi durumunda sanki model görevi hatasız şekilde gerçekleştirmeyi bir anda öğrenmiş gibi bir manzara oluşuyor. Schaeffer görüntüyle ilgili görevlerde birden beliren becerilerin bildirildiği bilinen hiçbir çalışma olmadığı için bunu kasıtlı olarak oluşturmanın oldukça yeni bir yaklaşım olduğunu belirtiyor.

Birden Beliren Beceriler Tartışılıyor...

Koyejo ve ekibinin araştırması, alandaki profesyoneller arasında hararetli bir tartışma başlattı. Bazı bilim insanları araştırmanın büyük dil modelleri bağlamındaki birden belirme kavramını tamamen yok etmediğini düşünüyor. Örneğin, Northeastern Üniversitesinden Tianshi Li’ye göre makalede, büyük dil modellerinde hangi ölçütlerin ne zaman ani gelişime işaret edeceğinin nasıl öngörüleceği açıklanmıyor.



Li, bu anlamda bu becerilerin yine de öngörülemez olduğunu düşünüyor. BIG-bench'in 2022'deki makalesinin yazarlarından Jason Wei ise birden belirmeye ilişkin önceki raporları makul bulduğunu çünkü aritmetik gibi becerilerde zaten asıl meselenin doğru cevabı bulmak olduğunu belirtiyor.

Koyejo ve ekibinin araştırmasını, özellikle de iddiasının teknik açıdan basitliğinden dolayı etkileyici ve şaşırtıcı bulan ve bilimsel çalışmalarda bu tür yaklaşım hatalarına karşı uyanık olma konusunda bir hatırlatıcı olarak niteleyen araştırmacılar da oldu. Bir derin öğrenme firmasında yönetici olan Ofer Shai, çalışmanın doğru ölçütler kullanmanın önemini vurguladığını belirtiyor.

Öte yandan Koyejo ve ekibi, makalelerinde yazılan hiçbir şeyin büyük dil modellerinin birden beliren beceriler gösteremeyeceği biçiminde yorumlanmaması gerektiğini, sadece daha önceki birden beliren beceri iddialarının büyük ihtimalle araştırmacıların analiz yöntemlerinden kaynaklanan yanılsamalar olduğu mesajını vermek istediklerini vurguluyor. Yapay zekâ modellerindeki becerilerin daha yetkin ve potansiyel olarak tehlikeli olması için birden beliren nitelikte sayılması gerektiğini düşünen Schaeffer, bu yüzden de yapay zekânın nasıl geliştiğini izleyebilmek adına hassas değerlendirme araçları geliştirilmesinin zaruri olduğunu söylüyor. Birçok meslektaşı gibi Schaeffer da yapay zekâ araştırmalarının ne kadar büyük bir hızla ilerlediği konusunda endişeli çünkü bu durum zaman zaman bilimsel yöntemin temel dayanağı olan kontrol mekanizmalarının hiçe sayılmasına neden olabiliyor.

Schaeffer'e göre, büyük yapay zekâ modelleriyle ilgili sorun, bu modellere erişimin mümkün olmaması. Bu modeller özel şirketlerin kontrolünde olduğu için bunlara girdi bile veremediklerini, bağımsız araştırmacıların çoğu zaman veri setleri hazırlayıp bunları modelde koşturmaları için şirketlere göndermek zorunda kaldıklarını anlatıyor. Şirketler

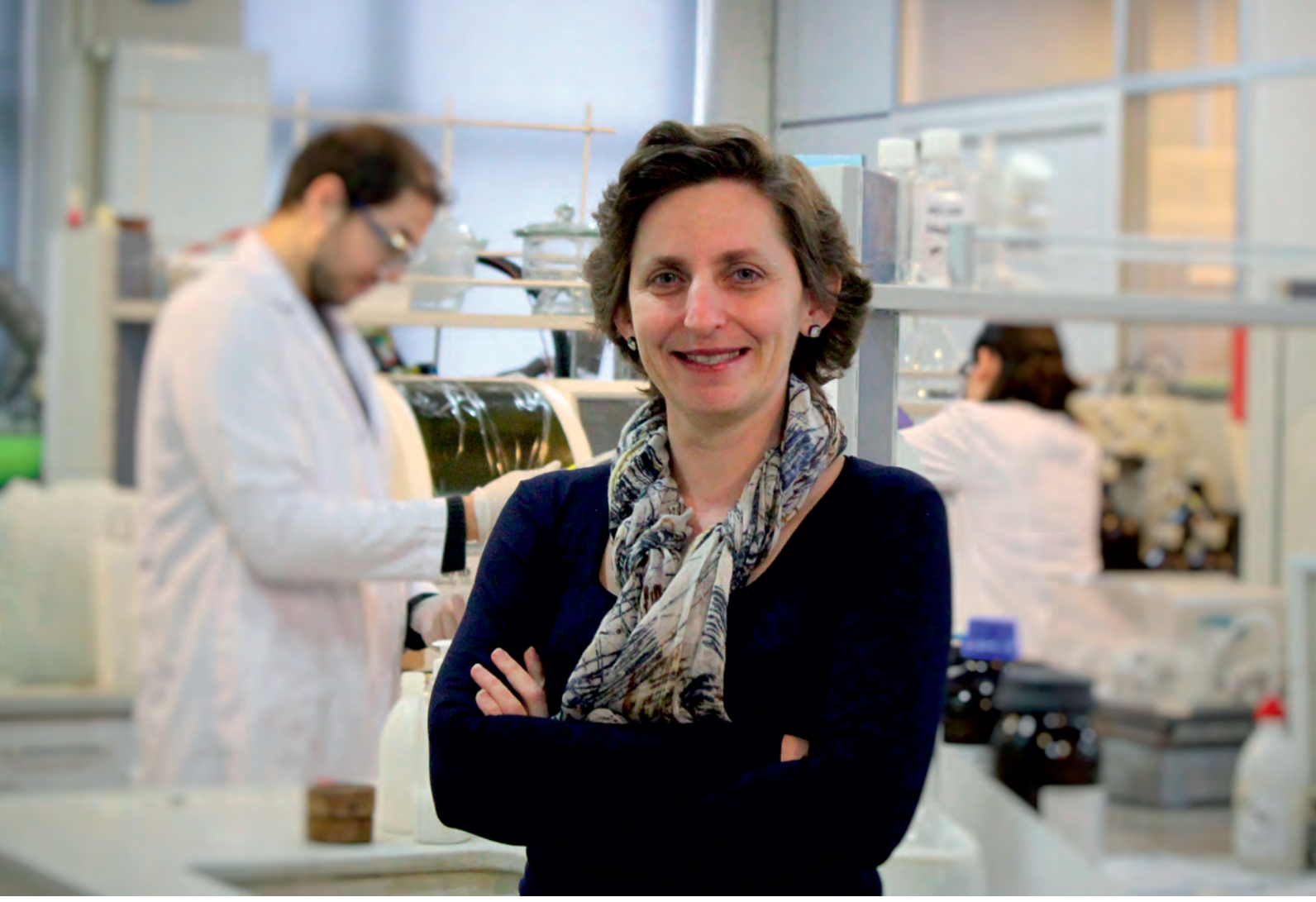
de daha sonra modelin çıktılarını araştırmacılara gönderiyor. Öte yandan Schaeffer bu şirketlerin ticari kaygılar yüzünden yapay zekânın kabiliyetlerini abartma, buna karşılık olası zararlı yan etkilerini küçümseme eğiliminde olduklarını; bu modellerin özel şirketlere ait olmasının ve bunlara ilişkin bilgilerin de onların kontrolleri altında bulunmasının bu alandaki bilimsel çalışmaları zorlaştırdığını da ekliyor.

Bugünkü büyük dil modellerindeki birden belirme iddiaları farklı ölçme araçlarıyla açıklanabilse bile bunun, yarının çok daha büyük ve karmaşık büyük dil modelleri için muhtemelen geçerli olmayacağını düşünenler de var. Rice Üniversitesinden bilgisayar bilimci Xia Ben Hu büyük dil modelleri büyüyerek bir sonraki evreye geçtiklerinde ister istemez başka görevlerden ve başka modellerden bilgi alacaklarını düşünüyor.

Öte yandan birden belirme olgusuna ilişkin tüm bu tartışmalar sadece araştırmacıları ilgilendiren soyut bir sorundan ibaret değil. Yapay zekâ alanında bir girişimci de olan araştırmacı Alex Tamkin bu olgunun, büyük dil modellerinin nasıl davranacağını öngörme çabalarıyla doğrudan ilişkili olduğunu belirtiyor. Tamkin bu tartışmanın tüm yapay zekâ camiasına, modellerin geleceğini öngörmeye yönelik araştırmaların da ne kadar önemli olduğunu hatırlatmasını umuyor ve şu soruyu soruyor: "Sonraki nesil modellere şaşırmamayı nasıl başarabiliriz?" ■

Kaynaklar

<https://hai.stanford.edu/news/examining-emergent-abilities-large-language-models>
<https://hai.stanford.edu/news/ais-ostensible-emergent-abilities-are-mirage>
<https://www.quantamagazine.org/the-unpredictable-abilities-emerging-from-large-ai-models-20230316/>
<https://www.quantamagazine.org/how-quickly-do-large-language-models-learn-unexpected-skills-20240213/>
<https://www.marktechpost.com/2023/05/04/a-new-ai-research-from-stanford-presents-an-alternative-explanation-for-seemingly-sharp-and-unpredictable-emergent-abilities-of-large-language-models/>
<https://www.americanscientist.org/article/is-there-an-ai-metrics-mirage>
<https://www.forbes.com/sites/andreamorris/2023/05/09/ai-emergent-abilities-are-a-mirage-says-ai-researcher/?sh=540dfa3e283f>



Prof. Dr. Rana Sanyal'a

Avrupa Kadın Yenilikçi Ödülü

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Avrupa Yenilik Konseyi tarafından Avrupa Yenilik ve Teknoloji Enstitüsü iş birliği ile organize edilen Avrupa Kadın Yenilikçiler Ödülleri kapsamındaki "Kadın Yenilikçi" ödülünü, biyoteknoloji alanındaki başarılı çalışmaları ile Türkiye'den Prof. Dr. Rana Sanyal kazandı.

Ülkemizde yürüttüğü çalışmalarla bilim ve teknoloji alanlarında uluslararası prestijli ödüller alan bilim insanlarımız hepimiz için gurur ve ilham kaynağı oluyor. Biyoteknoloji alanında başarılı çalışmalar yürüten Prof. Dr. Rana Sanyal'ın bu yılki Kadın Yenilikçi Ödülü'nü almaya hak kazanması da ülkemizde üst düzey bilimsel çalışmalar yapıldığının, üstelik bu bilimsel çalışmaların başarılı şekilde endüstriyel uygulamalara aktarıldığının güzel bir göstergesi niteliğinde.

Avrupa Kadın Yenilikçiler Ödülleri, bilim, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) alanlarına önemli katkılarda bulunan kadın girişimcileri ve yenilikçileri onurlandırmak ve desteklemek amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından oluşturulmuş bir girişim. Ödül, kadınların yenilik ve girişimcilik faaliyetlerine katılımının önemi konusunda farkındalığı artırmayı ve başka kadınlara bu alanlarda kariyer yapmaları için ilham vermeyi amaçlıyor.



Rana Sanyal

İzmir’de dünyaya gelen Sanyal, İzmir Bornova Anadolu Lisesi’nin ardından Boğaziçi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Kimya alanındaki doktora derecesini Boston Üniversitesinden aldıktan sonra Kaliforniya’da bir biyoteknoloji şirketi olan Amgen’de onkoloji ve nöroloji alanlarında araştırmacı olarak çalıştı. 2004 yılından bu yana Boğaziçi Üniversitesi Kimya Bölümünde öğretim üyesi ve aynı zamanda 2013 yılından beri uluslararası bir mükemmeliyet merkezi olan Boğaziçi Üniversitesi Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri Merkezi’nin müdürü olarak görev yapıyor. Sanyal bilimsel yayınlarının yanı sıra 50’yi aşkın uluslararası tescilli patent ve patent başvurusunda buluş sahibi olarak yer alıyor. Rana Sanyal daha önce Cartier Kadın İnisiyatifi 2021 Bilim ve Teknoloji Öncüsü Ödülü’nü kazandı. Ayrıca L’Oréal Türkiye’nin Bilimde Kadın Ödülü’ne, Novartis’in Farmasötik ve Tıbbi Kimya İlaç Tasarımı, Türkiye Bilimler Akademisi’nin Genç Bilim İnsanı ve Garanti BBVA ile KAGİDER’in 2018 Türkiye’nin Gelecek Vaat Eden Kadın Girişimcisi ödüllerine layık görüldü.

Rana Sanyal 2004’te Türkiye’ye dönerek Boğaziçi Üniversitesi’nde öğretim üyesi olarak göreve başladığında yerli ilaç üretme hedefiyle yola çıktı. Kanser ilaçlarına odaklanan Sanyal, mevcut kemoterapi ilaçlarının yan etkilerini azaltmaya yönelik stratejiler geliştirmek istedi. Bu amaçla ilaç moleküllerinin polimer yapılar içinde bir nevi paketlenildiği ve hedefleyici moleküller eklenerek doğrudan tümör hücrelerine hedefli olarak gönderildiği ilaç platformları geliştirdi. Sanyal’ın geliştirdiği ilaç platformları farklı kemoterapi ilaçlarına uygulanabilecek modüler bir özellikte.

Sanyal ilaç geliştirme çalışmalarını nihai ürünlere dönüştürme motivasyonu ile 2015’te bir iş ortağıyla birlikte RS Research adlı Ar-Ge şirketini kurdu. Sanyal’ın geliştirdiği ve şu anda klinik deneme aşamasında olan ilaç platformu, klinik öncesi araştırmaları tamamen ülkemizde gerçekleştirilip Türkiye’de klinik deneme izni alan ilk ilaç olma özelliğini taşıyor. ■

Kaynak

https://eic.ec.europa.eu/eic-prizes/european-prize-women-innovators-powered-eic-eit/eu-prize-women-innovators-2023-2024-winners_en
<https://rsresearch.net/about-us/>

2024 Abel Ödülü

Fransız Matematikçi

Michel Talagrand'ın

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



THE
ABEL
PRIZE

Sıklıkla matematiğin Nobel'i olarak nitelendirilen Abel Ödülü'ne bu yıl olasılık kuramı ve rastlantısallığın sınır noktaları konularındaki çalışmalarından dolayı Michel Talagrand layık görüldü. Talagrand'ın yenilikçi keşifleri çeşitli alanlarda rastlantısal süreçler içeren problemlerle daha kolay başa çıkılabilmesine imkân tanıdı.



Michel Talagrand
Peter Badge / Typos1 / Abel Prize 2024

Talagrand'ın uzmanlık alanı olasılık kuramı ile rastlantısallığın yönettiği olguların matematiksel modelleri olan stokastik yani rastgele değişen süreçler. Talagrand, yağmur, rüzgâr ve sıcaklık gibi pek çok bağımsız faktörün etkilediği bir nehrin su seviyesini bu olgulara tipik bir örnek olarak gösteriyor. Talagrand'ın en büyük başarılarından biri stokastik süreçlerdeki salınımlara birer sınır getirilmesini sağlayan eşitsizlikler şeklinde formüller geliştirmiş olması. Bu formüller, çok sayıda faktörün etkisinin nasıl birbirini yok ederek nihai sonucu daha az değişken hale getirdiğini ifade ediyor.

New Jersey'deki Princeton Üniversitesinden matematikçi Assaf Naor'un ifadesiyle, Talagrand'ın çalışmaları sayesinde karmaşık ve rastlantısal görünen pek çok şeyin o kadar da rastlantısal olmadığı anlaşıldı. Talagrand'ın öngörü teknikleri, örneğin bir dağıtım aracının rotasını optimize etmek gibi problemlere çözüm aranırken çok güçlü araçlar sunuyor. Bu tür bir probleme çözüm bulmak çok yüklü bilgisayar hesaplamaları gerektirecekken bugün bilgisayar bilimciler bunun yerine sınırlı sayıda rastgele aday rotanın uzunluklarını hesaplayıp bunların ortalamasını alıyor; Talagrand eşitsizlikleri de optimal olana yakın sonuçlar elde edilmesini temin ediyor.

Talagrand, çoğu başarısını genel kapsamlı çalışmalarla elde etmiş olmakla birlikte bir de daha özel olarak spin camı adı verilen olgunun matematiksel temelleriyle ilgilendi. Spin camı bir malzemenin atomlarının, sıradan camda tekrar eden bir kristal yapının bulunmamasına benzer şekilde, rastgele yönleri gösteren minik mıknatıslar gibi davranıp belirgin bir düzen göstermediği sıradışı bir manyetik dizilişi ifade

ediyor. Spin camı problemi kuramsal fizikçi Giorgio Parisi tarafından öne sürüldü. Parisi 1979'da spin camının yapısını betimleyen bir formül ortaya koymayı başardı, hatta bu konudaki çalışmaları 2021'de Nobel Fizik Ödülü kazanmasını sağladı. Ancak Parisi'nin adıyla anılan bu formül ancak Talagrand ve İtalyan fizikçi Francesco Guerra'nın çalışmaları sonucunda kanıtlanabildi.

Talagrand'ın kariyerinin gelişimi pek de tipik bir şekilde ilerlememiş. Henüz beş yaşındayken genetik bir yatkınlığa bağlı retina yırtılması sonucu bir gözünü kaybetmiş. Sonraki yıllarda diğer gözüyle ilgili çok sayıda operasyon geçiren Talagrand, on beş yaşındaki operasyonu sonrasında aylarca hastanede yatarak okuldan uzak kalmış ve diğer gözünü de kaybetme korkusu yüzünden büyük bir travma yaşamış. Bu dönemde bir matematik öğretmeni olan babasının her gün hastanede ziyaretine gelerek oğlunun kafasını meşgul etmek için onunla matematik problemleri üzerine konuşmasının da katkısıyla ders çalışmanın kendisine huzur verdiğini keşfetmiş. Çalıştıkça daha başarılı olan ve kendini daha iyi hisseden Talagrand, sonraki yıllarda kendisini matematik ve fizik alanlarında hayli geliştirmiş. Lyon Üniversitesinde matematik eğitimi aldıktan sonra Paris'teki Ulusal Bilimsel Araştırmalar Merkezi'nde (CNSR) araştırmacı olarak çalışmaya başlayan Talagrand birkaç sene içinde doktorasını da tamamlamış ve 2017'de emekli olana kadar CNSR'de çalışmış. Sıra dışı bir kişiliğe sahip olan Talagrand, kendi internet sayfasında "Ödülümle zengin olun" (Become rich with my prizes) başlığı altında, çözenlere para ödülü vaat ettiği matematik soruları soruyor. ■

Kaynaklar

<https://abelprize.no/biography/michel-talagrand-brief-biography>
<https://www.newscientist.com/article/2423192-mathematician-wins-2024-abel-prize-for-making-sense-of-randomness/>
<https://www.scientificamerican.com/article/mathematician-who-tamed-randomness-wins-abel-prize/>
<https://www.quantamagazine.org/michel-talagrand-wins-abel-prize-for-work-wrangling-randomness-20240320/>
<https://michel.talagrand.net>





Depresyonun Sebebi Sandığınız Gibi Olmayabilir

Hayriye Yetiş [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Depresyona neyin sebep olduğuna ilişkin yaygın görüşler arasında beyindeki “kimyasal dengesizlik” ya da “serotonin eksikliği” yer alır. Ancak özellikle son birkaç yıldır yapılan çok sayıdaki klinik çalışma depresyonun kaynağının serotonin eksikliğinin çok ötesinde olduğu sonucuna ulaşıyor.

Nörotransmitterler, vücudun “kimyasal habercileri” olarak bilinir ve sinir sistemi tarafından nöronlar (sinir hücreleri) arasında ya da nöronlardan kaslara sinyal iletmek için kullanılan moleküllerdir. Bu nörotransmitterlerden biri olan serotonin de beyin ve bağırsaklar tarafından üretilerek yemek yemek, uyumak, ruh hâli kontrolü gibi insan davranışlarının birçoğunu önemli derecede etkiler.

Peki, insan psikolojisi üzerinde etkili olan bu sinyal taşıyıcı molekül depresyon tedavisinde etkin bir şekilde kullanılabilir miydi? Serotonin molekülünün depresyon tedavisinde kullanılma süreci bir tüberküloz ilacıyla başladı. 1950’lerde doktorlar, akciğerde yaşayan *Mycobacterium tuberculosis* isimli bakteriyi hedef almak için geliştirilen bir bileşik olan Iproniazid’i reçete ediyordu. Ancak ilaç, akciğer fonksiyonlarında beklenen iyileştirici etkiyi göstermiyor ama ilginç bir şekilde hastaların ruh hâllerinde olumlu bazı değişimler ortaya çıkarıyordu. Sonuçlardan hayli etkilenen araştırmacılar, gerçekleştirdikleri birtakım çalışmalarda bu ilacın, özellikle serotonin gibi nörotransmitterlerin parçalanmasına engel olarak sinir hücreleri arasındaki iletiminde artış sağlayarak depresyon belirtilerini azaltabileceğini keşfetti. Bu durum depresyonun, serotonin eksikliğinden kaynaklanabileceği hipotezinin birçok önde gelen psikolog tarafından benimsenmesini de beraberinde getirdi.

Tüm bu sonuçlar, sinirbilim (nöroloji) alanında yapılan birçok araştırmada ve depresyon tedavisi için ilaç geliştirme süreçlerinde uzun yıllar etkili oldu. Bu da 1980’lerin sonlarında nörotransmitterlerin nöronlar tarafından emilimini yavaşlatarak serotonin aktivite düzeyini yükselttiğine inanılan selektif serotonin geri alım inhibitörü (SSRI) ilaçlarının piyasaya sürülmesini sağladı.

Sinir hücrelerinden salınan serotonin, normalde geri alınıp tekrar kullanılmadan önce, diğer bir sinir hücresi tarafından emilir. SSRI ilaçları ise bu geri alımı engelleyerek sinir hücreleri arasında serotonin seviyesini artırır. Bu durum, serotoninin sinir iletiminde daha uzun süre kalmasını ve sinir hücreleri arasında daha fazla etkileşime girmesini sağlar.

1990’ların ortalarında bazı araştırmacılar, SSRI ilaçlarının çok uzun süredir depresyon tedavisinde kullanılan lityum içerikli ilaçların iyileştirici etkisine önemli bir katkı sağlamadığını fark etti. 2000’li yılların başlarına gelindiğinde ise, klinik çalışmalara bağlı olarak, depresyonun yalnızca serotonin eksikliğinden kaynaklandığına inanan çok az sayıda uzman kalmıştı.

2022 yılının Temmuz ayında *Molecular Psychiatry* dergisinde yayımlanan bir literatür taraması serotonin hipotezini çürütmeye yönelik birçok veri içeriyordu. University College London’dan Joanna Moncrieff liderliğindeki uluslararası bilim insanlarından oluşan bir ekip, 6 araştırma alanından 361 makaleyi taradı ve bunlardan 17’sini dikkatle değerlendirdi. Sonuçta, depresyonda olan kişilerin bu hastalığa sahip olmayan kişilere göre daha az serotonin aktivitesine sahip olduğuna dair kesin bir yargıya varmanın mümkün görünmediği tespit edildi. Ayrıca birtakım gönüllülerin dahil olduğu deneylerde, kişilerin serotonin seviyesinde dış etkenlere bağlı olarak meydana gelen düşüş, sürekli bir şekilde depresyona sebep olmuyordu. Bazı genetik çalışmalar ise serotonin seviyesini etkileyen genlerle depresyon arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını gösteriyordu.

Yapılan bu çalışmadan birkaç ay sonra *Biological Psychiatry* dergisinde yayımlanan bir başka makalede, serotonin hipotezinin somut verilerle doğrulandığı iddia edildi. Moncrieff ise sonuçları sadece 17 gönüllü üzerinden değerlendirilen araştırmayı, istatistiksel olarak yeterli veri sağlamadığı gerekçesiyle reddetti.



Tüm bunlarla birlikte birçok araştırmacı her ne kadar depresyonun birincil sebebinin serotonin eksikliği olmadığı yönünde görüşler ileri sürse de klinik çalışmalarla SSRI ilaçları geliştirilmeye devam ediyor. Bu çalışmaların sonuçları depresyona yol açan biyolojik faktörlerin düşünüldüğü kadar basit olmadığı fikrini ve hastalığın kaynağına dair yeni teorileri ortaya çıkarıyor.

Adında geçen seçici anlamındaki “selektif” ifadesine rağmen bazı SSRI ilaçları, serotonininden farklı nörotransmitterlerin miktarını değiştirebiliyor. Bu duruma dayanarak bazı psikiyatristler, depresyonu tetikleyen ya da belirtilerini hafifleten serotonin dışında farklı moleküllerin olabileceğini öngörüyor. Örneğin, SSRI ilaçları, uyku düzeninde etkili olan ve serotonin üretiminde rol oynayan triptofan amino asidinin vücuttaki miktarını etkiliyor. Depresyonla mücadelede güçlü bir seçenek olarak öne çıkan triptofanın olumlu yöndeki etkileri, birçok çalışma tarafından da destekleniyor. Ayrıca hafıza oluşumunda önemli bir rol oynayan glutamat ve hücrelerin birbirine sinyal göndermesini engelleyen GABA gibi nörotransmitterlerin depresyonda etkili olduğu ve SSRI ilaçlarının bu kimyasal maddelerin miktarını etkilediğine dair varsayımlar da mevcut.

Tüm bunların yanında depresyonun sebebine dair geliştirilen hipotezlerin tamamı, nörotransmitter eksikliği ile bağlantılı değil. Genetik ve çevresel



faktörleri de göz önünde bulunduran araştırmacılar, bu faktörleri ele alan çalışmalarını sürdürmeye ve depresyona etkilerini araştırmaya devam ediyor.

