



50.
yılında

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Temmuz 2017 Yıl 50 Sayı 596 - 5 TL

Asal Sayılar

**Sergi Tasarımında
Yeni Nesil Teknolojiler**

Bu yazıda artırılmış gerçeklik
uygulaması kullanılmıştır



**Ekran mı?
Kâğıt mı?**

Mürekkepsiz Yazıcılar

Renksizliğin Binbir Rengi



You Tube

SES Lİ BİLİM

“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 50 Sayı 596
Temmuz 2017

Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Ahmet Arif Ergin

Genel Yayın Yönetmeni

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Duran Akca
(duran.akca@tubitak.gov.tr)

Yayın Yönetmeni

Dr. Özlem Kılıç Ekici
(ozlem.ekici@tubitak.gov.tr)

Yayın Danışma Kurulu

Prof. Dr. Erol Arcaklıoğlu
Prof. Dr. Zafer Evis
Yrd. Doç. Dr. Şule Atahan Evrenk
Prof. Dr. Gökhan Özyiğit
Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu
Prof. Dr. Ali Sinan Sertöz
Prof. Dr. Şemsettin Türköz

Yazı-Araştırma ve Editörler

Dr. Özlem Ak
(Tıp ve Sağlık Bilimleri)
(ozlem.ak@tubitak.gov.tr)
Pınar Dünder
(Yer Bilimleri)
(pinar.dunder@tubitak.gov.tr)
Dr. Mahir E. Ocak
(Fiziksel Bilimler)
(mahir.ocak@tubitak.gov.tr)
İlay Çelik Sezer
(Yaşam Bilimleri)
(ilay.celik@tubitak.gov.tr)
Dr. Bülent Gözcelioğlu
(bulent.gozcelioglu@tubitak.gov.tr)
Dr. Tuba Sarıgül
(tuba.sarigul@tubitak.gov.tr)
Dr. Tuncay Baydemir
(tuncay.baydemir@tubitak.gov.tr)

Redaksiyon

Sevil Kıvan
(sevil.kivan@tubitak.gov.tr)
Mehmet Sığirci
(mehmet.sigirci@tubitak.gov.tr)

Grafik Tasarım

Ödül Evren Töngür
(odul.tongur@tubitak.gov.tr)

Çizer

Erhan Balıkcı
(erhan.balikci@tubitak.gov.tr)

Video-Animasyon-Web

Selim Özden
(selim.ozden@tubitak.gov.tr)

Teknik Yönetmen

Sadi Atılğan
(sadi.atilgan@tubitak.gov.tr)

Mali Yönetmen

Kemal Tan
(kemal.tan@tubitak.gov.tr)

İdari Hizmetler

Mehmet Akif Şenyıl
(mehmet.senyil@tubitak.gov.tr)

Yazışma Adresi Bilim ve Teknik Dergisi
Akay Caddesi No:6 06420 Bakanlıklar - Ankara

Tel (312) 298 95 61

Faks (312) 428 32 40

Abone İlişkileri (312) 222 83 99

abone@tubitak.gov.tr

İnternet www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

e-posta bteknik@tubitak.gov.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 5 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

Dağıtım TDP <http://www.tdp.com.tr>

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

Baskı Tarihi 24.06.2017

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı
[Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.85]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.



Fotonların bilim insanları tarafından sentetik yapılar kullanılarak işlenmeye başlanmasından milyonlarca yıl önce, canlıların vücutlarındaki nanometre ölçeğindeki üç boyutlu doğal fotonik kristal yapılar sayesinde göz alıcı, rengârenk optik efektler oluşuyordu. Işık oyunları sonucunda canlıların vücutlarında oluşan bu doğal renk cümbüşünün altında yatan mekanizma, keşfedildiği andan itibaren merak uyandırmaya ve yeni nesil yüksek teknolojik uygulamalar için ilham kaynağı olmaya başladı. Tuncay Baydemir bu ayki yazısında fotonik biliminin mürekkep kullanılmadan renkli baskı yapılmasına imkân sağlayabileceğinden ve bu alandaki diğer gelişmelerden bahsediyor. Mahir Ocak “Mavi Sisin Gizemi” başlıklı yazısında sıvı kristallerin ilginç yapılarını ve yeni nesil ekran teknolojilerinin üretiminde nasıl kullanılabileceklerini anlatıyor. Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu yazısında LCD ekran tipleri arasındaki farkları ele alıyor. Pınar Dünder “Kâğıt mı, Ekran mı?” başlıklı yazısında kâğıt ve ekran konusundaki tartışmaları özetliyor. Özlem Ak ise ilk yerli üretim lisansı olan uçağı yapan Yusuf Kahvecioğlu ile yaptığı söyleşiden ilginç notları bizlerle paylaşıyor. Prof. Dr. Ali Sinan Sertöz bu ayki matematik serüveninde asal sayıların öyküsünü anlatıyor. Tuba Sarıgül ise lazer silahların bilim kurgudan gerçeğe neden dönüşemediğini açıklıyor. Işıl Öztürk’ün “Sergi Tasarımında Yeni Nesil Teknolojiler” başlıklı yazısını okuduktan sonra sergi mekânlarını ve bilim merkezlerini çok daha farklı ayrıntılara dikkat ederek gezeceğinize eminiz. Ayrıca Leonardo’nun mekanik buluşlarının maketlerinden dinazorlara, Güneş Sistemi’nden bazı tarihi eserlerin sergilenmesine kadar farklı örnekleri akıllı telefonunuzdan ya da tabletinizden artırmış gerçeklik ile izleyebilirsiniz. *Bilim ve Teknik* artırmış gerçeklik uygulamasını Google Play ya da App Store uygulama mağazalarından indirdikten ve çalıştırdıktan sonra yapmanız gereken cihazınızı dergimizin kapağındaki ve iç sayfalarındaki artırmış gerçeklik ikonunun üzerine tutmak.

Dergimizin “Düşünme Kulesi” ve “Ben Çözerim” köşelerinde yer alan ödüllü soruları çözenler arasından çekilişle belirlenen okurlarımıza her ay bir kitap hediye etmeye devam ediyoruz. Ayrıca “Haftanın Ödüllü Sorusu” yarışması için sosyal medya hesaplarımızı da takip edebilirsiniz. Yaz boyu her ay vereceğimiz “Akıl Oyunları ve Satranç” özel ekinin ikinci kitapçığında yer alan, Ferhat Çalaplı ve Kıvanç Çefle’nin hazırladığı bulmacaları keyifle çözeceğinizi umuyoruz. Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri artık Bilim ve Teknik YouTube kanalından hem “Sesli Bilim” hem de içerik tanıtım videoları aracılığıyla takip edebileceksiniz. Dergimizin hayatınızdaki yerini, size neler kattığını, geleceğinizi nasıl yön verdiğini bizlerle paylaşmanızı bekliyoruz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Dergimizin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

22

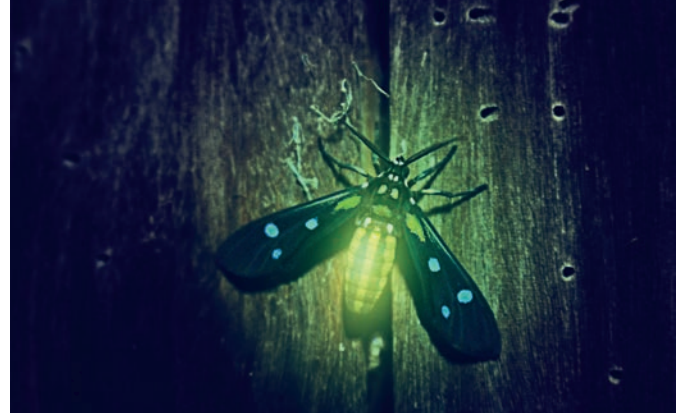
Renksiz Nano Yapılardan

Göz Alıcı Renklere:

Mürekkepsiz Yazıcılar Geliyor

Tuncay Baydemir

Görülebilir dalga boylarındaki ışık ile yapay olarak üretilen nano yapılar arasındaki etkileşimden meydana gelen yapısal renkler çok yakın zamanda mürekkep kullanmadan renkli baskı yapmaya imkân sağlayacak.



50

Sergi Tasarımında Yeni Nesil Teknolojiler

Işıl Öztürk

Sergi alanlarının tasarımında etkileşimli teknolojik cihazlardan ve hizmetlerden fazlasıyla yararlanılıyor. Kurulum ve sergi aşamasında her türlü bilimsel altyapı kullanılıyor. Modern sanatın teknoloji sayesinde gelişmesiyle birlikte video ve grafik sanat dallarındaki çalışmaların sayısı da arttı.



60

Kâğıt mı? Ekran mı?

Pınar Dünder

Bilgisayardan sonra tablet kullanımının da yaygınlaşmasıyla birlikte kâğıt ve ekran konusundaki tartışmalar da arttı. Kimileri kâğıdı eline almanın ayrı bir tadı olduğunu belirtirken kimileri de ekrandan okuyup yazmanın daha rahat olduğunu söylüyor.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

12

Ayın Fotoğrafi

Canlı Mancınıklar

Tuba Sarıgül

14

Havacılık Tutkusuyla

Yaratıcılık

Bir Araya Gelirse:

Yusuf Kahvecioğlu

Özlem Ak

Vecihi Hürkuş, Nuri Demirağ,
Hezarfen Ahmet Çelebi,
Lagari Hasan Çelebi,
Wright Kardeşler...
Hepsinin ortak özelliği
havacılık tutkusudur.
Bir diğer ortak noktaları ise
Türkiye'nin ilk yerli üretim
lisansı olan uçağı YUKA'yı
yapan Yusuf Kahvecioğlu'na
ilham kaynağı olmaları.

20

Bilim Çizgi

Plüton'u Kovan Adam

Sinancan Kara

32

Merak Ettikleriniz



36

Mavi Sis Gizemi

Mahir E. Ocak

Bugün dünyanın teknoloji
devleri tarafından üretilen
pek çok ekranda sıvı kristaller
kullanılıyor. Araştırmacılar
yeni bir yöntemle "Mavi Sis"
olarak adlandırılan
sıvı kristal türünün yapısının
gizemini çözmeyi başardı.
Bu yeni yöntemin geleceğin
yeni nesil ekran teknolojilerinin
üretiminde kullanılacağı
düşünüyor.



42

LCD Bilgisayar Ekranları

Emre Sermetli

44

Teknoyaşam

Gürkan Caner Birer

58

Sağlıklı Bilgiler

Modern Toplumlarda

Yaşam Beklentisi Uzuyor

Gökhan Özyiğit

66

Lazer Silahlar

Bilim Kurgudan Gerçeğe

Neden Dönüşemiyor?

Tuba Sarıgül

Işın kılıçları, ışın silahları,
asteroitleri ve gezegenleri
yok edebilen turbo
ve süper lazerler gibi
bilim kurgu öğeleri
elli yıldan fazla zamandır
filmlerde ve oyunlarda
yer buluyor.
Ancak ilk lazerlerin
1960'ta geliştirilmiş olmasına
rağmen bu teknoloji
henüz gerçeğe
dönüşebilmiş değil.

70

Doğa

Flora - Şevketibostan

Bülent Gözcelioğlu

72

Asal Sayılar

Ali Sinan Sertöz

Her tam sayı kendine ve
1'e kalansız olarak bölünür.
Pek çok tam sayı başka
tam sayılara da kalansız
bölünebilirken bazı sayılar
kendinden ve 1'den
başka sayıları bölen olarak
kabul etmez. İşte o inatçı
sayılara asal sayı deriz.
"Peki ama ne önemi var bazı
sayılara asal demenin?"

82

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

84

Ben Çözerim

Leyla Açık, Arif Daştan,
Fatih Demirci, Azer Kerimov,
Hacı Ahmet Yıldırım

88

Satranç

Kıvanç Çefle

90

İğne Deliğinden Gelecek

Emre Sermetli

92

Gökyüzü

Özgür Can Özüdoğru

94

Zeka Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer



Ek:

Bilim ve Teknik Özel Eki:

Akıl Oyunları ve

Satranç II

Ferhat Çalapkulu ve

Kıvanç Çefle

Bilim ve Teknik artırılmış gerçeklik
uygulamasını Google Play ya da
App Store uygulama
mağazalarından indirebilirsiniz.
Dergimizin içeriğini *Bilim ve Teknik*
YouTube kanalından, hem "Sesli
Bilim" hem de içerik tanıtım
videoları aracılığıyla takip
edebilirsiniz.



Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, “*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı” diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

Bilim ve Teknik Temmuz 2017

Ayşe Nur Kaya,

Psikolog, Erbaa/Tokat

✉ Küçük bir çocukken babamın aldığı *Bilim ve Teknik* dergisi, onları okuyarak çok iyi bir birey olan ağabeyim ve tabii ki annem. Geniş ve herkesi etkileyen bir konu yelpazesi olan *Bilim ve Teknik* âdeta hepimizin özel ilgi alanlarına ayrılmış bir dergi. Verdiğiniz onca emeğin hakkını vermek gerekir biliyoruz, yıllar alsada yavaş yavaş ama sapa-sağlam bir nesil yetişsin isteriz. Bunda payının önemli olduğu yadsınamaz bir gerçek *Bilim ve Teknik*, teşekkürler.

Alican Serhat Öztürk,

İslahiye Fen Lisesi, 11. Sınıf Öğrencisi, Gaziantep

✉ TÜBİTAK’la ilkokul 4. sınıfta *Bilim Çocuk* dergisi ile tanışmıştım. *Bilim ve Teknik* dergisini de okulun kütüphanesinde gene aynı zamanlarda görmüştüm. Ama o zamanlar dergiden pek bir şey anlamadığım için *Bilim Çocuk* bende daha fazla ilgi uyandırmıştı. Şimdi ise ben *Bilim ve Teknik* abonesiyim ve kardeşim de *Bilim Çocuk*. *Bilim ve Teknik* dergisi benim için büyük bir önem taşıyor. Bilimin her dalına olan ilgimi her geçen gün artırıyor ve bana yeni şeyler katıyor. Tüm TÜBİTAK çalışanlarına teşekkür ederim. Çalışmalarının devamını dilerim. Bizi bilimsiz bırakma *Bilim ve Teknik*.

Neslihan Altuntaş,

Ankara

✉ 19 yaşındayım ve üniversite sınavlarına girdim. *Bilim ve Teknik* dergisi ile 10. sınıfta tanıştım. Aslında kimya öğretmenin bana verdiği bir ödevle ilgili olarak *Bilim ve Teknik* dergisini almıştım. Ama dergiyi elime aldığımda ödevi bile unutmuştum, saatlerce okudum. Her zaman bilime merakım vardı ve bu merakımı biraz olsun giderdiğiniz için teşekkür ederim. Hayattaki en büyük pişmanlığım *Bilim ve Teknik* dergisini okumaya çok geç başlamam oldu. Benim üç kardeşim var, onlara *Bilim ve Teknik* dergisini okumaları için biraz baskı yapıyorum. En küçük kardeşim 2 yaşında ve ona da yakında *Meraklı Minik* dergisi alacağım. Kimya öğretmenim Fatma Kurtkaya’ya hayatıma *Bilim ve Teknik* dergisini kattığı için tekrar teşekkür ederim. İyi ki varsınız *Bilim ve Teknik* ailesi.

Mustafa Koç,

Dicle Üniversitesi, Felsefe Bölümü (lisans) ve Atatürk Üniversitesi, Bilim Tarihi Ana Bilim Dalı (yüksek lisans)

 Çocukken bilim insanı olmayı çok istiyordum. Uzun neye benzediğini, evren sisteminin nasıl işlediğini düşünürdüm. Düşündüğüm şeylerin gerçekten neye benzediğini resmeden tek şey *Bilim ve Teknik* dergisiydi. Hayal ettiğim evren ile gerçekte var olan evren arasındaki farkı anladığım an hayatımın karar anı oldu. Hayallerimdeki uzayı bana daha yakın kılan, doğru bilgileri ve gerçek evreni öğrenmemi sağlayan *Bilim ve Teknik* kendimi tanımamı sağladı. Bu da insanlığı bilimle bütünleştiren kimliğimi yani bilim insanlığımı bana kazandırdı. 2014'te "*Galileo: İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*" başlıklı yüksek lisans tezim kitap olarak basıldı. Bu çalışmada, *Galileo'nun İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* adlı eserinden yola çıkarak Galileo'nun bilimsel devrimdeki rolünü inceledim. Bu çalışmama ışık tutan *Bilim ve Teknik*'e teşekkür eder, derginin tüm çalışma ekibine başarılar dilerim.

Ayşe Bengisu Yıldız,

Simya Koleji, 7. Sınıf Öğrencisi, Diyarbakır

 Beni *Bilim ve Teknik* ile ilk olarak annem tanıştırdı. Eskiden zaman zaman alıyorduk. Fakat şimdi her sayısını kaçırmadan alıyoruz ve ben bir sonraki sayısını ipe çekiyorum. *Bilim ve Teknik* sayesinde fen derslerine ilgili ve meraklı olduğumu anladım. Aynı zamanda bu dergiden bilimle ilgili pek çok şey öğrendim. *Bilim ve Teknik* dergisini çok seviyorum ve sevmeye de devam edeceğim.

Kübra Temuçin,

Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü Öğrencisi, Sivas

 Ben diğer okurlar gibi çok küçük yaşlarda değil, mesleğim sayesinde tanıştım derginizle, iki aydır da takip ediyorum, ama keşke daha erken başlasaydım okumaya. Otizm sayısı tanıştırdı bizi. Dergiyi açıp okuduğumda çok farklı dünyalara girdim. Üzüldüm daha önce bu dergiyi okumadığıma, ama bir yandan da sevindim ki sa bir sürede birçok kişiyi tanıştırma fırsatı bulduğuma.

Fırsat bulduğum her yerde okumaya çalıştım, hastanede, okul bahçesinde, otobüste, her yerde *Bilim ve Teknik* de benimleydi. İyi ki varsın *Bilim ve Teknik*.

Enes Yıldız,

Sütçü İmam Üniversitesi, Coğrafya Bölümü 2. Sınıf Öğrencisi, Kahramanmaraş

 *Bilim ve Teknik* dergisi ile 1. sınıftayken bilime olan merakım dolayısıyla çalışmalarında bir eksiklik hissetmemle tanıştım. Bilimi seviyorum. O nedenle de çok çalışıyorum. Fakat dediğim gibi bir eksiklik vardı. Bu eksiklik bilimsel haberlerin ve bilgilerin bir arada bulunduğu kitap veya dergi gibi kaynakların eksikliği idi. *Bilim ve Teknik* ile kütüphanemizde tesadüfen dergilerin bulunduğu kısımda tanıştım. Teşekkürler *Bilim ve Teknik*.

Yasemin Ankara,

Uşak Üniversitesi, Türkçe Öğretmenliği 1.Sınıf Öğrencisi, Uşak

 *Bilim ve Teknik* dergisi ile lise yıllarımda tanıştım. Her şey okulun kütüphanesindeki dergileri fark etmem ve özellikle ilgimi çeken *Bilim ve Teknik* dergisini incelememle başladı. *Bilim ve Teknik* sayesinde kendimi geliştirme ve okuma alışkanlığı kazanma fırsatım oldu. Şu anda Türkçe öğretmenliği bölümünde okuyorum ve eminim ki beni geleceğe donanımlı bir şekilde hazırlayacak olan etkenlerin başında *Bilim ve Teknik* geliyor. Derginin her sayısını büyük bir heyecanla bekliyorum. Bilimi bana seven *Bilim ve Teknik* ailesi, iyi ki varsınız.

İlayda Apay,

Süleyman Demirel Anadolu Lisesi, 11. Sınıf Öğrencisi, Aydın

 Öncelikle bu dergiyi çok sevdiğimi ve çok başarılı bulunduğumu söylemek isterim. Daha küçükken *Bilim Çocuk* ile başladım sizleri takip etmeye. O zamandan bu yana da takip etmeye devam ediyorum. Sınavlarım nedeniyle Mayıs sayısını henüz okudum. Bu sayıda Doç. Dr. Bilge Demirköz ile ilgili başlık dikkatimi çekti. Okurken gerçekten ülkemizde böyle insanların olmasıyla ve bu şekilde ödül almalarıyla gururlandım. Size ayrıca bize böyle bir yazı hazırladığınız ve en ince ayrıntılarına kadar anlattığınız için teşekkür ederim.

Haberler

Keşfedilen En Sıcak Ötegezegen KELT-9b

İlay Çelik Sezer

Bilim insanları pek çok yıldızdan daha sıcak olan bir gezegen keşfetti. Jüpiter benzeri ötegezegen 650 ışık yılı uzaktaki bir yıldızın yörüngesinde, sadece bir yüzü yıldızla bakacak şekilde dönüyor. KELT-9b'nin yıldızla bakan yüzü 4300°C civarında seyreden aşırı atmosfer sıcaklıklarıyla önceki rekor sahibini geride bırakıyor. Bu o kadar yüksek bir sıcaklık ki atomlar molekülleri oluşturmak üzere birbirine bağlanamıyor.

KELT-9b'nin 36 saatlik yörüngesi sıra dışı. Yıldızının ekvatorunu takip etmeyip kutuplarından geçiyor. Gezegenin yıldızından gelen radyasyon o kadar yoğun ki atmosferini dışarı püskürtüyor ve bir kuyrukluyıldızın kuyruğuna benzer bir görünümü oluyor. Aslında astronomlar gezegenin günün birinde tamamen buharlaşma ihtimali olduğunu düşünüyor. Ohio State Üniversitesi'nden astronomi profesörü Scott Gaudi gezegenin şimdiye kadar keşfedilen en sıcak gaz devi olduğunu belirtiyor.