Serotonin hipotezi hâlâ reçetesine SSRI ilaçları yazılan depresyon hastalarına en sık yapılan açıklama olsa da bu ilaçların etkilerini tam olarak anlamak için uzun süreli çalışmalar gerekiyor.

Beyindeki kimyasal dengesizlikler, genetik ve çevresel etkiler, beynin yapısı gibi tüm faktörler değişen derecelerde depresyon üzerinde rol oynayabilir. Tüm bunların neticesinde nasıl ki her kanser türünün oluşumuna bağlı olarak kendine özgü bir tedavi yöntemi varsa depresyon tedavilerinin de bireye özgü geliştirilmesi gerekebilir. ■

Kaynaklar

<https://www.quantamagazine.org/the-cause-of-depression-is-probably-not-what-you-think-20230126/>

<https://www.nature.com/articles/s41380-022-01661-0>

[https://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223\(22\)01704-8/abstract](https://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223(22)01704-8/abstract)

<https://www.physio-pedia.com/Neurotransmitters>

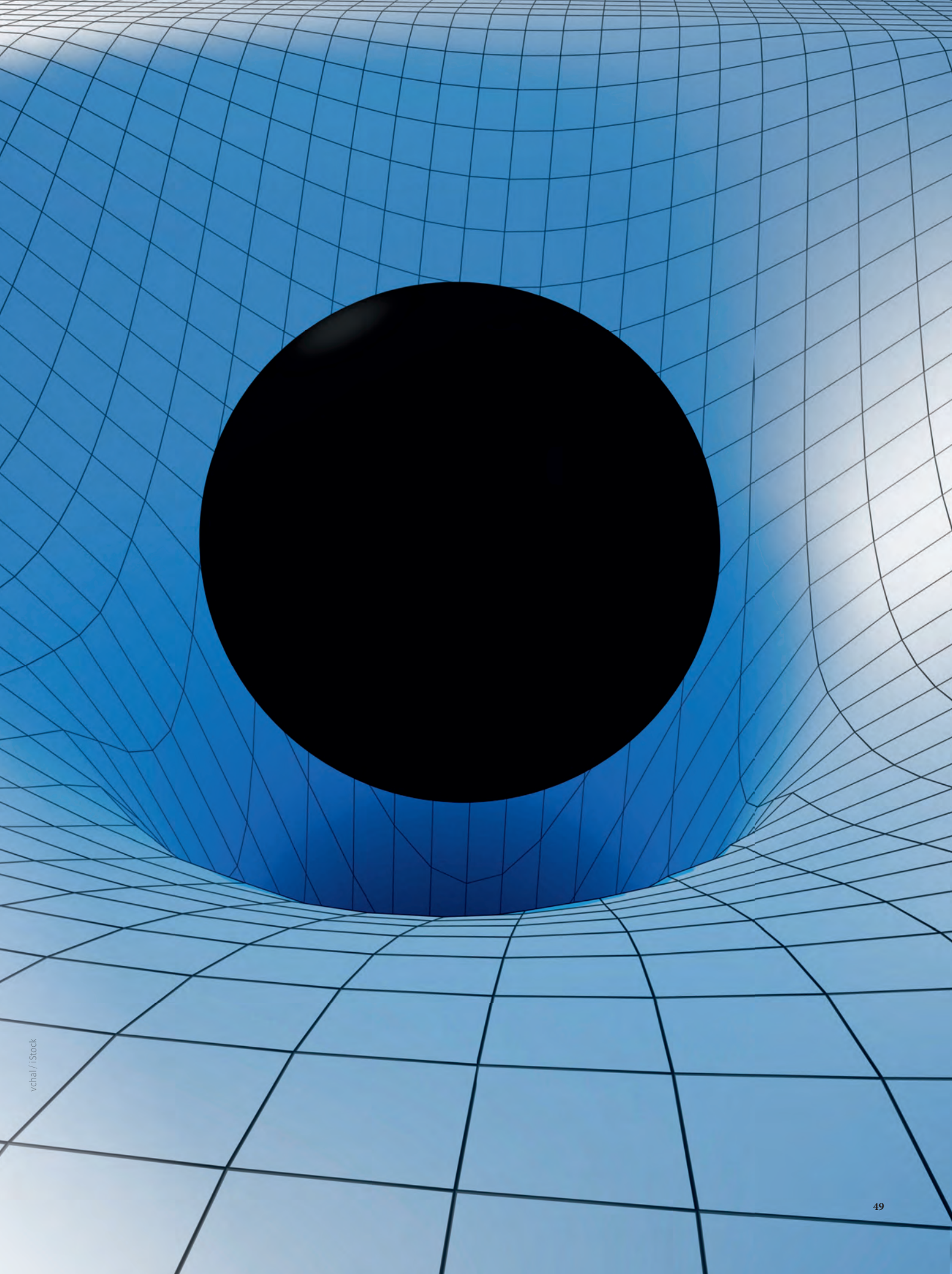
<https://www.mhanational.org/what-serotonin>



Genel Görelilik ile Kuantum Fiziğini Bir Araya Getiren İlk Tutarlı Kuram

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

Kuantum mekaniği ile genel görelilik arasındaki uyumsuzluğu giderme çabalarının çoğu genel göreliliğin yerini alacak bir kuantum kütleçekimi kuramı geliştirmeye odaklanıyor. Ancak kütleçekimi, kuantum fiziğiyle açıklanamayacak bir olgu da olabilir. University College London'dan Jonathan Oppenheim, genel görelilik ile kuantum alan teorilerini bir araya getiren bir kuram geliştirdi. Oppenheim, kuramı tutarlı hale getirmek için klasik kütleçekimi ile kuantum madde arasındaki bağlantının tersinir olmadığını varsaydı. Thomas Galley, Flamina Giacomini ve John Selby tarafından yapılan kuramsal çalışmalar da klasik kütleçekimi ile kuantum maddeyi bir araya getirebilecek herhangi bir tutarlı kuramın hem klasik fiziğin hem de kuantum fiziğinin temel bir özelliği olan tersinirliği içermemesi gerektiğini gösteriyor.

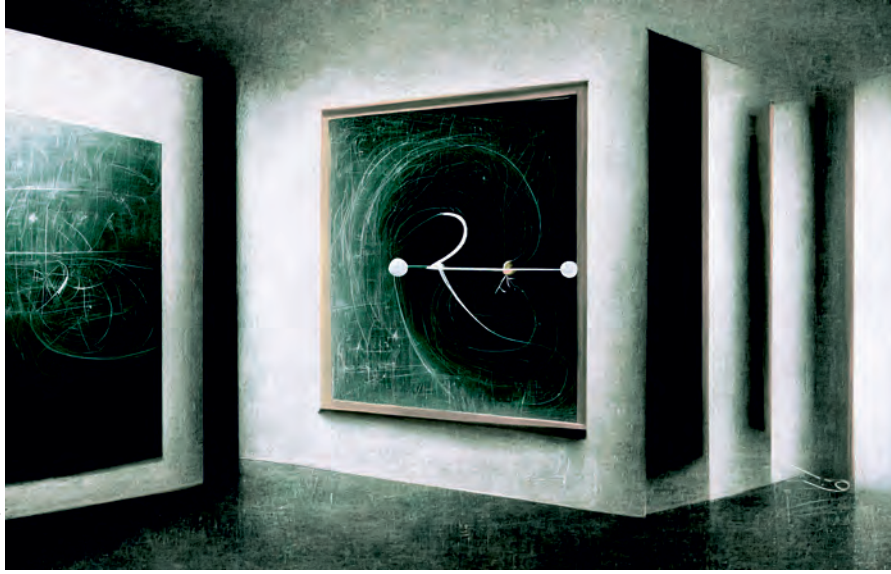


Kuantum Fiziği

1800'lerin sonlarında klasik fiziğin çeşitli olguları açıklamakta başarısız olduğu anlaşılmıştı. Örneğin, atomların yapısı ya da kara cisim ışıması ile ilgili veriler klasik fizikle açıklanamıyordu. Kuantum fiziğinin geliştirilmesi bu sorunlara bir çözüm getirdi.

Kuantum fiziğini klasik fizikten ayıran temel özelliklerden biri süreksizliktir. Örneğin, klasik fiziğe göre, belirli bir frekanslı bir ışık ışınının enerjisi herhangi bir değeri alabilir. Kuantum fiziği ise ışık ışınlarının içinde foton olarak adlandırılan enerji paketleri olduğunu söyler. Belirli bir frekanslı bir ışık ışınının enerjisi ancak içerdiği fotonların enerjisinin tam katı olabilir. Atomlardaki enerji seviyeleri de kuantum fiziğindeki süreksizliğin (kuantizasyonun) bir başka örneğidir.

Kuantum fiziğinin klasik fizikten bir diğer farkı belirsizliklerdir. Klasik fizikte bir sistemin tüm özelliklerinin ufak hata paylarıyla belirlenebilmesi mümkündür. Werner Heisenberg tarafından formüle edilen belirsizlik ilkesi ise bir sistem hakkında edinilebilecek bilgilerin bir sınırı olduğunu ifade eder. Belirli özellik çiftlerinden (örneğin, konum ve momentum) biri hakkında ne kadar iyi bilgi sahibiysek diğeri hakkındaki bilgimiz o kadar azdır.



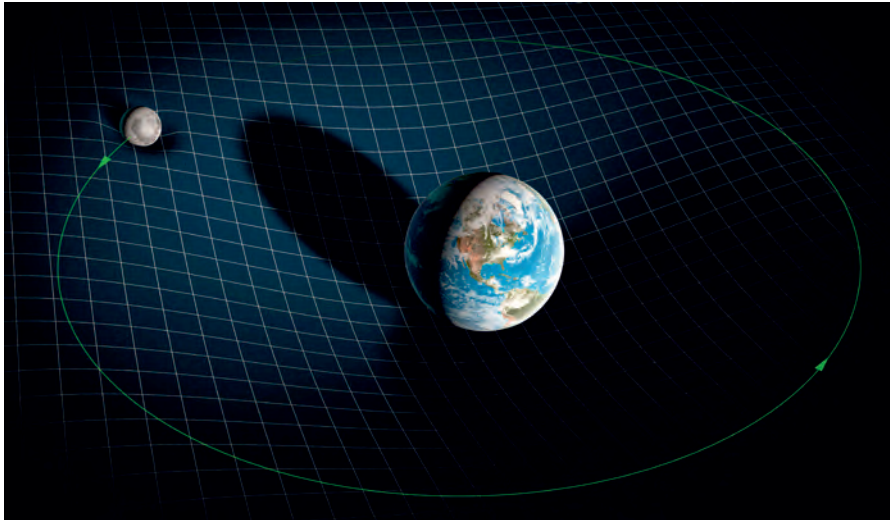
Richard Jones / SPL

Genel Görelilik Kuramı

Genel görelilik kuramı dört temel etkileşimden biri olan kütleçekimini açıklar. Albert Einstein tarafından yüz yıldan uzun bir süre önce geliştirilen bu klasik kuram, kütleçekimini uzayzamanın geometrisiyle ilişkilendirir: Kütle uzayzamanı bükerek, kütlenin uzayzamandaki hareketleri ise uzayın eğriliği tarafından yönlendirilir.

Genel görelilik kuramı uzayzamanın geometrisinin, içerisindeki kütleler tarafından belirlendiğini söyler.

Genel görelilik kuramı, Isaac Newton'un 1600'lerde geliştirdiği, iki madde parçasının birbirlerine kütleleriyle doğru orantılı, aralarındaki mesafenin karesiyle ters orantılı bir çekim kuvveti uyguladığını öne süren kütleçekim kuramının açıklayamadığı pek çok olguyu başarıyla açıklar. Bugüne kadar çok sayıda testten başarıyla geçti ve elimizdeki en iyi kütleçekimi kuramı olmaya devam ediyor.



Mark Garlick / SPL

Kuantum mekaniğinde bir sistemin özellikleri hakkında tahminler yapmak için Schrödinger denkleminden yararlanılır. Schrödinger denkleminin çözümleri, dalga fonksiyonu olarak adlandırılır. Dalga fonksiyonu ise sistem üzerinde yapılacak ölçümlerin muhtemel sonuçlarının hangi olasılıklarla ortaya çıkacağı hakkında bilgi verir.

Kuantum fiziğinin, günlük hayatta aşına olmadığımız en sıra dışı özelliklerinden biri süperpozisyonudur. Bir parçacığın spin açısıl momentumunun (kısaca spininin) ölçüleceğini düşünelim. Muhtemel iki sonuç vardır: Parçacığın spini ya ölçüm yapılan yönde ya da bu yönün zıddındadır. Böyle bir parçacığın dalga fonksiyonu ölçümden önce bu iki durumdan herhangi birinde olabileceği gibi, bu iki durumun bir süperpozisyonunda (lineer kombinasyonunda) da olabilir. Bu durumda ölçüm sonucunun ne olacağı hakkında ancak olasılık hesapları yapılabilir. Örneğin, dalga fonksiyonu kullanılarak

yapılan hesaplar, spininin %60 olasılıkla bir yönde, %40 olasılıkla diğer yönde bulunacağı sonucunu verebilir. Bu durumda yüz özdeş parçacık üzerinde aynı ölçüm yapılırsa kuramsal tahminlerle uyumlu bir biçimde 60'ının spininin bir yönde, 40'ının da diğer yönde olduğu bulunur.

Günümüzde kuantum mekaniği hakkındaki kuramsal tartışmalara en çok konu olan şeylerden biri ölçümlerdir. Kuantum fiziğinin en yaygın kabul gören yorumu olan Kopenhag yorumu, ölçüm sonucunda, dalga fonksiyonunun, bulunan sonuca karşılık gelen kuantum durumuna “çöktüğünü” söyler. Bu durum, ölçümlerin süperpozisyon durumlarını yok ederek sistemin klasikleşmesine neden olduğu anlamına gelir. Ölçüm sonuçları olasılığa dayalı olduğu için ölçümler Schrödinger denklemini kullanarak yapılan hesapları kesintiye uğratır. Bu durum sıklıkla ölçüm paradoksu olarak adlandırılır.

Günümüzde dört temel etkileşimden üçü (elektromanyetik, güçlü ve zayıf etkileşimler) kuantum alan kuramlarıyla açıklanıyor. Bu kuramlarda etkileşimler kuvvet taşıyıcıları olarak adlandırılan temel parçacıklar aracılığıyla gerçekleşiyor. Fotonlar elektromanyetik etkileşime, glüonlar güçlü etkileşime, W ve Z bozonları da zayıf etkileşime aracılık ediyor.

Genel Görelilik ile Kuantum Fiziğinin Uyumsuzluğu

Genel görelilik klasik bir kuramdır ve dolayısıyla kuantum fiziği ile uyumlu değildir. Bu durumu görmek için Einstein alan denklemlerine göz atmak yeterlidir:

$$G^{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T^{\mu\nu}$$

Bu eşitliğin sol tarafından uzayzamanın yapısıyla ilgili bilgilerin kodlandığı Einstein tensoru ($G^{\mu\nu}$) yer alır. Eşitliğin sağ tarafında ise madde ile ilgili bilgilerin kodlandığı stres-enerji tensoru ($T^{\mu\nu}$) vardır. Einstein eşitliğini kullanarak uzayzamanın yapısı hakkında hesaplar yapmak için stres-enerji tensorunun ve dolayısıyla uzaydaki madde ve enerji dağılımının ne olduğunu bilmeniz gerekir. Ancak kuantum fiziği bu bilgileri kesin olarak elde etmenin imkânsız olduğunu söyler. Kuantum fiziğindeki belirsizlikler ile klasik fiziğin kesinliği nasıl bir araya getirilebilir? Kuantum maddenin uzayzaman üzerindeki etkileri nasıl bir kuramla açıklanabilir?



Schrödinger dalga denklemi

Yarıklasik Kütleçekimi

Günümüzde kuantum maddenin klasik kütleçekim alanı üzerindeki etkilerini hesaba katmak için yarıklasik Einstein denklemi kullanılıyor. Yarıklasik denklemin klasik denklemden temel farkı, eşitliğin sağ tarafında klasik stres-enerji tensorunun değil stres-enerji tensorunun “beklenti değerinin” yer almasıdır:

$$G^{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} \langle T^{\mu\nu} \rangle$$

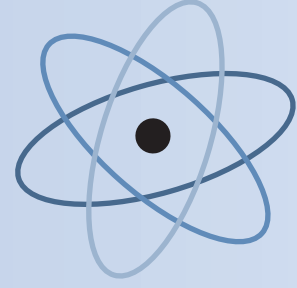
Bu denklemi kullanarak uzayzamanın geometrisini belirlemek için öncelikle kuantum mekaniksel hesaplarla stres-enerji tensorunun beklenti değerinin hesaplanması gerekir.

İlk olarak beklenti değerinin ne anlama geldiğine bir göz atalım. Bir boyutlu bir kutunun içinde momentumunun büyüklüğü p olan bir parçacık olsun. Parçacık, kutunun içinde durmaksızın hareket etmekte, kutunun duvarlarına çarptıkça esnek bir biçimde (enerji kaybetmeksizin) geri yansımaktadır. Parçacık belirli bir anda kutunun içinde ya bir yöne ya da diğer yöne doğru hareket ettiği ve momentumunun büyüklüğü p olduğu için parçacığın momentumu üzerinde yapılacak bir ölçüm %50 olasılıkla

+p, %50 olasılıkla da -p sonucunu verecektir. Bu durumda momentumun beklenti değerini $(50*(+p) + 50*(-p)) / 100 = 0$ olarak hesaplarız. Bu değer, özdeş sistemler üzerinde tekrar tekrar yapılacak ölçümlerin, ölçüm sayısı sonsuza giderken, vereceği sonuçların ortalamasına karşılık gelir. Parçacığın belirli bir andaki momentumun ne olduğu belirsiz olsa da momentumunun beklenti değeri belirli bir sayıdır. Benzer biçimde, her ne kadar kuantum maddenin konumunda ve enerjisinde belirsizlikler olsa da stres-enerji tensorunun beklenti değerinin ne olduğu belirlidir. Dolayısıyla yarıklasik alan denklemi kuantum madde içeren sistemlerde, klasik hesaplarla, uzayzamanın yapısının belirlenmesine imkân verir. Peki, yarıklasik alan denklemi ne ölçüde doğrudur?



Yarıklasik Einstein alan denklemine göre L ve R noktalarının süperpozisyonundaki bir gezegenin bu iki noktanın ortalarında bir yerlere doğru bir çekim alanı oluşturması gerekir. Ancak deneyler bu tahmini doğrulamıyor.



Kütleli bir cismin iki ayrı konumun bir süperpozisyonunda olduğunu düşünelim. Bu konumlardan biri a noktası, diğeri b noktası olsun. Bu durumda parçacığın “beklenen konumu” a ve b noktalarının ortalarında bir yerlerde olacaktır. Dolayısıyla eğer yarıklasik alan denklemi doğruysa, böyle bir parçacığın etrafındaki nesneleri a noktasına ya da b noktasına doğru değil, bu iki noktanın arasında bir yerlere doğru çekmesi ve hatta kendisinin de bu noktaya doğru ivmelenmesi beklenir. Geçmişte bu tahmini test etmek için yapılan deneylerse olumlu sonuç vermedi. Yarıklasik Einstein alan denklemi, belirsizliklerin görece ufak olduğu durumlar için iyi bir yaklaşım sağlasa da kütleçekiminin doğru bir betimlemesini yapmıyor. Yarıklasik kuramla deneyler arasındaki bu uyumsuzluk genel olarak kütleçekiminin klasik bir olgu olmadığına dair bir kanıt olarak görülüyor.

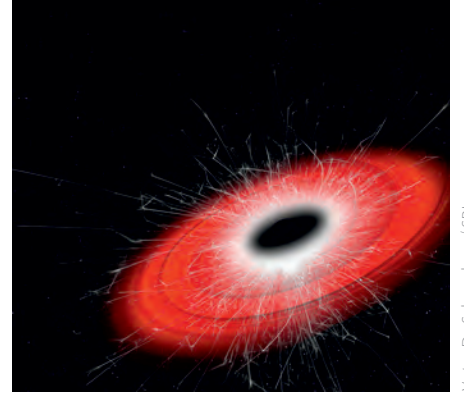
Kuantum Kütleçekim Kuramları

Günümüzde fizikçiler arasındaki yaygın kanı, kuantum maddenin uzayzaman üzerindeki etkilerini açıklayan, genel göreliliğin yerini alacak bir kuantum kütleçekimi kuramının geliştirilmesi gerektiği. Sonuçta, dört temel etkileşimin üçü kuantum kuramlarıyla açıklanıyor. Neden kütleçekimi de diğer etkileşimler gibi kuantum fiziğiyle açıklanabilecek bir olgu olmasın?

Bir kuantum kütleçekimi kuramının bugün paradoks olarak görülen çeşitli kuramsal sorunlara da bir çözüm getireceği düşünülüyor. Örneğin, genel görelilik bir karadeliğe düşen cismin karadeliğin merkezindeki

tekillikte yok olacağını, kuantum mekaniği ise karadeliklerin kütleleriyle ters orantılı bir sıcaklığa sahip olduğunu ve ışıma yapacağını söyler. Ancak kuramsal olarak karadeliklerin yaptığı ışıma istatistiksel dağılım gösterir, dolayısıyla karadeliklerin etrafında yaydığı ışımayı gözlemleyerek geçmişte karadeliğe düşmüş maddeler hakkında bilgi edinilemez. Bu durum bir paradoks olarak görülür, çünkü bilginin korunumu modern fiziğin temel ilkelerinden biridir. Karadelik-bilgi paradoksunun çözümünün ancak bir kuantum kütleçekimi kuramının geliştirilmesiyle mümkün olacağı düşünülüyor.

Stephan Hawking'in karadeliklerin ışıma yaptığını gösteren çalışmaları kuramsal fizikte karadelik-bilgi paradoksu olarak anılan bir paradoksa yol açtı.

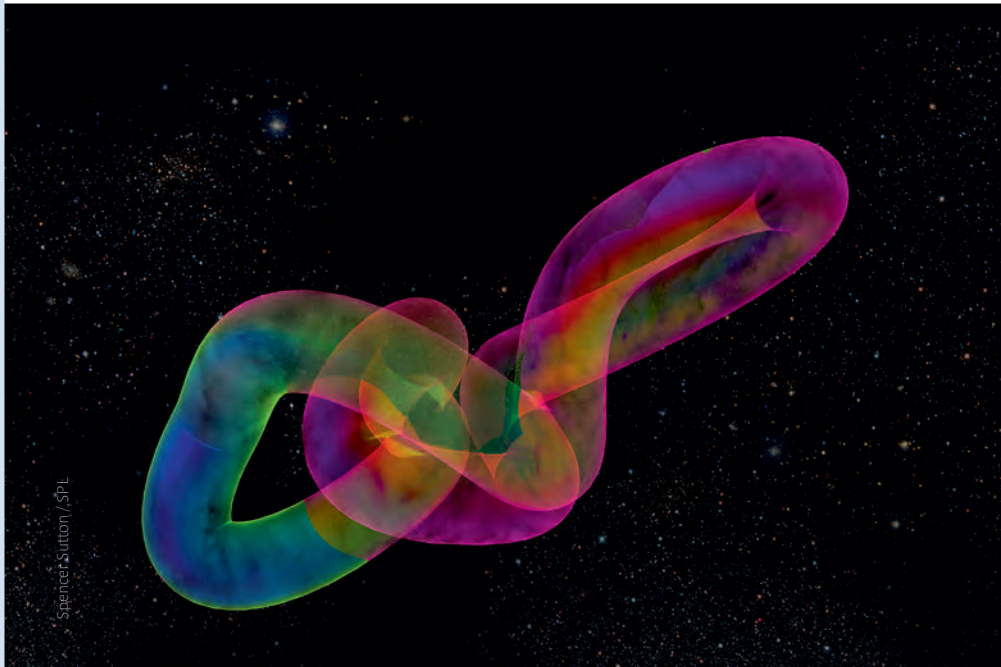


Stephan Hawking'in karadeliklerin ışıma yaptığını gösteren çalışmaları kuramsal fizikte karadelik-bilgi paradoksu olarak anılan bir paradoksa yol açtı.

Victor De Schwanberg / SPL

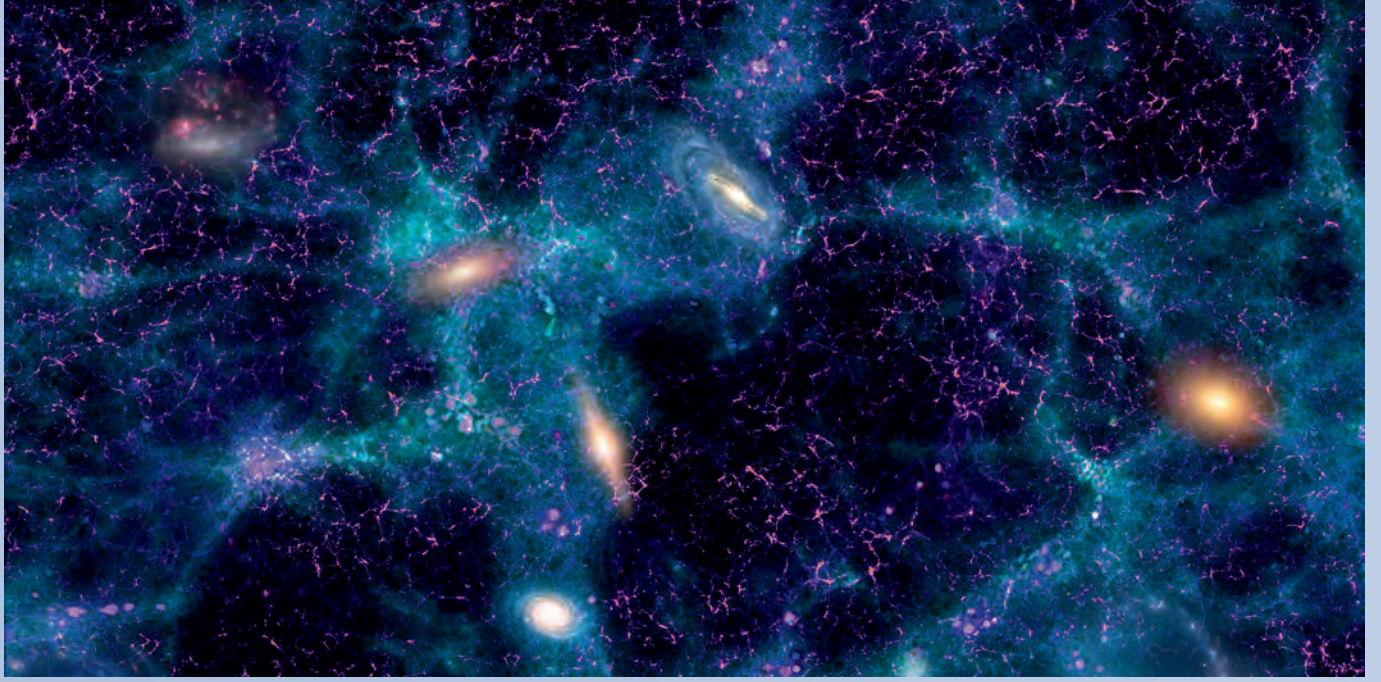
Günümüzde doğru bir kuantum kütleçekimi kuramı olmaya aday çeşitli kuramlar var. Örneğin sicim teorisi, klasik fizikte noktasal (boyutsuz) olarak düşünülen temel parçacıkları sicimler olarak ele alıyor. Kuramın tahminleri arasında, kütleçekimine aracılık ettiği düşünülen bir kuvvet parçacığı (graviton) da var. Halka kuantum kütleçekimi kuramı ise uzayın da kuantize olduğunu, maddenin atomlardan meydana gelmesine benzer biçimde uzayın da ufak birimlerin bir araya gelmesiyle oluştuğunu öne sürüyor.

Bir kuantum kütleçekimi kuramının geliştirilmesinin gerekliliği fizikçiler arasında yaygın kanı olsa da bugüne kadar hiçbir kuantum kütleçekimi kuramı gözlemlerle ve deneylerle doğrulanabilmiş değil. Hatta kütleçekiminin kuantum mekaniksel bir olgu olup olmadığı bile hâlâ tartışma konusu.



Spencer Sutton / SPL

Sicim teorisinde, temel parçacıklar bir boyutlu sicimler olarak ele alınır.



Klasik Kütleçekimi ile Kuantum Mekaniğini Bir Araya Getirmek Mümkün mü?

Bugün pek çok fizikçinin bir kuantum kütleçekimi kuramı geliştirmeye çalışmasının nedenlerinden biri de yıllar içinde klasik kütleçekimi ile kuantum fiziğini bir araya getirmenin imkânsızlığına dair çeşitli düşünce deneyleri ve hatta teoremler öne sürülmüş olması. Bu düşünce deneyleri ve teoremler, kütleçekiminin klasik bir olgu olması durumunda, belirsizlik ilkesinin ihlal edilmesi

ya da ışıktan hızlı bilgi aktarılması gibi, temel fizik bilgileriyle çelişkili sonuçlar ortaya çıkacağını gösteriyor.

Klasik kütleçekimi ile kuantum fiziğini bir araya getirmenin imkânsızlığına dair düşünce deneylerinden biri, Richard Feynman tarafından öne sürülmüştü. Feynman'ın düşünce deneyi özetle şöyle ilerler:

Kuantum mekaniği ilkelerine uygun davranan kütleli bir parçacık, bir çift yarığın üzerine gönderilir. Kuantum mekaniği böyle bir durumda parçacığın bir dalga gibi davranacağını ve yarıkların arkasındaki bir detektörde girişim desenleri ortaya çıkacağını söyler. Parçacığın hangi yarıktan geçtiğini belirlemek amacıyla yapılacak herhangi bir ölçümse,

parçacığın davranışlarının klasikleşmesine ve girişim deseninin yok olmasına yol açacaktır. Feynman, deney sırasında ortamdaki kütleçekim alanının ölçülmesini önerir. Eğer kütleçekimi klasik fizikle açıklanacak bir olguysa, parçacığa herhangi bir müdahalede bulunmadan, parçacığın hangi yarıktan geçtiğini tespit etmek mümkün olacaktır. Bu durum kuantum mekaniği ilkeleri açısından bir çelişki ortaya çıkarır: Parçacığın kuantum durumu üzerinde bir ölçüm yapılmadığına göre, parçacık dalga gibi davranmalı ve ortaya bir girişim deseni çıkmalıdır. Diğer taraftan, kütleçekim alanını ölçerek parçacığın hangi yarıktan geçtiği kesin olarak tespit edilebileceği için parçacığın davranışları klasikleşmeli ve girişim deseni yok olmalıdır.



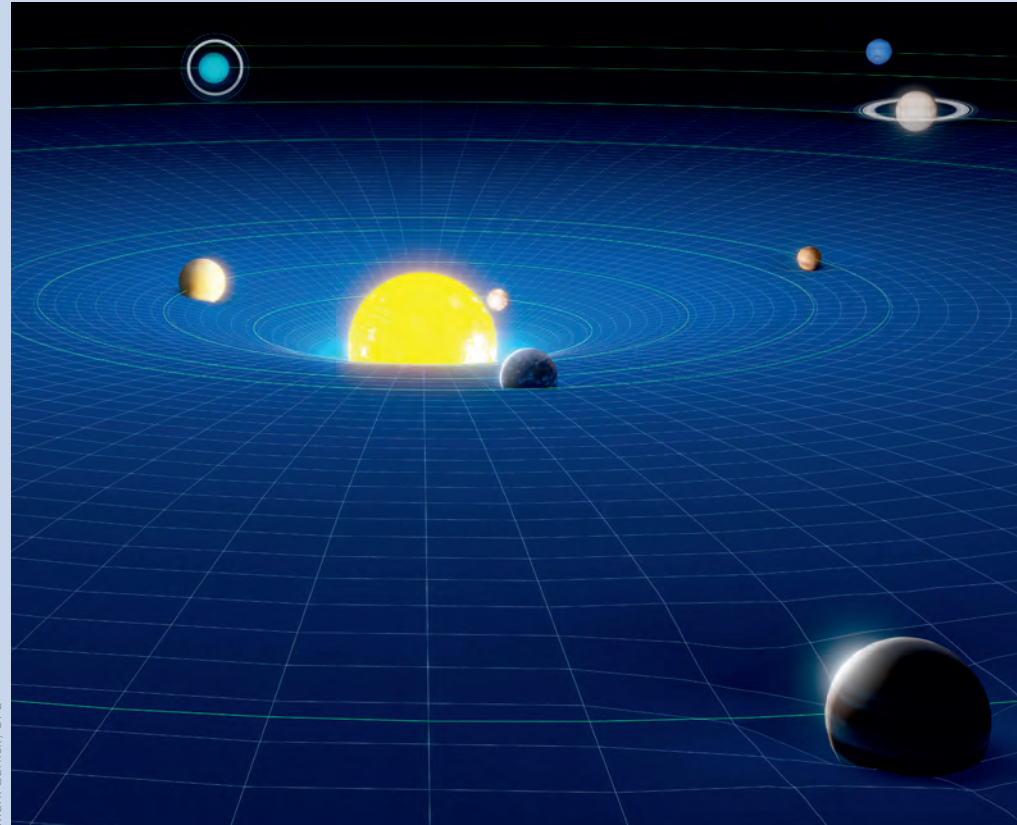
Feynman'ın düşünce deneyinin bir betimlemesi

Hem Feynman'ın düşünce deneyinde hem de kütleçekiminin kuantum mekaniksel bir olgu olduğunu ispatlamak için öne sürülmüş diğer düşünce deneylerinde ve teoremlerde esasen gizli bir varsayım var. Feynman, kütleçekiminin klasik bir kuramla açıklanabilmesinin, kuantum fiziğinin deneylerle defalarca kez doğrulanmış ilkeleriyle çelişeceğini öne sürerken, kuantum madde ile kütleçekim alanı arasındaki ilişkinin determinist olduğunu varsayıyor.

Etkileşimin determinist olması zamanda ileriye ya da geriye dönük kesin tahminler yapılabileceği anlamına gelir. Örneğin, klasik mekanikteki hareket denklemleri deterministtir. Bir parçacığın belirli bir andaki konumunu ve hızını biliyorsanız, hareket denklemlerini kullanarak gelecekteki ya da geçmişteki herhangi bir zamanda konumunun ve hızının ne olduğu kesin olarak hesaplanabilir. Her ne kadar kuantum fiziği

olasılığa dayalı bir teori olsa da kuantum fiziğinin temeli olan Schrödinger denklemi de deterministtir. Bir sistemin belirli bir andaki dalga fonksiyonunun ne olduğunu biliyorsanız, Schrödinger denklemini kullanarak gelecekte ya da geçmişte herhangi bir andaki dalga fonksiyonunu

kesin olarak hesaplayabilirsiniz. Tüm fiziksel kuramlar determinist olmak zorunda değil. Bir kuram stokastik de olabilir. Stokastik bir kuramda etkileşimler olasılığa dayalı bir biçimde gerçekleşir. Şayet kuantum madde ile kütleçekim alanı arasındaki ilişki de doğası gereği olasılığa dayalıysa, bu durum Feynman'ın düşünce deneyindeki argümanı geçersiz kılar. Çünkü Feynman düşünce deneyinde, kütleçekim alanı ölçümleri yapılarak parçacığın takip ettiği rotanın kesin olarak belirlenebileceğini varsayıyor. Kütleçekiminin klasik bir olgu olamayacağını öne süren teoremler için de aynı durum söz konusu.



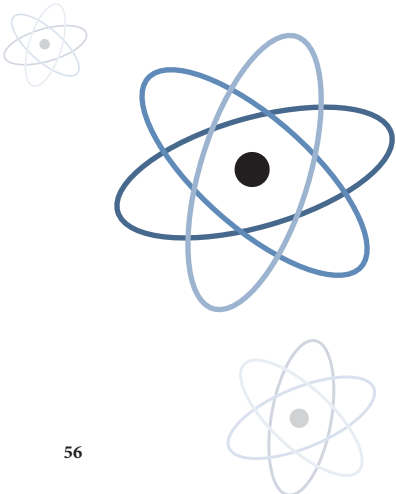
Stokastik Kuramlar ve Tersinirlik

Determinist kuramlarla stokastik kuramlar arasındaki temel bir fark tersinirlik ile ilgilidir. Bir sistemin belirli bir andaki durumunu ele alıp, belirli bir süre için geleceğe dönük determinist hesaplar yaptığınızı düşününüz. Bulduğunuz sonucu alıp aynı hesapları, aynı süre için ters yönde (zamanda geriye doğru) yaptığınızda bulacağınız sonuç, başlangıçtaki durum olacaktır. Çünkü kuramın açıkladığı etkileşimler determinist bir biçimde gerçekleşmektedir. Aynı durum stokastik kuramlar için geçerli değildir. Bir sistemin belirli bir andaki durumunu alıp geleceğe dönük olasılığa dayalı hesaplar yapar, daha sonra bulduğunuz sonucu alıp aynı hesabı ters yönde yaparsanız sonucun başlangıçtaki durumun aynısı olması olasılık dışıdır. Stokastik kuramlarda tersinirlik özelliği yoktur.

Kütleçekimi ile Kuantum Maddeyi Bir Araya Getirmenin Alternatif Yolları

Kütleçekimi ile kuantum fiziği ilkelerine uygun davranan maddeyi bir araya getirmenin alternatif yolları neler olabilir? Bu soruya cevap veren bir çalışma yakın zamanlarda Thomas Galley, Flamina Giacomini ve John Selby tarafından yapıldı. Araştırmacıların *Quantum*'da yayımladıkları makalelerinde ispatladıkları teoremlerden biri şöyle: G ve S olarak adlandıracağımız iki sistem ve bu sistemler arasında bir I etkileşimi olsun. Bu durumda şu dört varsayımın tamamı doğru olamaz:

- I. S sistemi klasik değildir,
 - II. I etkileşimi tersinirdir,
 - III. S sisteminden G sistemine bilgi akışı vardır,
 - IV. G sistemi klasiktir.
- Bu teoremi kuantum madde ve kütleçekimine uyguladığımızı düşünelim. G sistemi kütleçekim alanı, S sistemi de atomlar, moleküller gibi kuantum mekaniği ilkelerine uygun davranan parçacıklardan oluşan bir sistem olsun. Bu durumda aynı anda doğru olamayacak dört varsayım şu şekilde ifade edilebilir:
- I. Kuantum maddeden oluşan sistem klasik değildir,
 - II. I etkileşimi tersinirdir,
 - III. Kuantum maddeden kütleçekim alanına bilgi akışı vardır,
 - IV. Kütleçekim alanı klasiktir.
- Bu dört varsayımın hangisi ya da hangilerinden vazgeçilebilir? İlk varsayımdan vazgeçilemeyeceği açık. Kuantum fiziği zaten atomlar ve moleküller gibi



parçacıkların davranışlarının klasik fizikle açıklanamaması üzerine geliştirilmiştir. Üçüncü varsayımdan vazgeçilmesi de olası gözüküyor. Kuantum maddeden kütleçekim alanına bilgi akışı olmaması, kütleçekim alanının kuantum maddeden etkilenmediği anlamına gelir. Ancak kuantum madde de kütle taşır. Dolayısıyla kütleçekim alanı kuantum madde tarafından da belirlenmelidir. Geriye iki varsayım kalıyor. Eğer kütleçekim alanının klasik olduğu varsayımını doğru kabul etmeye devam edersek, bu durumda kuantum madde ile kütleçekim alanı arasındaki etkileşimin tersinir olduğu varsayımından vazgeçilmesi gerekiyor. Eğer kütleçekim alanının klasik olduğu varsayımı yanlış kabul edilirse, bu durumda ikinci varsayım (etkileşimin tersinir olduğu varsayımı) doğru ya da yanlış olabilir.

Kısacası Galley, Giacomini ve Selby'nin teoremi, kuantum madde ile kütleçekimini bir araya getirmenin iki alternatif yolu olduğunu gösteriyor. Bu alternatiflerden biri, bugün pek çok kuramsal fizikçinin üzerine çalıştığı gibi, bir kuantum kütleçekimi kuramı geliştirmek. Şayet ikinci alternatif seçiyor ve kütleçekiminin klasik bir olgu olduğunu varsayıyorsanız, bu durumda geliştireceğiniz kuramda tersinirlik özelliğinin olmaması gerekiyor. Hangi alternatifin sizi doğru sonuca ulaştıracağını ise ancak deneyler ve gözlemler söyleyebilir.

Mark Garlick / SPL



Postkuantum Klasik Kütleçekimi

University College London'dan Jonathan Oppenheim *Physical Review X*'te yayımladığı bir makalede genel görelilik ile kuantum alan teorisini tutarlı bir biçimde bir araya getiren bir kuram geliştirmeyi başardığını açıkladı. Oppenheim'in kuramında genel görelilik

ve kauntum fiziği kendi doğasını koruyor. Kuantum madde ile kütleçekim alanı arasındaki eşleşme ise stokastik bir biçimde gerçekleşiyor. Dolayısıyla kuramda tersinirlik özelliği yok. Oppenheim'ın kuramı, postkuantum teorileri olarak adlandırılan kuantum durumları ya da uzayla ilgili dinamik denklemlerin modifiye edildiği kuramların bir örneği.

Oppenheim çalışmasına ilk olarak bir klasik ve bir kuantum sistemin bir araya gelmesi durumunda sistemin durumunun nasıl tanımlanacağını ele alarak başlıyor. Oppenheim'ın kuramında sistemin klasik ve kuantum tarafları için ayrı ayrı istatistiksel yaklaşımlar kullanılıyor. Kuantum mekaniksel sistemin durumu yoğunluk operatörü diye adlandırılan açık (çevreden kontrolsüz müdahalelere maruz) kuantum sistemlerinin durumunu tanımlamak için kullanılan bir operatörle tanımlanıyor. Klasik sistemin durumunu tanımlamak içinse olasılık dağılımları (çok sayıda parçacık içeren ve içerdiği parçacıkların tek tek konumlarının bilinmediği sistemler için kullanılan bir yöntem) kullanılıyor. Oppenheim

bu iki istatistiksel yaklaşımdan yararlanarak bir "klasik kuantum durumu" tanımlıyor. Klasik kuantum durumu sistem hakkında şöyle bilgiler veriyor: Bir parçacık %20 ihtimalle uzayın belirli bir bölgesinin içindedir ve parçacığın spin durumu iki muhtemel ölçüm sonucunun belirli bir süperpozisyonundadır.

Oppenheim klasik kuantum durumun tanımını yaptıktan sonra klasik sistem ile kuantum sistem arasındaki etkileşimleri tanımlayan genel bir kuram geliştiriyor. Yeni kuramda sistemin klasik ve kuantum parçaları kendi doğasını koruyor. Örneğin, kuantum sistemde belirsizlik ilkesi geçerli kalmaya devam ediyor, klasik sistemde ise ışıktan daha hızlı bilgi aktarımı

gerçekleşmiyor. Sistemin iki parçası arasındaki etkileşim ise stokastik bir biçimde gerçekleşiyor. Bu durum kuramın bütününde tersinirlik özelliğinin olmamasına yol açıyor. Ancak kuramın, kuantum ve klasik alt sistemlerin kendi içindeki gelişimini tanımlayan kısımları tersinirlik özelliğini korumaya devam ediyor. Oppenheim'ın kuramı ölçüm paradoksuna da bir çözüm getiriyor. Yeni kuramda, kuantum sistemin durumu ölçüm sonucunda anlık olarak çökmüyor, sistemin iki parçası arasındaki etkileşimler kuantum sistemin doğal olarak klasikleşmesine yol açıyor. Kuramda sistemin farklı durumları arasında olasılığa dayalı sıçramalar gerçekleşiyor ki, bu sıçramalar sistem üzerinde yapılan ölçümlerin sonuçlarına karşılık gelebilir.

Oppenheim, bir sonraki aşamada genel kuramı kütleçekim alanı ile kuantum maddeyi bir araya getiren bir teori geliştirmek için kullanıyor. Ortaya çıkan hibrit kuram, kuantum alanların stokastik bir biçimde uzayzamanın dokusunu değiştirmesine de izin veriyor. Teori, klasik limitte genel görelilik kuramına indirgeniyor. Kütleçekiminin klasik olduğunun



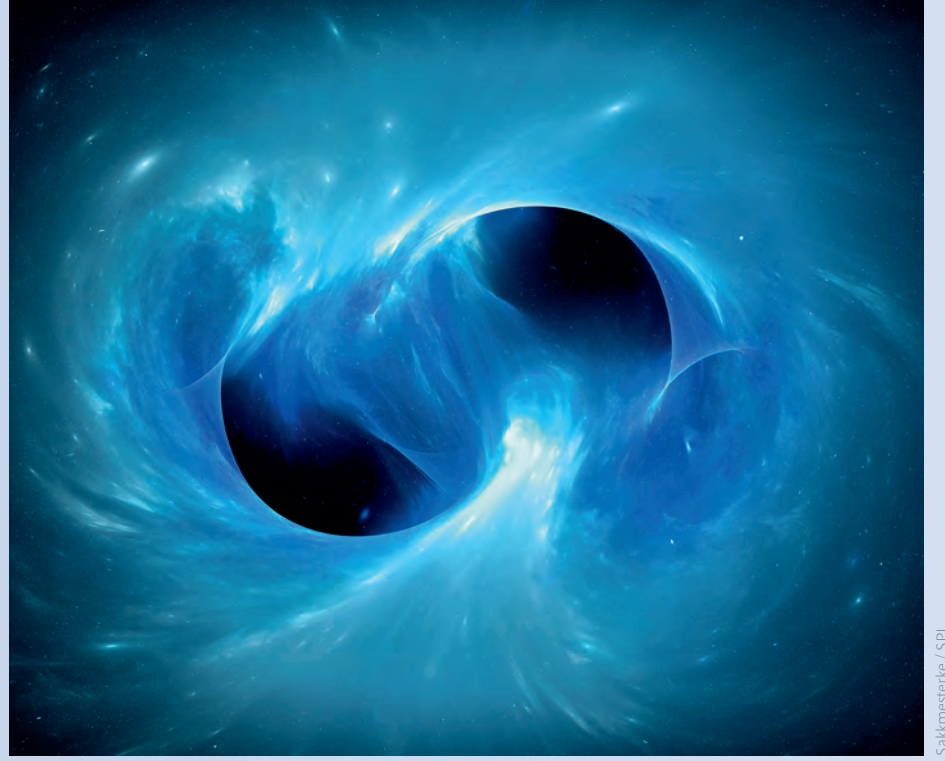
Richard Jones / SPL

varsayılması kuantum mekaniğinin dinamik yasalarında değişimlere yol açıyor. Oppenheim'in kuramı karadelik-bilgi paradoksuna da sıra dışı bir çözüm sunuyor: kuramdaki stokastik etkileşimler nedeniyle bilgi korunmuyor!

Sonuç

Jonathan Oppenheim'in genel görelilik ile kuantum fiziğini tutarlı bir biçimde bir araya getirmeyi başaran bir postkuantum kütleçekimi kuramı geliştirmeyi başardı. Yeni kuram deneylerle ve gözlemlerle defalarca kez doğrulanmış kuramlarla uyumlu.

Geliştirilen kurama iki açıdan bakmak mümkün. Birincisi, "temel bir kuram" olarak ele alınabilir. Eğer öyleyse ve gerçekten de doğal süreçlerin doğru bir betimlemesini yapıyorsa, bu durum



Sakmeister / SPL

kütleçekiminin klasik bir olgu olduğu anlamına gelir. İkinci olarak, geliştirilen kuram, bugün ne olduğu bilinmeyen, belki de gelecekte bir gün geliştirilecek bir kuantum kütleçekimi kuramının "klasik limiti" olarak da düşünülebilir.

Oppenheim'in kuramı gelecekte deneylerle test edilebilecek çeşitli tahminler de yapıyor. Örneğin,

kuramın tahminleri arasında yer alan kuantum sistemlerin kütleçekimi etkisiyle klasikleşmesi ya da farklı durumlar arasındaki sıçramalar gibi olgular, yakın gelecekte deneylerle test edilebilir. Böylece kuramın ne ölçüde doğru olduğu hakkında daha net bir fikir edinilebilir. ■

Kaynaklar

- Oppenheim, J., "A Postquantum Theory of Classical Gravity", *Physical Review X*, Cilt 13, Makale No: 041040, 2023.
- Galley, T. D., "Might There Be No Quantum Gravity After All?", *Physics*, Cilt 16, s. 203, 2023.
- Oppenheim, J., "Is it time to rethink quantum gravity?", arXiv, <https://arxiv.org/abs/2310.12221>, 2023.
- Galley, T. D., ve ark., "Any consistent coupling between classical gravity and quantum matter is fundamentally irreversible", *Quantum*, Cilt 7, s. 1142, 2023.
- Oppenheim, J., ve ark., "Gravitationally induced decoherence vs space-time diffusion: testing the quantum nature of gravity", *Nature Communications*, Cilt 14, s. 7910, 2023.
- Page, D. N. ve Geilker C. D., "Indirect Evidence for Quantum Gravity", *Physical Review Letters*, Cilt 47, s. 979, 1981.

Merak Ettikleriniz

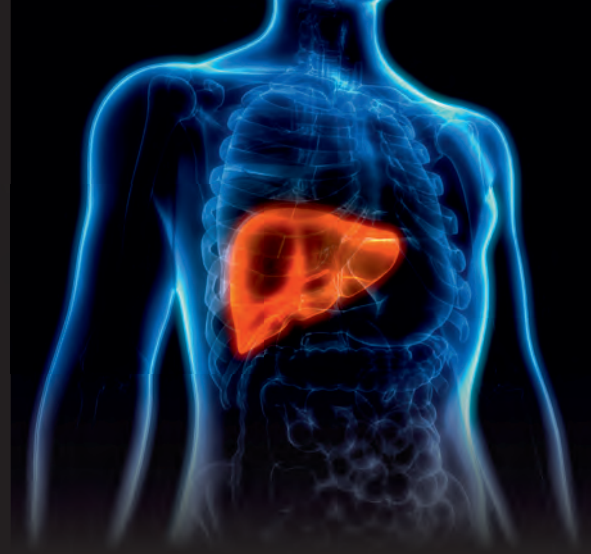
Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Karaciğer Kendini Yenileyebildiği İçin Tekrar Tekrar Bağışlanabilir mi?

Karaciğerin kendini yenileyebilme becerisi, insan vücudunun şaşırtıcı özelliklerinden biri. Yarısından daha büyük bir bölümünün bağışlanması durumunda dahi karaciğer, pek de uzun olmayan bir sürede eski büyüklüğüne geri dönebilir. Bu özelliği, onun parçalar hâlinde, düzenli aralıklarla kan verir gibi bağışlanabileceği fikrini doğurabilir. Ancak karaciğer hücrelerinin yenilenme biçimi, bunun pek olası bir senaryo olmadığını gösteriyor.

Karaciğerlerinin bir bölümünü bağışlayan 27 kişiyle yürütülen bir çalışmada, donörlerin karaciğer fonksiyonlarının normale dönmesinin yaklaşık bir ayda, organın eski kütlesini geri kazanma sürecinin de bir yıldan az sürede tamamlandığı gözlemlendi. Aynı karaciğerden belirli aralıklarla parça alınarak yenilenmenin incelenmesine yönelik bir deney ise fareler üzerinde yapıldı. Fare karaciğerlerinin 12. denemeden sonra dahi eski büyüklüğüne dönebildiği görüldü.