Gezegen astronomların dikkatini ilk olarak 2016'nın Mayıs ayında Arizona'daki Winer Gözlemevi'nde KELT (Kilodegree Extremely Little Telescope) adlı teleskopla yapılan gökyüzü gözlemleri sırasında çekmiş. KELT'le aynı anda düşük çözünürlükle çok sayıda yıldız gözlenebiliyor. Astronomlar KELT-9 adı verilen yıldızın bir buçuk günde bir sönükleştiğini fark etmiş. Daha fazla inceleme yapıldığındaysa KELT-9b keşfedilmiş. Gaudi, KELT-9b'nin keşfedilmeyi bekleyen çok sayıda aşırı sıcak gaz devinden sadece biri olduğunu düşünüyor.



Fotosentez Yardımla Kalp Krizi Tedavisi

Dr. Mahir E. Ocak

Kalp krizi günümüzün en yaygın ölüm sebeplerinden biri. Kalbe giden damarlarda tıkanıklık olduğunda, kalp kaslarına yeterli miktarda oksijen ulaşmadığında kalp krizi meydana geliyor. Kriz

KELT-9b ile yıldızı KELT-9'un çizimi

geçiren bir hastanın kalp kaslarının normale dönmesi için oksijene ve besine ihtiyacı vardır. Bir grup araştırmacı fotosentez yapan mikroorganizmalardan yararlanarak kalbin kendisini onarmasını sağlayan bir tedavi yöntemi geliştirdi.

Stanford Üniversitesi'nde çalışan Prof. Dr. Joseph Woo ve çalışma arkadaşları, kalp kasları hasar görmüş ancak halen canlı olan farelerin kalp kaslarına fotosentez yapan *Synechococcus* türü bakterileri enjekte etmiş. Organizmalar ışık almaya başladıktan 20 dakika sonra hasarlı bölgelerdeki metabolizma faaliyetlerinin arttığı, 45 dakika sonra kalp performansının iyileştiği görülmüş. Bu durum mikroorganizmaların ürettiği oksijen ve besinin kalp kaslarının onarımına yardımcı olmasına bağlıyor. Canlı bir organa enjekte edilen bakterilerin genellikle bir enfeksiyona sebep olması beklenir ancak takip eden bir hafta içinde herhangi bir olumsuzluk görülmemiş.

Bu tedavinin etkin bir biçimde kullanılmasının önündeki en önemli engel zamanlama.



Kalp krizi tedavisinin mümkün olan en kısa sürede yapılması gerekir. Fakat kalp krizi geçiren bir hastayı bu tedaviyi uygulayabilecek bir sağlık kurumuna zamanında ulaştırmak her zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca bu tedavinin uygulanması için büyük miktarda teknolojik yatırım da gerekiyor. Yine de geliştirilen tedavinin krizden sağ çıkmayı başarmış hastaların kalp kaslarının onarımında yararlı olacağı şüphesiz.

Plankton Patlaması İstanbul Boğazı'nı Turkuaza Boyadı

İlay Çelik Sezer

İstanbul Boğazı'nın serin suları geçtiğimiz ayın ortalarında dikkat çekici bir değişime sahne oldu. Rengi opak bir turkuaza dönen deniz suyu görenleri şaşırtırken bilim insanları bu ani değişimin bir plankton türündeki hızlı artıştan kaynaklandığını belirtiyor.

Kamuoyunda kirlilikle ilgili endişeler yaratsa da keskin bir kokunun da eşlik ettiği renk değişiminin arkasında pek de esrarengiz bir sebep yok. Hacettepe Üniversitesi'nde çevre bilimleri profesörü olan Ahmet Cemal Saydam'ın bildirdiğine göre renk değişiminin sebebi *Ehux* adıyla da bilinen *Emiliania huxleyi* adlı mikroorganizmanın sayısındaki ani artış. Saydam Karadeniz genelinde görülen bu artışın kirlilikle ilgili olmadığını, hamsi popülasyonları için de avantaj sağlayacağını belirtiyor.

Gezegemimizin en başarılı yaşam formlarında biri sayılan *Emiliana huxleyi* şaşırtıcı uyum yeteneği sayesinde ekvatoradan kutupaltına kadar uzanan sularda yaşayabiliyor. Karadeniz'deki renk değişimi NASA'nın *Terra* uydusu tarafından da görüntülendi. NASA da renk değişimine muhtemelen kokolitofor adı verilen fitoplanktonların neden olduğunu belirtiyor. *Emiliana huxleyi* de kokolitofor türü bir fitoplankton.

Okuma Yazma Öğrenme Yetişkin Beynini Yeniden Şekillendiriyor

İlay Çelik Sezer

Leipzig'deki (Almanya) Max Planck İnsan Biliş ve Beyin Araştırmaları Enstitüsü'nde yapılan bir araştırma okuma yazmayı yeni öğrenen yetişkinlerin beyin bağlantılarında -okuma yazmayla

ilgili olmayan bölgelerde bile- önemli değişimler oluştuğunu gösterdi.

Kültürün beyni nasıl değiştirdiğini anlamaya çalışan Michael Skeide liderliğindeki araştırmacılar okuma yazmaya odaklandı. Bu beceriler insanlık tarihinde görece yeni ortaya çıktığı için bunlarla ilgili özel genlerimiz yok.

Araştırmacılar Hindistan'da yaşayan, Hintçe konuşan ve yaş ortalaması 31 olan otuz yetişkin üzerinde çalıştı.

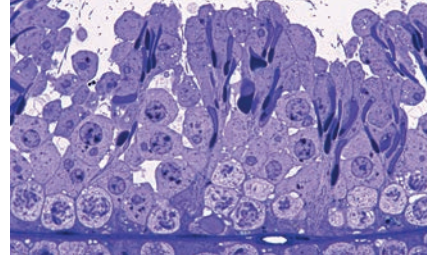
Yirmi bir yetişkine altı ay içinde Hintçe Devanagari alfabesiyle okuma yazma öğretildi. Dokuz yetişkine ise hiçbir şey öğretilmedi. Altı aylık süreç öncesinde ve sonrasında tüm gönüllülerin beyinleri tarandı.

Sonuçta araştırmacılar okuma yazma öğrenen yetişkinlerin beyinlerinde kayda değer değişimler gördü. Bu bireylerin beynin öğrenmede rol oynayan en dış tabakası olan kortekslerinde etkinlik artışı olduğu görüldü.

Okuma yazma öğrenmenin, okuma yazmayla ya da öğrenmeyle genellikle ilişkilendirilmeyen beyin bölgelerinde de değişiklik yarattığı gözlemlendi. Özellikle beynin derinliklerindeki iki bölgenin, talamus ve beyin sapında bulunan kısımların öğrenme süreci sonrasında daha etkin olduğu görüldü.

Bu iki bölgenin başka işlevlerin yanı sıra duyularımızdan ve hareketlerimizden kaynaklı bilgileri koordine ettiği biliniyor. Öğrenme süreci sonrasında her iki bölgenin de g örmeyi işlemleyen bölgeyle daha güçlü bağlantılar kurduğu görüldü.





En çarpıcı değişimlerse okuma yazma becerilerinde en fazla ilerleme kaydeden bireylerde görüldü. Beyin sapının ve talamusun dikkati de kontrol ettiği biliniyor, dolayısıyla okuma yazma öğrenmenin dikkati geliştirebileceği düşünüyor.

Araştırmacılar Falk Huettig benzeri değişimlerin muhtemelen çocuklarda da üstelik daha hızlı ve kapsamlı şekilde oluştuğunu, ancak çocuklar üzerinde bu yönde bir araştırma yapılmadığını belirtiyor.

Radyo Dalgaları Dünya'yı Yüklü Parçacıklardan Koruyor Olabilir

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmaya göre denizaltılarla irtibat kurmak amacıyla kullanılan çok düşük frekanslı (VLF) radyo iletişimi, gezegenimizi yüksek enerjili elektron ve



İnsan etkinlikleri sonucunda oluşan koruyucu balon bir çeşit kalkan işlevi görüyor.

protonlardan koruyan bir çeşit balon oluşturuyor olabilir. Araştırmacılar NASA'nın *Van Allen* adlı sondasıyla uzay radyasyonundaki yüksek yüklü parçacıkların Dünya'nın yakın çevresine ne ölçüde girdiğini inceledi. ABD'nin Boulder kentinde bulunan Colorado Üniversitesi Atmosfer ve Uzay Fiziği Laboratuvarı araştırmacıları gezegenin etrafında VLF iletişimi sonucunda oluşan radyo dalgaları balonunun dış sınırının, Dünya'nın manyetik alanı tarafından tutulan yüklü parçacıkların oluşturduğu tabaka olan Van Allen radyasyon kuşağının iç sınırıyla yaklaşık olarak aynı olduğunu gözlemledi.

Bunun bir rastlantı olmayabileceği, insan etkinlikleri sonucu yayılan radyo dalgalarının parçacıkların uzaydaki hareketini etkiliyor olabileceği düşünülüyor. Aslında 1970'lerde VLF iletişimi bu kadar yaygın değilken radyasyonun atmosferin Dünya'ya yakın kısmına daha çok girdiği anlaşıyor.

Eğer bu analiz doğruysa VLF yayınlarının Dünya atmosferindeki fazla radyasyonu uzaklaştırmakta kullanılabileceği düşünülüyor.

Şimdi VLF yayınlarının üst atmosferimizdeki yüklü parçacıklar üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlayan yeni araştırmalar yapılması planlanıyor.

Kök Hücre Nakledilen Kısır Fareler Yavruladı

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada, yumurta üreten kök hücrelerin nakledildiği kısır fareler sağlıklı yavrular dünyaya getirdi. Henüz çok uzak bir hedef olsa da aynı işlem insanlara da uygulanabilirse kısırlık tedavisi mümkün olabilir.

Araştırmada yumurta üretimini sağlayan kök hücreler, yerlerine (yumurtalıklar ya da testisler) bağlı olarak yumurta ya da sperm oluşturan öncül üreme kök hücreleri. Erkek üreme kök hücreleri özelleşerek erkeğin hayatı boyunca sperm üretmesini sağlıyor. Kadınlardaki kök hücrelerin ise, kadın daha dünyaya bile gelmeden önceki kısa bir zaman aralığında başkalaşarak bir dizi yumurta hücresi oluşturduğu, doğumdan sonra bu kök hücrelerin yok olduğu düşünülüyor.

Şimdilerde bu kanı sorgulansa da üreme kök hücrelerinin kadında doğumdan sonra da var olup olmadığı hâlâ tartışmalı. Bilim insanları farelerden alınan üreme kök hücrelerinin petri kabında yumurta hücrelerine dönüşebildiğini daha önce göstermişti. Ancak bunun vücut içinde de gerçekleşip gerçekleşmeyeceği bilinmiyordu. Yeni araştırmada Çin'deki Shanghai Jiao Tong Üniversitesi'nden gelişim biyolojisi uzmanı Ji Wu ve ekibi 6 günlük farelerden alınan üreme kök hücrelerini bir petri kabında kültüre aldı. Daha sonra bunlar yetişkin kısır farelerin yumurtalıklarına nakledildi. Kök hücreler yumurtalık yüzeyinin hemen altındaki bir noktaya ulaşip orada yumurta hücrelerine dönüştü. Nakilden 5-8 hafta sonra da dişi fareler sağlıklı erkek farelerle çiftleştirildi. Kök hücre nakledilen sekiz fareden altısı gebe kaldı ve sağlıklı yavrular dünyaya getirdi. Wu'ya göre sonuçlar, nakledilen üreme kök hücrelerinin farelere yeniden doğurganlık kazandırabildiğini kanıtlıyor. Ancak yöntemin insanlara uygulanması için daha epey yol alınması gerekiyor.



Aziz Sancar ve Arkadaşları Sigaranın DNA'ya Verdiği Hasarın Haritasını Çıkardı

Dr. Tuba Sarıgül

Sigaranın DNA hasarına sebep olup kansere, özellikle de akciğer kanserine yol açtığı biliniyor.

Nobel ödüllü bilim insanımız Aziz Sancar'ın liderliğini yaptığı araştırmada, Kuzey Carolina Üniversitesi'nden araştırmacılar sigara dumanındaki kanser yapıcı etkiye sahip kimyasal maddenin DNA'da sebep olduğu hasarın haritasının çıkarılması için yeni bir yöntem geliştirdi. Araştırmanın sonuçları *Proceedings of the National Academy of Sciences* dergisinde yayımlandı.

Organik maddelerin yanması sonucu açığa çıkan benzo[a]piren (BaP) -örneğin sigara dumanında, fosil yakıtların kullanıldığı motorların egzoz gazlarında bulunur- çevre için ciddi zararları olan bir madde. Ancak bu maddenin insan dokularına ulaşmasının en etkili yolu solunan sigara dumanı.

Zararlı organik maddeler insan vücuduna girdiğinde genellikle kandaki enzimler aracılığıyla daha az zararlı maddelere dönüştürülür. Ancak BaP bu tepkimeler sonucunda daha zararlı bir madde olan BPDE'ye (BaP diol epoksit) dönüştürülüyor.

BPDE, DNA'yı oluşturan nükleotit birimlerine bağlı bazlardan biri olan guanin

ile güçlü kimyasal bağlar oluşturur. Yapısındaki bu değişim DNA'nın işlevlerini (örneğin protein sentezi) düzgün şekilde yerine getirememesine neden olabiliyor. BPDE'nin neden olduğu değişimin tümör oluşumunu baskılayan genlerde (tümör baskılayıcı genler hücre çoğalmasını kontrol altında tutar) ortaya çıkması kanser oluşumuna neden olabilir.

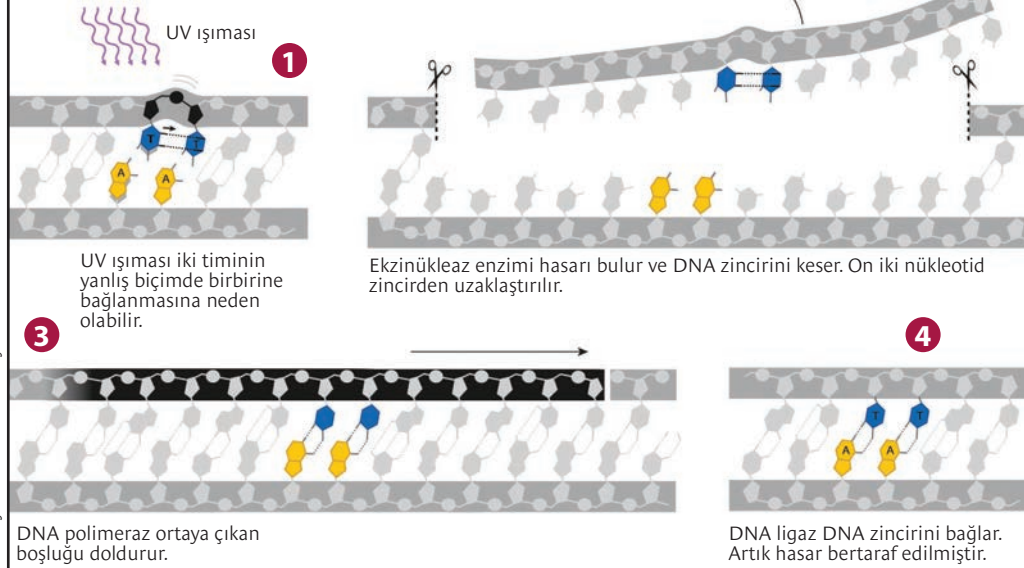
Hücrelerimizde DNA'nın yapısında oluşan bozulmaları takip eden ve düzelten farklı mekanizmalar var. Bunlardan biri de nükleotid kesip çıkarma onarımı.

Nükleotid kesip çıkarma onarımında DNA'daki diziliminden çıkarılan hasarlı nükleotidler yok edilinceye kadar hücrede kalır. Bu DNA parçalarının işe yaramaz olduğunu düşünebilirsiniz. Ancak Aziz Sancar ve arkadaşları BaP maddesinin DNA'da neden olduğu hasarın haritasını çıkarabilmek için bu parçalardan elde edilebilecek verileri toplamaya karar verdi. Bu bilgilerin hasarlı DNA'nın onarımının nerede başladığı konusunda bilim insanlarına önemli bilgiler verebileceği düşünülüyor.

Aziz Sancar DNA onarım mekanizmalarının aydınlatılmasıyla ilgili çalışmaları nedeniyle 2015 yılında Nobel Kimya Ödülü'nü kazanmıştı.

Nükleotid kesip çıkarma onarımı

Nükleotid kesip çıkarma onarımı mekanizması, UV (morötesi) ışıma ve sigara dumanı gibi kanserojen maddelerin yol açtığı DNA hasarlarını onarır.



Elde edilen ilk bilgiler BPDE'ye bağılı guanin bazıı sitozin bazı takip ettiğinde onarım mekanizmasının gerçekleşme sıklığının, adenin ve timin bazlarının takip etmesi durumuna göre daha yüksek olduğunu gösteriyor.

Geliştirilen yöntem sayesinde elde edilecek bilgiler DNA hasarının onarımına yönelik ilaçların geliştirilmesini sağlamanın yanı sıra neden bazı insanların kansere yakalanmaya daha yatkın ya da daha dirençli olduğunun anlaşılmasında yararlı olabilir. Profesör Aziz Sancar sigaranın kanser oluşumundaki etkisini gösteren araştırmalarının, insanlar için ciddi zararları olan bu kötü alışkanlığı terk etme konusunda teşvik edici olmasını umut ettiğini belirtiyor.

Eski Bir Antibiyotiğin 25.000 Kat Güçlü Yeni Türevi

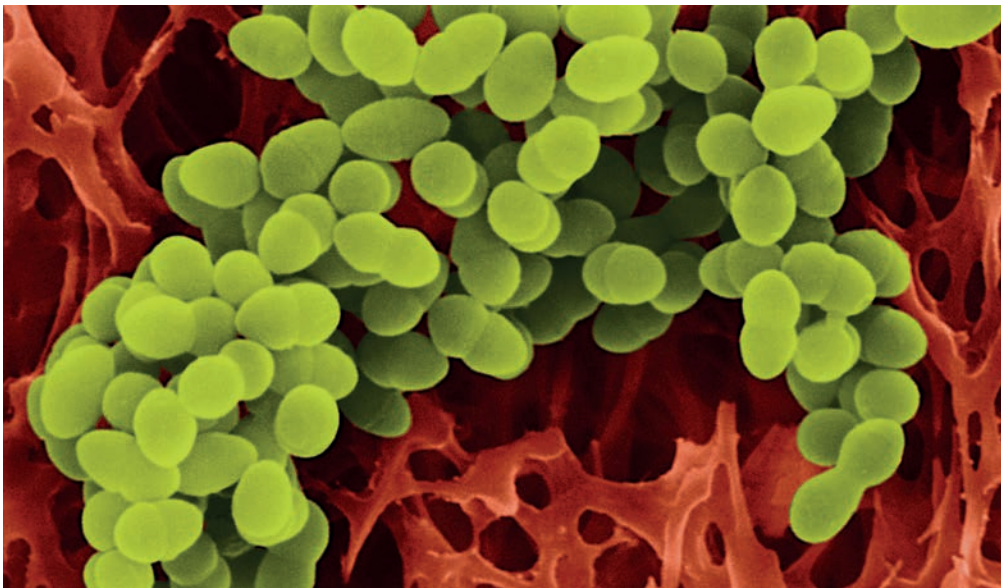
İlay Çelik Sezer

Bakterilerin mevcut antibiyotiklere direnç geliştirmesi yeni antibiyotikler geliştirilmesini zorunlu kılıyor. Eğer yeni antibiyotikler geliştirilemezse insanlığın yakın gelecekte önemli bir sağlık kriziyle karşılaşacağı tahmin ediliyor. İşte bu amaca yönelik bir araştırmada Scripps Araştırma Enstitüsü'nden bilim insanları vankomisin adlı antibiyotiğin çok daha güçlü, yeni bir türevini elde etti.

Vankomisin 1958'den bu yana tehlikeli enfeksiyonlarda, örneğin metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* enfeksiyonlarında kullanıldı. Ancak bakteriler antibiyotiğe direnç geliştirmeye başlayınca ilacın daha etkili bir türevi olan vankomisin 2.0 geliştirildi. Şimdi Scripps araştırmacıları ilacın daha da etkili 3.0 türevini geliştirdi. Vankomisin bakterileri, hücrelerinin duvar oluşturmaya belirli bir şekilde engel olarak öldürüyor. Ancak bakteriler değişim geçirerek bu mekanizmayı bertaraf etmeyi başardı. Bunun üzerine araştırmacılar vankomisini, hücre duvarı oluşumunu farklı şekillerde engelleyecek biçimde değiştirmeye çalıştı.