Böyle örnekler yenilenme becerisine sahip karaciğerin tekrar tekrar bağışlanabileceğini düşündürse de iki nedenden ötürü bunun pek işlevsel sonuçları olmayacağı çıkarımında bulunulabilir. Öncelikle, bu tür işlemler oldukça ciddi operasyonlarla gerçekleştirildiği için uzmanlar tekrarlanması riskli olacağına kanaat getirebilir. Asıl neden ise karaciğerin kendini yenilemesi sıklıkla rejenerasyon olarak anılmasına karşın, gerçek anlamıyla rejenerasyon özelliği taşımasıdır.



magictmine / iStock

Gerçek anlamıyla rejenerasyon, semender gibi bazı hayvanlarda görülür. Semender bir uzvunu kaybettiğinde, kopmanın yaşandığı bölgedeki hücreler farklılaşmaya başlar. Gelişimsel anlamda geçmişteki hâllerine yani embriyodaki durumlarına geri dönerler. Bu hücreler moleküler sinyaller aldığı anda, kemik, kas ve deri gibi farklı hücre türlerine dönüşebilme potansiyeline sahiptir. Hücreler tekrar farklılaştıktan sonra çoğalarak gruplara ayrılır ve kayıp uzvun tüm işlevleriyle yeni bir kopyası üretilmiş olur.

Karaciğerden bir parça ayrıldığında ise kalan hücrelerde gerçek anatomik rejenerasyondaki gibi farklılaşma gerçekleşmez. Kalan bölümdeki olgun karaciğer hücreleri, kaybı telafi etmek için bölünerek çoğalır. Ancak yeniden büyüyen doku, hücre organizasyonu ve damarların dizilimi gibi açılardan, çıkarılan dokunun düzenini tam olarak kopyalayamaz. Yani yeniden büyüyen karaciğer işlevselliğini korusa da tam anlamıyla bir rejenerasyon gerçekleşmez. Bu türden hücre çoğalmalarına *telafi edici hiperplazi* adı verilir.

Farklı düzende yenilenen karaciğer dokusu, tekrar nakil durumunda cerrahların donörden güvenli bir şekilde karaciğer parçası almalarını zorlaştırabilir. Ayrıca yeniden büyüyen bu parçanın, nakledilecek hastanın damarlarına bağlanması ve işlevsel olarak alıcıyla bütünleşmesinde beklenmedik zorluklarla karşılaşılabilir.

Kaynaklar

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6457252/>

[nih.gov/news-events/nih-research-matters/cells-maintain-repair-liver-identified-theconversation.com/helping-the-liver-regenerate-itself-could-give-patients-with-end-stage-liver-disease-a-treatment-option-besides-waiting-for-a-transplant-191826](https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/cells-maintain-repair-liver-identified-theconversation.com/helping-the-liver-regenerate-itself-could-give-patients-with-end-stage-liver-disease-a-treatment-option-besides-waiting-for-a-transplant-191826)

Sarımsak Yedikten Sonra Nefesimiz Neden **Kötü** Kokar?

Sarımsak (*Allium sativum*), yaklaşık 5 bin yıldır sofralarımızda sıklıkla kendine yer bulan bir bitki. Son öğününüzün sarımsak içerdiğini unutsanız bile, çevrenizdeki insanların korumaya çalıştığı mesafe bunu size hatırlatabilir. Bu yararlı besinden türeyen uçucu kimyasallar hakkında bilgi edinmek, sarımsak kokusundan nasıl kurtulunacağı konusunda bize yardımcı olabilir.

Dört uçucu organik bileşik, sarımsağın rahatsız edici nefes kokusundan sorumlu tutulabilir. Ancak bu bileşiklerin hiçbiri, sarımsak mekanik anlamda zarar görene dek sarımsakta mevcut değildir.

Yemek için hazırlanan sarımsağın yapısı, doğrama ve ezme gibi mekanik işlemler sonucu zarar gördüğünde, bir enzim harekete geçer. Bu enzim, alliin denen kimyasalı allisin adlı bileşiğe dönüştürür. Allisin, doğranmış sarımsağın kendine özgü kokusuna katkıda bulunan ana bileşiktir.

Sarımsağın sindirimi sırasında allisin dört ayrı kükürtlü bileşiğe dönüştürülür. Bu bileşiklerden üçü vücutta hızlıca etkisiz hâle getirilir. Allil metil sülfür adlı dördüncü bileşiğin vücutta bulunma süresiye diğerlerinden çok daha uzundur. Bu kokulu bileşik, küçük moleküler yapısıyla sindirim kanalından rahatlıkla geçerek dolaşıma karışır. Sonrasındaysa terlemeyle, idrarla ve soluk verilirken karbondioksitle birlikte vücuttan yavaşça atılır. Sarımsak kokulu bu süreç, bileşiğin tamamı vücuttan atılana dek yani 24 saatten fazla sürebilir.

Sarımsak yedikten sonra dişleri fırçalamak, ağızdaki kokulu bileşiklerin bir bölümünden kurtulmaya ve parçalama işlemi devam ederken kokunun birazını daha hoş bir kokuyla maskeleymeye yardımcı olabilir. Ayrıca yapılan bir araştırmada elma, marul, maydanoz ve nane gibi bazı besinleri tüketmenin, solukla dışarı salınan kokulu bileşiklerin düzeyini önemli ölçüde düşürdüğü bulundu.

Bu besinler, kükürtlü bileşiklere bağlanarak onları havaya karışamayacak kadar büyük hâle getiren bileşenler içeriyor.

Güncel bir araştırmada ise, tam yağlı yoğurdun da sarımsak kokulu nefesler için başka bir çare olabileceği gösterildi. Çalışmada, yoğurt içeriğindeki yağ ve proteinlerin, sarımsaktaki kükürtlü uçucu bileşikleri etkili bir biçimde hapsedebildiği belirtiliyor.

Koku sorununa önden çözüm bulmak için de uzmanlar limonata, erik, nar, portakal ve üzüm gibi asit içeriği yüksek yiyecek ve içeceklerin değerlendirilebileceğini bildiriyor. Bu besinlerin düşük pH'sı sayesinde alliin bileşiğini dönüştüren enzim yok edilir ve kükürtlü bileşiklerin oluşumu engellenir.



Allil metil sülfür bileşiğinin moleküler yapısı

Kaynaklar

compoundchem.com/2014/05/05/what-compounds-cause-garlic-breath-the-chemistry-of-garlic

discovermagazine.com/health/garlic

livescience.com/65509-why-garlic-breath-smells-bad.html



Dünyanın En Güçlü Roketi Starship Yörüngeye Ulaşmayı Başardı

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Dünyanın en güçlü roketi Starship, üçüncü uçuş testinde yörüngeye ulaşmayı başardı. 49 dakika süren test sırasında, yörüngedeki uçuşunu gerçekleştiren Starship ile bağlantı, atmosfere tekrar giriş yaptıktan kısa süre sonra kesildi.

Dünyanın şu ana kadar geliştirilmiş en güçlü fırlatma sistemi olan Starship, 14 Mart'ta üçüncü uçuş testini gerçekleştirdi. SpaceX tarafından Ay'a, Mars'a ya da uzayın daha derinlerine astronotları ve uzay kargolarını ulaştırmak için tasarlanan Starship, gezegenler arası uzay görevlerinde

100 kişiye kadar uzay yolcusu taşıyabilecek. Ayrıca Ay'a kurulması planlanan uzay istasyonunun bileşenlerini Ay'a ulaştırabilecek.

Super Heavy roketinden ve Starship uzay aracından oluşan Starship sistemi, SpaceX'in ABD'nin Teksas eyaletinde bulunan Starbase Fırlatma Üssü'nden Türkiye saati ile 16.25'te fırlatıldı. Fırlatmadan sonra Super Heavy roketinin 33 roket motoru başarılı bir şekilde ateşlendi ve motorlar uzay aracının yükselmesi sırasında çalışmaya devam etti.



SpaceX

twitter.com

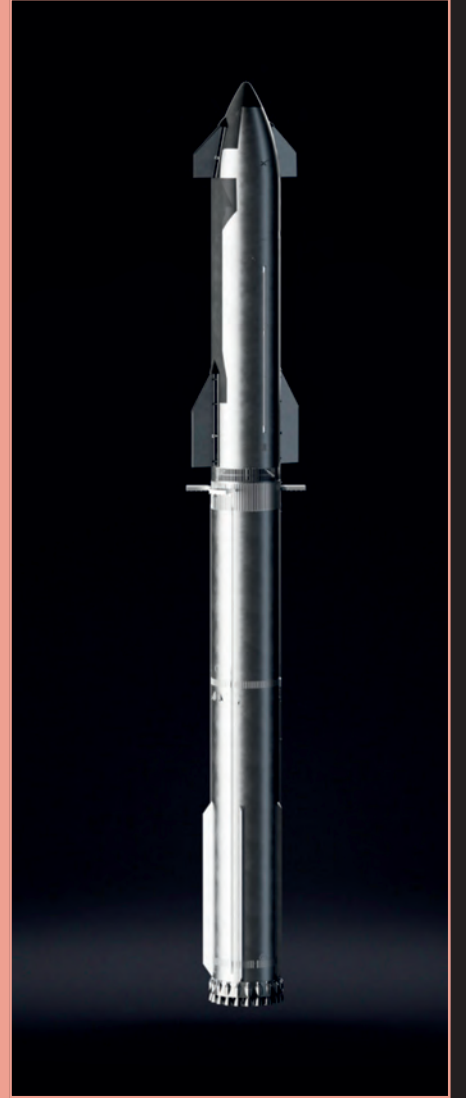
Fırlatmadan yaklaşık 2 dakika 45 saniye sonra Super Heavy'nin 33 roket motorundan üçü hariç diğerleri kapatıldı ve Super Heavy, Dünya'ya dönmek üzere Starship'in ikinci segmentinden ayrıldı. Ayrılmadan sonra dönüş manevrasını gerçekleştiren Super Heavy ile bağlantı, fırlatmadan 7 dakika sonra 462 metre irtifada kesildi ve roket beklenmeyen bir şekilde infilak etti.

Starship'in ikinci segmentinin altı motoru ise ayrılmadan önce ateşlendi ve Starship yörüngedeki uçuşunu gerçekleştirdi. Uçuş sırasında Starship görev yükü kapaklarının açılıp kapanması, aşırı soğutulmuş sıvı oksijen yakıtın uzay aracının içindeki iki tank arasında transferi gibi Starship sistemi ile ilgili farklı teknolojiler de test edildi. Yakıt transfer teknolojisinin gelecekte Güneş sisteminin derinlerine yapılacak uzay görevlerinde Starship araçları arasında uzayda yakıt transferi yapılmasında kullanılması planlanıyor.

Yörüngedeki uçuşun tamamlanmasından sonra Starship saatte yaklaşık 27.000 km hızla atmosfere tekrar giriş yaptı. Fırlatmadan yaklaşık 49 dakika sonra 70 km irtifada Starship'ten gelen veri akışı kesildi.

Testin sonunda Super Heavy roketi ve Starship uzay aracı Dünya'ya hasar almadan dönmeyi başarmasa da Starship sisteminin uçuş hedeflerinden birçoğu gerçekleştirildi. Özellikle hipersonik hızlarda (ses

121 metre yüksekliğinde ve 9 metre çapındaki Starship, 100-150 ton arası yük taşıyabiliyor. Starship sistemi, Starship isimli bir uzay aracı ve Super Heavy isimli bir roket sisteminden oluşuyor. Starship'in fırlatma sistemi olan Super Heavy, Falcon 9 roketi gibi tekrar kullanılabilir özellikte. Super Heavy'de 33 adet roket motoru birlikte çalışıyor. Bu, tarihte en yüksek sayıda roket motorunun eş zamanlı çalıştığı bir roket sistemi. Super Heavy'nin motorlarında aşırı soğutulmuş sıvı metan ve sıvı oksijen yakıt olarak kullanılıyor. Starship sisteminin ikinci segmenti olan Starship uzay aracı da tekrar kullanılabilir özellikte. Uzay aracına alçak Dünya yörüngesinde (LEO) yakıt takviyesi yapılabilecek. Yörüngede yakıt takviyesi yapılabilmesi Starship'in Mars'a 100 ton yük taşıyabilmesine imkân verecek.



hızının 5 katından yüksek hızlar hipersonik olarak isimlendirilir) gerçekleştirilen atmosfere giriş sürecinde, zorlayıcı koşullar altında uzay aracının kontrolü ile ilgili önemli veriler elde edildi.

Starship'in üçüncü uçuş testi sırasında üzerinde bulunan Starlink modülü, uzay aracı ile bağlantı kesilinceye kadar uçuş ile ilgili görüntüleri

yeryüzüne aktardı. Starship'in üçüncü uçuş testini aşağıdaki bağlantıdan kare kodu telefonunuza okutarak izleyebilirsiniz.

SpaceX ekibi uçuş testi ile ilgili verileri değerlendirdikten sonra yeni uçuş testleri için hazırlıklara başlayacak. Starship daha önceki iki test uçuşunu Nisan 2023 ve Kasım 2023'te gerçekleştirmişti. ■

Kaynaklar

<https://twitter.com/i/broadcasts/1LyxBnOvzvOxN?s=20>

<https://www.spacex.com/vehicles/starship/>

<https://www.spacex.com/launches/mission/?missionId=starship-flight-3>



ODTÜ MEMS Merkezi

Mikroelektromekanik Sistemlerin Yenilikçi Dünyası

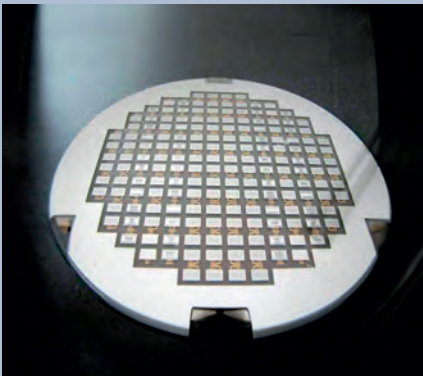
Dr. Saniye Yayla [ODTÜ Mikro Elektronik Mekanik Sistemler Araştırma ve Uygulama Merkezi Proje-Hizmet Takip Planlama Birimi Yöneticisi





Günümüzün teknoloji çağında mikro boyutlardaki mekanik ve elektronik bileşenlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan Mikro-Elektro-Mekanik sistemler yani MEMS yongalar, genellikle silikon ve diğer yarıiletken malzemelerin işlenmesiyle üretilerek tıp, telekomünikasyon, otomotiv, savunma, çevre izleme gibi birçok farklı alanda kullanılıyor.

MEMS alanında ulusal ve uluslararası arenada geliştirdiği teknolojiler ve katma değeri yüksek proje çıktıları ile öncü olmak vizyonu ile yola çıkan ODTÜ MEMS Merkezi, bu alandaki çalışmaları ile Türkiye'nin ve dünyanın teknoloji haritasındaki yerini her geçen gün sağlamlaştırıyor.



ODTÜ MEMS Merkezi: Ar-Ge'den Endüstriyel Uygulamalara

ODTÜ MEMS Merkezi, Türkiye'nin ve dünyanın önde gelen MEMS araştırma ve geliştirme merkezlerinden biridir. Merkezin temel amacı, MEMS tasarımı, üretimi ve karakterizasyonu üzerine araştırmalar yapmak, bu alanda lider konumda olmak ve endüstriyel uygulamalara katkı sağlamaktır.

Merkezin Ar-Ge faaliyetleri içerisinde akademik çalışmaların yanı sıra endüstriyel iş birlikleri de yer alır. ODTÜ MEMS Merkezi, alanında uzman akademisyenler, araştırmacılar, mühendisler ve öğrencilerden oluşan geniş bir ekiptir. Bu ekip, yenilikçi projeler geliştirirken, aynı zamanda öğrencilere eşsiz bir öğrenme ve araştırma ortamı sunar.

Geçmişten Günümüze ODTÜ MEMS Merkezi

ODTÜ MEMS Merkezi'nin altyapısı, 1980'li yıllarda 40 milyon ABD doları yatırımla TESTAŞ A.Ş. bünyesinde kurulmuş ve daha sonra Özelleştirme Yüksek Kurulu (ÖYK) kararı ile 1998 yılında ODTÜ'ye devredilmiş mikro elektronik temiz alan altyapısına dayanıyor.

ODTÜ MEMS Merkezi, ODTÜ Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler Araştırma ve Uygulama Merkezi ismiyle 2008 yılında YÖK nezdinde



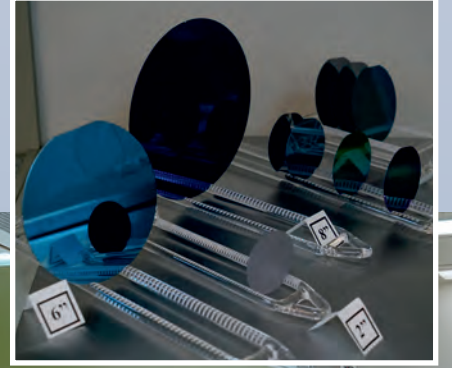
bir birim olarak onaylanmıştır. Merkez, 1998 yılından beri süregelen çalışmalar ile dünya ölçeğinde tanınan ve literatürdeki benzerleri ile başa baş düzeyde rekabet edebilecek mikrosistemler geliştirip bu konuda yüksek katma değer üreten bir merkez haline gelmiştir.

6550 sayılı Araştırma Altyapılarının Desteklenmesine Dair Kanun kapsamında, ilk yeterliğini 16 Ağustos 2017 tarihinde alan Merkez, bu kapsamda ilk dört Ulusal Araştırma Merkezi'nden birisi olmuştur. İkinci beş yıllık yeterliğini 6 Aralık 2022 tarihinde alan Merkez, MEMS alanında yeni proje başvuru, mevcut projeleri başarıyla yürütme, teknoloji geliştirme ve mikrofabrikasyon faaliyetlerini sürdürmektedir.

Sayılarla ODTÜ MEMS Merkezi

- ODTÜ MEMS Merkezi, ODTÜ Teknokent MET yerleşkesinde, yaklaşık 4500 m² kapalı alanda, Sınıf 100 ve 1000 olarak 1300 m² temiz alana sahiptir. Temiz alan, mikro sistemlerin bilimsel araştırmalarının ve üretimlerinin yapıldığı tesistir. Temiz alanlar; toz, havadaki organizmalar veya buharlaşmış partiküller gibi son derece düşük partikül seviyelerini koruyacak şekilde tasarlanmıştır.
- ODTÜ MEMS Merkez'i bünyesinde, farklı yükseköğretim kurumlarından alanında uzman 12 akademisyen dâhil 52 araştırmacı ile birlikte, 90'dan fazla personel görev yapıyor.

- Merkezin yatırım değeri, altyapısında yer alan cihazlar ile birlikte 40 milyon ABD dolarıdır.
- Hâlihazırda Merkez çatısı altında başta Avrupa Birliği tarafından fonlanan 2 proje olmak üzere toplam 10 proje yürütülmekte olup bu projelerin toplam bütçesi yaklaşık 82 milyon TL'dir.
- Son 3 yılda Merkez'den 49'u makale olmak üzere toplam 70 yayın yapılmıştır.
- İkinci 5 yıl için Merkez Yönetim Kurulu, farklı kurum ve kuruluşlardan bir araya gelen ve alanında önemli başarılarla imza atmış 8 kişiden oluşuyor.





ODTÜ MEMS Merkezi'nin Faaliyet Alanları

BiyoMEMS - Biyomedikal Uygulamalar için Mikrosistemler

Merkez'in BiyoMEMS araştırma takımı "teşhisten tedaviye, takipten implantlara" sloganıyla biyomedikal uygulamalarda MEMS sistemlerin yenilikçi ve etkileyici kullanımlarını keşfetmek ve geliştirmek için çalışan bir ekip olarak son dönemde aldığı projelerle öne çıkıyor. Merkez, bu alanda aldığı projeler ve kurduğu konsorsiyumlarla gelecekteki ulusal ve uluslararası projelerin de önünü açıyor.

Merkez'de bu alanında gerçekleştirilen çalışmalar ağırlıklı olarak dört teknolojiyi temel alır:

ODTÜ MEMS Merkezi'nin Ülkemiz için Önemi

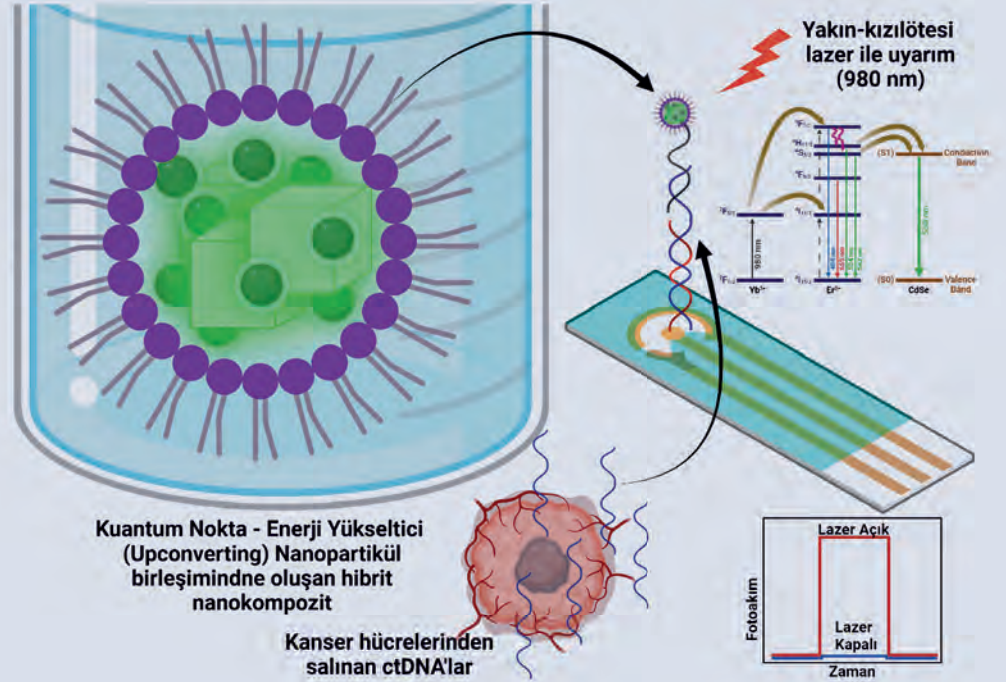
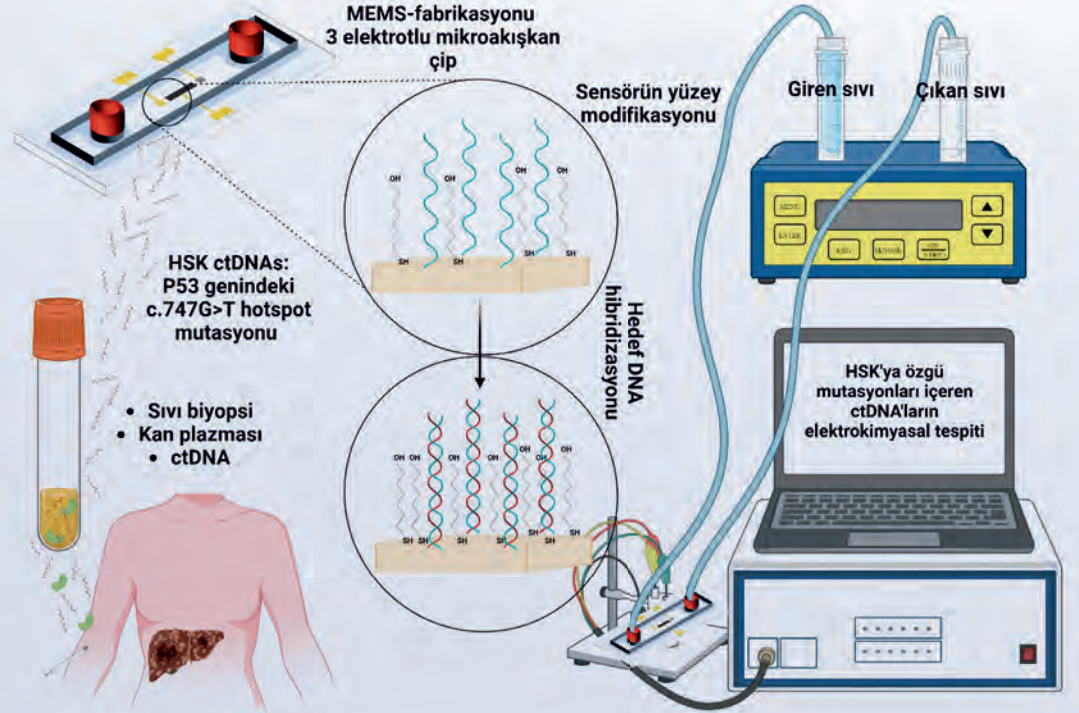
ODTÜ MEMS Merkezi misyon olarak, özgün ve kritik bilimsel araştırma faaliyetlerinin yanı sıra araştırmalar sonucunda elde edilen çıktıların ürüne dönüştürülmesini, ülkemize katma değer getirecek ileri teknoloji ürünlerin geliştirilmesini benimsemiştir. Bu misyon ışığında, Merkez bünyesinde yapılan çalışmaların yanı sıra bugüne kadar pek çok özel sektör ve kamu kuruluşları ile kritik teknolojilerin

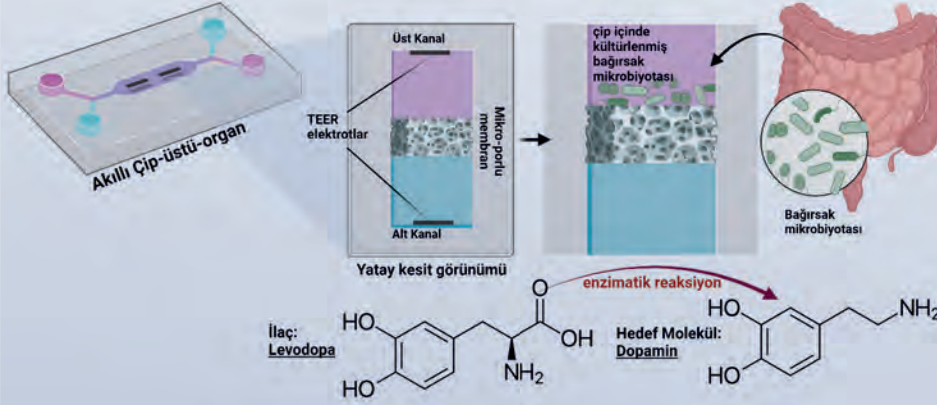
geliştirilmesi üzerine araştırma projeleri yürütmüştür. Bu kaynaklardan desteklenen söz konusu projelerle soğutmasız gece görüş dedektörleri, MEMS ataletsel yani bir nesnenin hızını, ivmesini veya konumunu ölçmek için kullanılan sensörler (dönüölçer, ivmeölçer), RF-MEMS aygıtları gibi ürüne yönelik prototipler geliştirilmiş, bazı teknolojiler seri üretim için sanayiye aktarılmıştır. Biyomedikal uygulamalarında ülkemizdeki farklı üniversitelerle kritik önem arz eden araştırma projeleri yürütülmektedir. Ayrıca Merkez, MEMS altyapısı ile üniversitelere, araştırma merkezlerine ve özel şirketlere tasarım ve üretim hizmeti vermektedir.

1) Kanda Serbest Dolaşan DNA Moleküllerinin Mikroakışkan Sistemlerle Tespiti

Bu çalışmada, kanda serbest dolaşan DNA molekülleri, bir diğer adıyla ctDNA'lar, mikroakışkan bir platformda elektrokimyasal olarak tespit edilmiştir. Seçilen ctDNA dizilimleri karaciğere mahsus bir tümör olan Hepatosellüler Karsinom'a (HSK) özgüdür ve projenin amacı HSK'nun erken teşhisini sağlayabilmektedir.

Geleneksel elektrokimyasal yaklaşımların yanı sıra fotoelektrokimyasal bir sistem de kurulmuştur. Bunun için kuantum nokta ve enerji yükseltici nanopartiküller bir araya getirilerek bir nanokompozit üretilmiştir. 980 nm lazer ile uyarılabilen bu hibrit nanoyapı sayesinde geliştirilen fotoelektrokimyasal sensör, HSK'ya özgü ctDNA'ları femtomolar gibi çok düşük derişimlerde bile tespit edebilmektedir.





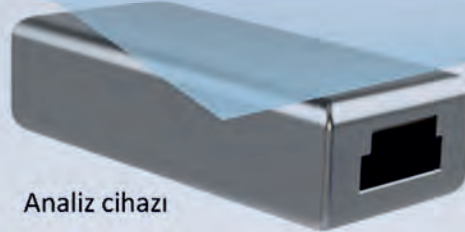
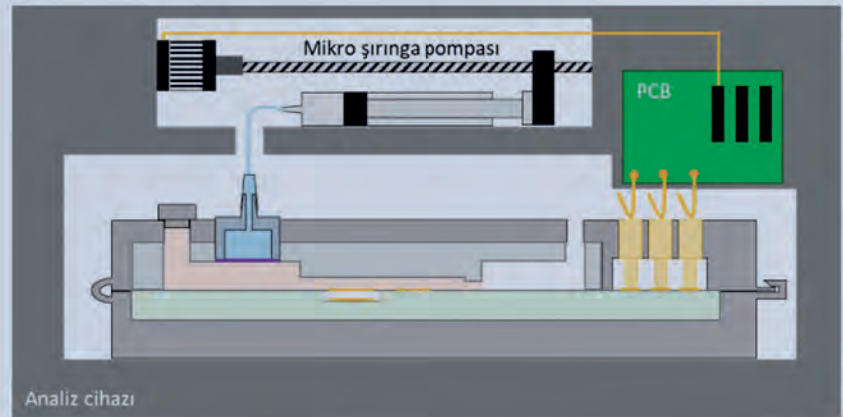
2) Akıllı Çip-Üstü-Organ Platformu

Parkinson hastalığının tedavisi için levodopa ilacı kullanılmaktadır. Bu ilacın amacı beyindeki dopamin seviyesini arttırmaktır. Öte yandan AAAD enzimleri levodopa ilacı bağırsak ortamında dopamine çevirebilmektedir. Bu durumda, bağırsakta oluşan dopamin, kan-beyin bariyerini aşamayacağı için beyne ulaşamaz ve ilaç etkisiz olur.

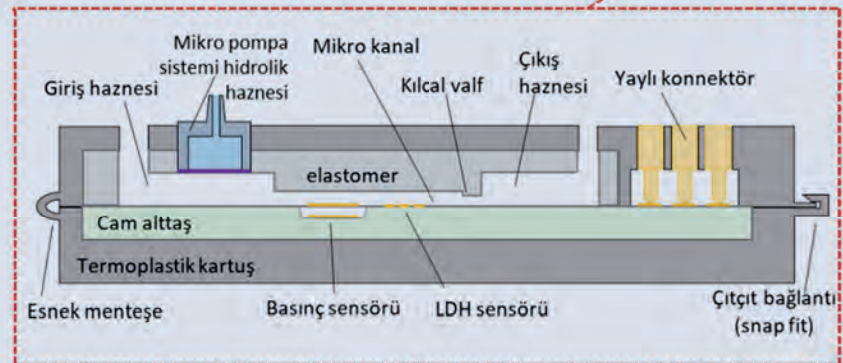
Bu çalışmada, akıllı bir çip-üstü-bağırsak çalışılmakta ve bağırsak ortamında harcanan levodopa ve üretilen dopamin miktarları elektrokimyasal olarak test edilmektedir.

3) Vücut Sıvılarının Tanısı için Bimodal Sensör

Bu çalışma kapsamında, plevral efüzyon, sinoviyal sıvı, serebrospinal sıvı gibi vücut sıvılarında laktat dehidrogenaz (LDH) aktivitesi ve viskozitenin eş zamanlı ölçümünü sağlayan ve böylelikle patolojik durum ile ilgili tanıya destek olan bir sistem geliştirilecektir. Bununla birlikte, LDH ölçümü için bir elektrokimyasal sensör ile viskozitenin dolaylı ölçümü



Entegre kartuş ve bimodal sensör



için kapasitif bir basınç sensörü geliştirilecek ve bu sensörler entegre bir şekilde MEMS üretim yöntemleri kullanılarak imal edilecektir.

Entegre sensörlerin daha sonra plastik enjeksiyon ile üretilen iki bileşenli termoplastik mikro akışkan bir kartuş içine entegrasyonu gerçekleştirilecektir. Kartuş içerisinde sıvı akışının sağlanabilmesi için bir mikro pompa sistemi geliştirilecektir. Tüm aktif bileşenlerin çalıştırılması ve sensörlerden bilgi alınabilmesi için de ayrıca bir analiz cihazı üretililecektir.

4) Manyeto Mikro Akışkan *in vitro* Tanı Platformu

Bu çalışmada, mikroakışkan sistemlerde manyetik etkileri kullanarak biyobelirteçlerin otomatik bir şekilde saptanması için *in vitro* tanı platformu geliştirilecektir. Algılama işlemi otomatik olarak merceksiz holografik mikroskop sistemiyle gerçekleştirilecektir.

Görüntü Algılayıcılar

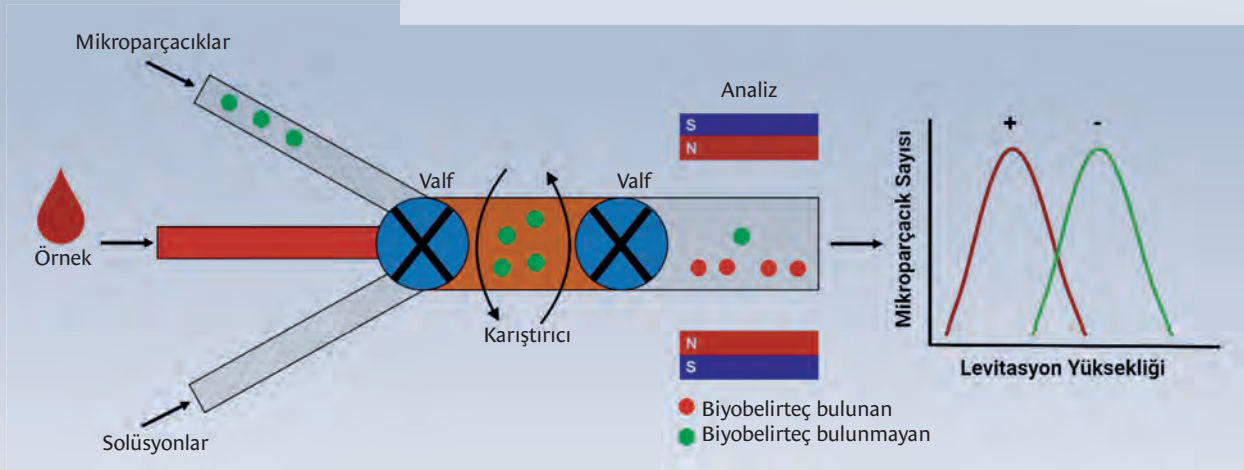
Görüntü algılayıcılar takımı, Merkez’de görünmeyen spektrumun potansiyelini keşfetmek ve çeşitli uygulamalarda kullanımını araştırmak, kızılötesi dedektörlere yönelik yenilikçi çözümler geliştirmeye odaklanmış bir ekip olarak öne çıkmaktadır.

Görüntü algılayıcılar takımında kızılötesi dedektör teknolojilerinin milli olarak geliştirilmesine yönelik faaliyetler yürütülmektedir. Bu kapsamda, elektromanyetik spektrumun 0,7-12,0 mikrometre (elektromanyetik spektrumun kızılötesi bölgesi) dalgaboyu aralığında farklı bölgelerde çalışan kızılötesi sensörler geliştirilmektedir. Merkez’de üç farklı görüntü algılayıcı ailesi çalışmaktadır:

- Mikrobolometre
- Tip-2 Süperörgü (T2SL) Dedektörler
- Koloidal Kuantum Nokta (CQD)

Mikrobolometre, elektromanyetik radyasyonu algılayan ve özellikle termal görüntüleme sistemlerinde kullanılan sensördür. Görüntü algılayıcılarda yoğun olarak kullanılan Mikrobolometre teknolojisi, Merkez’de 20 yılı aşkın süredir çalışılan çekirdek teknolojilerden birisi olarak öne çıkıyor. Geçtiğimiz dönem içerisinde farklı çözünürlükte ve piksel büyüklüğünde sensörler geliştirilmiş ve bunlara yönelik iyileştirme çalışmaları yürütülmüştü. İkinci beş yıllık yeterli dönemi boyunca bu teknoloji ile bağlantılı olarak 12 mikrometre piksel boyutuna sahip ürünlerin geliştirilmesine yönelik faaliyetlere odaklanılıyor.

Merkez’de Görüntü Algılayıcılar Alanı’nda ayrıca kızılötesi foton dedektörlerine ilişkin çalışmalar yürütülüyor. Bu alanda dünyada son zamanlarda oldukça popüler olan Tip-II Süperörgü (T2SL) Dedektör teknolojileri geliştiriliyor. Süperörgüler, farklı atom gruplarının yarıiletken



kristal yapıya düzenli olarak yerleştirilmesiyle oluşan yapılardır. Bu yapılar sahip oldukları atom gruplarından daha farklı faydalı elektronik özelliklere sahiptir. Süperörgü yapılar ile kızılötesi dedektörler geliştirmek mümkün olabiliyor.

Süperörgü dedektörler yüksek algılama performansı gerektiren uygulamalarda kullanılıyor. Bu uygulamalar genelde savunma sanayisi alanında olduğu için süperörgü teknolojisi kritik öneme sahip. Süperörgü dedektörlerin kullanılabileceği uygulamalara füze arayıcı başlıkları, keşif ve gözetleme sistemleri, hedefleme sistemleri, tıbbi termal kameralar, uzun menzilli termal el kameraları, tank ve zırhlı araç görüş sistemleri ve deniz platformu elektro-optik sistemleri örnek verilebilir.

Merkez’de ayrıca SWIR bandında çalışan düşük maliyetli Kolloidal Kuantum Nokta (CQD) dedektörlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülüyor. Bu teknolojiye yönelik yapılacak çalışmalar ile ABD ve Avrupa tarafından sağlanan InGaAs (indium-galyum-antimon) tabanlı hibrit SWIR sensör teknolojisinin doğurmuş olduğu yüksek üretim maliyeti ve bu sensörlerin temininde yaşanan ihraç kısıtlama sorunlarını çözerek, ülkemizin bu alandaki dışa bağımlılığının önemli ölçüde azaltılması hedefleniyor.



Eylemsizlik Algılayıcılar

Merkez’de eylemsizlik algılayıcılar konusundaki çalışmalar daha çok dönüölçer (bir cismin dönme hızını veya dönme açısını ölçmek için kullanılan sensörler) ve ivmeölçerlere (bir cismin hızlanması ya da yavaşlaması sırasında meydana gelen ivmeyi ölçerler) yönelik kritik öneme sahip teknolojilerin geliştirilmesine odaklanan bir ekip tarafından yürütülmektedir. Bu konuda geliştirilmesine odaklanılan ürünler şunlardır:

- Kuzey Bulucu
- MEMS Kasılabilir Hücre Test Sistemi
- Fabry-Perot MEMS Filtre

MEMS dönüölçer tabanlı ve hassas kuzey açısı ölçümüne odaklı Kuzey Bulucu’nun hem maliyet etkin olması hem de diğer teknolojilere göre enerji

tüketimi ve ağırlık avantajıyla daha başka uygulama alanlarına da hitap edebilmesi nedeniyle Merkez’de geliştirilmesine başlanmıştır. İlerleyen dönemde MEMS tabanlı Kuzey Bulucu’nun hâlihazırda kullanılan taktik seviye navigasyon sistemlerine destek olması ve kullanılan manyetik tabanlı pusulaların yerini alması planlanıyor.

MEMS Kasılabilir Hücre Test Sistemi ile MEMS yük hücrelerinin kardiyomiyositlere (kalp kasının ritmik ve koordineli bir şekilde kasılmasını sağlayarak kan pompalama işlevini yerine getirirler) entegre edilmesi, bu hücrelerin farklı kimyasal ortamlarda (ilaç ve/veya toksisite) ve elektriksel ve/veya mekanik uyarı altında kuvvet-deplasman ilişkilerinin ortaya çıkarılabilmesi için yepyeni bir kullan-at sistem geliştirilmesi planlanıyor. Bu sistem, ülkemizde bu amaçla geliştirilecek ilk cihaz olması, sağlık alanındaki uygulama

projelerine temel teşkil etmesi ve bu projelere girdi sağlayacak teknolojik ürün ve/veya bilgi üretebilme kapasitesi nedeni ile yüksek özgün değere sahiptir.

Merkez’de geliştirilecek Fabry-Pérot MEMS Filtre sayesinde farklı uygulamalar için geniş bant bir ışık kaynağı kullanılarak ve ayarlanabilir optik boşluk ile istenen herhangi özel bir dar banttaki ışık şiddetini ölçerek kimyasal analiz yapılması (parmaktan alkol ölçümü vs.) mümkün olabilecektir.

RF MEMS

Merkez bu alandaki çalışmalarda RF (Radyo Frekansı) MEMS anahtar, RF MEMS faz kaydırıcı ve RF anten geliştirilmesine odaklanmıştır. Bu ürünler özellikle 5G ve ötesi sistemlerde ihtiyaç duyulan kitlesel MIMO (Multiple Input Multiple Output-Çoklu giriş, çoklu çıkış) sistemlerinde kullanılmak üzere geliştiriliyor.

RF MEMS anahtarlarla kontrol edilen dizi antenlerin geliştirilmesi sürecinde elde edilen bilgi birikimi ile günümüzün teknolojisi olan 5G iletişim teknolojilerinde kullanılmak üzere bu yapılar üzerindeki çalışmalar halen devam ediyor. Bu kapsamda, Merkez’de RF MEMS alanında aygıt bileşenlerinin tasarımı, üretimi ve paketlenmesi gerçekleştiriliyor.

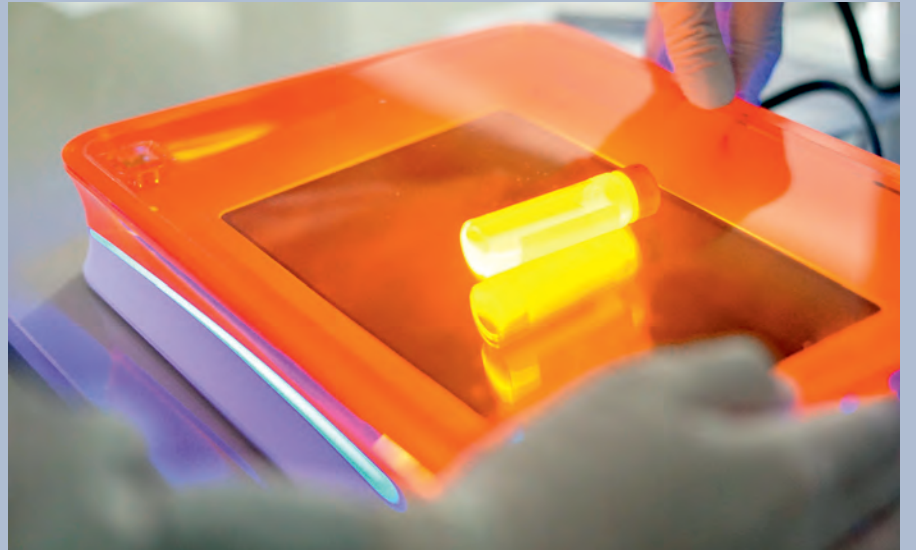
Aygıt Paketleme

Aygıt paketleri, MEMS aygıtlar ile bunların entegre edileceği sistemler arasında mekanik, elektronik ve optik ara yüzleri sağlar. Paket yapısı aynı zamanda beraber çalıştığı entegre devreleri barındırarak bu çiplerle aygıtlar arasında gerekli ara yüzleri oluşturur.

Geliştirilecek MEMS ürünlerinin fiyatlarını belirleyen önemli etkenlerden biri olan paketleme teknolojisinin maliyet etkin olması son derece önemlidir. Merkez’de geçmişte bu alanda gerçekleştirilen projeler ve çalışmalar ile MEMS aygıtların paketlenmesine ilişkin önemli bir tecrübe ve bilgi birikimi mevcut. Gelecekte Merkez’de paketleme ihtiyacı olan ve geliştirilen bütün teknolojiler için paketleme faaliyetlerin yürütülmesi ve bu konuda uzman personelin yetiştirilmesi hedefleniyor.

Mikrofabrikasyon Faaliyetleri

Merkez’in altyapısının temelini oluşturan Mikrofabrikasyon, mikro boyutta karmaşık yapıların üretimini sağlayan ve yukarıda bahsedilen farklı alanlardaki MEMS sistemlerin geliştirilmesinde kritik rol oynayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, nanometre ölçeğinde hassas işlemleri gerçekleştirerek, çeşitli endüstriyel ve bilimsel uygulamalarda etkili çözümler sunmaktadır. Mikrofabrikasyon süreci, geleneksel üretim yöntemlerinden farklı olarak, fotolitografi (bir desenin belirli bir yüzey üzerine aktarılmasını sağlayan ve mikroçip üretiminde çok kullanılan bir süreç), ıslak ve kuru aşındırma, yüksek



hassasiyetli ölçüm teknikleri ve ince film kaplama gibi ileri düzeyde teknolojileri içermektedir.

MEMS teknolojisi için gereken yüksek maliyetli cihaz altyapısının kurulması ve çalışır tutulması, dış ve iç paydaşların mikrofabrikasyon hizmetlerine yönelik sürecin yönetilmesi, proje çalışmalarının temiz alanda gerçekleştirilen iş paketlerinin idaresi süreçlerinin tümü mikrofabrikasyon faaliyetleri olarak geçer. Bu kapsamda yürütülen başlıca faaliyetler:

- Maske üretimi, 4"- 6"- 8" pul (wafer) süreçleri, pul kesme işlemi, yalıtkan/metal kaplama/aşındırma işlemi, çeşitli ölçüm/test/karakterizasyon faaliyetleri gibi standart hizmetler,
- Temiz alana erişim şartlarını sağlayan kişilerce Merkez çalışanları eşliğinde/gözetiminde altyapıyı kullanabildiği temiz alana erişim ve cihaz kullanım hizmeti,
- Dış kullanıcıların ihtiyacına yönelik butik üretim hizmeti,
- Mikro yapılar ve özgün MEMS aygıtları geliştirme hizmeti,
- Mikrofabrikasyon süreç geliştirme hizmetleridir.

MAESTRO PLARFORMU

MAESTRO projesi kapsamında 12 üniversite (9 araştırma üniversitesi) ve 14 özel sektör kuruluşuyla iş birliği ile ürün odaklı çalışmalar yapılması, katma değeri yüksek ürünler geliştirilmesi, Merkez altyapı kullanımının ülke geneline yayılması, endüstriyle yakın çalışmalar gerçekleştirilmesi neticesinde "Biyomedikal Mikrosistemler Mükemmeliyet Ağı" kurulması hedeflenmektedir. Bu platformun altında 53 araştırmacı ile birlikte 9 adet proje yürütülmektedir.

MAESTRO'nun temel amacı, kronik kompleks hastalıklar ve kanser için prognostik (hastalıkların seyrinin takibine yönelik), diyagnostik (taniya yönelik) ve terapötik (tedaviye

yönelik) BiyoMEMS tabanlı mikro medikal ürünler geliştirmektir. Araştırma programının odağında, BiyoMEMS teknolojileri ve buna bağlı olarak mikro imalat teknolojileri (MEMS üretim yöntemleri ve polimer tabanlı üretim yöntemleri), biyosensör teknolojileri yani biyolojik bir bileşenin belirli bir analit bileşiği algılamak veya ölçmek için kullanıldığı cihazlar ve sistemler bulunuyor. Günümüzde kritik bir yere sahip olan mikroakışkan platformların, geliştirilen biyosensörlere entegre edilmesi de önemli bir noktadır. Mikroakışkan sistemler sıvıların mikro ölçeklerde hareket ettiği ve kontrol edildiği sistemlerdir. Özellikle biyosensör uygulamalarında, mikroakışkan sistemlerin kullanımı analitik hassasiyeti arttırabilir ve daha küçük örnek hacimlerinin analiz edilmesine olanak tanır.

Proje 1: Beyin Hasarında Multimodal Nöromonitörleme ve Yeni Biyosensörlerin geliştirilmesi-ARÇELİK-KoçMedical-Bıçakçılar

Proje 2: Göz İçi Basıncı Takibi Yapan İntraoküler ve Kontak Lens Geliştirme-GLAKOLENS

Proje 3: Vücut Sıvılarının Diyagnozu için Bimodal Sensör Geliştirilmesi-ODTÜ MEMS Merkezi

Proje 4: Vücut sıvılarından kalp krizi durumunun tespiti için taşınabilir cihaz geliştirilmesi-TÜBİTAK MAM

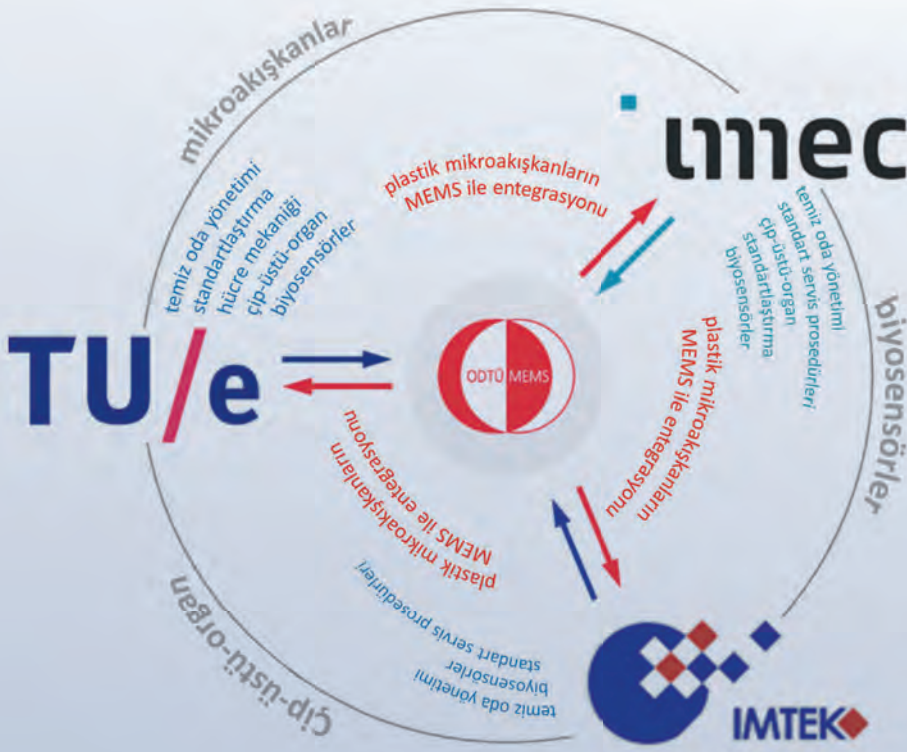
Proje 5: Kalp damar yolu tıkanmasını erken evrede haber verecek medikal stent ile tümleşik kablolu biyomedikal MEMS algılayıcı geliştirilmesi-TÜBİTAK MAM

Proje 6: Mikro ölçek Kaviteasyonlu Akış Davranışına Dayalı Mikroakışkan Tanı Cihazı Tasarımı ve Geliştirilmesi-Sabancı Üniversitesi

Proje 7: Mikro Akışkan Sistem Üzerinde Manyetik Levitasyon Yöntemi ile 3B Hücre Kültürü ve İlaç Testi-İYTE

Proje 8: Mikro akışkan yonga üstünde kanser hücrelerine yenilikçi ilaç taraması yapılması-Yeditepe Üniversitesi

Proje 9: Dış Ortamda Spermatogenez için MEMS Üretimi, Validasyonu ve Verifikasyonu-ODTÜ MEMS Merkezi



OrChESTRA: Organ-on-a-Chip Focused Strategic Partnership (Çip-Üstü-Organ Odaklı Stratejik Ortaklık)

Merkez'in yeterli almasından bugüne kadar AB (Twinning HORIZON-WIDERA-2021-ACCESS-03) tarafından fonlanan ilk proje olan OrChESTRA, ODTÜ MEMS Merkezi'nin BiyoMEMS araştırma birimini, mevcut uzmanlığı ve altyapısı üzerine inşa ederek, mikroakışkanlar alanında, özellikle organ-on-a-chip (çip-üstü-organ; organların minyatür olarak taklit edildiği versiyonlarının mikroçip üzerine yapılandırılarak

oluşturulmasıdır) platformlarında bir Mükemmellik Merkezi'ne yükseltmeyi amaçlıyor.