Aralarında Scripps'teki grubun da bulunduğu üç araştırma grubu, hücre duvarı oluşumunu farklı şekilde engelleyen üç vankomisin türevi geliştirdi. Kimyacı Dale Boger liderliğindeki Scripps araştırmacıları daha sonra, geliştirilen bu üç farklı silahı tek bir vankomisin türevinde bir araya getirdi. *Proceedings of the National Academy of Sciences*'da yayımlanan sonuçlara göre elde edilen yeni antibiyotik VRE (vankomisin dirençli enterokoklar) ve VRSA (vankomisin dirençli *Staphylococcus aureus*) gibi mikroplara karşı önceki vankomisin türevlerine göre 25.000 kat daha etkili. Üç etkili yeni antibiyotiği laboratuvarında sınavan Boger ve ekibi, mikropların 50 büyüme döngüsü sonrasında bile direnç geliştiremediğini gördü. Çoğu antibiyotik birkaç döngüden sonra etkisiz kalıyor. Boger'a göre bu, yeni ilacın daha uzun ömürlü olabileceğinin bir göstergesi. Boger antibiyotiğin henüz insanlarda kullanılmaya hazır olmadığını da belirtiyor. Önce ilacın kimyasal sentez yönteminin daha verimli hale getirilmesi daha sonra da sırasıyla hayvan ve insan denemelerinin yapılması gerekiyor.

Stahylococcus aureus türü bakterilerin renklendirilmiş mikroskop görüntüsü



Ayın Fotoğrafi

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Canlı Mancınıklar

Farklı renklerde ışıldayan, topak şeklindeki bu yapılar eğrelti otu spor keselerinin floresans mikroskobu altındaki görüntüsü.

Eğrelti otları sporlu üreme yoluyla çoğalır.

Sporlar, eğrelti otu yapraklarının

altındaki spor keselerinin içinde gelişir.

Spor keselerinde, açılıp kapanmalarını ve sporların etrafa dağılmasını sağlayan *annulus* olarak

isimlendirilen özelleşmiş yapılar

-fotoğrafta yeşil görünen kısımlar- vardır.

Bu yapıyı oluşturan hücreler su kaybettiklerinde dışı doğru bir kavis oluşturacak biçimde şekil değiştirir.

Bu, spor keselerinin açılmasına neden olur.

Spor keseleri hızla kapanırken içindeki sporlar da hızla çevreye dağılır.

Bu görüntünün elde edilmesinde kullanılan floresans mikroskobu biyolojik örneklerin görüntülenmesinde yaygın olarak kullanılan bir cihaz.

Floresans mikroskopisi yönteminde gönderilen ışık örnek tarafından soğurulur.

Soğurulan ışığın etkisiyle uyarılan atomlar temel enerji düzeyine dönerken ışık yayar.

Yayılan ışık mikroskobun detektörü tarafından algılanır ve görüntü oluşturulur.

Floresans mikroskopisi yönteminde yayılan ışığın dalga boyu gönderilen ışığın dalga boyundan daha uzundur.



SPL





Havacılık Tutkusuyla Yaratıcılık Bir Araya Gelirse

Yusuf Kahvecioğlu

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Vecihi Hürkuş, Nuri Demirağ, Hezarfen Ahmet Çelebi, Lagari Hasan Çelebi, Wright Kardeşler... Hepsinin ortak özelliği havacılık tutkusu. Bir diğer ortak noktaları ise Yusuf Kahvecioğlu'na ilham kaynağı olmaları. Türkiye'nin ilk yerli üretim lisansı olan uçağı YUKA'yı yapan Yusuf Kahvecioğlu "sıradışı" işlerle uğraşmayı sevdiğini söylüyor.

Kendisiyle yaptığımız söyleşide YUKA'dan, yaptığı sıra dışı projelerden, bilim merkezleri için tasarlayıp ürettiği tematik bilimsel sergilerden ve deney düzeneklerinden konuştuk. Özellikle YUKA ile ilgili olarak anlattıkları, gençlere ideallerinin peşinde gitmeleri konusunda esin kaynağı olacak bir hikâye.



*Uçak yapacağını söylediğinde
Yusuf Kahvecioğlu'nu pek çok kişi ciddiye almamış.
En büyük destekçisi babası olmuş.
Yusuf beyin hayali nasıl kendi uçağını yapmak
ise babasının hayali de kendi otomobilini yapmaktır.
Yapmış da. 25 yaşındayken babasından gizlice bir
otomobil yapmış. Ancak çok otoriter olan
Yusuf beyin dedesi bunu öğrendiğinde
o kadar sinirlenmiş ki yanında çalışan ustaya
oğlunun yaptığı otomobili parçalatmış.
Yaşadığı bu talihsiz deneyimden olsa gerek
Yusuf beyin babası oğlunun uçak yapma ideali
konusunda hep yanında olmuş.*

1965'te Samsun'da doğan Yusuf Kahvecioğlu 1983'te Samsun Anadolu Lisesi'nden, 1988'de de İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuş. Çocukluğu babasının atölyesinde geçen Kahvecioğlu oyuncaklarının daha çok makine parçaları ve rulmanlar olduğunu söylüyor. En büyük ilgi alanı havacılık olduğu için ilkokuldayken Türk Hava Kurumu'ndan temin ettiği malzemelerle kendi tasarladığı model uçakları yapıyormuş. Asıl hayali ise kendisinin uçabileceği bir uçak yapmaktır. O zamanlar ideali makina mühendisi olmak olsa da daha sonra uçak mühendisliği diye bir bölüm olduğunu ve her iki bölümün pek çok dersinin ortak olduğunu öğrenince tercihini uçak mühendisliğinden yana kullanmış. Hatta kız kardeşine de ileride uçak fabrikası kuracağını söyleyerek onu da uçak mühendisi olmaya ikna etmiş.

Yusuf bey, üniversite birinci sınıftayken okulda aldığı derslerle yetinmeyip hedefiyle ilgili araştırma yapmaya başlamış. Her ne kadar uçak yapma fikrini paylaştığı hocaları kendisine "acele etme" dese de uçak yapımı konusunda araştırmalarını sürdürmüştü. O günlerde bilgiye ulaşmanın hayli zor olduğunu vurgulayan Yusuf Kahvecioğlu 1984'te YUKA'yı yapmaya başlamış.

Kışları İstanbul'da eğitimine devam ederken hem bilgi hem de malzeme toplamış. Yazları Samsun'da babasının atölyesinin üst katında uçak yapmayı sürdürmüştü. Samsun'da Ankara, Kayseri ve Eskişehir'de olduğu gibi bir hava üssü olmadığını belirten Kahvecioğlu, havacılık konusunda da bilgisi olan kimseye ulaşamadığı için hem bilgi edinme hem de malzeme temini aşamalarında hayli zorluk yaşadığını belirtiyor. Örneğin IEC AISI standardına göre malzeme numarası 6061 olan, T6 ısıtma işlem görmüş alüminyum kullanması gerekiyormuş. Ancak istediği özellikte ve standartta malzeme bulamayınca iki kişilik olmasını planladığı uçağı tek kişilik yapmaya karar vermiş. Uçağın yeterince sağlam olması için bulabildiği malzemelerin boyutlarını -örneğin alüminyum boruların kalınlığını- artırmayı düşünmüştü. Bu fazladan ağırlık demek olduğu için uçağı tek kişilik yapmaktan başka çaresi kalmamış. Bulabildiği malzemelerin en iyilerini kullanarak büyük bir hevesle başladığı uçak yapım sürecinde defalarca kırılma noktası yaşamış, defalarca "bu proje bitmeyecek" dediyse de çabasından ve azminden ödün vermemiş. Öyle ki Türkiye'de bulamadığı 30-40 beygir gücündeki, 30 kg'ı geçmeyen motoru trenle getirdiği Avusturya'daki bir motosiklet fabrikasından almış.



Ardından sıra pervane bulmaya gelince bu sefer pervaneyi ABD'den getirtmiş. Uçağın telinden motoruna, pervanesinden aklınıza gelebilecek her bir parçasına ulaşmak Yusuf Kahvecioğlu için hep ayrı bir macera olmuş. 1984'te yapmaya başladığı YUKA'yı onca macera dolu deneyimden sonra 1989'da tamamlamış.

YUKA'dan Sonra SAMAIR

YUKA'yı yaparken pek çok kırılma noktasıyla karşılaşsa da havacılık tutkusundan hiç bir şey kaybetmeyen Yusuf Kahvecioğlu YUKA'dan sonra eski Samsun havaalanını kiralarak bir uçuş okulu kurmuş. Bu uçuş okulunda yetişen 70 pilot şu anda farklı havayolu şirketlerinde kaptan pilot olarak başarıyla uçuyor.

Uçağın tamamlanmasına az bir zaman kala en kritik soru da gündeme gelmiş: Bu uçakla kim uçacak? Kahvecioğlu yaptığı araştırmadan sonra bir uçağı ilk kez uçuracak kişinin en az 3000 saatlik uçuş tecrübesi olan bir test pilotu olması gerektiğini öğrenmiş. Ayrıca bu test pilotunun ilk kez uçurulacak uçak tipinde de 500 saat uçuş tecrübesinin olması gerekiyormuş. Yusuf bey bu ölçütleri karşılayan bir test pilotu bulamayacağını bildiği için bir süre düşündükten sonra uçağını mecburen kendi uçurmaya karar vermiş. Bunun için de önce pilotluk eğitimi alması lazım. O sırada üniversite eğitimi devam ettiği için Ankara'daki pilot eğitimi veren kurslara katılamamış. Türk Hava Kurumu'ndan bir yetkili kendisine Samsun'da bir havacılık kulübü kurmasını ve bu kulübün bünyesinde bir pilotluk kursu açılmasını sağlamasını önermiş. Okul yaz tatiline girdiğinde gerçekten de böyle bir kulüp kurmuş ve açılan kursa katılarak pilotluk eğitimi almış. Ancak uçağın bitmesine yakın kendisinde baş gösteren uçma korkusunu pek çok uçuş denemesinden sonra yenebilmiş.



Uçak yapımının her aşamasında bin bir türlü zorlukla baş eden Kahvecioğlu'nu bekleyen bir sonraki adım ise uçağın Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından tescil edilmesi ve uçağa plaka alınmasıymış. Türk Hava Kurumu'nun tam o günlerde el yapımı uçak yarışması düzenlediğini belirten Kahvecioğlu yarışmaya katılmış ve birinci olmuş. O günkü parayla 5 milyon lira para ödülü alan Yusuf bey, bu parayla Türk Hava Kurumu'nun hurdahangındaki eski uçakların parçalarından satın almış.

Türk Hava Kurumu'nun verdiği para ödülü gene Türk Hava Kurumu'na dönmüş. Ama asıl önemlisi, yarışmayı izleyen Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü uçabilmesi için yarışma öncesi uçağı iyice tetkik edip tescillemiş. YUKA'nın ve Yusuf Kahvecioğlu'nun maceraları bunlarla da bitmemiş, Kahvecioğlu bundan sonra bürokratik pek çok sorun ile karşı karşıya kalmış, her zamanki kararlı ve mücadeleci yaklaşımı sayesinde bu sorunların da üstesinden gelmiş.





Havacılık çalışmalarına ara veren Yusuf Kahvecioğlu daha sonra başka projelerle ilgilenmeye başlamış. Beş yıl önce Samsun Büyükşehir Belediyesi'nin katkılarıyla gerçekleştirdiği ve katil balina projesi olarak adlandırdığı projesinde yüzebilen yapay bir balina yapmış. Elektrikli akü kullanarak gerçek boyutlardaki balinanın hareketini sağlayan Kahvecioğlu daha sonra akülerin çok çabuk bitmesi sorunuyla karşı karşıya kalmış. Lityum iyon bataryalar da çok pahalı olduğu için katil balinanın Samsun'da yapılacak bilim müzesinde, bir cam havuz içinde batarya yerine 380 voltluk elektrik ile çalıştırılarak kullanılması planlanıyor.



Salaraba (Sudasür): Genellikle deniz kıyısında yaşayanların teknelere karşı özel bir ilgisi olduğunu düşünen Kahvecioğlu'nun aklına hem ucuza mal edilecek hem de kullanması fazla masraflı olmayacak bir tekne yapmak gelmiş. Teknenin gövdesinin pahalı olmadığını, asıl pahalı olanın motor, şanzıman ve elektrik tesisatı olduğu düşüncesinden yola çıkmış. Otomobilinin motorunu ve diğer bileşenlerini tekne için kullanarak düşük maliyetli bir tekne yapmaya karar vermiş. Otomobili teknenin üzerine yerleştirip otomobilin tekerlekleriyle hareket eden bir prototip tekne yapmış. Örneğin 100 beygir gücünde bir otomobiliniz varsa 100 beygir gücünde bir tekneniz olacağını belirten Kahvecioğlu, otomobildeki klima, kalorifer gibi donanımların tekne içinde kullanılabileceğini belirtiyor.



Futbolmatik: Lisede de, üniversitede de futbol oynayan, takım kaptanlığı yapan Yusuf Kahvecioğlu başarılı bir futbolcu yetiştirmenin hayli masraflı ve zor bir iş olduğu kanısında. Özellikle ülkemizde en popüler spor olan futbol için yapabileceklerini düşündüğünde önce futbolcunun vole, röveşata çalışması için futbolcuya top fırlatan bir makina yapmayı düşünmüştü. Ama fark etmiş ki bunun dünyada başka örnekleri var. Bu örneklerin daha gelişmişini yapmaya karar vererek futbolcuya sadece top atan değil futbolcu topa karşılık verdiğinde topu doğru yere atıp atmadığını, ne kadar düzgün attığını, ne kadar hızlı attığını istatistiksel olarak belirleyerek veri toplayan bir sistem geliştirmiş.

Bilim Merkezlerine Tematik Bilimsel Sergi Tasarımları

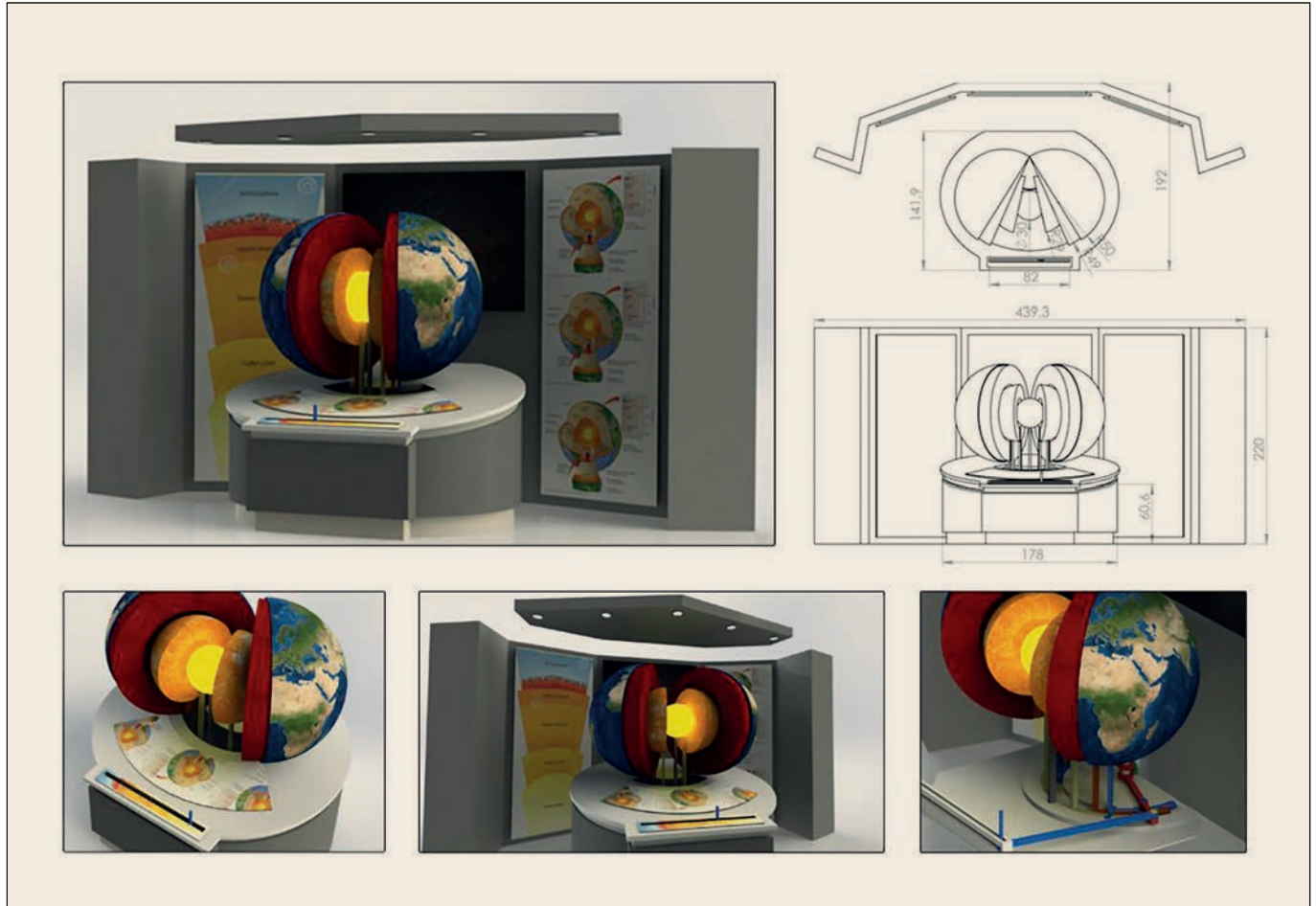
Yusuf Kahvecioğlu geliştirdiği düzinelerce projenin ardından şu günlerde bilim merkezleri için tematik bilimsel sergi tasarımları ve deney düzenekleri hazırlıyor.

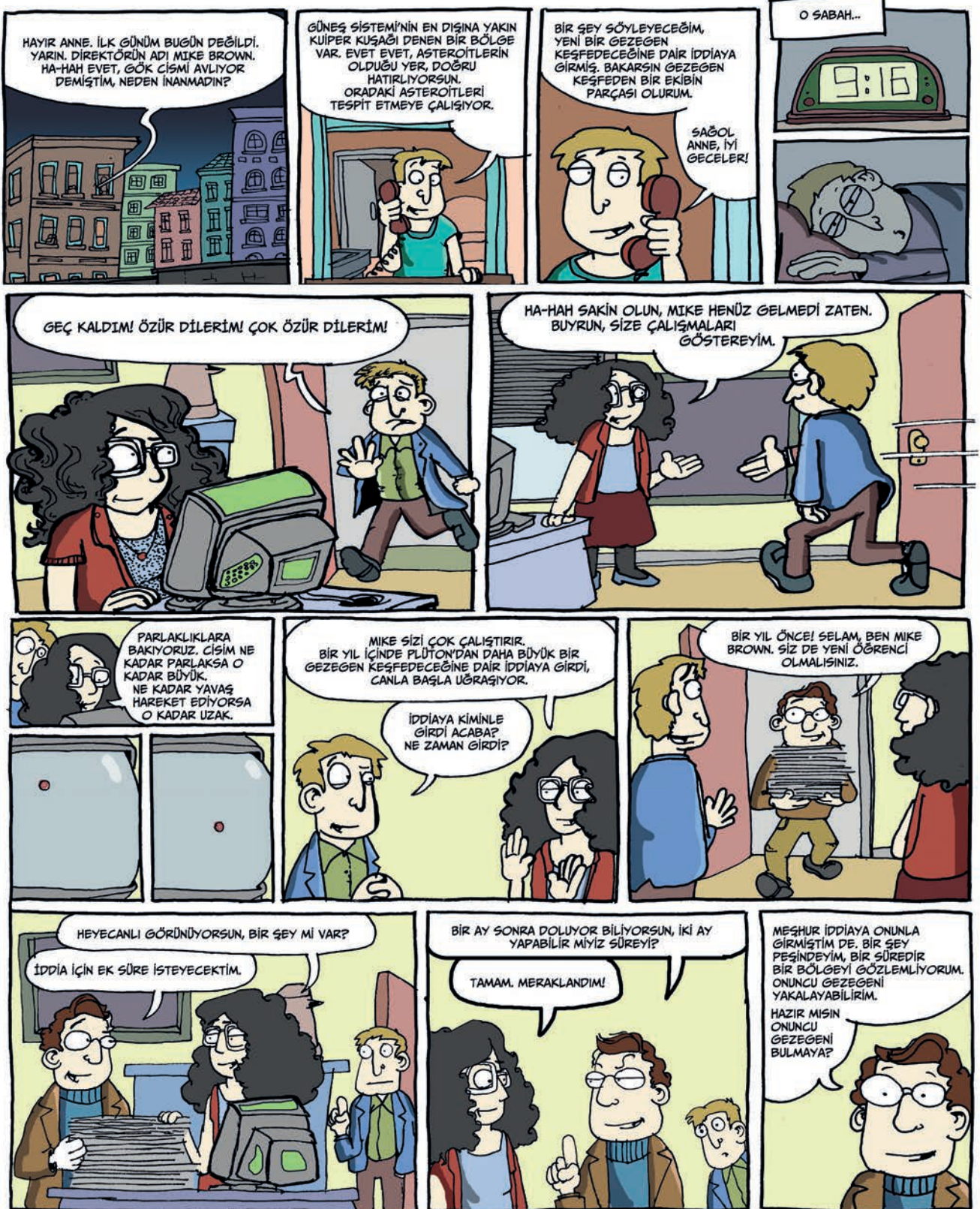
2014'te TÜBİTAK'ın bilim merkezleri kuracağını ve bunun için proje çağrısı açtığını öğrenen Kahvecioğlu hemen bir ekip kurarak Exploria isimli şirketi kurmuş. Kahvecioğlu ve ekibi TÜBİTAK'a yaptıkları proje başvurusunda Dünyamız ve Uzay temasını seçerek on bir deney düzeneği tasarımının çizimlerini sunmuşlar. Kahvecioğlu bu on bir tasarımdan 4-5 tanesi hariç diğerlerinin dünyada başka bir örneği olmadığını, tamamen özgün tasarımlar olduğunu belirtiyor.