Yaklaşık 1,5 milyon avro bütçesi olan 36 ay süreli projeye, özellikle organ-on-a-chip platformlarında, mikroakışkanlar için yenilikler

sunan, eğitimler ve endüstriyel hizmetler veren önde gelen bir Merkez olunması hedefleniyor.

Bu proje, ODTÜ MEMS Merkezi'nin, Türkiye'nin tıp ve sağlık hizmetlerinde geniş etkileri bulunan, ekonomik olduğu kadar toplumsal etkileri de yüksek olan bilimsel yeteneklerinin güçlendirilmesini sağlayacak.

Bu kapsamda, OrChESTRA projesi mikroakışkan alanında önde gelen üç araştırma kuruluşunu (ODTÜ MEMS Merkezi, TU/e (Eindhoven Üniversitesi) ve IMEC) bir araya getirerek ODTÜ MEMS Merkezi'nin bilim ve teknoloji kapasitesinin artmasını ve araştırma profilinin geliştirilmesine katkıda bulunacak.

ODTÜ MEMS Merkezi'nin uluslararası alanda önde gelen TU/e ve IMEC ile verimli ve sürdürülebilir iş birlikleri kurması hedefleniyor.



Projede eğitim öğretim faaliyetleri, lisansüstü öğrencilerine yönelik kariyer geliştirme programı ile kurumsal kapasite geliştirmeye yönelik eğitim ve etkinlikler gibi iş paketleri yer alıyor.

PLASNANO: 2B Malzemelere Dayalı Terahertz Plazmonik Yükseltgeçlerin Nano Ölçekte Geliştirilmesi

Merkez, UFUK Avrupa-Avrupa Yenilik Konseyi 2022 Kılavuz Açık 01 01 Çağrısı ile THALES koordinatörlüğünde başvurusu yapılan toplam 3 milyon avro bütçeli projede konsorsiyum ortaklarından biridir. Projede 2B malzemelerin yüzey plazmoniği etkisinden yararlanarak bant genişliğinden ödün vermeden THz yükseltgeç yapıların geliştirilmesi ve SiGe HBT (Silisyum-Germanyum hetero eklemlili çift kutuplu transistör) THz kaynak ile entegrasyonu hedefleniyor.

Günlük yaşantımız ve özellikle etkileşimde bulunduğumuz çevre,

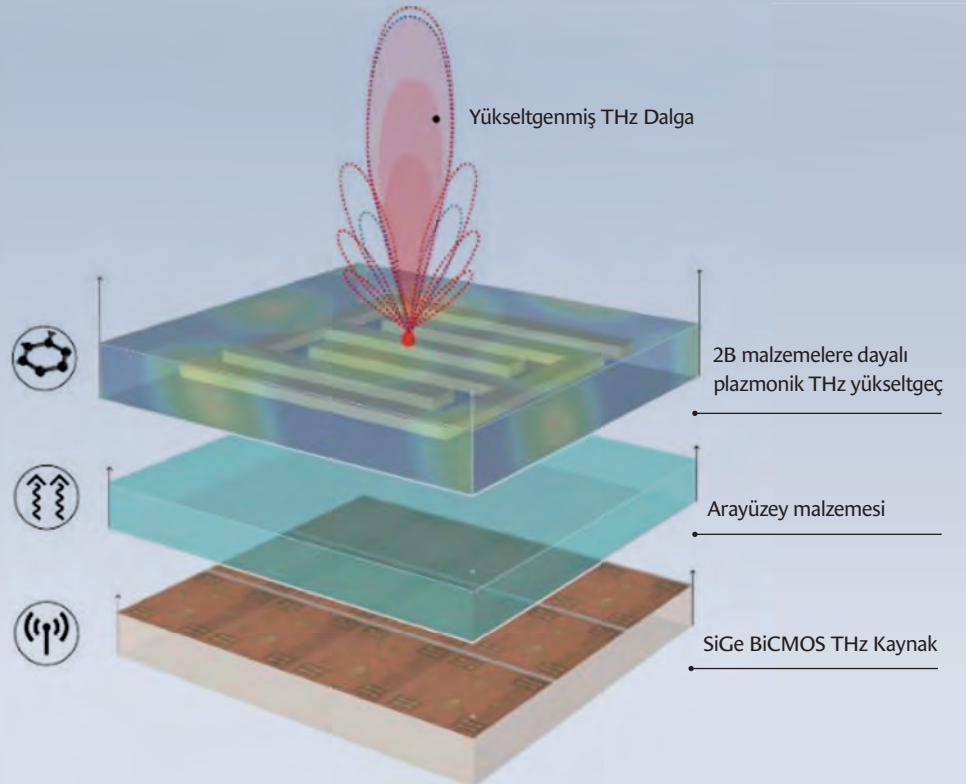
dijital teknolojiler tarafından yönlendiriliyor. Bu teknolojiler arasında bulunan “Bulut teknolojisi” ve buna bağlı tüm teknolojiler, daha yüksek bant genişliklerine her zamankinden daha fazla gereklilik duymaktadır. Bunun için zor hava şartlarında bile yüksek bit hızına ve serbest uzayda bir noktadan birden fazla noktaya bağlantı yeteneğine ihtiyaç var

Terahertz (THz) dalga aralığında çalışan aygıtlar, artan talebe bir çözüm sunarak bu ihtiyacı karşılayabilmekte ancak elektromanyetik spektrumun bu bölgesi, yüksek atmosferik soğurmaya maruz kaldığı için bu aygıtların daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle ilgili

projede, toplam 9 proje paydaşı ile birlikte, iki boyutlu (2B) malzemelere dayalı plazmon tabanlı THz yükseltgeçlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.

Yüzey plazmoniği: Herhangi iki malzemenin ara yüzeyinde dielektrik fonksiyonlarının reel kısmının farklı işaretli (biri pozitif, diğeri negatif reel bileşene sahip) olmasıyla oluşan yapıcı ve tutarlı elektron salınımlarıdır.

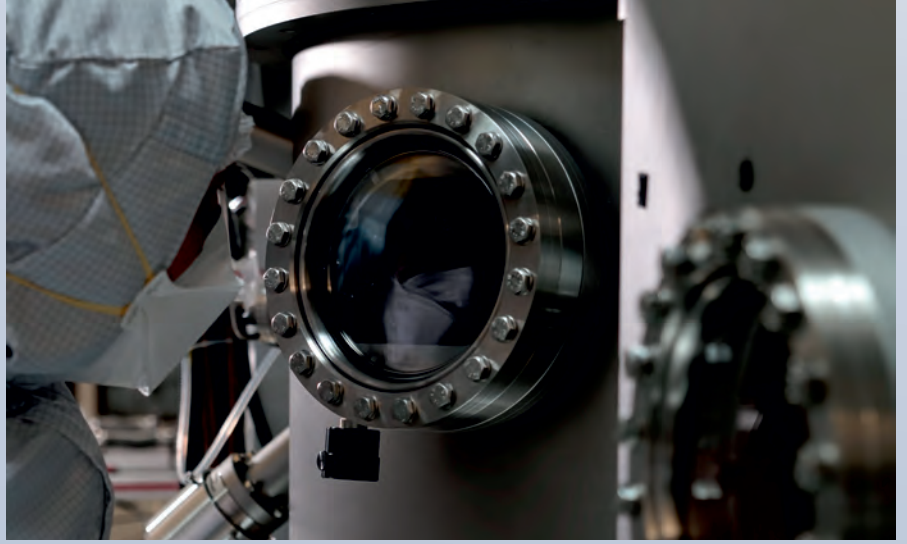
Plazmon: Malzemedeki serbest elektronların elektrik alanına göre yaptığı salınım olan plazma salınımlarının kuantumudur. Işığın fotonlardan oluşması gibi plazma salınımları da plazmonlardan oluşur.



BIGG-LABSOUT

ODTÜ MEMS Merkezi, TÜBİTAK 1512 Girişimcilik Destek Programı (BİGG) kapsamında ODTÜ GÜNAM, SUNUM, ODTÜ TEKNOKENT, ODTÜ TTO ve TÜBİTAK MAM ortaklığında akademik girişimcilğe odaklanan “BİGG- LABSOUT” programının ortağıdır.

2018 yılından itibaren ODTÜ Teknokent ve ODTÜ TTO’nun akademik girişimcilik alanında elde etmiş olduğu deneyimi proje paydaşlarının birikimleri ile zenginleştirerek; paydaşlarının da katkılarıyla Türkiye’ye yaygınlaştırması hedefleniyor. Proje için bir araya gelen bu beş kurum; sahip oldukları deneyimler, güçlü iş birliği ağları ve geliştirdikleri farklı yetkinlikler ile Ar-Ge, inovasyon ve girişimcilik faaliyetlerinde güçlü bir sinerji oluşturarak Türkiye’nin akademik girişimcilik odaklı ilk BIGG sürecini TÜBİTAK’ın 2022 yılı Uygulayıcı Kuruluş çağrısına kabul edilerek başlatmışlardır. LabsOut Konsorsiyumu üyeleri, faaliyet alanları ile benzer alanlarda projesi bulunan girişimci adaylarına bu süreç boyunca mentorluk desteği sağlamaktadırlar.



ODTÜ MEMS Merkezi’nin Gelecek Vizyonu

ODTÜ MEMS Merkezi, gelecekte daha da büyüyerek, güçlü kadrosu ile Türkiye’nin teknolojik yeniliklerine liderlik eden bir merkez olmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda endüstriyel iş birliklerini güçlendirmek, genç araştırmacıları desteklemek ve uluslararası ortaklıkları genişletmek gibi stratejiler izlenmektedir. Gelecekte, Merkez’in

sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal refah üzerindeki etkisini artırması beklenmektedir.

ODTÜ MEMS Merkezi, Türkiye’nin teknolojik ve bilimsel potansiyelini ortaya çıkaracak önemli bir kurum olma yolunda çalışmalarını sürdürmektedir. MEMS sistemlerin geleceği şekillendirmesi ve yenilikçi çözümler sunması açısından, Merkez’in katkıları büyük önem taşımaktadır. ■

Ayrıntılı bilgi için
<https://mems.metu.edu.tr/tr> adresini ziyaret edebilirsiniz.



BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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

Parçacık Fiziğindeki Gelişmeler

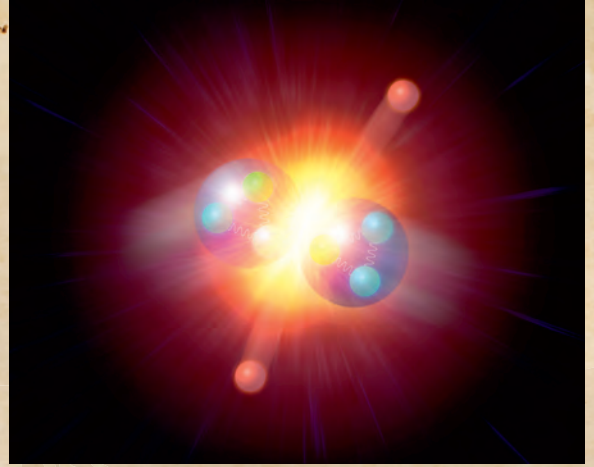
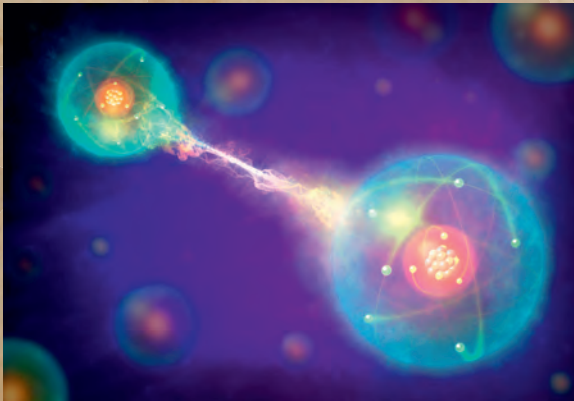
Atomos veya Bölünemez Üzerine

Bölünemez diye adlandırılan atom hakkındaki araştırmaların tarihi çok eskilere uzanmakla birlikte konuya ilişkin görüşlerin detaylı anlatımının ilk kez Antik Yunan döneminde Demokritos (MÖ 460-370) tarafından geliştirildiği bilinmektedir. Hocası Leukippos'un (MÖ 5) etkisi de göz önüne alındığında, Demokritos'un konu hakkında görüş belirten ilk kimse olup olmadığı kesin olmasa da sonraki dönemler üzerinde büyük etki bıraktığı açıktır. Antik Yunan bilim etkinliğinin esasını fenomenlerde

görülen değişimler ve bunların nedensel açıklaması oluşturmaktaydı. Bu esas, dönemin bir diğer düşünürü olan Parmenides'in (MÖ 515-450) "değişim yoktur" iddiasıyla kesintiye uğradı.

Değişim yoksa neyi açıklayacaksınız? Böylece doğa bilimi veya doğa felsefesi çalışmaları durakladı. Demokritos, doğa olaylarına rasyonel açıklama getirmeye yönelik girişimlerin trajik sonu olarak değerlendirilen bu sorunu çözmek istedi. İşte, Parmenides'in görüşlerini analiz etmekle başladı. Gerçekte değişim apaçık ortada olduğuna göre, Parmenides'in değişimi yok saymaktaki amacı ne olabilir diye sordu. Akabinde değişimin var olduğunu ve bir yanılısama olmadığını göstermesi gerektiğine karar verdi. Çünkü Parmenides'in yanılısama olarak küçümsediği değişim, aslında fiziksel bir gerçeklikti. Dolayısıyla "değişim yoktur" iddiasıyla "değişimin apaçık gerçekliğini" uzlaştıracak bir yol bulmak durumunda olduğunu kavradı.

Yeşil bir yaprağın sararıp kahverengiye dönüp, ardından kararıp dalından düşmesine ve bu düşmeye değişimin eşlik etmesine karşın, kalıcı şekilde yaprağa her durumda yaprak denildiği ortadaydı. O zaman değişimi reddetmenin nedeni ne olabilirdi? Demokritos bunun nedeninin değişimin ilk anda kolayca anlaşılabilmesi olduğunu düşündü ve bu zorluğun örneğin, yer değiştirme, yani basit hareket için de geçerli olup olmadığını sorguladı. Ulaştığı sonuç şaşırtıcı yalınlıktaydı: Görünürdeki tüm değişimler nihayetinde bir yer değiştirmeden yani hareketten ibarettir. Peki, neyin hareketidir bu? Her biri kendi içinde değişmez ve bölünmez (atom) olan bir dizi varlığın! Peki, bunların hareketi için neye gerek vardır? Boşluğa. Öyleyse değişim, özünde değişmez, şekil ve boyutları farklı ve sayıca sonsuz olan atomların boşlukta birleşerek veya dağılarak konum değiştirmesinden başka bir şey değildir. Öyleyse nesnelerde algılanan çeşitlilik, atomların boyut ve şekil farklılıklarından ama asıl onların ebedi ve değişmez özellikleri olan sürekli hareket halinde olmaları nedeniyle konum değiştirmelerinden kaynaklanmaktadır.



Parçacık Fiziği

Atom hakkındaki bu görüşler, geçen sayılarda anlattığımız biçimde, modern dönem bilim insanlarının hayalleri zorlayacak gelişmelere dönüştürüldü. Yapılan araştırmalar, aynı zamanda yeni bir bilim dalının, parçacık fiziğinin doğmasını sağladı. Bu yeni araştırma dalı kısa sürede en yoğun çalışılan alanlardan biri oldu. Parçası yok anlamında bölünemez diye adlandırılmış olan atomun parçalanmasıyla çok küçüklerden oluşan bir dünyanın kapıları aralandı. Evrenin yapıtaşlarını veya temel parçalarını bulmaya derinden bağlanmış bilim insanları, deneysel çalışmalarla atomu oluşturan parçacıkları keşfetmeyi başardıkça, aralanan kapı ardına kadar açıldı. Açıldıkça ışıktan elektrige, manyetizmadan kütle çekimine, oradan yüksek enerji fiziğine kadar sayısız fenomenden oluşan büyük

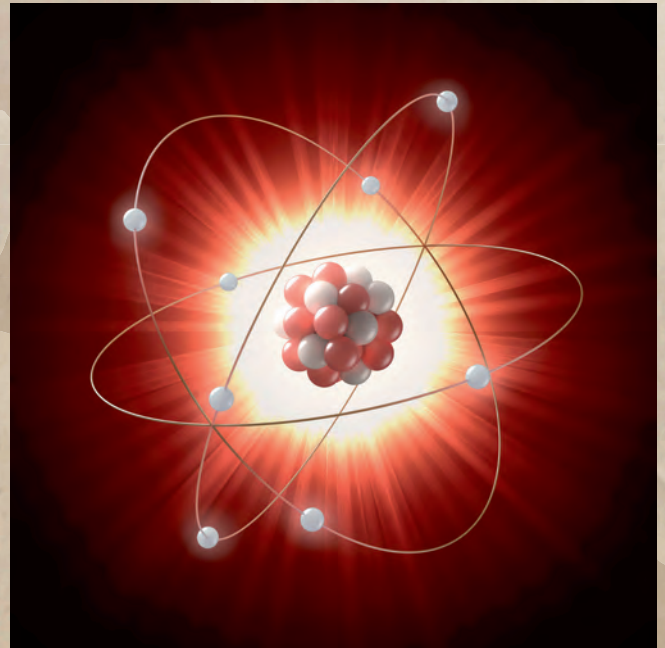
bir evrenin gizleri teker teker çözülmeye başlandı. Bu sadece bilimin değil, bütün entelektüel etkinliklerin hem mahiyetinin hem de sınırlarının yeniden belirlenmesine yol açtı. Yirminci yüzyılın başlarında etkinlik kazanan bilim tarihinin, bilim felsefesinin ve özellikle de analitik felsefenin doğuşunda ve gelişmesinde deneysel bilimin bu somut başarıları başat etkindir.

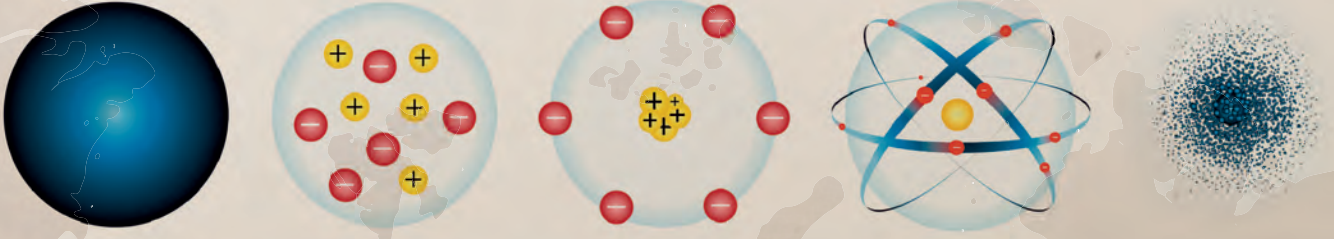
Bilimin doğası hakkında edindiğimiz bilgilerden, bugün temel bilim araştırmalarının amacının evreni, doğayı ve insanı anlamak ve açıklamak olduğunu tereddütsüz söyleyebiliyoruz. Galaksilerin, yıldızların, gezegenlerin ve diğer her şeyin neden ve nasıl oluştuğu sorusu her zaman merak konusu olduğundan ve insanların merakını giderecek çeşitli cevapların uzun yıllardan bu yana verildiğinden de haberdarız. Cevapları oluşturan bilge insanların, var olan her şeyin “temel olarak kabul edilen” bir parçacıktan (arke-töz) veya parçacıklardan oluştuğunu varsaydığını, bunun bir sonucu olarak da bilim ve düşün insanların çok uzun yıllardan bu yana temel parçacıkların veya varsa en temel parçacığın peşine düştüklerini bilim tarihi incelemeleri açıkça göstermektedir. Demokritos’un mensubu olduğu Antik Yunan döneminde gelişen “doğa felsefesi” de temel parçacığın arandığı entelektüel bir çabadan başka bir şey değildi. Önce “ilk ana madde, yani arke veya töz” arayışına girişilmesi ve ardından arkeden varlık çeşitliliğinin nasıl oluştuğunun araştırılması bunun bir göstergesidir. Arkenin ne olduğu sorusuna Demokritos “atom” cevabını vermişti. Günümüz parçacık fiziği açısından temel parçacıklardan biri olarak kabul edebileceğimiz parçacığa Higgs Parçacığı denmesine neden şaşıralım ki?

Elektron, Pozitron, Nötron...

Atom hakkında geliştirilen kuramların yirminci yüzyıldaki gelişimi, daha önceden söz konusu edilen Bohr Atom Modeliyle sınırlı kalmamıştır. Atomun çekirdeği üzerinde daha yoğun araştırmaların yürütüldüğü yirminci yüzyıl fizik çalışmaları, çekirdeğin maruz kaldığı değişimleri inceleyen özel bir dalın, nükleer fiziğin doğmasına yol açtı. Nükleer fiziğin ilk başarısı ise radyoaktif bir elementin bir bileşiğe girdiğinde veya belirli fiziksel etkilere maruz kaldığında, ışıma özelliğinin değişmediğinin fark edilmesiyle, yani radyoaktif ışıma (radyasyon) konusunda oldu.

Radyoaktif element ister element olarak ister başka bir elementle birleşmiş olarak bulunsun, sıcaklık ister düşük ister yüksek olsun ışıması hiçbir değişikliğe uğramıyordu. Bu keşif, şimdiye kadar bilinen fenomenler alanında gözlemlerin tamamen dışında kalan bir olgusal durum gibi görünüyordu. Böyle olup olmadığına karar vermek gerekiyordu. Bu nedenle bu durumun analiz edilip, gerektiğinde deneysel olarak sorgulanabilmesi için kapsamlı bir atom modeli





Atom modeli teorisinin zaman çizelgesi

inşa edilmesi yoluna gidildi ve inşa edilen atom modelinde radyoaktivite özelliği çekirdeğe atfedildi. Işımaya maruz bırakıldığında çekirdeğin yük ve kütle olarak değişerek başka bir elementin çekirdeği haline geldiği tespit edildi. Bu durum, doğada ve laboratuvarında bilinen tüm diğer süreçlerin aksine, bir elementin diğerine dönüşmesi (transmutasyon) demekti.

Konunun anlaşılması ve belirli bir yöntem dahilinde incelenerek doğrulanması Rutherford'un 1919'da çekirdeklerin 'yapay' dönüşümünü başarmasıyla gerçekleşti. Nitrojeni alfa parçacıklarıyla bombardıman etti, yani radyoaktif çekirdeklerden nitrojen gazına doğru alfa parçacıkları demeti gönderdi. Sonuçta, bir nitrojen çekirdeğine bir helyum çekirdeği (bir alfa parçacığı) çarptığında, bir oksijen izotopu ve bir hidrojen çekirdeğine bölünmenin gerçekleştiğini belirledi. Giderek parçacıkların her birinin izlediği yolu tespit ederek onları tanımlayabildi. Bu başarı, çekirdeğin bileşimi hakkında yeni bir fikir

vermesi bakımından önemliydi. Önceki yazılarımızda açıkladığımız üzere, başlangıçta atomu oluşturan çekirdekte elektronların da bulunduğu düşünülüyordu. Bu düşünceden geçen sayımızda değiştiğimiz üzere spin meselesinden dolayı, başka bir deyişle çekirdeğin fiziksel yapısının elektronların varlığını dışladığının anlaşılmasıyla vazgeçildi. Nötronun keşfiyle birlikte artık bir çekirdeğin belirli sayıda proton ve nötrondan oluştuğu düşünülebilirdi. Şimdiye kadar çekirdeklerin dönüşümü üzerine yapılan araştırmalarda kullanılan tüm parçacıklar (alfa veya proton) hep yüklü olduklarından, pozitif elektrik yüklü çekirdek tarafından itiliyordu. Nötronların kullanılması bu zorluğu ortadan kaldırdı. Nötr yükleri nedeniyle bu parçacıklar çok daha büyük bir nüfuz kapasitesine sahip olduğundan, en ağır çekirdekler bile dönüştürülebilir hale geldi. Artık insanlık nükleer çağın şafağına uyanmıştı.

Gelecek sayımızda diğer atom altı parçacıkları ele alacağız. ■

Kaynaklar

Melsen, A.G. Van, From Atomos to Atom, *The History of The Concept Atom*, New York: Harper & Row, Publishers, 1960.

Topdemir, H.G., *Felsefe*, Ankara: Pegem Akademi, 2009.

Weinberg, S., *Atomaltı Parçacıklar, Bir Keşif Serüveni*, Çeviren: Zekeriya Aydın, Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002.

Doğa Fauna

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

AMAZON SÜT KURBAĞASI

Amazon süt kurbağasının (*Trachycephalus resinifictrix*) yaşam alanı, Güney Amerika'nın tropik yağmur ormanlarıdır. Sıklıkla Guyana, Kolombiya, Brezilya, Ekvador ve Peru'da görülürler. "Süt kurbağası" olarak adlandırılmalarının sebebi, tehdit edildiklerinde derileri aracılığıyla yapışkan beyaz, zehirli bir madde salgılamalarından dolayıdır.



agus fitriyanto / iStock

Süt kurbağalarının boyları 6,5-10 cm arasında değişmektedir. Dişilerinin boyları genellikle erkeklerden daha büyüktür. Vücutlarının sırt kısmında büyük hâkî yeşilinden açık kahverengiye kadar değişen lekeler oldukça dikkat çekicidir. Bacaklar, kollar ve parmaklarda kenarları koyu kahverengi olan krem renkli şeritler yer alır. Burunları yuvarlaktır. Gözlerin arasında burun yönüne bakan büyük, yeşil renkli bir üçgen vardır. İris ise altın rengindedir. Hem bu nedenle hem de ağaçta yaşadıkları için “altın gözlü ağaç kurbağası” olarak da bilinirler.

Geceleri oldukça aktiftirler ve kafalarının her iki yanında birer ses kesesi yer alır. Yaşları ilerleyen kurbağaların sırt kısmında genç olanlardan ayırt edilebilecekleri kadar belirgin tüberküller (çıkıntılar) oluşur.



Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül

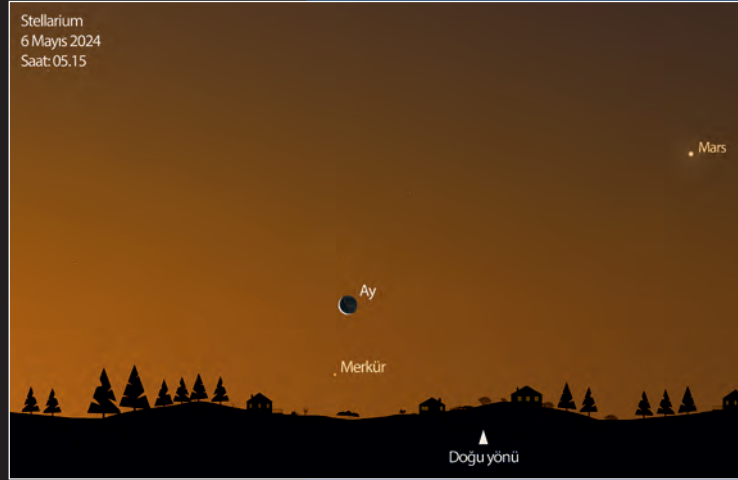
[TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Mayıs Ayında Son Gezegen de Akşam Gökyüzünü Terk Ediyor

Mayıs ayında Merkür, Mars ve Satürn, Güneş'in doğuşundan önce şafak vaktinde gökyüzünde görülebiliyor. Akşamları gökyüzündeki tek gezegen olan Jüpiter ise ayın ilk günlerinden sonra Güneş'in aydınlığında kayboluyor.

Merkür

Merkür, mayıs ayının ilk günlerinde Güneş'ten yaklaşık 45 dakika önce doğu yönünde ufku üzerinden doğuyor. Merkür'ün ayın ilerleyen günlerinde parlaklığı artıyor. Ancak Güneş sisteminin en küçük gezegeni ufku üzerinde çok yükselmediği için ancak açık bir ufukta ve kısa süreler gözlenebiliyor. 6 Mayıs'ta birbirine yakın görünecek Merkür ve Ay'ı gün doğumundan önce doğu yönünde ufku hemen üzerinde görmeyi deneyebilirsiniz.



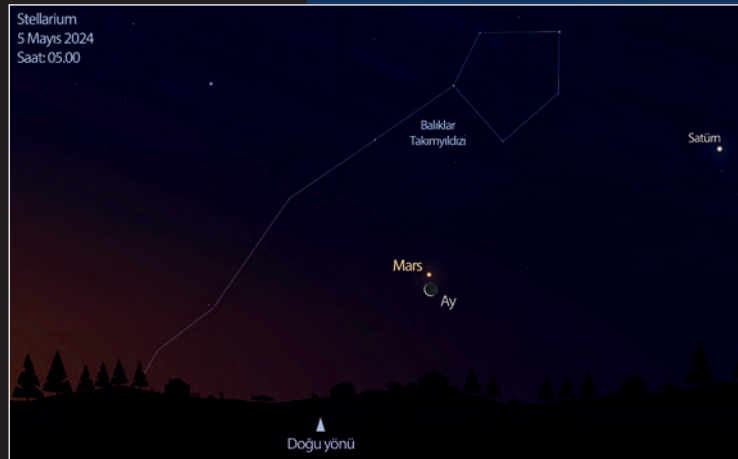
Merkür, 9 Mayıs'ta en büyük batı uzanımı konumuna geliyor. Bu konumdayken Merkür'ün uzanım açısı 26,4 derece. Merkür, haziran ayının ortasında yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçmeye hazırlanıyor. Dolayısıyla mayıs ayının son günlerinde gökyüzünde Güneş'e yaklaştığı için gözlem süresi daha da kısalıyor.

Venüs

4 Haziran'da üst kavuşum noktasından geçmeye hazırlanan Venüs, gökyüzünde Güneş'e çok yakın olduğundan mayıs ayı boyunca gözlemlenmesi son derece zor.

Mars

5 Mayıs sabahı Mars'ı ve hilal şeklindeki Ay'ı doğu yönünde ufku üzerinde birbirine çok yakın görebilirsiniz. Mars, mayıs ayında Güneş'ten yaklaşık 2 saat önce doğu yönünde ufku üzerinden doğuyor. Kızıl Gezegen'in ufku üzerinden yüksekliği ay boyunca artıyor.



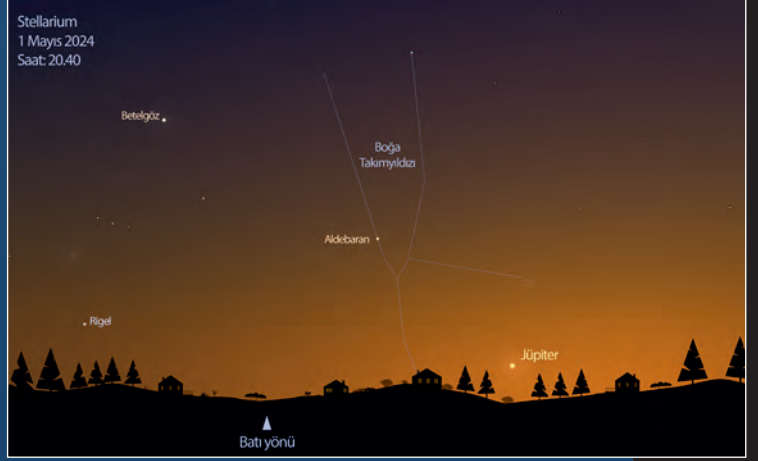
Jüpiter

Mayıs ayının başında akşamları batı-kuzeybatı yönünde ufuk üzerinde ortaya çıkan Jüpiter, Güneş'ten yaklaşık bir saat sonra batı-kuzeybatı yönünden batıyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde batmaya başlayan Jüpiter'in gökyüzünde görülebileceği süre, gaz devi gezegen her geçen gün Güneş'e yaklaştığı için kısalıyor. 18 Mayıs'ta yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçmeye hazırlanan Jüpiter, haziran ayının başında gün doğumundan önce tekrar gökyüzünde ortaya çıkacak.

Satürn

Satürn Mayıs ayında Güneş'in doğuşundan önce gökyüzünde görülebilecek gezegenler arasında yer alıyor. Halkalı gezegen ayın başında Güneş'ten yaklaşık iki saat önce doğu-güneydoğu yönünde ufuktan doğuyor. Satürn ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde doğmaya başlıyor ve ufuk üzerindeki yüksekliği giderek artıyor.

Bakış açımıza göre halkalarının yönelim açısının yaklaşık 3 derece olduğu Mayıs ayında, siz de Satürn'ün halkalarını basit bir teleskop yardımıyla gözlemlemeyi deneyebilirsiniz. Mayıs 2025'te ekinoks konumuna gelecek olan Satürn'ün halkaları bu dönemde Dünya'dan bakıldığında neredeyse "görünmez" olacak. Satürn, 4 Mayıs'ta yeni ay evresine yaklaşan hilal şeklindeki Ay ve 31 Mayıs'ta son dördün evresinden yeni ayrılan Ay ile birbirine yakın görülebilir.

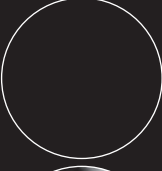


Eta Aquariid Gök Taşı Yağmuru

Eta Aquariid Gök Taşı Yağmuru 5 Mayıs'ta en yüksek etkinliğe ulaşıyor. Bu tarihte gök taşlarının gökyüzünde ortaya çıkıyormuş gibi görüldüğü nokta yani saçılma noktası gece yarısından yaklaşık üç saat sonra doğu yönünde ufuk üzerinden doğuyor ve şafak vakti Güneş'in aydınlığında kaybolmadan önce ufuk üzerinde en yüksek noktaya ulaşıyor. Eta Aquariid Gök Taşı Yağmuru'nun en yüksek etkinliğe ulaştığı tarihte Ay yuvarlağının yaklaşık %14'ü aydınlık görüldüğünden, gök taşlarının fark edilmesini olumsuz etkilemiyor. Ancak saçılma noktası ufuk üzerinden çok yükselmediğinden, bu tarihte ülkemizden maksimum 30 gök taşı gözlenmesi bekleniyor.



Eta Aquariid Gök Taşı Yağmuru'nun kaynağı 1P/Halley kuyruklu yıldızı.

Son dördün1 Mayıs
Saat: 14.27**Yeni ay**8 Mayıs
Saat: 06.22**İlk dördün**15 Mayıs
Saat: 14.48**Dolunay**23 Mayıs
Saat: 16.53**Son dördün**30 Mayıs
Saat: 20.13**Yerberi**6 Mayıs Saat: 01.11
Mesafe: 363.166 km**Yeröte**17 Mayıs Saat: 22.00
Mesafe: 404.641 km

Dünya'ya Yakın Bir Küresel Yıldız Kümesi: M4

28 Mayıs gecesi Dünya'ya en yakın küresel yıldız kümelerinden biri olan Messier 4'ü (kısaca M4 olarak isimlendirilir) küçük bir teleskop yardımıyla gözlemleyebilirsiniz. Akrep Takımyıldızı'nda yer alan M4, takımyıldızın en parlak yıldızı olan Antares'in 1,3 derece batısında yer alıyor.

Dünya'dan yaklaşık 6.000 ışık yılı uzakta bulunan M4, 1746 yılında İsviçreli gökbilimci Jean-Philippe Loys de Chéseaux tarafından keşfedildi. Yüzbinlerce yıldız ev sahipliği yapan M4'ün 12,2 milyar yaşında olduğu tahmin ediliyor.

Küresel yıldız kümeleri, yüzbinlerce hatta milyonlarca yıldızın aralarındaki kütleçekim etkileşimi etkisiyle birbirlerine çok yakın şekilde bir arada bulunduğu yapılardır. Yıldızlar arasındaki güçlü etkileşim bu yapıların düzenli bir küresel şekle sahip olmasına neden olur. Küresel kümelerdeki yıldızlar yaklaşık olarak aynı zamanlarda, aynı toz ve gaz

bulutunun içinde oluşur. Bu nedenle başlangıçtaki bileşimleri benzerdir.

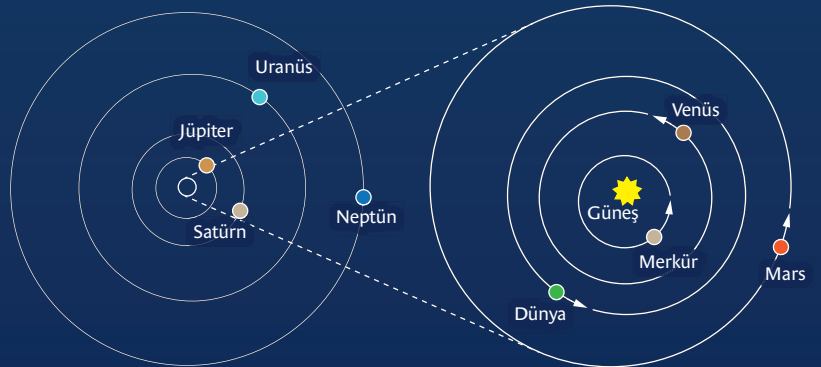
Gökbilimciler küresel kümelerdeki yıldızları inceleyerek yıldızların zaman içinde geçirdiği değişimler hakkında bilgi edinmeye çalışıyor.



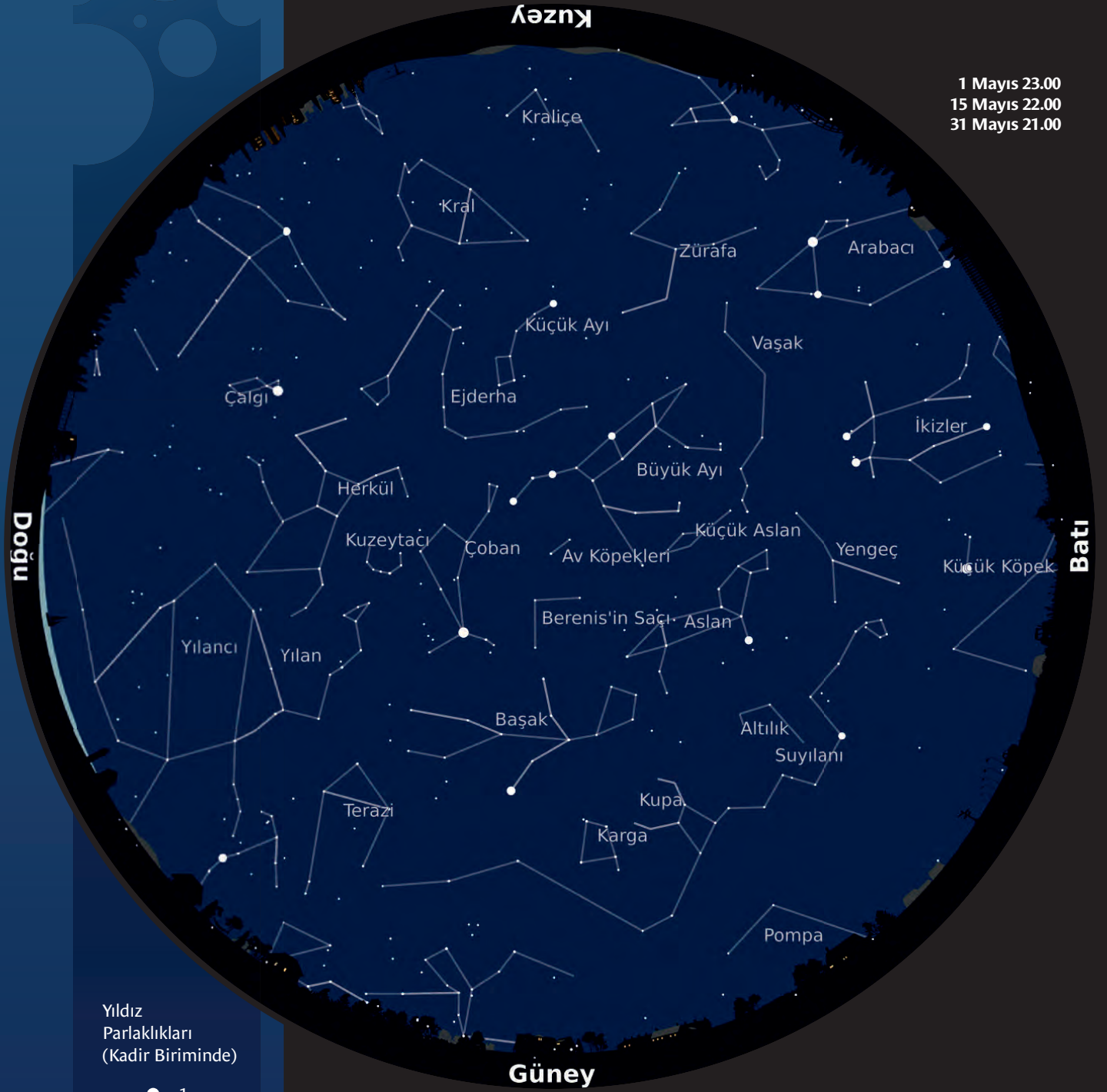
Ayın Önemli Gök Olayları

- 1 Mayıs** Ay, son dördün evresinde
- 4 Mayıs** Ay ve Satürn yakın görünümde
- 5 Mayıs** Eta Aquariid gök taşı yağmuru için en yüksek etkinlik
- 6 Mayıs** Ay ve Mars yakın görünümde
- 8 Mayıs** Ay, yeni ay evresinde
- 9 Mayıs** Merkür, en büyük batı uzanımı konumunda
- 13 Mayıs** Ay ve Polluks yakın görünümde
- 15 Mayıs** Ay, ilk dördün evresinde
- 17 Mayıs** Ay, yeröte konumunda
- 18 Mayıs** Jüpiter, kavuşum konumunda
- 20 Mayıs** Ay ve Spika yakın görünümde
- 23 Mayıs** Ay, dolunay evresinde
- 24 Mayıs** Ay ve Antares yakın görünümde
- 30 Mayıs** Ay, son dördün evresinde
- 31 Mayıs** Ay ve Satürn yakın görünümde

Mayıs Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin mayıs ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları ay içinde birbirine göre çok değişmediğinden, mayıs ayının ortasındaki konumları çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.



Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2024 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Sayı 674, 2024.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky this Month", *Astronomy*, Cilt 52, Sayı 5, s. 28-35, 2024.
- <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SKYCAL/SKYCAL.html>
- <https://www.amsmeteors.org/meteor-showers/meteor-shower-calendar/>
- <https://science.nasa.gov/mission/hubble/science/explore-the-night-sky/hubble-messier-catalog/messier-4/>
- <https://www.eso.org/public/news/eso1235/>
- <https://esahubble.org/wordbank/globular-cluster/>

Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: Kendoku

Kendoku Oyununun Kuralları

1'den 5'e kadar tüm rakamlar her satırda ve sütunda tam olarak bir kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Kalın çizgiyle belirtilmiş her bölgenin sol köşesindeki sayı, o bölgenin içindeki rakamların verilen matematiksel işaretle hesaplanmış sonucunu gösterir.

Bir bölgenin içinde rakam tekrarı olabilir.

Bölme işareti için “/” kullanılmıştır.

7+		75x	7+	
			1-	
5/	1-		1-	
	9+		15x	
7+				

4-		6x		20x
1-		2/		
7+			2-	
4x	8+		14+	
	2x			

14+			2/	
2-			6x	
6+	8+			9+
		5+		
7+			15x	

6+	2-	2/	4/	
			60x	
5+	11+	18+		
		3x		

Kendoku - Örnek Çözüm

4/	1-	13+		150x
1	2	3	4	5
4	1	2	5	3
21+	5	4	1	3
1-	3	5	4	10x
2	3	5	1	4

Ödüllü soru

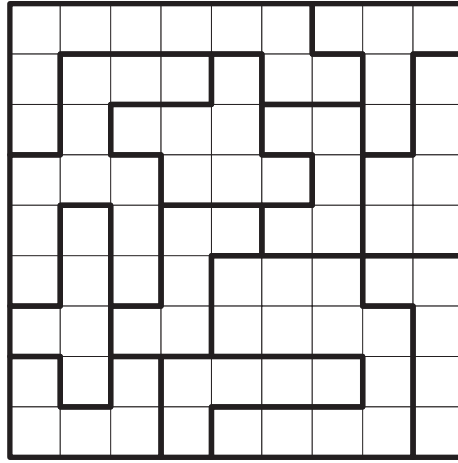
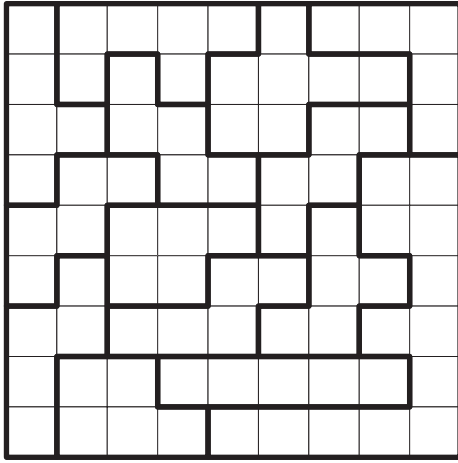
▼ Kendoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Bir Avcı Tayyaresi* yapmaya karar verdim başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Bölgesel Ardeşiksız Sudoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi sosyal medya hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

3+	8+		14+	
	1-			
13+				6+
15x		11+		
	2/			

f Bilim ve Teknik
X tubitakbiltek
tubitakbilimteknik

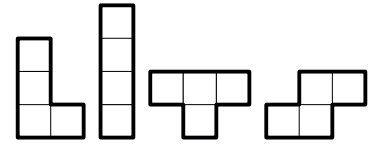
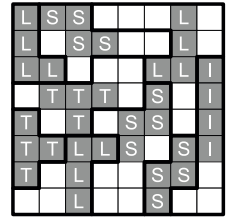
Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 12345 şeklinde yazılmalıdır.

LITS: Her bölgede bir tetromino şekli olacak şekilde dört hücreyi karalayın. Tetrominolar döndürülebilir ve/veya ters çevrilebilir. Tüm karalı hücreler birbiriyle kenardan bağlantılı olmalı ve diyagramın hiçbir yerinde 2x2 karalı hücre bulunmamalıdır. Aynı tetrominolar birbirine kenardan komşu olamaz, ancak çaprazdan değebilirler.

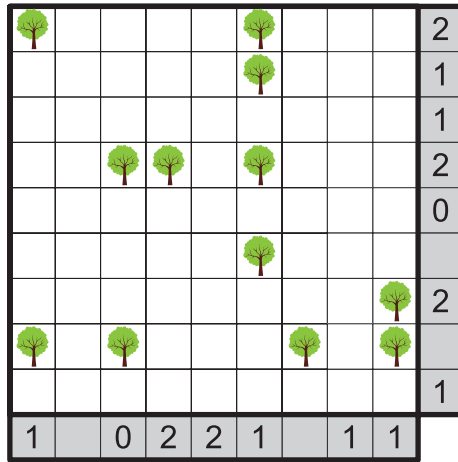
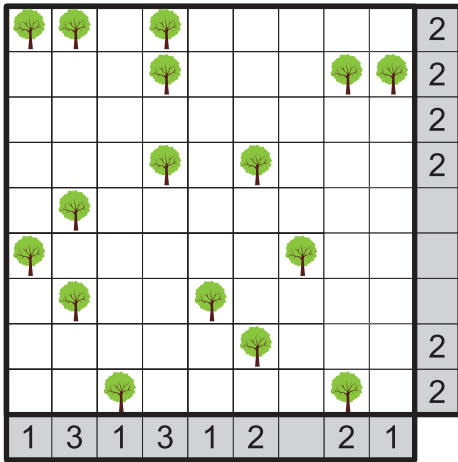


LITS

Örnek Çözüm

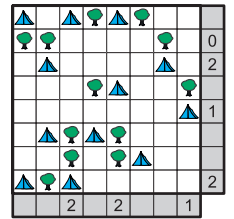


Çadır: Her ağaca bağlı birer çadır bulunmaktadır. Bu çadırların ağaçlara yatay veya dikey komşu karelerden bağlı olması gerekir. Dışarıda verilen sayılar ise ilgili satır veya sütundaki çadır sayısını gösteriyor. Ayrıca çadırların çaprazdan da olsa komşu karelerde olmaması gerekiyor.



Çadır

Örnek Çözüm



Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

Ödüllü Soru:
Bölgesel Ardışksız
Sudoku

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

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

Bölgesel Ardışksız Sudoku

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

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

Hazine Avı

1	0	0	7	8	1	3	1
9	3					3	2
7	7					3	1
6	2					3	1
1	5	8				0	
1	5	5					

Bölmece

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Tuzağa Düşen Vezir

Gerçek bir oyunda rakibimizin rütbeli taşlarından birini almayı başarabilirsek elde ettiğimiz maddi üstünlük (eğer bir hata yapmazsak) bize oyunu kazandıracaktır. Resmi olmayan, arkadaşlar arasındaki oyunlarda taş kaybeden tarafın çoğu kez oyunu sürdürdüğünü görürüz. Çünkü kendi yaptığı hatanın bir benzerini rakibinin de her an yapabileceği umudunu kaybetmez. Aslına bakarsanız bu umudun gerçekleşmesi özellikle acemiler arasındaki oyunlarda pek de nadir değildir. Hatta dikkatsizlik nedeni ile yapılan karşılıklı taş ikramları birden çok kez tekrarlanabilir ve oyunun kaderi birkaç kez değişebilir. Ustalar arasındaki oyunlarda ise

karşılıksız olarak taşını kaybeden taraf (eğer bu kaybı telafi edecek pozisyonel bir üstünlüğü yoksa) çoğu kez oyunu terk eder.

Peki, rakibimizin taşını nasıl alabiliriz? Bunu bize sağlayacak birçok taktik motif var aslında. Bunlardan biri hepimizin bildiği “çatal”. Burada bir taşın aynı anda iki taşa saldırması söz konusudur, rakip ikisini birden koruyamayacağı için bu taşlardan birini zorunlu olarak kaybedecektir. Bir taşın açmaza düşürülerek alınması da oyunlarda sık sık görülür.