Gezegenerler, çekim kuvveti, uzayın eğriliği, Kepler Yasaları, takımyıldızlar ve ışığın ters kare yasası, Dünya'nın katmanları, Dünya'nın merkezine yolculuk, Güneş-Dünya-Ay sistemi, güneş park Kahvecioğlu'nun TÜBİTAK'a sunduğu sergilerden bazıları.

Sohbetimizin sonunda Yusuf Kahvecioğlu bilim merkezlerinin gençleri belli konularda uzmanlaşmaya teşvik etmek, bilimin hayatımızdaki yerini öğrenmelerini sağlamak ve merak duygularının geliştirmek açısından çok önemli olduğunu vurguluyor. Ayrıca öğretmenlerin çok iyi yetiştirilmesi daha da önemlisi kadınların çok iyi eğitilmesi sonucunda pek çok alanda çok başarılı gençlerin yetişeceğine inanıyor. Biz de bu düşüncelerine katılarak kendisine bize zaman ayırdığı için teşekkür ediyoruz. ■

Dünya'nın katmanları





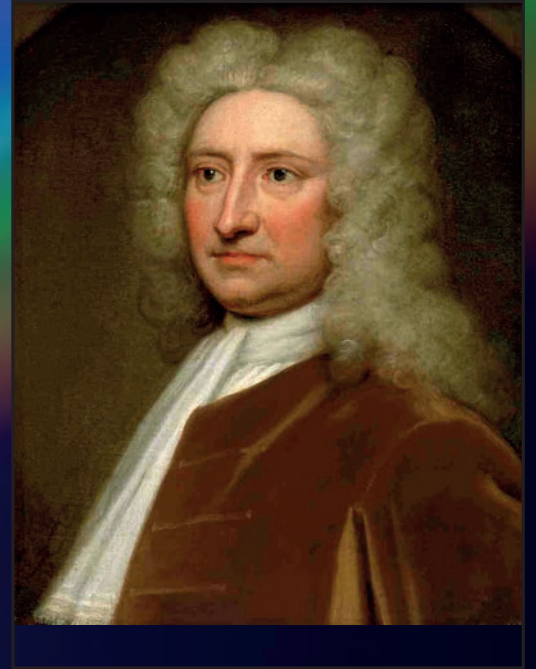


Mürekkepsiz Yazıcılar Geliyor!

RENKSİZ NANO YAPILARDAN GÖZ ALICI RENKLERE

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Yapısal renkleri oluşturan çeşitli maddelerin nano ölçekteki düzenli mimarileri ışığı çok farklı şekillerde yakalayarak doğadaki yanardöner yeşilleri, ateşli kırmızıları, parlak mavileri, abanoz siyahları ve daha fazlasını mükemmel tablolar olarak önümüze seriyor.



Yapısal renklerin bilimsel olarak açıklanması Robert Hooke tarafından 1665 yılında yazılan *Micrographia* isimli esere kadar uzanıyor. Hooke tavus kuşlarının ve ördeklerin parlak tüylerini mikroskop altında incelemiş, tek-rarlayan ince tüy katmanlarının ve bunların arasındaki hava boşluklarının ışığı kuvvetli bir şekilde yansıttığını belirtmiş. Ayrıca bu canlı renklerin su damlası ile bozulduğunu veya kaybolduklarını gözlemlemiş.

Zaman içinde ışığın özellikleri daha iyi anlaşıldıkça da yapısal renklerin nasıl oluştuğu ve yüzey renklerinden nasıl farklı oldukları daha net anlaşılmış. Elektron mikroskobunun icat edilmesi ile yapısal renkleri oluşturan mikro ve nano ölçekli yapılar detaylı olarak incelenebilmiş, ışığı kontrol etme ve bunu teknolojiye yansıtma çalışmaları hız kazanmıştır.

Elektromanyetik tayf, elektromanyetik radyasyonun tüm çeşitlerinin bir arada ifade edilmesidir ve dalga boyu en kısa olan gama ışınlarından çok daha uzun olan radyo dalgalarına kadar geniş bir aralıktan oluşur. İnsan gözü ise bu tayfın çok küçük bir kısmını algılayabilir.

Renk, türümüz için görünür ışık tayfı olarak adlandırığımız yaklaşık 400-700 nanometre ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) dalga boyları arasındaki ışığın algılanması olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle görünür ışık elektromanyetik dalgaların insan gözü tarafından algılanabilen hayli dar bir frekans aralığıdır. Tüm renkler bu küçük aralıkta oluşur.

Görme mekanizması herkeste hemen hemen aynı şekilde gerçekleşir, belli bir dalga boyundaki yansıyan ışığı ve dolayısıyla da o ışığa karşılık gelen rengi görürüz. Birbirine çok yakın renk tonlarının daha kolay ayırt edilmesi ise kişisel tecrübeler yoluyla geliştirilebilir.

Renk Algısı

Renk ışık kaynağı, nesne ve izleyiciden oluşan üçlü bir algılama sistemi olarak değerlendirilebilir. Renk bir algıdır ve bahsedilen bu üç öğeden herhangi birinde bir değişiklik olduğunda bu algı da değişir.

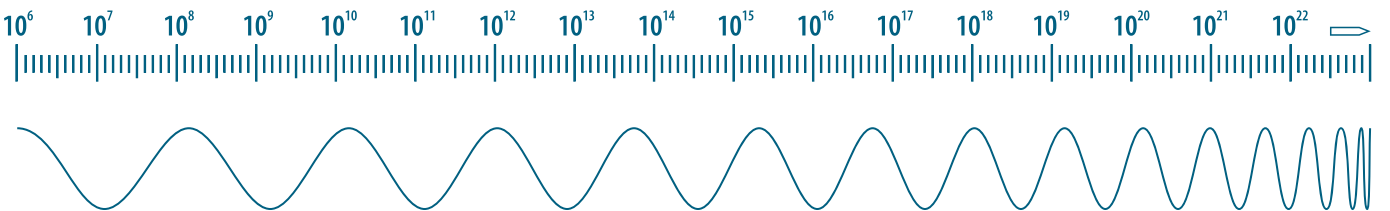
Örneğin bizim kırmızı gördüğümüz bir cismi arılar yeşil görür. Farklı canlılar farklı renk algılayıcılarla donanmıştır. Renkli görme yetisi olmayan ya da zayıf olan canlılar, parlaklıktaki farklılıkları daha iyi ayırt eder. Gündüz aktif olan kuşlarda gece aktif olan kuşlarda olduğundan daha fazla renk algılayıcı hücre vardır. Çoğu memeli hayvan insandan daha az sayıda renk algılar. Bazı canlılar ise insan tarafından algılanamayan renkleri de görür, örneğin arılar UV ışığı görür.

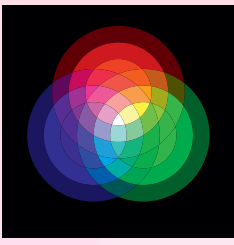
ELEKTROMANYETİK TAYF

Dalga Boyu (m)



Frekans (Hz)





Renk üç temel öge ile tanımlanabilir: Ton, doygunluk ve parlaklık. Renk algısı hem nesnenin rengine hem de gözlemcinin algısına bağlıdır. Başka bir deyişle, gözlemcinin görsel algılayıcılarının öznel özelliklerine, nesnenin yansıttığı ışığa ve nesnenin konumuna bağlıdır. Eğer nesne tüm dalga boylarındaki ışığı yansıtıyorsa beyaz, hepsini soğuruyorsa siyah, bunların arasında kalan durumlarda yani bazı dalga boylarındaki ışığı soğurup bazılarını yansıttığı durumlarda ise görünür ışık tayfındaki renklerde görülür. Ancak gözlemcinin uygun algılayıcılarla donatılmış olması da rengin algılanması açısından önemlidir.

Renk Nasıl Oluşur?

Peki nesnelere rengini veren nedir? Temel olarak doğadaki renklerin üç ana kaynağı vardır: Pigmentler, yapısal renk ve biyolüminesans.

Çoğunlukla nesneler içerdikleri renk pigmentleri veya boyar maddeler nedeniyle sahip oldukları renkte görünür. Bu kimyasal maddeler elektromanyetik radyasyonun belli dalga boylarındaki ışınlarını seçici olarak emer ya da yansıtır. Renk algısı, bu maddelerin kimyasal özelliklerine bağlıdır. Renk pigmentlerinden kaynaklanan renk, bu pigmentlerin kimyasal yapısının zaman içinde çeşitli koşullarda bozulmasına bağlı olarak ilk günkü halini koruyamaz ve silikleşir, kısaca zamana yenik düşer.

Biyolüminesans ise canlı organizmaların kimyasal tepkimeler sonucunda ışık yaymasıdır. Ateş böcekleri ve derin sularda yaşayan canlıların çoğunluğu biyolüminesans yapan canlılara örnek olarak gösterilebilir.

Peki renklerin oluşması için mutlaka boyar madde olması gerekli mi? Kimyasal maddelerden kaynaklanan renkleri algılamamızdan başka, daha farklı bir yol var mı? Elbette var. Nesnelerin mikro ve nano ölçeklerdeki düzenli fiziksel yapılarından kaynaklanan renk algısı.

Renkli bir malzeme yapmak için genel olarak boya ya da pigment kullanırız. Renk oluşturmanın bir diğer yolu ise ışığı yansıtan veya saçan nano yapılar oluşturmaktır.



Canlılarda biyolüminesans



Çok küçük yapılarla ışığın fiziksel olarak etkileşimi sonucunda ortaya çıkan renklere yapısal renkler denir. Yapısal renklerin oluşumunda temel unsur ışığın soğurulması değil yansmasıdır. Malzemenin mikro veya nano ölçekli mimarisi malzemenin optik özelliklerini belirler.

Yapısal renk, mikro ya da nano ölçeklerdeki yapılar yoluyla oluştuğu ve tamamen fiziksel ilkelere bağlı olduğu için, sonuçta rengin oluştuğu diğer yollardan farklıdır. Bu yolla ortaya çıkan renkler hayli parlak ve göz kamaştırıcı olabilir.



Mavi tarantulanın yapısal renginin kaynağı, bir çiçeğe benzeyen çok katlı nano yapılar. Bu mimari sayesinde tarantulanın canlı mavi rengi görüş açısına göre değişmiyor.

Yapısal renkler, boyalar ve pigmentler yoluyla elde edilen kimyasal renklerin aksine ışığın periyodik olarak birbirini tekrar eden mikro ve nano yapılarla etkileşimi sonucunda oluşuyor. Bu yapıların büyüklükleri ve aralarındaki mesafeler görünür ışığın dalga boyuyla mukayese edilebilecek düzeyde. Yapısal renkler kimyasal bazlı olmadıkları için zaman içerisinde soluklaşmıyor. Optik ilkelerine bağlı olarak oluşan bu renkler genel olarak metalik ve yanardöner renklerdir ve kimyasal yolla elde edilmeleri zordur. Yapısal renklerin pratikte nasıl uygulanabileceği konusunda birçok çalışma yapılıyor. Bu renkler genellikle ışığın geliş açısına ve görüş açısına bağlı olarak değişiklik gösterir. Yapısal renklerin kararlı olmalarının sağlanması görüntü ve algılayıcı teknolojilerinde kullanılmaları açısından önemlidir. Bu nedenle geniş görüş açılarında da kararlı olan yapısal renklerin elde edilmesi için yoğun araştırmalar yapılıyor.

Doğayı taklit ettiğimiz bir teknolojik gelişme örneğiyle daha karşı karşıyayız. Bir mimari düzen içinde ardışık olarak dizilmiş, fotonik kristal yapılar tarafından ışığın yansıtılması sonucunda, bu yapıların büyüklüklerine, dizilişlerine, aralarındaki mesafelere, hava boşluklarına ışığın geliş açısına bağlı olarak farklı yapısal renkler oluşuyor. Bu renkler genelde daha canlı, metalik ve parlak renkler. Yapısal renk oluşturma işlemi laboratuvar ortamında da kontrollü bir biçimde gerçekleştirilebilir. Işığın, yapay olarak oluşturulan nano yapıları tarafından yansıtılması ve saçılması süreçlerinin tam olarak anlaşılması için araştırmalar devam ediyor. Yapısal renklerin günlük hayatta kullanılması ise bu araştırmaların sonuçlarına bağlı.

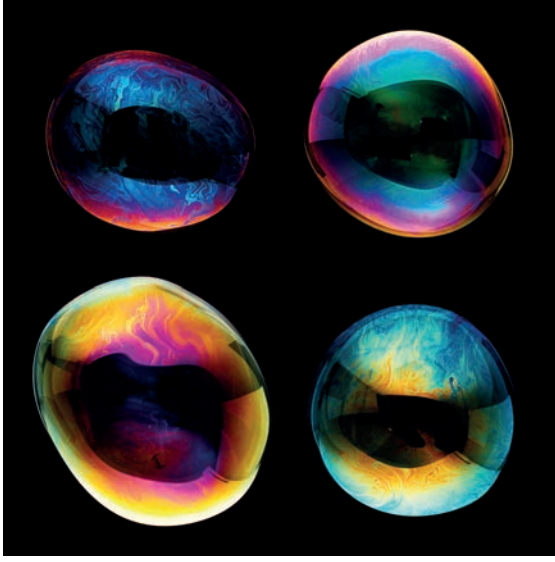
Renk gözlemci yüzeye hangi açıyla bakarsa baksın değişmez. Eğer algılanan renk gözlemcinin görüş açısına göre değişiyorsa, o renk yanardöner olarak tanımlanır. Işık etkileşimleri ve kırınimleri yanardöner renklerin oluşmasına sebep olabilir. Bazı saçılma formlarında ise yanardöner olmayan canlı renkler oluşabilir. Tekstil ve otomotiv sektörlerinde bazen istenilen bir durum olan yanardönerliğin, konu teknolojik cihazlar olunca (örneğin geniş açılı ekranlar) kontrol altına alınması ve hatta tamamen engellenmesi gerekebilir. 2017'nin Ocak ayında

Yapısal Renkler Nasıl Oluşur?

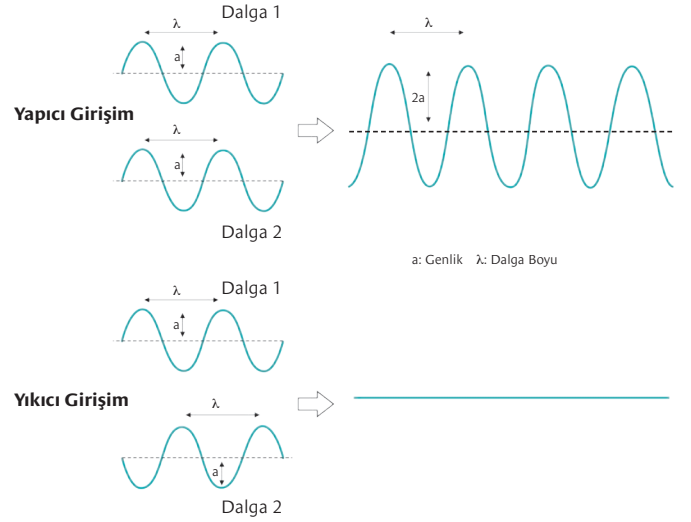
Yapısal renk, görünür ışığın cismin yüzey yapılarıyla etkileşimine bağlı olarak ortaya çıkar. Canlıların bir kısmının vücutlarının dış yüzeylerindeki nano ölçekteki üç boyutlu yapılar, yapısal renklerin oluşmasının sorumlusu. Işığın bu nano ölçekli yapılarda yansmasıyla ışık dalgaları birbirlerini ya güçlendirir ya da sönümler. Biz de yansıyan dalga boyundaki ışığa karşılık gelen rengi görürüz.

Fotonik (fotonların kontrol edilmesi, algılanması ve işlenmesi ile ilgilenen bilim dalı) alanında şimdiye kadar yapılan çalışmalar pek çok teknolojik gelişmeye öncülük etti. Yapısal renkler de son yıllarda bilim insanları tarafından üzerinde sıkça çalışılan bir konu haline geldi. Bugün geline nokta, yeni pek çok teknolojinin daha yolda olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Advanced Optical Materials dergisinde yayımlanan çalışmada Bor-Kai (Bill) Hsiung ve çalışma arkadaşları tarafından mavi tarantuladan ilham alınarak yapılan araştırmalar neticesinde laboratuvar ortamında elde edilen yapısal rengin 160 derecelik görüş açısında değişiklik göstermediği ve yanardöner özelliğın büyük ölçüde kontrol altına alındığı belirtiliyor.



İki dalğanın etkileşiminden daha büyük genlikte bir dalga oluşabileceği gibi bu dalgalar birbirlerini sönümleyerek daha küçük genlikte bir dalga da meydana getirebilir.



Yapısal Renk Oluşum Türleri

Yapısal renkler ince film ve çoklu film etkileşimleri (girişim), kırınım ızgaraları, saçılma ve fotonik kristaller yollarıyla oluşabilir.

İnce film etkileşimlerinin en yaygın örneği yanardöner sabun baloncuklarıdır. Filmin üst ve alt sınırlarından yansıyan çok sayıdaki ışık ışını görünür rengin belirlenmesinde rol oynar. Oluşan renkler filmin kalınlığına göre değişiklik gösterir.

Çoklu film etkileşimlerinde katmanlardan oluşan bir yapı var. Belli dalga boylarındaki ışınlar, katmanlı yapılar arasından geçerken birbirleriyle yapıcı veya yıkıcı olarak etkileşime uğrar. Yansıyan ışıktaki bazı renkler ağır basarken diğer renkler baskılanır. Katmanlar arasındaki mesafelerde görülen farklılıklar eğer belli bir rengin dalga boyunun tam katı ise dalgayüzü eşyumlu olur.

Böylece ışınlar o rengi yansıtacak şekilde “yapıcı” girişime uğrar. Eğer dalgayüzü eşyumlu değilse, rengin görülmesini engelleyen “yıkıcı” girişim gözlenir.

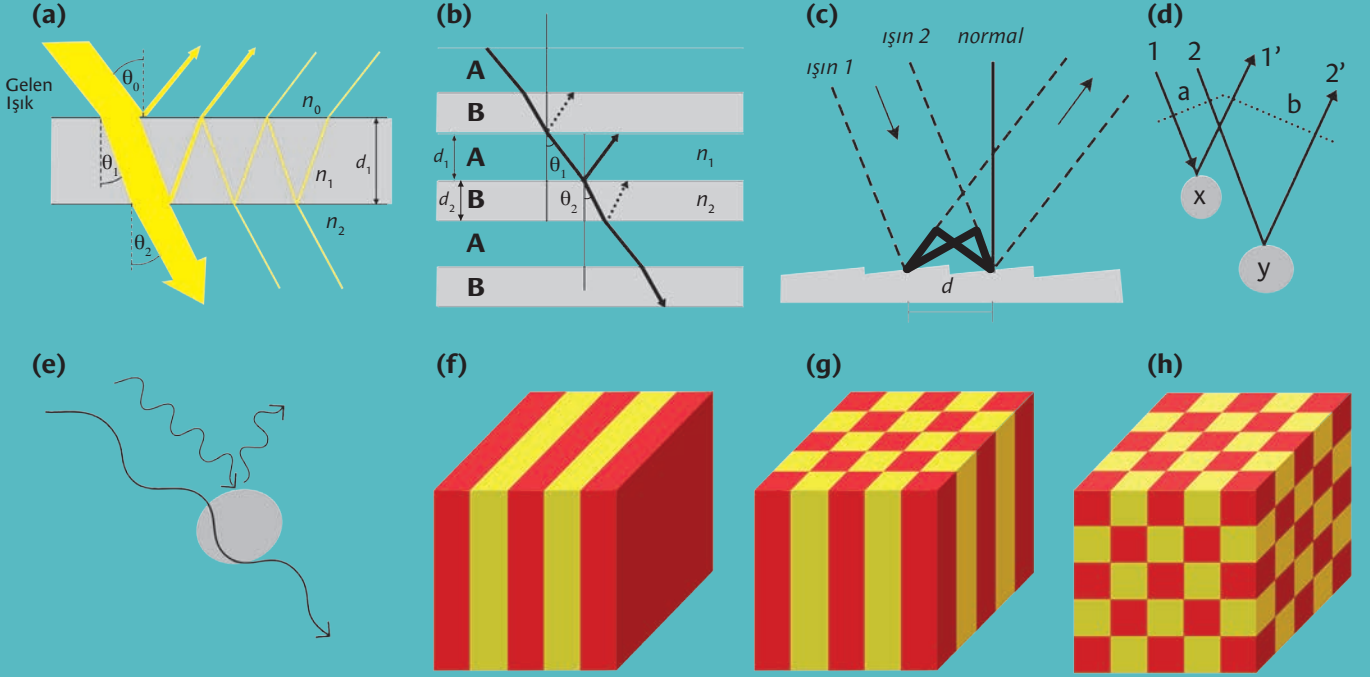
Kırınım ızgaraları ise yüzey boyunca belirli bir yönde periyodik olarak bulunan oluklardan oluşur. Kredi kartlarında, paralarda ve pullardaki metalik hologramlar bu yöntemle oluşturulur.

Saçılım ise doğada mavi rengin oluşmasında önemli rol oynar. Nesnelerden yansıyan farklı dalga boylarındaki ışığın birbirini güçlendirici ya da sönümleyici şekilde etkileşmesiyle oluşur.

Fotonik kristaller ise bir, iki ya da üç boyutlu düzene sahip, kırılma indisi farklı olan iki malzemeden oluşan özel bir kompozit türü olarak ifade edilebilir.

Yapısal renklerin oluşma yollarının şematik gösterimi

(a) ince film etkileşimi, (b) çoklu film etkileşimi, (c) kırınım ızgarası, (d) evreyuymulu saçılım, (e) evreyuysuz saçılım, (f, g, h) Fotonik kristaller (1, 2 ve 3 boyutlu)



Doğadaki Bazı Renkler

Yapısal renkleri oluşturan çeşitli maddelerin nano ölçekteki düzenli mimarileri ışığı çok farklı şekillerde yakalayıp doğadaki yanardöner yeşilleri, ateşli kırmızılar, parlak mavileri, abanoz siyahları ve daha fazlasını mükemmel tablolar olarak önümüze seriyor.

Doğadaki pek çok canlıda yapısal renk gözlemlemek mümkün. Böcekler, kuşlar, kelebekler, balıklar, bitkiler ve ağaçlar gibi pek çok canlı, göz alıcı renklerinin bir kısmını yapılarındaki mükemmel mimariye borçlu. Bu canlılarda gerçekleşen ufak değişiklikler gizlenme, avlanma, sinyal iletişimi ve çiftleşme için uygun renklere bürünmeyi sağlama gibi işlevler görebiliyor.



Bazı durumlarda yapısal renkler ve pigment bazlı renkler bir arada bulunabiliyor. Örneğin tavus kuşunun kuyruk tüyleri genellikle kahverengi pigment içerse de, yapısal renkler nedeniyle mavi, turkuaz ve yeşil görünür ve bu renkler yoğunlukla yanardönerdir.

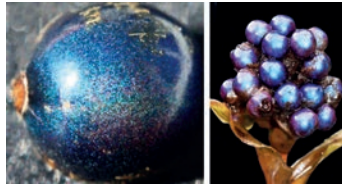
Afrika ormanlarında yetişen ve dünyanın en parlak renkli canlısı olarak bilinen *Pollia condensata* adlı bitkinin çoğunluğu mavi olan meyvelerinin parlaklığının yıllara yenik düşmediğini gören araştırmacılar bu mükemmel renklerin kaynağının da kalın duvarlı hücrelerin en dış katmanları ve buradaki düzenli mimari yapı olduğunu buldu. Meyvede selüloz mikro fibrillerden oluşan katmanlar var. Üst üste dizili bu katmanlardan her biri bir öncekine göre hafifçe dönük. İşte bu katmanlar sayesinde sıra dışı yoğunluktaki renkler oluşuyor. Çoğunlukla mavi ışık yansıyor, ancak hücreden hücreye küçük farklılıklar gösteren selüloz katmanları arasındaki mesafeler nedeniyle kırmızı, mor ve yeşil tonları da oluşuyor ve bu da yakından bakıldığında pikseli bir görüntüye yol açıyor. Selüloz yapılar gelen ışığın yaklaşık %30'unu yansıtıyor. Böylece içleri kuru tohum dolu bilyelere benzeyen ve besleyici özelliği fazla olmayan bu meyveler canlılar için daha görünür ve cazip hale gelince tohumları etrafa daha çok saçılıyor.



Selaginella willdenowii adlı bitki gençken mavi-yeşil yanardöner yapısal renkler sergiler (üstte).

Polia condensata meyvesi (altta).
Bu meyveler 1974 yılında toplanmış, ama renkleri hâlâ canlı.

Alburnus alburnus sardalyesi (sağda)

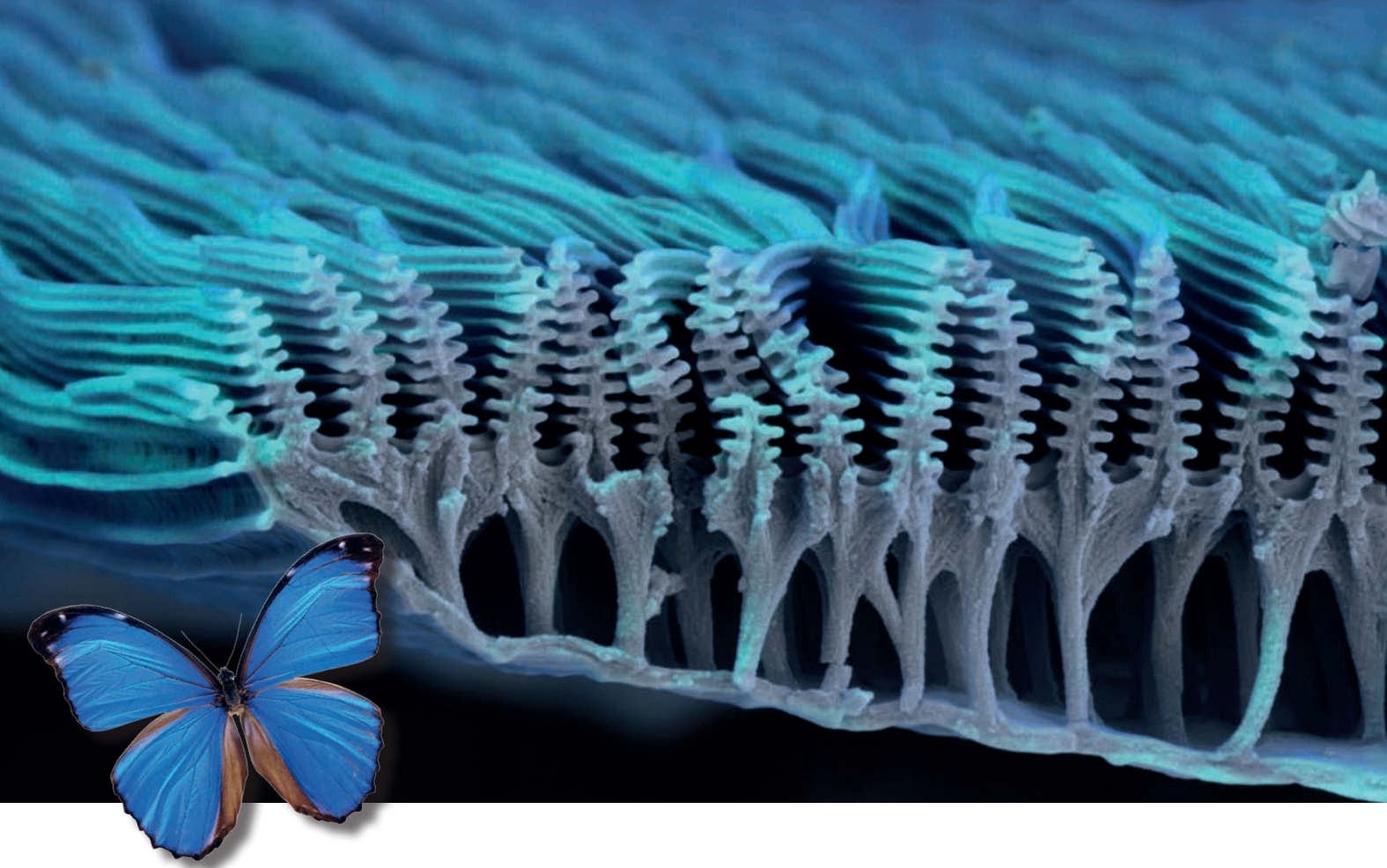


Meyvelerdeki seyrek rastlanan yapısal renk örneklerine yapraklarda ve taç yapraklarda daha sık rastlanıyor. Yapısal renkler polenleşmeye yardımcı oluyor. Parlak ve mavi tonlar eğrelti otu benzeri tropik bitkilerde yaygın. Bazı bitkilerde ise bitki küçükken ve gölgedeyken yapısal renklerin ön planda olduğu, aynı bitki büyüyüp daha fazla ışık almaya başladığında yapısal renklerini kaybetmeye başladığı gözlenmiş.

Avrupa sardalyesi ve Atlantik ringa balığı gibi balık türleriye üzerlerine gelen ışığın yaklaşık %90'ını yansıtarak neredeyse bir ayna gibi davranır. Burada amaç bu sayede dikkat çekmek değil aksine kamufle olmaktır.

Birbirinden sitoplazma ile ayrılmış yüksek yansıtıcı özellikteki ince ve düz guanin kristal plakalarının hücre içinde düzenli istiflenmiş olması sayesinde bu mümkün olur. Sitoplazma ve guanin kristal tabakaları arasındaki boşluğun rastgele değişmesi, geniş bir dalga boyu bandında gelen ışığın büyük kısmının yansıtılmasını sağlar ve gümmüş, ayna benzeri bir görünüm ortaya çıkar.

Doğada 10.000'i aşkın kuş türü var. Hepsinin de renkleri ve desenleri farklı. Renklerin kaynağı ise bazen pigmentler, bazen yapısal renkler ve bazen de ikisinin birleşimi. Ama kuşların göz kamaştıran renklerinin kaynağı elbette yapısal renkler.

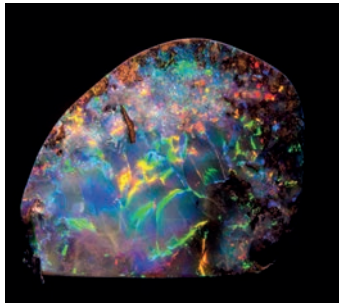
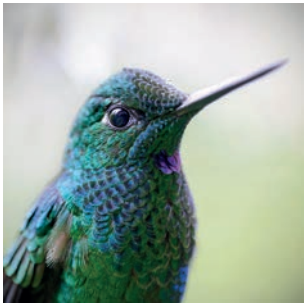


Kelebekleri de unutmamak gerekiyor. Pek çok kelebek türünün kanatlarında muhteşem bir nano mimari var, dolayısıyla renklerin en güzelleri de onlarda. Özellikle Orta ve Güney Amerika'da yaşayan Mavi Morpho keleşi pek çok araştırmancının odağında olmuştur. Bu keleş türüne hem düzenli hem düzensiz rengini veren mekanizmaların bilimsel olarak açıklanması için pek çok çalışma yürütülmüştür. Bu türün kanat pulcuklarındaki kitinden oluşan nano ölçekli yapılar bir çam ağacının dallarını andırır ve yüzeyden dışarı doğru katmanlar halinde uzanır. Birbirine paralel olan bu yapılar mavi ışığı yansıtır. Çok uzak mesafelerden fark edilen canlı mavi renk, kanatlar ıslandığında ya da katmanlar başka bir sıvı ile dolduğunda değişir. Morpho keleşi

gibi daha başka birçok keleş ve güve türünün çarpıcı renkleri de bilim insanlarının ilgisini çekmeye devam ediyor.

Yapısal renkler sadece canlılarda bulunmuyor. Opal ve inci parlak ve yanardöner renkleri olan cansız varlıklara örnek gösterilebilir.

Doğada benzer özellikler taşıyan sayısız örnek vardır. Canlılardaki doğal fotonik kristallerin ve nano mimarilerin aslında kendi içlerinde küçük farklılıklar ve ufak değişimler gösteriyor olması, doğal yapısal renklerin araştırmacılar tarafından taklit edilmesini güçleştiriyor. Ancak doğadan öğrenilenler ışığında yapılan araştırmalarda bilim insanları her gün yeni gelişmeler kaydediyor ve keşifler yapıyor.



Mavi Morpho keleşi ve kanat yapısının yakından görünüşü [taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile 10.000 kez büyütülmüş] (üstte)

Sinekkuşları yapısal renklerin en çarpıcı örneklerini sergiler (sol başta).

Avustralya opali. Opalin canlı ve yanardöner renkleri yaklaşık olarak mikronun onda biri büyüklükteki silikat bazlı küreciklerin yapısına, dizilimine ve aralarındaki boşluklara bağlı olarak değişebilir. Küçük küreler (yaklaşık 150 nm çapında) mavi ve mor tonlarının oluşmasına, daha büyük küreler (yaklaşık 350 nm çapında) ise turuncu ve kırmızı renklerin oluşmasına sebep olur. Kürelerin büyüklükleri eşit ise renkler daha canlı, yoğun ve parlak demektir.

Mürekkepsiz Yazıcı Yakında mı?

Görülebilir dalga boylarındaki ışık ve yapay olarak üretilen nano yapılar arasındaki etkileşimden meydana gelen yapısal renkler mürekkep kullanmadan renkli baskı yapmaya imkân sağlayacak. Yapılan son araştırmalar, yüksek indisli dielektrik maddelerden (elektrik alanı altında kutuplanabilen yalıtkan maddeler) yansıtma özelliği olmayan yapısal renkler üretilebileceğini ve bu teknoloji sayesinde mürekkep kullanılmadan renkli baskı yapılabileceğini gösteriyor.

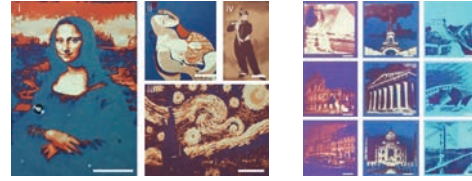
Yüzeyde birbirini tekrar eden nano büyüklükteki yapıların farklı dalga boylarındaki ışıkla etkileşimi araştırmanın temel noktası. Nano ölçeklerde basılmış polimer sütunlar çok ince germanyum filmle kaplanmış. Polimer ve metal ara yüzeylerin mürekkepsiz baskı için renk elde edilmesinde hayli önemli olduğu vurgulanıyor.

Araştırmada, kırılma katsayısının yüksek olması ve görünür dalga boylarında etkisinin hayli az olması sayesinde renk oluşumu için gerekli koşulları sağlayan metal olarak germanyum kullanılmış. Polimer sütunların tercih edilme gerekçesi ise nano baskının ve üretiminin kolay olması.

Mürekkepler belli dalga boylarındaki ışığı soğururken diğerlerini yansıtır. Yapısal renkte ise madde yüzeyinin şekli ve fiziksel yapısı rengi belirleyen temel unsurdur. Burada gerçekleşen asıl olay, birbirini tekrar eden yüzey yapılarının ışıkla etkileşimidir. Araştırmada kullanılan yapılar plastik sütunlar üzerindeki germanyum kaplamalar. Sütunların çapı, aralarındaki mesafe ve germanyum kaplamanın kalınlığı ile renkte ince ayar yapılabiliyor. Araştırmacılar lazer enerjisi kullanarak yapısal renk ile baskı yapabiliyor. Lazerin yoğunluğu değiştirilerek baskı yapılan şekiller değiştirilebiliyor ve bu sayede farklı renkler elde edilebiliyor. Ayrıca basılan renkler polarize ışık kullanılarak gizlenebiliyor veya görünür hale getirilebiliyor. Gerçekleştirilen en yüksek çözünürlüklü baskı ise 100.000 dpi (inç basına düşen nokta sayısı).

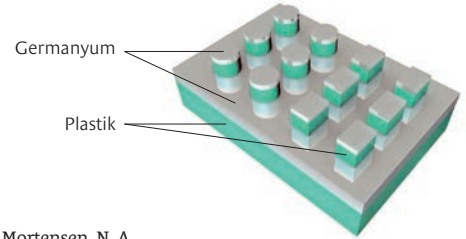
Araştırmanın sonuçlarının yapısal renkler kullanılarak baskı yapılmasının yanı sıra veri depolama ve şifreleme gibi farklı alanlarda da kullanılması muhtemel. Sonuçlar cesaret verici olsa da bu teknolojinin masaüstü yazıcılarda kullanılması için biraz daha zamana ihtiyaç var gibi gözüküyor.

Sonuç olarak, doğada bulunan yapısal renkler canlı türlerinin kendilerini korumasına ve neslini devam ettirmesine yardımcı oluyor. Diğer taraftan doğadaki bu karmaşık mekanizma ve süreçlerin bir bir anlaşılması ile ışığa daha fazla hükmetmenin yeni yolları keşfediliyor. Yeni bulgular ışığında ileri teknolojiler ve hayatımızı kolaylaştıracak pek çok yeni ürün de kapımızın eşiğinde sayılır. ■



Çalışmada gerçekleştirilen baskılardan örnekler

Çalışmada oluşturulan yapıların şematik gösterimi. Plastik sütunlar ve aradaki mesafeler nanometre ile ifade edilecek derecede küçük.



Kaynaklar

Zhu, X., Yan, W., Levy, U., Mortensen, N. A., Kristensen, A., "Resonant. Laser Printing of Structural Colors on High-Index Dielectric Metasurfaces", *Science Advances*, Sayı 3, e1602487, Mayıs 2017.

<http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/34200/title/Color-from-Structure/>

Ekici, Ö.K., "Doğal Fotonik Yapılar Teknolojinin Hizmetinde", *Bilim ve Teknik*, s. 28-33, Ekim 2012

Sun, J., Bhushan, B., Tong, J., "Structural Coloration in Nature", *Royal Society of Chemistry Advances*, Cilt 3, s. 14862-14889, 2013.

<https://www.theguardian.com/science/punctuated-equilibrium/2007/oct/16/birds-physics>

Kinoshita, S., Yoshioka, S., "Structural Colors in Nature: The Role of Regularity and Irregularity in the Structure", *A European Journal of Chemical Physics and Physical Chemistry*, Sayı 6, s. 1442-1459, 2005.

<http://www.materialstoday.com/amorphous/articles/s136970211600095x/>

<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/11/161117082459.htm>

Vignolini, S. ve ark., "Pointillist structural color in Pollia fruit", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Cilt 109, Sayı 39, s. 15712-15715, Eylül 2012

<https://manoharan.seas.harvard.edu/structural-color>

<http://www.webexhibits.org/causesofcolor/15F.html>

Merak Ettikleriniz

merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Sıkılınca Neden Bir Şeyler Karalarınız?

Pınar Dündar

Kimilerimiz derste, toplantıda ya da telefodayken önündeki deftere bir şeyler karalamadan duramaz. Hatta bu hareketi yapanların çoğu zaman o sırada gerçekleşen konuşmayı dinlemedikleri sanılır. Ancak araştırmalar tam aksini, bir şeyler karalamayı dikkatimizin dağılmasına engel olmak için yaptığımızı ve kulağımızın konuşmada olduğunu gösteriyor.

Nitekim 2010 yılında *Applied Cognitive Psychology*'de yayımlanan bir çalışma kapsamında katılımcılara biraz sıkıcı sayılabilecek bir konuşma kaydı dinletilmiş. Bu sırada katılımcıların yalnızca bir kısmından, kaydı dinlerken kâğıt üzerine belli şekiller çizmeleri, ardından da kayıttaki geçen kişi ve mekân adlarından hatırladıklarını söylemeleri istenmiş. Sonuç olarak kayıt sırasında kâğıda bir şeyler çizenlerin, çizmeyenlere oranla %29 daha fazla şey hatırladığı ortaya çıkmış.

Uzmanlar insanların zihinlerinin uzun bir konuşma sırasında dağılmaya başladığını ve bu monotonluğu kırmak için ilginç bir şey aradıklarını belirtiyor. Ancak ortam ilginç bir şeyle uğraşmaya imkân vermiyorsa çareyi genellikle kâğıda bir şeyler karalamakta buluyorlar. Böylelikle hem ortamın gereğini yerine getirmeye devam ediyorlar hem de karşı koymaya çalıştıkları dikkat dağınıklığının önüne geçiyorlar.

Kaynaklar

Andrade, J., "What does doodling do?", *Applied Cognitive Psychology*, Cilt: 24, Sayı: 1, s. 100-106, 2010.

<http://content.time.com/time/health/article/0,8599,1882127,00.html>

<https://www.theguardian.com/science/2009/feb/27/doodling-doodles-boring-meetings-concentration>

Hangi Yüzme Stili Daha Hızlı?

Dr. Tuba Sarigül

Olimpiyatlardaki rekorları ve madalyaları ile yakından tanıdığımız Michael Phelps'in onu diğer yüzücülerden ayıran bir özelliği var. Sualtı kameralarıyla Phelps'i izlerseniz, yarışlara başlarken ve dönüşlerde suyun altında uzun süre bir yunus gibi hareket ettiğini görebilirsiniz. 2003 yılından beri yunusların ve diğer deniz memelilerinin suyun içindeki hareketlerini inceleyen George Washington Üniversitesi'nden Rajat Mittal'a göre, yunus vuruşu (dolphin kick) olarak bilinen bu hareket yüzücülerin diğer yüzme stillerine göre suyun içinde çok daha hızlı ilerlemesine imkân sağlıyor.

Yunus vuruşu, isminden de anlaşılacağı gibi, yunusların ve diğer deniz memelilerinin sualtındaki hareketlerinden uyarlanmış bir yüzme stili.

Bu hareket sırasında vücut sualtında bir dalga gibi hareket eder. Vücutlarının oluşturduğu dalganın yüksekliği ve bu hareketi yapma sıklığı yüzücülerin hızını etkileyen faktörlerdendir.