Daha nadir olan bir kazanç şekli ise bir taşın tuzağa düşürülmesidir. Saldırı altındaki taş kaçabileceği bir yer

bulamaz ve alınır. Bilindiği gibi, tuzağa düşürülmeye en yatkın taş attır. Tahtanın ortasında oradan oraya sıçrayarak öngörülmez manevralar yapabilen at, tahtanın kenarında ve özellikle de köşelerde hareket yeteneğini büyük ölçüde kaybeder. Öyle ki, b2 karesindeki bir şah dahi a1'deki bir rakip atı sıkıştırabilir ve onu alabilir. Bu örnekte olduğu gibi bir taşın hareket alanının rakip taşlar tarafından kontrol edilmesi durumuna etüt terminolojisinde “domination” deniyor. Bunun Türkçe’de “hakimiyet altına alma”, “hükmetme” gibi anlamları var. Biz basitçe söz konusu taşı tuzağa düşürülmüş olarak düşünebiliriz. Aslında bütün taşlar

tuzağa düşürülebilir. Ama kolayca tahmin edilebilir ki tuzağa düşürülmesi en zor taş vezirdir. Yine de vezirin belli bir alana sıkıştırıldığını ve alındığını gerçek oyunlarda dahi görebiliriz. Örneğin Sicilya Savunması-Najdorf açılışının “Zehirli Piyon” varyantında b2 piyonunun peşine düşen vezir kaybedilebilir. Herhalde bunun en ünlü örneği 1972 yılında Bobby Fischer ile Boris Spassky arasında oynanan Dünya Şampiyonluğu Maçı’nın 11. oyunudur. Burada siyahlarla oynayan Fischer b2 piyonunu veziriyle almış ve sonunda vezirinden olarak acı bir yenilgi tatmıştır (Diyagram 1).

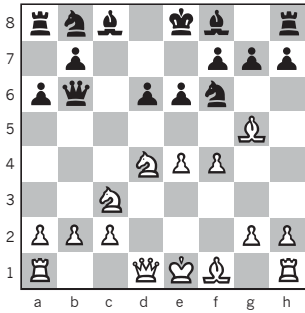
Diyagram 1

Spassky-Fischer

Dünya Şampiyonluğu Maçı,

1972

11. Oyun



Burada Spassky 8. Vd2 oynayarak pozisyonel bir üstünlük beklentisiyle b2'deki piyonu Fischer'e ikram etti. Pozisyonel üstünlükten çok daha fazlasını elde edecekti. Oyun şöyle sürdü:

8...Vxb2

Zehirli Piyon varyasyonunu iyi bilen Fischer blöfü görüyor.

9. Ab3

Spassky de vakit kaybetmeden vezirin

etrafına ağını örmeye başlıyor.

9...Va3 10. Fxf6 gxf6 11.

Fe2 h5 12. 0-0 Ac6 13. Şh1 Fd7 14. Ab1!

O dönemde bu hamle bir yenilikti (novelty) ve muhtemelen Fischer'i hazırlıksız yakalamıştı.

14...Vb4 15. Ve3 d5 16.

exd5 Ae7 17. c4 Af5 18.

Vd3 h4 19. Fg4 Ad6 20.

A1d2 f5 21. a3 Vb6 22. c5

Vb5

Vezir değişimi teklif ediyor.

23. Vc3 fxc4

Fischer aldığı file karşılık h8'deki kalesini vererek baskıyı azaltmak peşinde.

24. a4!

Spassky ise büyük avın peşinde! Artık vezirin kurtuluşu yok!

24...h3 25. axb5 hxg2+

26. Şxg2 Kh3 27. Vf6 Af5

28. c6 Fc8 29. dxe6 fxe6

30. Kfe1 Fe7 31. Kxe6 ve

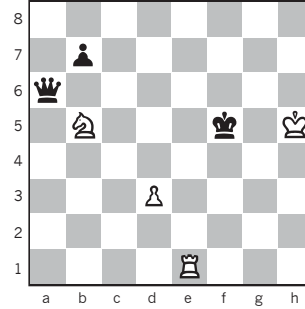
Fischer burada oyunu terk etti.

Vezir ya da başka taşların tuzağa düştüğü, "domination" fikrine dayanan bir çek etüt de var elbette. Hatta bütün zamanların en iyi etütçülerinden kabul edilen Genrih Kasparyan'ın (1910-1995) yalnızca bu tür etütleri dahil ettiği "Domination in 2545 Chess Studies" isimli dev bir antolojik eseri de var. Aşağıda yine vezire tahtanın dar edildiği bir etüt görüyoruz (Diyagram 2).

Diyagram 2

M. Platov

Rigaer Tageblatt, 1903



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. Kf1+ Şe5

1...Şe6 2. Ac7+ (çatal) ve beyaz kazanır.

2. Şg5!!

Beyaz 3. Kf5+ oynamakla tehdit ediyor: 3...Şe6 4. Ac7+ +- . Yani veziri istiyor. Ne yazık ki vezirin kaçabileceği hiçbir kare yok:

a) 2...Va2/a4 3. Ke1+ Şd5

4. Ac3+ +-;

b) 2...Va5 3. Kf5+ Şe6 4.

Ad4+ +-;

c) 2...Vc6 3. Kf5+ Şe6 4.

Ad4+ +-;

d) 2...Vb6 3. Kf5+ Şe6 4.

Kf6+ +-;

e) 2...Va8 3. Kf5+ Şe6 4.

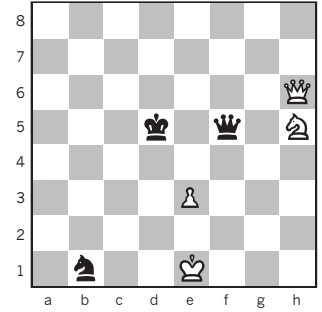
Ac7+ +-.

Sonraki örneğimiz büyük etütçü Aleksandr Troitzky'den (Diyagram 3).

Diyagram 3

A. Troitzky Deutsche

Schachzeitung, 1911



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. Va6!

Bu sakın hamle siyah veziri kısıvrak yakalıyor. Tehdit 2. Va5+ Şe4/e6 3. Ag3/g7+ ile veziri kazanmak. Ancak vezirin kaçacak hiçbir yeri yok. Önemli iki varyantı veriyoruz:

a) 1...Vf8 2. Af6+ Şc5/e5

3. Ad7+;

b) 1...Vc2 2. Af4+ Şc5

(2...Şe4 3. Vg6+ Şxe3

4. Vxc2; 2...Şe5 3.

Ve6#) 3. Vc8+.

Siyah vezir f8 ya da c2 haricinde bir başka kareye giderse ya at çatalı ile ya da rakip vezir veya şah tarafından hemen alınır. Örneğin 1...Vg4 2. Af6+. Bu kısa varyantların incelenmesini okurlarımıza bırakıyoruz. Troitzky'nin bu etüdünde uygun konumdaki bir

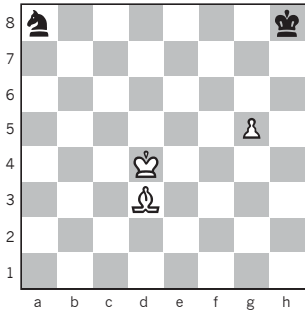
atın çatal yeteneğinin ne kadar etkili ve belirleyici olduğunu görüyoruz.

Ayın Soruları

Bu ay çözümünü size bıraktığımız etütler "domination" fikrine dayanıyor. Sizlere kolay gelsin.

Diyagram 4

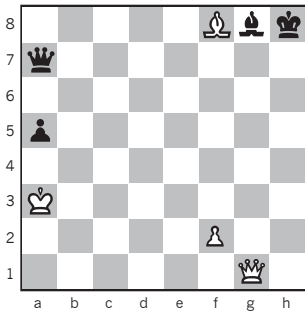
Gleb Zahodyakin
64, 1931
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 5

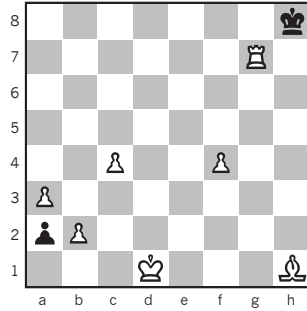
Leonid Kubbel
Schackvarlden, 1935
İkincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 6

Valeri Novikov
64, 1930



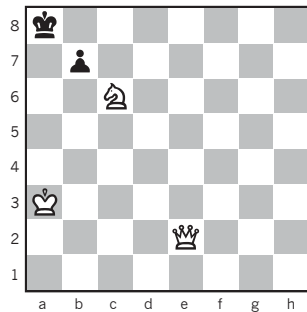
Beyaz oynar ve kazanır.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ay sizlere silindir şeklindeki satranç tahtası üzerinde kurulmuş problemlerden örnekler vermiş ve ayın problemleri olarak da kendi kendinize çözmeniz için bu tür iki soru sormuştuk. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 7

Filip Bondarenko
Problemista, 1962



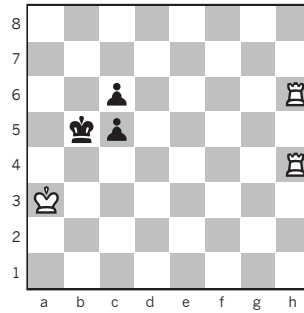
Beyaz oynar ve bir hamlede mat eder.

a) Standart tahta
b) Dikey silindir tahta
c) Yatay silindir tahta
Dikey silindir satranç tahtasında "a" ve "h" sütunlarının, yatay silindir satranç tahtasında da birinci ve sekizinci yatay sütunların birbirleriyle temas halinde olduğunu hatırlatalım.
Çözüm:

- a) 1. Ve8#;
- b) 1. Vg8#;
- c) 1. Va2#.

Diyagram 8

Alfred Mongrédien
Hamburgischer Correspondent, 1926



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder (dikey silindir satranç tahtası).

Çözüm:

Eğer hamle siyahta olsaydı, zugzwanda olacaktı. Örneğin 1...Şa5 2. K(4)h5#. H5'e gelmiş olan kale, c5'teki siyah piyon nedeniyle şah çekemezmiş gibi görünüyorsa da dikey silindir satranç tahtasında h5-a5 bağlantısını kullanarak

diğer yönden şah çekebilir. Diğer yandan 1...c4 hamlesine karşı beyaz yine 2. K(4)h5# ile mat eder. Tahtanın silindir olması sayesinde beyaz beşinci yatay üzerinde iki yönden şah çektiğinden 2...c6-c5 hamlesi matı önlemez. O halde beyazın yapması gereken bu zugzwang durumunu bozmayan bir bekleme hamlesi oynamak:

1. Kh4-h4!

Kale dördüncü yatay üzerinde çepeçevre dolanarak yine h4'e geliyor. Bu sayede de yukarıda tarif edilen zugzwang durumunu elde etmiş oluyor: 1...Şa4 2. K(4)h5#; ve 1...c4 2. K(4)h5#.

Kalenin dördüncü yatayda başka bir kareye oynaması yanlış olurdu. Örneğin 1. Kg4? Şa5! 2. Kg5+ ŞxKh6!



Spassky (solda) ve Fischer arasında 1972 yılında Reykjavik'te oynanan "asrın satranç maçından" bir sahne. Yukarıdaki oyundaki parlak zaferine rağmen Spassky bu unutulmaz maçı 8.5/12.5 skorla kaybetmiş ve dünya şampiyonluğu ünvanını Fischer'e kaptırmıştı.

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:

Problem Çözümüne Giriş 101



**Çözümü ile birlikte
gönderilmeyen cevaplar
değerlendirmeye alınmayacaktır.**

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları
dergimizin sosyal medya hesaplarından
önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacaktır.

f Bilim ve Teknik

X tubitakbiltek

o tubitakbilimteknik

Duvar Deliğindeki Sandıkların Kaydırılması



Ali Baba, 40 harami tarafından bir mağarada alıkonulur. Haramiler Ali Baba'ya onun mağaradan salıverilmesi için mağaradaki bazı işleri yapması gerektiğini söyler. Mağaranın hazine odasında dikdörtgen prizma şeklinde ve zemine paralel olan çok uzun bir delik ve bu deliğin içinde de altın sikkelerle dolu 40 sandık vardır.

Bu sandıklardan her biri dikdörtgen prizma şeklindedir. Her sandığın her yüzü prizma şeklindeki deliğin yüzlerinden birine paraleldir. Her sandığın bir yüzü deliğin iç yüzüne bitişiktir. Sandıkların boyutları aynı ya da birbirinden farklı olabilir. Başlangıçtaki dizilişte herhangi iki komşu sandık birbirine hem bitişik hem de bitişik olmayabilir. Benzer şekilde Ali Baba yüzünü deliğe doğru çevirdiğinde onun en solunda bulunan sandıkla deliğin sol duvarı arasında bir boşluk olabilir ya da olmayabilir. Delikte bulunan sandıkların her biri haramilerden birine aittir ve sandıklar 1, 2, ..., 40 sayılarıyla numaralandırılmıştır. Haramiler Ali Baba'ya sandıkların soldan sağa olacak şekilde değil, herhangi kural olmadan rastgele numaralandırıldığını söyler.

Haramilerin amacı tüm sandıkların deliğin sol duvarından başlayarak soldan ilk sandıkla deliğin sol duvarının ve herhangi iki komşu sandığın arasında boşluk olmadan yeniden dizilmesidir.

Kurallara göre, Ali Baba'nın ilk gün hazine odasına girip 1 numaralı sandığı duvardaki delikten çıkarması ve bu sandığı yeniden deliğin bir boş alanına, 1 numaralı sandık mümkün olduğu kadar sol tarafta olacak şekilde, yerleştirmesi gerekiyor. Bu yeniden yerleştirme sırasında işlem yapılan ilgili sandığın önceden deliğin iç yüzüne bitişik olan yüzü yine deliğin iç yüzüne bitişik kalmalıdır. 1 numaralı sandık yukarıda açıklanan koşullarla sandığın bulunduğu yerden daha solda bulunan bir yere yeniden yerleştirilemiyorsa Ali Baba bu sandığı yeniden işlem başlamadan bulunduğu yere yerleştiriyor. Bundan sonra Ali baba hazine odasından dışarı çıkıyor ve aynı gün başka bir işlem yapmıyor.

Ali Baba'nın ikinci gün benzer şekilde 2 numaralı sandığı bulması ve bu sandıkla benzer işlemi yapması gerekiyor. Bu işlem sonucunda da 2 numaralı sandığın yeri değişebilir ya da değişmeyebilir. Bundan sonra Ali Baba her gün aynı işlemi numarası önceki gün işlem yapılan sandığın numarasından bir fazla olan sandığa uyguluyor. Ali Baba'nın 40 numaralı sandığa işlem yaptıktan sonra gerekirse işlemi yeniden 1 numaralı sandığa uygulaması ve işlemleri yukarıda açıklandığı şekilde devam etmesi gerekiyor. İşlemler tüm sandıkların deliğin sol duvarından başlayarak soldan ilk sandıkla deliğin sol duvarının ve herhangi iki komşu sandığın arasında herhangi bir boşluk olmadan yeniden dizildiği gün sona eriyor ve Ali Baba salıveriliyor.

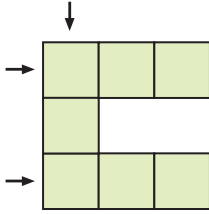
Başlangıçta sandıkların boyutları nasıl olursa olsun, bu sandıklar nasıl dizilirse dizilsin ve nasıl numaralandırılsa numaralandırılsın Ali Baba en fazla N gün sonucunda salıveriliyorsa, N sayısının alabileceği en küçük değer kaçtır? Bulduğunuz N sayısı için bir örnek verin ve bu sayının neden daha küçük olamayacağını açıklayın.

Zekâ Oyunları

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

KARE SAYILAR

Yedi farklı rakamı karelere öyle yerleştiriniz ki, okla gösterilen 3 basamaklı 3 sayının üçü de kare sayılar olsun.



GRUPLAR

16 kişi arasından 4 kişilik gruplar seçeceksiniz. Hiçbir grupta daha önce başka bir grupta birlikte olan bir çift bulunmayacak. En fazla kaç grup seçebilirsiniz?

ÖZEL TARİH

Her rakamın sadece bir kez kullanıldığı GG/AA/YYYY biçiminde yazılan tarihler dikkate alındığında; bu özelliğe sahip bir gün:

- a) En son ne zaman yaşanmıştır?
- b) Bundan sonra ilk olarak ne zaman yaşanacaktır?

► GG/AA/YYYY biçimine göre tek basamaklı bilgilerin soluna 0 rakamı eklenmelidir.

Örnek: 1 Ocak 2022 tarihi
01/01/2022 olarak yazılmalıdır.

SORU İŞARETİ

ÜÇ
ALTI
YEDİ
ON
ONÜÇ
ONALTI
ONYEDİ
YIRMİKİ
?
...

Soru işaretinin yerine hangi sayı gelecek?

olduğuna göre öğrencilerin sınıf numaralarının toplamı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A. 121 B. 122 C. 123 D. 124
- E. 125 F. 126 G. 127 H. 128

DAİRELER KARELER



İki daire ve iki kare kartonun arka yüzlerinde birer doğal sayı bulunmaktadır. Dairelerin ön yüzlerinde diğer üç kartonun arka yüzlerindeki sayıların toplamı, karelerin ön yüzlerinde ise diğer üç kartonun arka yüzlerindeki sayıların çarpımı yazılmıştır.

Kartonların arkasındaki dört sayının çarpımı nedir?

SINIF NUMARALARI

Matematiği seven bir grup öğrenci sınıf numaralarını toplayıp gruptaki öğrenci sayısına bölerler ve sınıf numaralarının ortalamasını bulurlar. Bu ortalama en küçük sınıf numarasının 2 katına ve en büyük sınıf numarasının üçte birine eşittir.

En küçük ve en büyük sınıf numaralarının toplamı diğer numaralarının toplamına eşit

İLLER VE ŞEKİLLER

İllerimiz ve şekiller arasındaki ilişkiye uymayan hangisidir? >

A ADANA	B BOLU	C EDİRNE
D ELAZIĞ	E KARS	F KONYA
G MANİSA	H UŞAK	J VAN

EMOJİLİ SÖZCÜK

Her emoji'nin temsil ettiği sözcükten uygun bir harf seçerek sekiz harfli bir sözcük elde ediniz.

► Harfler soldan sağa doğru sıraları bozulmadan kullanılacak.



ARABA YOLCULARI

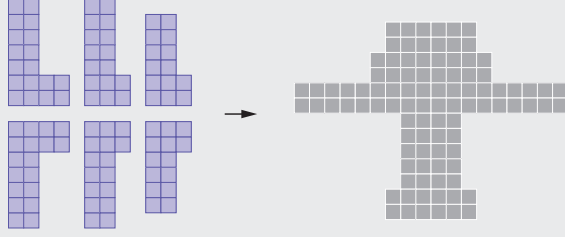
9 kişiyi 3 farklı arabaya bindireceksiniz.

- Herkes arabalardan birisine binmiş olacak.
- Her arabada en az bir kişi bulunacak.

Bu işlem kaç farklı biçimde yapılabilir?

ALTI "L"

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



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

ARTAN RAKAMLAR

84 tane.

1 ile başlayan	7+6+5+4+3+2+1	28
2 ile başlayan	6+5+4+3+2+1	21
3 ile başlayan	5+4+3+2+1	15
4 ile başlayan	4+3+2+1	10
5 ile başlayan	3+2+1	6
6 ile başlayan	2+1	3
7 ile başlayan	1	1
Toplam		84

TOP ÇEKME

3 beyaz, 7 mavi, 10 kırmızı top.

Kırmızı olma olasılığı beyaz veya mavi olma olasılığına eşit olduğuna göre 10 adet kırmızı top, 10 adet de beyaz veya mavi top vardır.

Mavi topların beyaz toplardan daha fazla olduğu verildiğine göre bu 10 topun dağılımı şöyle olabilir:

Beyaz	Mavi
1	9
2	8
3	7
4	6

Mavi top sayısının asal olduğu tek durum 7 olduğu için çözüme 3 beyaz, 7 mavi, 10 kırmızı top olarak ulaşılır.

ALTI KART

12 farklı biçimde gerçekleştirilebilir.

A1, B2, A3, B1, A2, B3	A2, B3, A1, B2, A3, B1
B1, A2, B3, A1, B2, A3	B2, A3, B1, A2, B3, A1
A1, B3, A2, B1, A3, B2	A3, B1, A2, B3, A1, B2
B1, A3, B2, A1, B3, A2	B3, A1, B2, A3, B1, A2
A2, B1, A3, B2, A1, B3	A3, B2, A1, B3, A2, B1
B2, A1, B3, A2, B1, A3	B3, A2, B1, A3, B2, A1

HATALI KUTU

Her iki tartıda hatasız olan kırmızı kutu aynı kefeye konur ve tabloda verilen olası tartı sonuçlarına göre hatalı kutu bulunur. (K: Kırmızı, B: Beyaz, M: Mavi, Y: Yeşil, S: Sarı, T: Turuncu)

Not: Soruda sadece hatalı kutunun bulunması istenmiştir. Ancak bu tartı işlemine göre hatalı kutunun diğerlerine göre hafif mi, ağır mı olduğu turuncu kutu dışında diğer kutular için de bulunmuş olur.

1. Tartı	2. Tartı	Hatalı
Sol	Sağ	Kutu
B, M > Y, K	Y, M > S, K	M
	Y, M = S, K	B
	Y, M < S, K	Y
B, M = Y, K	Y, M > S, K	S
	Y, M = S, K	T
	Y, M < S, K	S
B, M < Y, K	Y, M > S, K	Y
	Y, M = S, K	B
	Y, M < S, K	M

DİK ÜÇGEN VE İKİ KARE

8 birim kare. İki karenin alanları arasında 4 katlık bir oran olduğuna göre kenar uzunlukları arasında 2 katlık bir oran vardır. Bu durumda şekildeki tüm üçgenler ikizkenar üçgendir. Dik kenarlar 4 birim uzunlukta olduğu için üçgenin alanı 8 birim karedir.



İKİ BASAMAKLI SAYI

13
13x13=169
961=31x31

DÖRTGENLERİ SAY

54 adet dikdörtgen var.

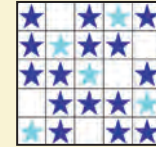
12	8	7	6	3
4	0	2	4	2
2	0	1	2	1

HARF TABLOSU

23468

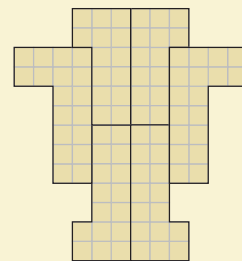
K	A	Ş	I	K
A	C	E	L	E
F	I	R	I	N
E	L	E	M	E
S	I	F	A	T

BEŞ YILDIZ



Benzer çözümler bulunabilir.

ALTI "L"



Yayın Dünyası

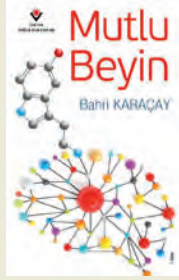
İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Mutlu Beyin

Bahri Karaçay

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2023 (3. Basım)

Nörobilim alanında genler düzeyinde yirmi yılı aşkın süredir araştırmalar yapan bilim insanı Bahri Karaçay, bu kez bizleri beynin sürprizlerle dolu gizemli dünyasında keyifli bir yolculuğa çıkarıyor. *Mutlu Beyin*, evrendeki en karmaşık yapı olan beyin hakkında yakın geçmişte elde edilen son derece ilginç gerçekleri anlatıyor. Beyinle kişilik arasındaki ilişkiden; erkek ve kadın beyni arasındaki benzerlik ve farklılıklara ilâve olarak; okur-yazar, başarılı, müzisyen, âşık, mutlu ve yaratıcı beyinlerde neler olduğundan bahsediyor. *Mutlu Beyin*, aynı zamanda hafızanın işleyişi ile birlikte korku ve endişe taşıyan, suça teşvik eden hatta kendi çocuklarını dahi tanyamayan farklı beyinlerin sırlarına da perde aralıyor.



Beynine Bir Kez Hava Değmeye Görsün

Frank Vertosick, Jr., M.D.
Çeviri: M. Ender Arkun

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2023 (15. Basım)

Beyin cerrahisi öyküleri, birçoğumuzun okumayı tercih ettiği türlerden oldukça farklıdır. Hatta böyle bir konunun üzerine yazılmış öykülerin olabileceği düşüncesi bile şaşırtıcı gelebilir. Ancak gerçek yaşamdan alınmış birçok dramı ve bunlarda rol alan -ister doktor ister hasta olsun- tüm kahramanların yaşadıklarını, bir beyin cerrahı olan ama bir hasta gibi acı çekip, hasta yakını gibi üzülen bir uzmanın bakış açısıyla okumak, öyküleri hepimizin yaşamının tam ortasına oturtacaktır. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitaplarının bu yayını okuduktan sonra, “Beynine Bir Kez Hava Değmeye Görsün” ifadesine yürekten katılacaksınız.



Temel Düzey İçin Şekli Bilim Sözlüğü

Lisa Jane Gillespie, Sarah Khan
Çeviri: Yasemin Uzunefe Yazgan

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
10 yaş +, 2023 (4. Basım)

Temel Düzey için Şekli Bilim Sözlüğü, bilimi anlamak isteyen ilköğretim çocuklarının ve ailelerinin ihtiyaç duyduğu tüm bilgileri doğrudan ve basit bir şekilde açıklamaktadır. Bu kitap, bilimsel özgüven ve başarı için çocukların sağlam temeller oluşturmalarına yardımcı olacaktır. Okurlar açıklamalara hızlıca bakabilir ya da bir konuyu etraflıca okuyarak bilgi seviyelerini yükseltebilirler. 700’den fazla temel bilim terim ve kavramı için açıklayıcı tanımlar, yüzlerce faydalı örnek ve şekiller içermektedir.



Doğa Etkinlikleri Kitabı

Emily Bone
Çeviri: Aslı Zülal

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
9 yaş +, 2023 (2. Basım)

Bu kitap, her türden doğa temalı bulmaca ve etkinliklerle dopdolu. Bu etkinlikleri yaparken bahçedeki böceklerden, mercan kayalıklarındaki kaplumbağalara ve yunuslara kadar birçok farklı hayvan hakkında ilginç bilgiler de öğreneceksiniz.



İlk Okuma - Çöp ve Geri Dönüşüm

Stephanie Turnbull
Çeviri: Barış Bıçakçı

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2023 (10. Basım)

Attığınız şeylere ne olduğunu hiç merak ettiniz mi? Bu kitapta çöp hakkında yeni şeyler öğrenecek ve çöpler gömülmeye, yakılmaya veya yepyeni bir şeye dönüşmeye giderken siz de onun yolculuğunu izleyeceksiniz.