Bu yüzme stili suyun yüzeyine çıkmadan tamamen suyun altında gerçekleştirildiğinde yüzücülere hız ve enerji verimliliği açısından büyük avantajlar sağlıyor. Çünkü yüzücüler kulaç atarken ya da ayak vuruşu sırasında suyu iterrek ileri doğru hareket eder. Dolayısıyla bu hareketler tamamen suyun altında gerçekleştirildiğinde daha fazla itiş gücü oluşturur. Ayrıca yüzücüler yüzeye yakın hareket ettiklerinde suyun yüzeyinde dalga oluştururlar. Dalga oluşması için gerekli enerjinin kaynağı ise yüzücünün kendisidir. Yani yüzücü suyu iterken harcadığı enerjinin bir kısmını itiş gücü değil yüzey dalgası oluşturmak için kullanır.

Yunus vuruşu, yüzücülerin özellikle yarışların başlangıcında ve dönüşlerde kazandıkları momentumu uzun süre korumalarını sağlasa da Uluslararası Yüzme Federasyonu (FINA) tarafından yüzücülerin sualtında 15 metreden daha fazla yüzmelerine izin verilmiyor.

Yüzdükten Sonra Neden Çok Acıkırız?

Pınar Dünder

Pek çoğumuz havuzdan ya da denizden çıktıktan sonra bir fili yiyecek kadar aç olduğumuzu hissederiz. Peki, diğer sporlara göre yüzmenin bizi bu kadar acıktırmasının nedeni ne olabilir?

Kalp, akciğerler ve kaslar için iyi bir egzersiz olan yüzme aynı zamanda vücudumuzun normal sıcaklığını korumak için fazladan efor sarf etmesine neden olur. İçinde yüzdüğümüz suyun sıcaklığı genellikle normal vücut sıcaklığımızdan yaklaşık 20°C düşüktür. Uzmanlara göre böyle bir durumda vücudun normal sıcaklığını korumak için kan damarları büzülür, bu da açlık hissini bastıran hormonların vücuda yayılmasını engeller. Üstelik suyun sıcaklığı da bu konuda etkilidir. Nitekim *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*'de yayımlanan bir çalışmada soğuk suda antrenman yapan öğrencilerin iştahlarının, sıcak suda antrenman yapanlara oranla daha açık olduğu ve sıra yemeğe geldiğinde %44 oranında daha fazla kalori tüketmeye ihtiyaç duydukları gözlenmiştir.

Bu yüzden uzmanlar sudan çıktıktan sonra duyduğunuz o karşı konulamaz iştahla bir şeyler yemeye başlamadan önce, vücut sıcaklığınızı düzenlemek için bir süre yürüyüş yapmanızı öneriyor.

Kaynaklar

<https://curiosity.com/topics/its-not-just-youswimming-really-does-make-you-hungrier-than-other-forms-of-exercise-curiosity/>

<http://mentalfloss.com/article/83268/why-am-i-so-hungry-after-swimming>

<https://www.sciencedaily.com/releases/2005/05/050504225732.htm>



Uçaklar Yıldırımlardan Nasıl Korunur?

Dr. Tuba Sarigül

Yıldırım bir uçağı çarptığında hiç zarar vermeyebileceğı gibi ciddi hasarlara da yol açabilir. Yıldırımların sebep olduğu son kaza 1988 yılında meydana geldi. Sonraki yıllarda ise yıldırımların uçaklar üzerinde etkilerinin belirlenmesi sayesinde etkin koruma teknikleri geliştirildi.

Yıldırımlar uçakları çoğunlukla tırmanır ya da alçalırken bir bulut içinden geçtikleri sırada çarpar. Uçaklar elektrik yüklü bölgelerden geçerken de yıldırım oluşumu tetiklenebilir.

Yıldırım  arpan bir uçak elektriksel olarak zıt yükle yüklenmiş bölgeler arasındaki, örneğin bulut ile yer ya da bulut ile başka bir bulut arasındaki yük aktarım hattının bir parçası olur. Yıldırım ilk olarak uçağın burun ya da kanat ucu gibi sivri kısımlarına temas eder. Yıldırımın uçağa temas ettiği noktanın çevresinde, havadaki moleküllerin iyonlaşması nedeniyle bir parlama görülebilir. Yıldırım hattı boyunca hareket eden elektriksel olarak yüklü parçacıklar daha sonra uçağın iletken dış yüzeyi boyunca ilerler ve uçağın sivri olan başka bir kısımdan, örneğin kuyruktan çıkar.

Uçakların gövdeleri genellikle elektrik iletkenliği yüksek olan alüminyumdan üretilir. Günümüzde ise uçakların gövdelerinde farklı özellikte malzemelerin birleşiminden oluşan kompozit malzemeler kullanılabiliyor. Bu malzemelerin iletkenliği genellikle alüminyumdan daha düşük. Kompozit malzemelerden üretilen kısımlar bu nedenle yıldırım çarpması durumunda elektriksel olarak yüklü parçacıkların uçağın dış yüzeyi boyunca sorunsuz bir şekilde aktarılması için iletkenliği yüksek malzemelerle kaplanıyor.

Yıldırımların uçağın temas ettiği noktalarda oluşan kıvılcıklar erimeye ya da yanmaya neden olabilir. Yıldırımların uçakların gövdelerinde neden olduğu hasarlar genellikle 1 mm'den daha derin değildir. Uçakların dış kaplamaları bu tip etkilerden zarar görmelerini engelleyecek kadar kalın malzemelerden, çoğunlukla da metalden üretilir. Yıldırımlar elektriksel iletkenliği düşük parçaların deforme olmasına ve parçalanmasına neden olabilir.

Yıldırımların verebileceği zararların en  onemlilerinden biri uçakların yakıt sistemlerinde yol açabilecekleri problemlerdir. Uçağa yıldırım çarptığında yakıt sisteminin yakınında kıvılcım oluşursa yakıt buharı alev alabilir. Elektrik akımı uçağın farklı parçalarını bir arada tutan yalıtkan özellikteki bağlantılardan geçerken, bu noktalarda kıvılcım oluşmasına neden olabilir. Bu nedenle uçakların yakıt tankı ve bağlantı parçaları kıvılcım oluşumunu engelleyecek şekilde tasarlanır.

Modern uçaklarda uçuş kontrol sisteminden motorlara kadar bir çok sistem bilgisayarlarla kontrol edildiği için yıldırımların elektrik sistemlerine hasar vermesi uçuş güvenliği için tehlike oluşturabilir. Yıldırım  arpması sırasında akım uçağın gövdesinin yüzeyinde ilerlerken, elektrik kablolarında ve ekipmanlarda akım ve gerilim dalgalanmaları olabilir. Yıldırımların elektrik sistemlerine zarar vermesi için kablo demetleri koruyucu malzeme ile kaplanır. Ayrıca uçak üzerinde biriken statik yükün atılması için de kanatların uçlarında ve arkalarında çıkıntı oluşturan özel parçalar (*static discharger* olarak isimlendirilir) kullanılır.

Kaynaklar

http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012_q4/4/
<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19780003081.pdf>
<https://www.scientificamerican.com/article/what-happens-when-lightni/>
<https://flightsafety.org/asw-article/when-lightning-strikes/>



Beynimizde hız algısının oluşmasında en önemli veri kaynaklarından biri çevremizdeki bize göre hareketli nesnelerin, örneğin ağaçların ya da binaların, görüş alanımızdan geçerkenki hareketidir. Hareket eden nesnelerin netliğinin azalması beyinde hatalı bir hız algısı oluşmasına neden olur. Görüş alanımızdan geçen bulanık görünen nesneler, net görünen nesnelere göre daha yavaş hareket ediyormuş gibi algılanır.

Bazı bilim insanları sisli havalarda araba kullanırken de benzer bir etkinin ortaya çıktığını düşünüyor. Sisli havalarda insanlar genellikle normalde olduğundan daha yavaş araç kullanır. Ancak sis çevredeki nesnelerin daha bulanık ve zor görülmesine neden olur. Bu da sürücülerin gerçekte hareket ettiklerinden daha yavaş hareket ettikleri izlenimine kapılmasına yol açabilir. Sonuç olarak sürücüler sisli havalarda hızlarını azalttıklarını düşünseler de aslında yeteri kadar yavaş hareket etmiyor olabilirler.

Kaynaklar

Snowden, R.J., Stimpson, N., Ruddie, R. A., “Speed perception fogs up as visibility drops”, *Nature*, Cilt 392, s.450, 1998.

Sisli Havada Hız Algısı Nasıl Değişir?

Dr. Tuba Sarıgül

Tehlikeli trafik kazalarının birçoğu sisli havalarda meydana gelir. Bu nedenle sürücüler görüş mesafesinin belirgin derecede düştüğü sisli hava koşullarında hızlarını düşürmeleri gerektiğini bilir. Ancak araştırmalar sisin, çevremizde hareket eden nesnelerin hızlarını gerçekte olduğundan farklı algılamamıza neden olduğunu gösteriyor.



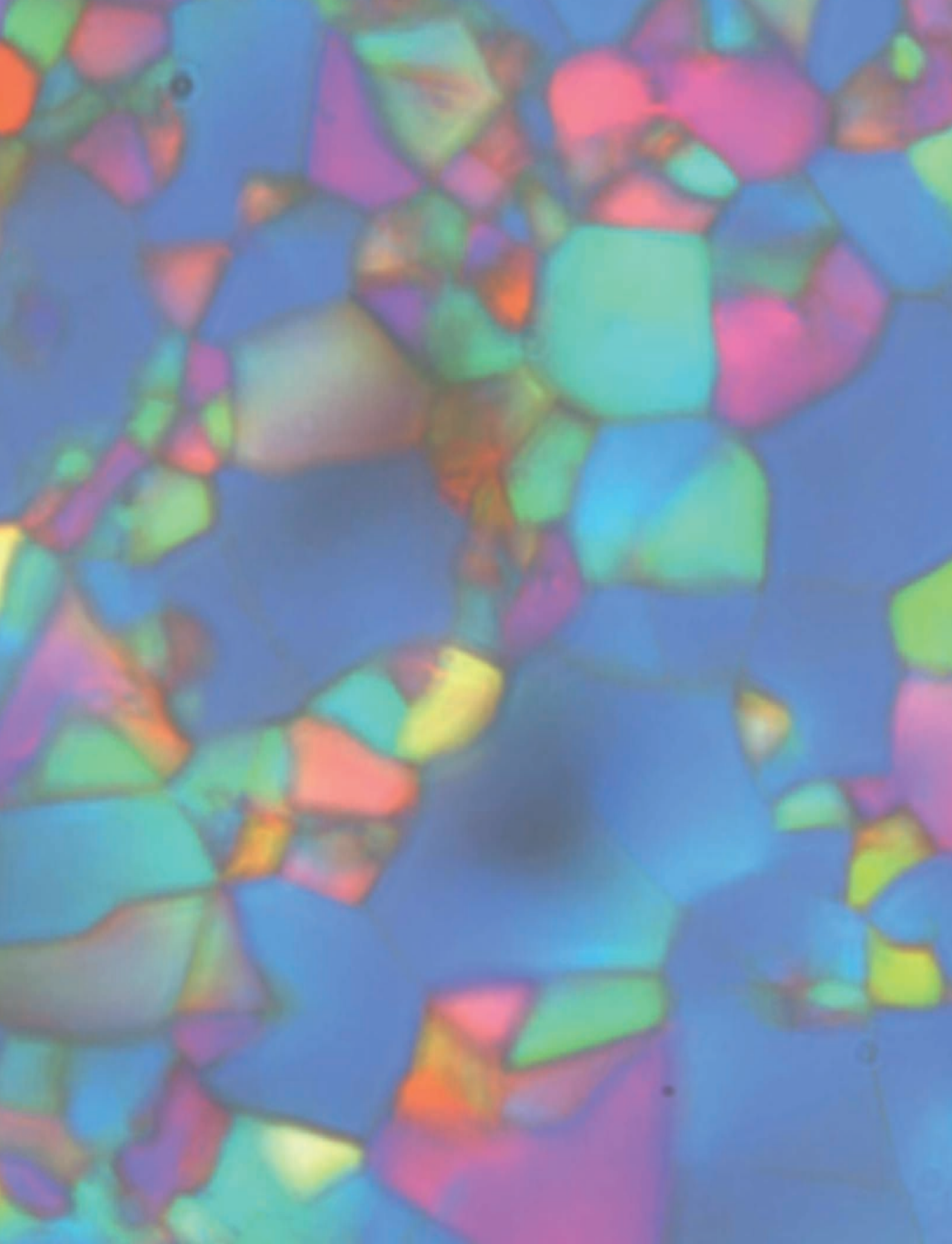
Mavi Sis'in Gizemi

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

Sıvı kristaller üzerine yüz yılı aşkın bir süredir çalışmalar yapılıyor. Zaman içinde çeşitli sıvı kristal türleri bulundu, elde edilen bilgiler sayesinde yeni teknolojiler geliştirildi. Bugün dünyanın teknoloji devleri tarafından üretilen pek çok ekranda sıvı kristaller kullanılıyor. “Mavi sis” olarak adlandırılan sıvı kristal türünün yapısı, ilk keşfedilenlerden biri olmasına rağmen bir türlü anlaşılamamıştı. Ancak bir grup araştırmacı yakın zamanlarda yeni bir yöntem geliştirerek mavi sisin gizemini çözmeyi başardı.



Gelecekte yeni yöntemin de ekran teknolojilerinin üretiminde kullanılacağı düşünülüyor.





Friedrich Reinitzer

Sıvı Kristaller

Sıvı kristallerin tarihi 1800'lere kadar gidiyor. Avusturyalı botanikçi Friedrich Reinitzer, kolesteril benzoat ($C_{34}H_{50}O_2$) üzerine çalışmalar yaparken açıklayamadığı bir durumla karşılaştı. Malzeme oda sıcaklığındayken katıydı. Yavaş yavaş ısıtıldığında $145,5^{\circ}C$ 'de sıvılaşıyor ve bulutumsu bir görünüm kazanıyor, ancak sıcaklık $178,5^{\circ}C$ 'nin üzerine çıktığında sıvı şeffaflaşıyordu. Daha da garip olanı sıvı soğurken beklenenin aksine yeniden bulutumsu görünüm kazanmıyor, rengi önce maviye sonra mora dönüyordu. Gördüklerine anlam veremeyen Reinitzer, bir fizikçiden yardım istemeye karar verdi ve Alman fizikçi Otto Lehmann'a bir mektup yazdı. Lehmann, Reinitzer'in deneylerini tekrarladı ve farklı görünümlü sıvıları zamanın gelişmiş mikroskop-

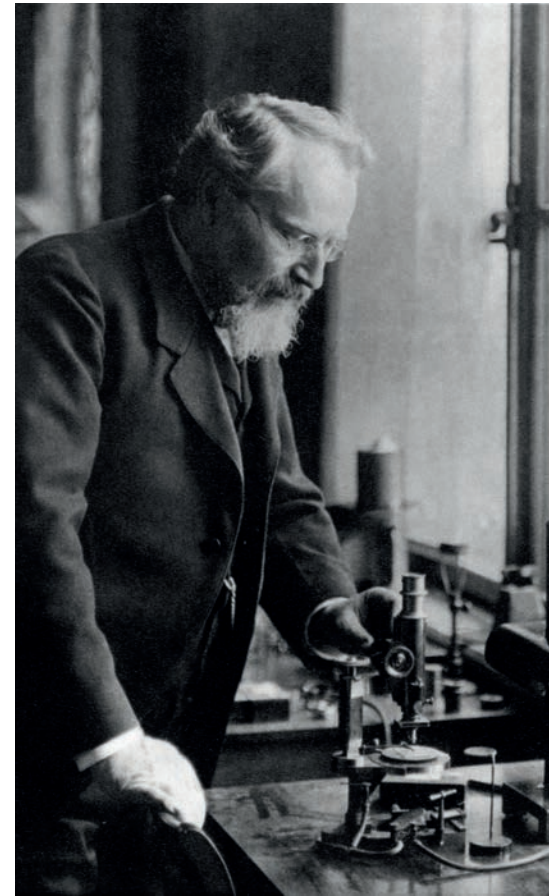
ları altında inceledi. Malzemelerin içinde kristaller gibi düzenli yapıda ancak kristallerin aksine akışkan yapılar gördü. Lehmann bu yapılara sıvı kristal adını verdi. Aradan geçen zamanda farklı sıvı kristal türleri bulundu. Örneğin en basit sıvı kristal türü denebilecek nematik kristaller, çubuk biçimli moleküllerin birbirine paralel biçimde sıralanmasıyla oluşur. Nematik sıvı kristaller bugün sayısız akıllı telefon ve bilgisayarın ekranında kullanılıyor.

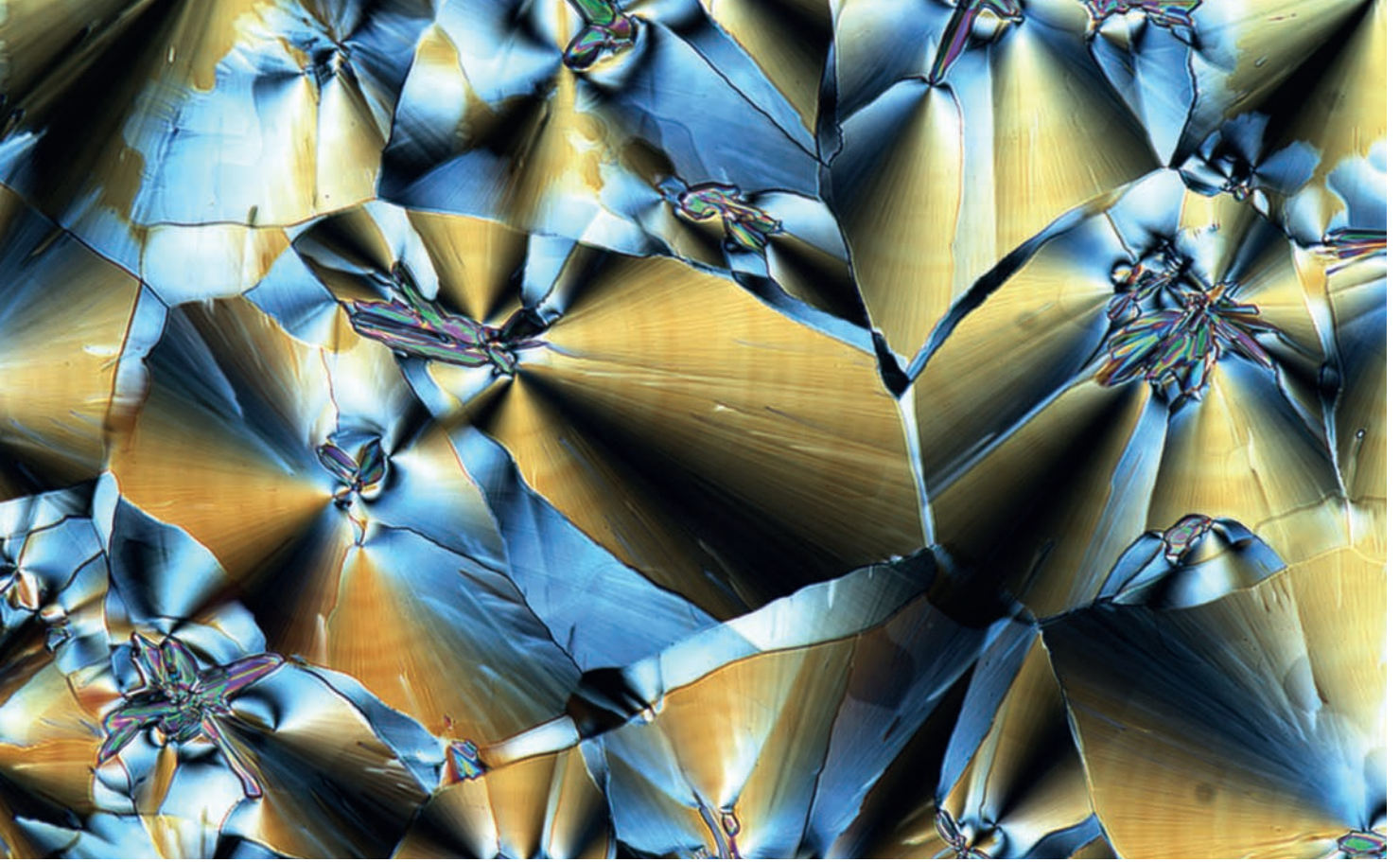
Reinitzer'in gözlemlediği bulutumsu sıvının yapısı 1920'lerde yapılan deneylerle çözümlendi. Çubuk biçimli kolesteril benzoat moleküllerinin katmanlar halinde sıralandığı bu malzemeler bugün kolesterik sıvı kristal olarak adlandırılıyor. Bu malzemelerde moleküller üç boyutta hareket edebilse de yönelimleri her zaman ortak bir eksene paraleldir ve eksenin doğrultusu bir katmandan diğerine geçildiğinde bir miktar döner.

Reinitzer'in gözlemlediği mavi sıvının yapısıysa uzun yıllar çözülmedi. Bugün I, II ve III olarak adlandırılan üç ayrı mavi faz olduğu biliniyor. Reinitzer her üç fazı da görmüştü. Ancak o zamanki ilkel deney aletleriyle sıcaklığı hassas bir biçimde ayarlayarak farklı fazları ayırt etmesi ve üzerlerinde çalışmalar yapması mümkün değildi. 1980'lere gelindiğinde hem deneysel çalışmalar hem de bilgisayarlarla yapılan hesaplar yardımıyla mavi faz I'in ve II'nin yapıları çözümlenmişti. Ancak mavi sis olarak da adlandırılan mavi faz III'ün yapısı yakın zamanlara kadar bilimsel araştırmalara konu olmaya devam etti.

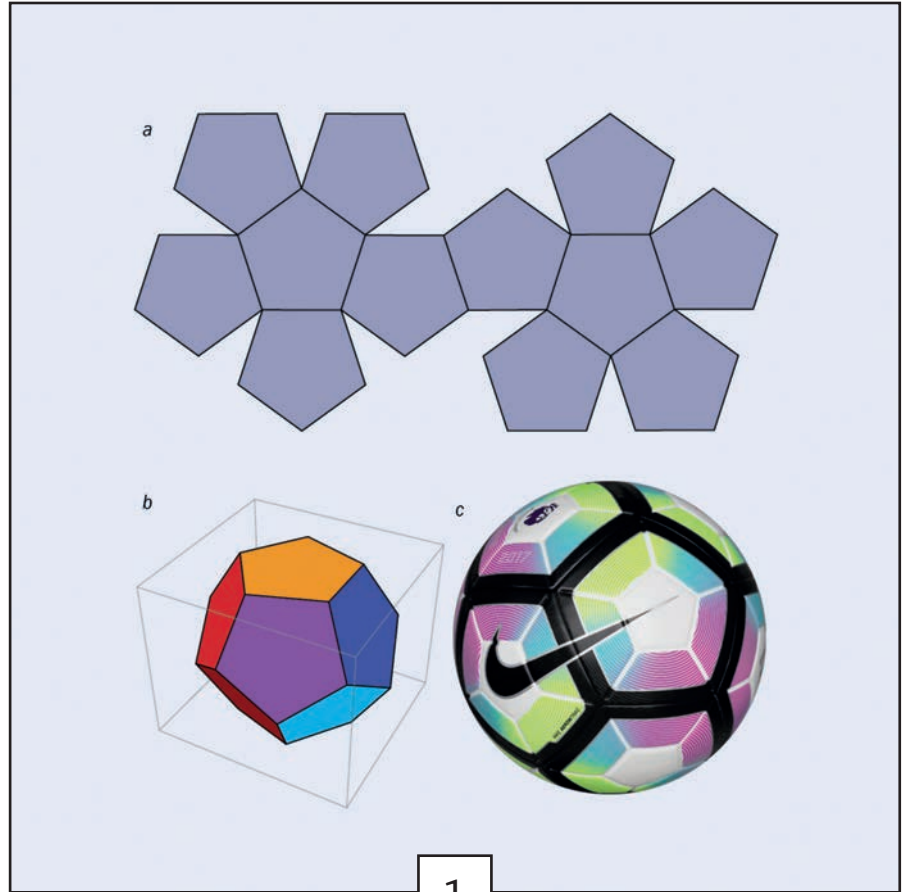
Mavisinin yapısını ve üzerinde yapılan deneylerin mantığını anlamak için öncelikle birkaç temel kavramın açıklanması gerekiyor. Düzgün geometrik şekiller kullanarak bir yüzeyi kaplamaya çalıştığımızı düşünelim. Karelerle ya da altıgenlerle bir yüzeyi tamamen kaplamak mümkündür. Ancak beşgenlerle imkânsızdır. Üç boyuttaysa durum tamamen farklıdır. Beşgenleri bir araya getirerek düzgün on iki yüzlü bir şekil yapabilirsiniz. Hatta beşgenlerin yüzeylerini biraz eğerek şekli bir futbol topuna da çevirebilirsiniz. Altıgenlerle futbol topu yapmaksa imkânsızdır. Kapalı bir şekil elde etmek için altıgenlerin arasında kalan boşlukları beşgenlerle doldurmak gerekir.

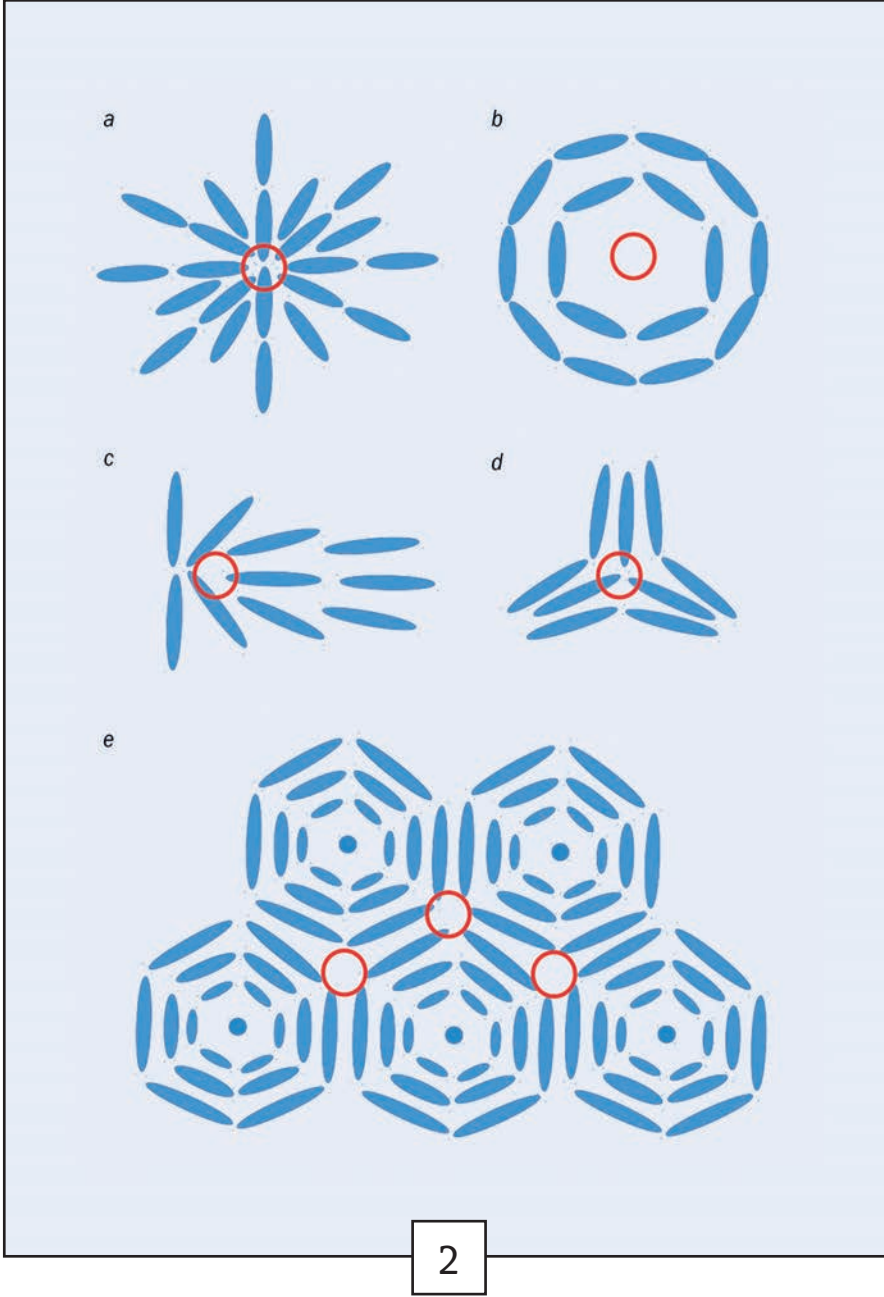
Otto Lehmann





Bir yüzeyi beşgenlerle ya da
bir küreyi altıgenlerle
başarısız bir biçimde kaplamaya
çalışmak geometride
“topolojik hüsrân” olarak adlandırılır.
Sonaçta şekillerin düzgün
bir biçimde bir araya gelmediği
yerlerde kusurlar oluşur.
Aynı durum
sıvı kristal yapıları için de geçerlidir.
Sıvı kristal moleküllerinin
katmanlar içindeki yönelimleri
çoğu yerde belirli bir doğrultudur.
Ancak bazı bölgelerde moleküllerin
doğrultusu tanımlanamaz.
Bu “topolojik kusur”larda
moleküller her yöne doğru yönelirler.
Kusurlu yapıların bazı örneklerini
arka sayfada görebilirsiniz.
Moleküllerin yöneliminin
belirli bir doğrultuda olmadığı
kusurlu bölgeler
kırmızı halkalarla işaretli.





Üç boyutta tüm moleküllerin yönelimlerini betimlemek çok zor olduğu için mavi fazları betimlerken ya silindirlerin ya da kusurların oluşturduğu örüntüler gösterilir. İkinci tür çizimler özellikle görsel bakımdan çok güzeldir. Kusurlu bölgelerin art arda eklenmesiyle “çizgi kusur” olarak adlandırılan yapılar oluşur. Mavi faz I’de çizgi kusurlar birbirlerinden ayrıkken mavi faz II’de birleşerek dörtlü bağlantılar oluştururlar (bkz. Şekil 3). Kuramsal hesaplar, mavi faz II’nin yapısındaki en zayıf bölgelerin dörtlü bağlantılar olduğunu gösteriyor.

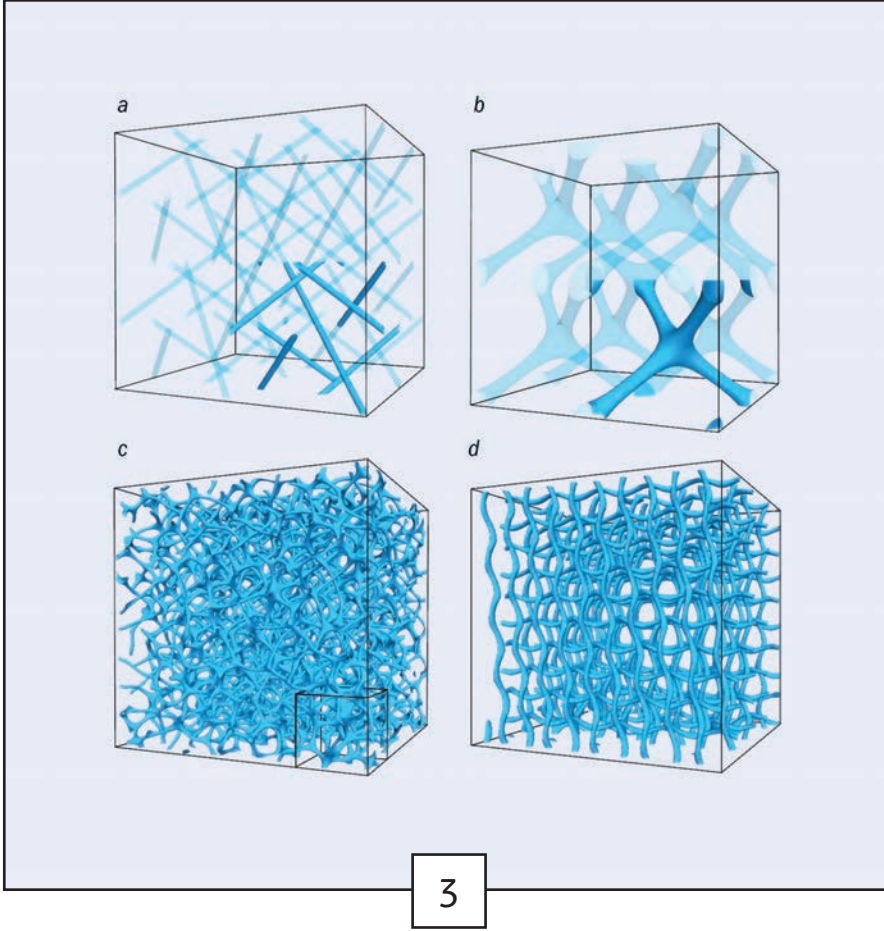
Mavi Sisın Yapısı

Mavi fazlar I ve II’nin yapısı 1980’lerin sonuna gelindiğinde iyice anlaşılmıştı. Ancak mavi faz III’ün yapısı hâlâ tartışılıyordu. 1990’ların sonlarında azalmaya başlayan konuyla ilgili araştırmalar, yüksek hızlı süperbilgisayarların geliştirilmesinden sonra yeniden ivme kazandı. Araştırmacılar yeni algoritmalar geliştirerek sıvı kristallerin yapılarını incelemeye devam etti.

Geçtiğimiz on yılda ilk olarak bilgisayar benzetimleriyle mavi sisin yapısı için muhtemel bir aday bulundu (bkz. Şekil 3). Hesaplar, doğru basınç ve sıcaklık değerlerinde ortaya çıkan bu yapının mavi sisle alakalı olduğuna işaret eden çeşitli sonuçlar veriyordu. Birincisi, benzetimlere göre yapı hayli kararlıydı. İkincisi, yapının serbest enerjisi öne sürülebilecek herhangi bir düzenli yapıdan daha düşüktü. Bu iki özelliğin amorf (düzensiz yapıda) bir malzeme için bir araya gelmesi şaşırtıcıdır.

Mavi fazların sıradan sıvı kristal fazlarından farkını anlamak için bir kavrama daha ihtiyacımız var. Sıvı kristal molekülleri sadece kiral olduklarında (ayna görüntülerinden farklı olduklarında) mavi fazlar oluşturabilir. Sıradan kolesterik sıvı kristallerde moleküllerin yöneliminin paralel olduğu eksen sadece bir yönde dönerken mavi fazlarda birden fazla yönde

döner. Örneğin Şekil 2’deki silindirlerde eksen iki ayrı yönde dönüyor. Bu silindirler düzgün bir biçimde bir araya gelmezler, aralarında kusurlu bölgeler oluşur. Şekildeki gibi düzgün kesit yüzeylerine sahip yapılar esasen sadece güçlü elektrik ve manyetik alanların varlığında oluşur. Normal koşullar altındaysa silindirlerin oluşturduğu örüntü üç boyutludur.



bu düşüncelerini hayata geçirdiklerinde elde ettikleri görüntülerin kuramsal hesaplar tarafından öne sürülen amorf yapıyla aynı olduğunu görmüş.

Yapılan son araştırmalar sadece mavi sisin yapısını çözmekle kalmadı. Polimer iskeleti elde etmek için geliştirilen yöntemin teknolojide önemli uygulamaları da var. Polimer iskeletin içi kiral olmayan bir sıvıyla doldurulduğunda, yapısı mavi faza benzer bir malzeme elde ediliyor. Üstelik bu yöntem malzemeyi mavi sisin kararlı olduğu sıcaklık aralığının dışında da elde etmeye imkân veriyor.

Günümüzde sıvı kristaller daha çok ekranlarda kullanılıyor. Malzemenin değişik fazlar arasındaki geçişlerinden faydalanılarak ışığın geçişi kontrol ediliyor. Aynı durum mavi sis için de geçerli. Polimer iskeletin içindeki mavi sis fazına elektrik alan uygulandığında tüm moleküller alana paralel bir biçimde yöneliyor ve ışığın geçmesi mümkün oluyor. Elektrik alan kaldırıldığında ışık geçemiyor.

Koreli teknoloji devi Samsung 2008 yılında mavi faz sıvı kristal kullanarak bir prototip LCD ekran üretmişti. Bu ilk prototipin endüstriyel ölçekte üretimi yapılmasa da yakın zamanlarda yeni tasarımlar ortaya atıldı. Mavi sisin yakın gelecekte ekran teknolojilerinde yerini alacağı düşünüyor. ■

Kaynak

Henrich, Oliver ve Marenduzzo, Davide, "The secret of the blue fog", *Physics World*, Cilt 30, Sayı 4, s. 25-29, Nisan 2017.

Örneğin amorf malzemelerin tipik örneği olan camlar yarı kararlıdır. Malzemenin düzenli kristal halinin serbest enerjisi cam halininkinden daha düşüktür. Bu yüzden mavi sisin hem kararlı hem de camsı yapıda olması bakımından çok nadir bir örnek olduğu söylenebilir. Öne sürülen yapının üçüncü özelliği ise bir elektrik alanının varlığında -gerçekte olduğu gibi- düzenli bir ağ halini almasıydı.

Mavi sisin yapısıyla ilgili kuramsal tahminlerin doğru olup olmadığının belirlenmesi için deneyler yapılması gerekiyordu. Ancak yapıdaki çizgi kusurları doğrudan gözlemlemek imkânsız gibi görünüyordu. Kusurlu bölgelerin kalınlığı yaklaşık 10 nanometre civarındayken optik

mikroskopların çözünürlüğüyle 200 nanometre civarındadır. Bu duruma çare arayan araştırmacılar, çizgi kusurları gözlemlemek için yeni bir yöntem geliştirdi. Mavi fazın içine uzun polimer molekülleri karıştırarak çizgi kusurların tamamen kaplanabileceğini fark ettiler. Kusurlu bölgelerin bertaraf edilmesiyle malzeme daha kararlı hale gelecekti. Eğer polimer eklenmiş mavi fazın içindeki sıvı kristal bölgeleri yıkabilirse geriye çizgi kusurların orijinal yapısını koruyan bir polimer iskelet kalacaktı. Daha sonra taramalı elektron mikroskobuyla polimer iskeletin yapısı görüntülenebilir ve böylece çizgi kusurların oluşturduğu ağın yapısı anlaşılabilirdi. Araştırmacılar

LCD Bilgisayar Ekranları

Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu [Çankaya Üniversitesi - Matematik Bölümü]



Şu an piyasadaki aşağı yukarı bütün ekranlar LCD. Bunun tek istisnası OLED ekranlar. Sadece LG markalı çok büyük (140 cm ve üstü) televizyonların OLED versiyonu var ve çok pahalılar. Her bir pikseli ayrı, bağımsız bir lamba gibi olan OLED ekranların görüntü kalitesi çok üstün, ekranları çok ince, bükülebiliyor ve daha az enerji tüketiyor. Zaman içinde ucuzlayacaklarını ümit edip LCD'ye dönelim biz.

“LCD mi yoksa LED mi” diye hiç sormayın, çok sevdiğim bir tabirle “soru yanlış”. LED’ler de aslında LCD’nin bir türü. Eski tip LCD’lerde floresan lamba kullanılırken yeni tiplerde LED lamba kullanılıyor. Yani doğru soru “*fluoresan LCD mi yoksa LED LCD mi*” olmalı. Böyle sorarsak görüntü kalitesi, düşük enerji tüketimi, uzun ömür ve daha bir çok açıdan yeni teknoloji LED’ler daha üstün. Eski tip LCD’lerin sadece fiyat avantajı var. Zaman içinde LED’lerin ucuzlamasıyla o avantajı da kaybettiler.

Her iki ekran tipi de arkadan aydınlatılıyor, sonra piksellerdeki sıvı kristal moleküller küçük birer kapı gibi polarize ışığı kısmen geçiriyor veya hiç geçirmiyor. Uygulanan voltajla moleküllerin geometrieleri değiştirilerek farklı renkler elde edilebiliyor. Siyah renk için ışığı tamamen engellemek gerekiyor. LCD’nin en zorlandığı şey de bu. Kaliteli bir ekranda bile, resmin siyah olması gereken kısımları ile mesela bilgisayar kasesinin siyahı arasında hâlâ gözle görülebilir bir fark var.

LED tipi LCD ekranlarda kullanılan teknolojilerin alt türlerinden başlıcaları TN, VA ve IPS teknolojileri. Bu üç teknoloji arasındaki farklar moleküllerin dönme ve bükülme açıları ve eksenleri arasındaki farklardan kaynaklanıyor. Bu molekülleri voltaja göre, birbirinden bağımsız olarak inip kalkan minik jalu kanatlarına benzetebiliriz.

TN teknolojisi bu üç teknoloji den en eski olanı. Yıllardır kullandığınız bir ekranınız varsa büyük

3-4 yıl öncesine kadar “LCD mi plazma mı” sorusu televizyon veya monitör almayı düşünen herkesin kafasını kurcalıyordu. Şimdi plazma büyük ölçüde yarıştan çekildi ama LCD’ye yeni rakipler çıktı: LED, OLED, IPS, 4K, 8K, ultra geniş, kavisli, 3 boyutlu... Bu kadar yeni teknik terim aynı anda üstümüze hücum edince kavram kargaşası yaşamamak imkânsız.

bir ihtimalle TN’dir. Bugünlerde en revaçta olan IPS ekranlar ise genelde en pahalı ve en kaliteli görüntü veren ekranlar. Üstelik görüntü açığına bağlı değil, yani tam karşıdan da baksanız, biraz kenardan da baksanız aynı renkleri görüyorsunuz. TN ekranlar için bunu söylemek zor. Başınızı oynattıkça renkler değişiyor. VA ise bu ikisinin arasında gibi düşünülebilir. TN’den daha kaliteli görüntüsü ve IPS’den daha ucuz fiyatıyla değerlendirilmesi gereken bir seçenek.

Ama görsellik gibi çok yönlü bir kavram söz konusuysa, teknolojileri böyle basitçe iyiden kötüye sıralamak pek mümkün olmuyor. Mesela görüntüyü yenileme hızı açısından en üstün olan ekranlar TN tipi ekranlar. 144Hz, hatta kesenin ağzını açarsanız 240 Hz’e kadar çıkabiliyorlar. IPS ise 60-70’i zor görüyor. Normal koşullarda saniyede 60 kere yenilenen bir görüntü fazlasıyla yeterli. Bizim çocukluğumuzda saniyesi 24 karelik çizgi filmleri seyretmeye bayılırdık.

Ama özellikle çok hareketli, hızlı nişan almanızı gerektiren oyunlar oynuyor veya heyecanlı, hızlı spor karşılaşmaları seyrediyorsanız TN'den başkasını düşünmeyin. Aksi halde ekrandaki görüntü bulanıklaşabiliyor, hızla koşan karakter geçtikten sonra da yanmaya devam eden piksellerden dolayı hafif bir hayalet etkisi oluşup gözünüzü rahatsız edebiliyor.

Öte yandan fotoğrafçılıkla veya grafik tasarımıyla ilgiliyseniz ya da tablo gibi mükemmel görüntülerin ve çok daha geniş bir renk gamının peşindeyseniz hiç düşünmeyin, IPS alın. Üstelik birkaç kişi aynı ekrana bakıyorsanız hepimizin aynı şeyi göreceğinden emin olabilirsiniz. Kenardaki kişi tam karşıdan bakana göre dezavantajlı olmayacak.

VA'lar ise diğer iki tipten daha yüksek kontrast oranlarıyla, özellikle bilgisayar başında çok fazla okuyan ve yazanlar için ideal bir seçenek. Eğer bir yazarsanız VA'dan şaşmayın. Kavisli ekranları da bir düşünün derim. Ekranın ortası ve kenarı gözünüze aynı mesafede olacağı için, odak uzaklığını değiştirip durmak zorunda kalmayacak olan göz daha az yorulacaktır.

Ekran en ve boy oranlarına gelirsek, artık neredeyse standart olan 16:9'un yanı sıra hayli geniş 21:9 ekranlar da yeni bir seçenek. Alıştığımızdan çok daha geniş olan bu ekranlar, mesela Excel tablolarındaki birçok sütunu aynı anda görmek isteyen borsacılar ya da ultra geniş ekranlı filmleri alt ve üst kısımlarda siyah bant olmadan seyretmek isteyenler için ideal.

Uçuş simülasyonu oyunlarını gerçek hayata yakın genişlikte görüş açısı sağlayan bir ekranda oynamanın keyfi de farklı olsa gerek. Ama Full HD en yaygın ekran formatı olduğu için eğlence sektörünün ürettiği çoğu filmin ve video klibin 16:9 oranında olduğunu da unutmayalım.

Çözünürlük şüphesiz ne kadar yüksek olursa o kadar iyidir. Örneğin UHD (Ultra HD) 3840 x 2160 piksellik çözünürlük Full HD'nin 1920 x 1080 piksellik çözünürlüğünü tam dörde katlıyor. Ama özellikle oyun oynamak için yüksek çözünürlüklü bir ekran alıyorsanız, aynı kalitede işlemciye, ekran kartına ve ana karta ihtiyaç duyacağınızı da unutmayın. Aksi takdirde o kadar çok pikselin işlemlerini yetiştiremeyen sistemin görüntü yenileme hızı mecburen düşecektir.

Özetle, en iyi ekran diye bir şey yok. Kendinize en uygun ekranı ancak kullanım şeklinize, bütçenize ve sisteminizin diğer bileşenlerine göre siz bulabilirsiniz. ■



LED (Light Emitting Diode):

Işık yayan diyot.

Bu tür lambaların genel adı.

Bilgisayar ekranları dışında başka bir çok yerde de kullanılıyor.

LCD (Liquid Crystal Display):

Sıvı kristal ekran

OLED (Organic Light Emitting Diode):

Organik ışık yayan diyot.

Her bir pikseli bağımsız bir ışık kaynağı olan, hayli yeni bir ekran teknolojisi.

Yaygın LCD Ekran Türleri:

TN (Twisted Nematic):

Bükülen şeffaf moleküller

VA (Vertical Alignment):

Ekрана dik hizalanmış moleküller

IPS (In Plane Switching):

Ekрана paralel düzlem üzerinde dönen moleküller

16:9=1,78 en-boy oranında yaygın çözünürlükler (piksel sayıları)

HD Ready: 1280 x 720 çözünürlük

Full HD: 1920 x 1080 çözünürlük

Quad HD (QHD): 2560 x 1440 çözünürlük

Ultra HD (UHD) veya 4K: 3840 x 2160 çözünürlük

8K: 7680 x 4320 çözünürlük

Tekno-Yaşam

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



Zaman Takipçisi Kutu

Gün içinde bazısı önemli bazısı önemsiz bir sürü işle uğraşırken aslında zamanımızı “doğru” işlere harcamıyor olabiliriz. ZEI bu soruna elle tutulur bir çözüm sunuyor. Bir tür zaman takip cihazı diyebileceğimiz ZEI sekiz yüzlü bir elektronik kutu. Kutunun her yüzünü yaptığınız farklı bir işle ilişkilendiriyorsunuz. Gün içinde hangi işle uğraşıyorsanız o yüzü yukarı çeviriyorsunuz. Bilgisayar veya akıllı telefonla iletişim halinde olan cihaz, basit bir uygulama yardımıyla hangi işe ne kadar zaman ayırdığınızı kaydediyor. Bu kayıtları basit grafiklerle rapor haline getiren uygulama yardımıyla zamanınızı çok daha verimli yönetebiliyorsunuz. Kutunun yüzüne yazıp çizebilir veya bir etiket yapıştırabilirsiniz. ZEI çeşitli zaman takip uygulamalarıyla da uyumlu çalışabiliyor.

Fiyatı 129 dolar olan cihazın pili 1,5 yıl dayanıyor. Verileri bulutta depolaması cihazın olumsuz bir özelliği. Yani çalışması için internet bağlantısı gerekiyor. Elektronik kutuyla nasıl zaman yönetimi yapıldığını görmek için kare kodu akıllı cihazınıza okutabilir ya da aşağıdaki internet sitesini ziyaret edebilirsiniz.

— <https://www.youtube.com/watch?v=amrulZ3sbE0>

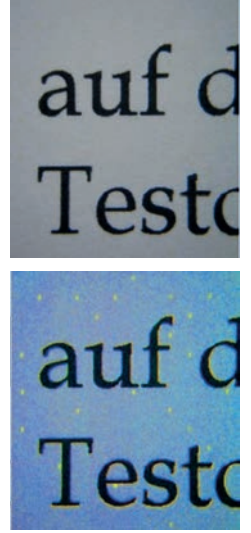


Yazıcıların Bıraktığı Gizli Noktalar

Geçtiğimiz günlerde Rus hackerların ABD seçimlerine ait saldırılarıyla ilgili gizli raporlar basına sızdırıldı. Olaydan birkaç gün sonra Georgia’da yaşayan Reality Winner adlı bir kişi ABD Ulusal Güvenlik Ajansı’na (NSA) ait bu bilgileri sızdırma suçlamasıyla gözaltına alındı. Olayın kısa sürede aydınlatılmasında çok karmaşık takip ve araştırma yöntemleri kullanılmasına gerek yoktu. Belgelerin yazdırıldığı yazıcılar her şeyi ortaya koyuyordu. 90’lardan bu yana yazıcılar, gizli belgelerin sızdırılmasını engellemek için yazdırılan bütün belgelere çıplak gözle görülmesi zor küçük noktalar ekliyor. Noktaların belgedeki konumları

belgenin yazdırılma saatini ve yazıcının seri numarasını kodluyor. Bu noktalar aynı zamanda belgenin gerçek olup olmadığını kontrol etmek için de kullanılabiliyor. Örneğin 2005’e ait olduğu iddia edilen bir belgenin gerçekten o tarihte mi yazdırıldığı yoksa daha sonra mı yazdırıldığı ortaya çıkarılabilir. Yazıcıların gizli noktaları uzunca zamandır biliniyor ve kimileri bu konunun kişisel verilerin gizliliğinin ihlali anlamına geldiğini düşünüyor. Bu olay da yapılan her eylemin bir yerlerde iz bıraktığı dijital bir dünyaya doğru gittiğimizi bize hatırlatıyor.

—
<http://bit.ly/yazici-noktalar>

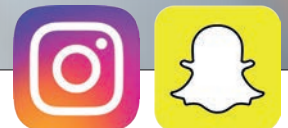


Sosyal Medya Gençlere Zararlı Olabilir

Royal Society for Public Health (RSPH) ve The Young Health Movement (YHM) adlı kuruluşlar tarafından yapılan #StatusOfMind adlı araştırmaya göre Instagram ve Snapchat gençlerin ruh sağlığına en çok zarar veren sosyal medya platformları. İngiltere’de 14-24 yaş arası 1500 kişi üzerinde yapılan araştırmada sosyal medyanın gençlerin üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri değerlendiriliyor. Kaygı, depresyon ve yalnızlık ruh sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin başında geliyor. Gençlerin sosyal medyada yazdıkları ve paylaştıkları şeyler hakkında diğer insanların ne düşündüğü konusunda sürekli kaygı duydukları görülmüş.

Raporda örneğin gençlerin belli bir sürenin üzerinde sosyal medya kullanması durumunda, ilgili platformun bir uyarı mesajı göstermesi önerilmiş. Rapor daha çok sosyal medya platformlarının yapması gerekenlere odaklanıyor, ancak ailelere de gençlerin sosyal medya kullanımını sınırlandırmaları, sınırlandıramıyorlarsa bile olumsuz etkilenmelerini engelleyecek çalışmalar yapmaları, örneğin sosyal medya konusunda gençleri bilgilendirmeleri, gençlerin başkalarının fikirlerini haddinden fazla önemsememesi gerektiğini anlatmaları öneriliyor.

—
<http://bit.ly/cocuk-medya>



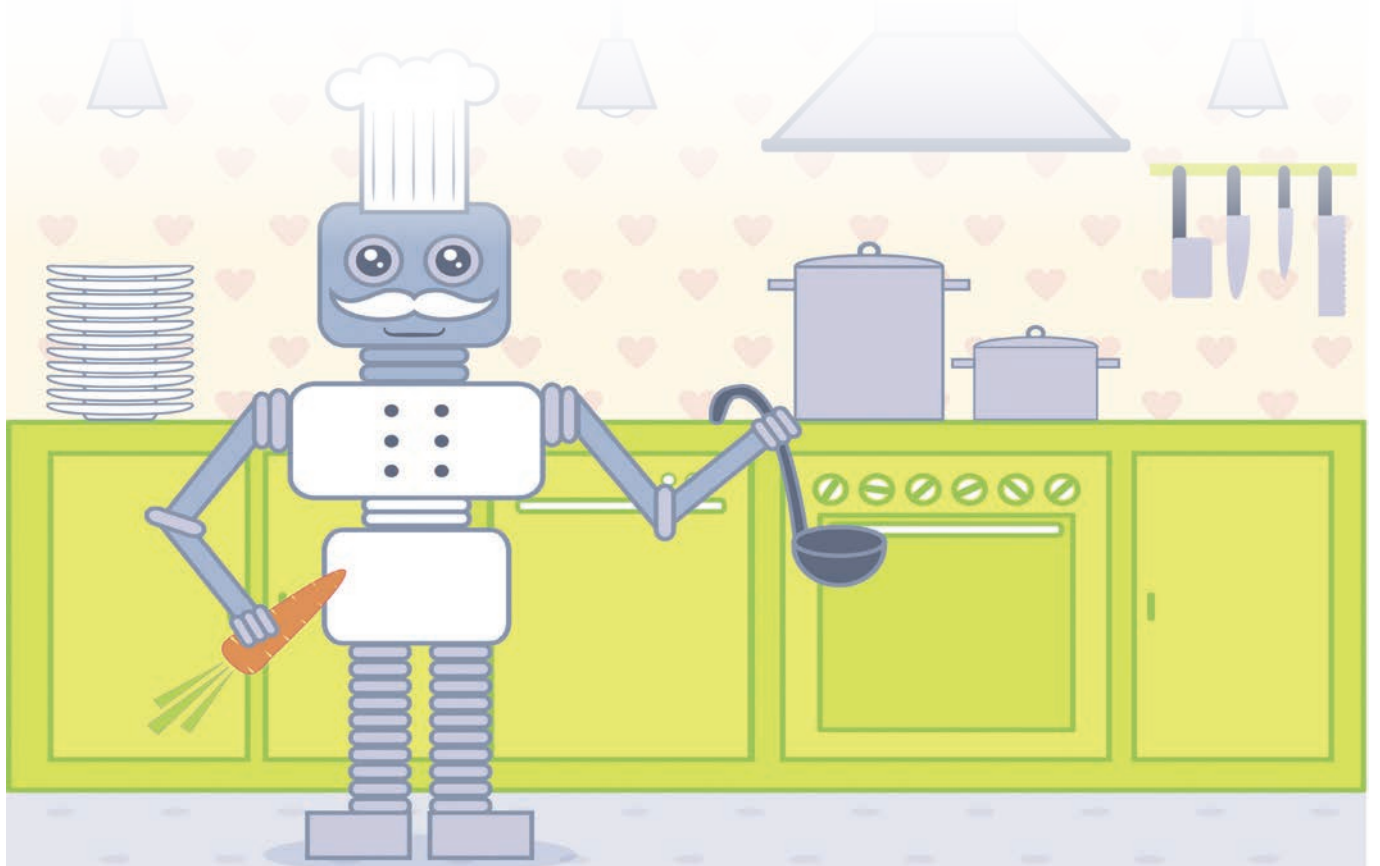


Robot Aşçılar

Önceki sayılarda yapay zekânın ve robotların gelecekte insanların işlerini ellerinden alacağından bahsetmiştik. Bu konuyla ilgili willrobotstakemyjob.com adında bir web sitesi açılmış. Siteye girip İngilizce olarak mesleğinizi yazdığınızda robotların işinizi elinizden alıp almayacağıyla ilgili bir tahmine ulaşabiliyorsunuz. Örneğin “aşçılık” yazdığınızda “Hapı yuttunuz, %96 ihtimalle işiniz otomasyonla yürütülecek” mesajını alıyorsunuz. Sitenin tahmin için kullandığı yöntemler tartışılır olsa da bu konuda yanılmıyor olabilir. Momentum Machines adındaki bir firma 18 milyon dolar yatırım yaptığı, tümüyle otomatik bir hamburger üretme robotu geliştiriyor. Bu alanda çalışan başka firmalar da var.

Zume’un geliştirdiği pizza robotu, insan eli değmeden pizza yapıyor. Yemek yaparken kullanılan et, sebze, baharat gibi ham maddeler giderek standartlaşıyor. Malzemeler istenilen standartta olursa robotların çok lezzetli yemekler yapması teknik açıdan zor değil. Robot aşçılar evde yemek yapanların işlerini kolaylaştıracak olsa da restoranlarda çalışan ustaların işsiz kalmasına neden olabilir. Yine de temkinli olmakta fayda var. Örneğin bir robot imambayıldı yapabilir mi, yaparsa ne kadar lezzetli olur? Yaptıkları yemeklere sevgilerini katan aşçıların robotlarla yarışıp yarışamayacağını zaman gösterecek.

—
<http://bit.ly/robot-asci>



Alan Adı Bulamayanlara Yeni Hizmet

Firmaların ve kişilerin web sitelerine uygun bir alan adı bulması her geçen gün zorlaşıyor. Özellikle .com uzantılı alan adlarını almak için bu alan adlarını ellerinde tutan kişilere çok yüksek miktarda para ödemek gerekebiliyor. Alan adlarının dağıtımı ICANN adlı kuruluş tarafından yürütülüyor. Yeni uzantıların belirlenmesinden de sorumlu olan kuruluş artık firmaların kendilerine özgü uzantılar almasına izin veriyor. Örneğin Nike firması .nike diye bir uzantı kullanabilecek. Firmaların bu işlem için ödeyeceği ücret 185.000 dolar. Normal bir alan adının fiyatının 10 dolar civarında

olduğu düşünüldüğünde bu fiyat çok yüksek görünebilir. Ancak firmalar çoğu zaman kendilerine ait alan adları almak için milyonlarca doları ve uzunca bir çabayı göze alıyor. Örneğin Nissan, Uzi Nissan adındaki kişiden nissan.com alan adını almak için yirmi yıl uğraştı. Apple'ın apple.co.uk alan adını alması ise 16 yıl sürdü. ICANN daha önce de benzer bir program başlatmış ancak bazı nedenlerle sınırlı sayıda uzantıya izin verilmişti.

— icannwiki.org/New_gTLD_Program

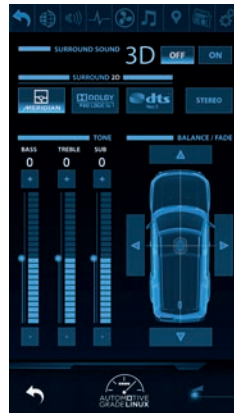


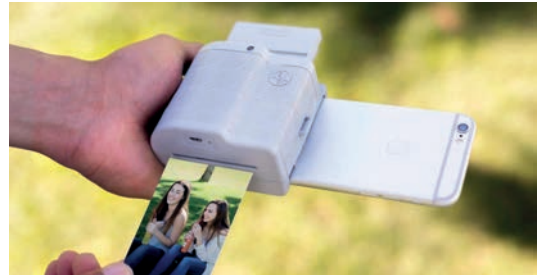
Otomobiller Birbiriyle Konuşacak

Otomobillerde kullanılmak için geliştirilen bir Linux işletim sistemi türevi olan AGL (Automotive Grade Linux) yaygınlaşıyor. Yüzden fazla otomobil üreticisi, tedarikçi ve teknoloji firmasının dâhil olduğu bir grup AGL'yi geliştirmeye çalışıyor. Açık kaynaklı bu sistem özellikle otomobillerin yolda birbirleriyle teknik bilgi alışverişinde bulunmasına olanak sağlıyor. Toyota bu yıldan itibaren yenileyeceği araçlarda AGL'yi kullanacağını duyurdu. Mercedes, Honda, Mazda gibi otomobil üreticileri de AGL'yi destekliyor ve kullanmayı planlıyor.

Otomobillerde kullanılan yazılımların açık kaynaklı olması hem endüstri hem de kullanıcılar açısından umut verici bir gelişme.

— automotivelinux.org





Artırılmış Gerçeklikle Canlanan Fotoğraflar

Artırılmış gerçeklik giderek yaygınlaşıyor. Özellikle oyun ve eğlence sektöründe çok farklı şekillerde kullanıldığını görüyoruz. Prynt adlı bir firma da artırılmış gerçekliği ürünlerinde biraz farklı şekilde kullanıyor. Geliştirdikleri şipşak fotoğraf makinesiyle çektiğiniz fotoğrafların çıktılarını hemen alabiliyorsunuz. Ardından Prynt'in mobil uygulamasıyla fotoğraflara baktığınızda fotoğrafların bir bakıma canlandığını görebiliyorsunuz.

Prynt'in yaptığı teknik olarak daha önce kaydedilmiş videoları fotoğraflarla eşleştirmek ve fotoğrafa telefon kamerasından baktığınızda o videoyu fotoğrafın üzerine gelecek şekilde oynatmak. Fiyatı 500 TL civarında olan ürünü kullanması basit ve eğlenceli.

www.prynt.co

Çektiğiniz fotoğrafların hemen çıktısını alın, isterseniz videoyla ilişkilendirin.





Fotoğraflardan Şehirlerin Üç Boyutlu Haritası Çıkarılacak

VarCity adındaki projeye internette halka açık olan fotoğrafları inceleyerek şehirlerin üç boyutlu haritalarının çıkarılması hedefleniyor. Beş yıldır devam eden projede sosyal medyada yer alan fotoğraflar, kamuya açık canlı kamera görüntüleri, uydu görüntüleri ve hareketli araçlardan çekilen fotoğraflar kullanılıyor. Fotoğraf dosyalarındaki yer ve zaman bilgileri de dikkate alınıyor. Tüm bu bilgilerin yapay zekâ yazılımlarının da yardımıyla işlenmesi sonucunda

bir şehrin haritası ve binaların üç boyutlu modelleri çıkarılabiliyor. Üstelik şehirdeki bir binanın yüzey büyüklüğü, pencere ölçüleri, hatta binadaki odaların ne kadar aydınlık olduğu belirlenebiliyor. Şehrin hangi bölgesinin ne kadar canlı olduğu da sokaklardaki insan sayısı, trafik yoğunluğu gibi bilgilere bakılarak ortaya çıkarılıyor. Projede pilot şehir olarak Zürih seçilmiş.

—
<http://bit.ly/3b-sehir>



Sergi Tasarımında Yeni Nesil Teknolojiler

Işıl Öztürk [*Biyolog*]



Müze ve sergi mekânlarını ziyaret ettiğimizde ne kadar farklı dünyalara adım atarız değil mi? Kültür, sanat, tarih ve bilim eserlerinin sergilendiği böyle yerlerde toplumların bu alanlardaki gelişimlerini detaylı olarak görebiliriz.

Peki sizce sergi hazırlamak kolay mı?
Emin olun hiç değil.

Eserlerin bulundukları mekânlara ulaştırılması ve sergi süresince korunması, mekân şartları gibi pek çok ayrıntı var bir serginin hazırlanma sürecinde.

Bu yazıyı okuduktan sonra sergi mekânlarını çok daha farklı ayrıntılara dikkat ederek gezeceğinize eminiz.

Sergi alanlarının tasarımında teknolojiden fazlasıyla yararlanılıyor. Kurulum ve sergi aşamasında her türlü bilimsel altyapı kullanılıyor. Yunanca *tekhne* (sanat, zanaat) ve *logos* (söz, düşünme) kelimelerinin birleşiminden oluşan teknoloji kelimesinin “sanat üzerine konuşma, sanat bilimi” gibi anlamlara da geldiğini görebiliriz.

Sanal müzeler teknolojinin en çok kullanıldığı yerler. E-müze olarak da adlandırılan bu uygulamalar fiziksel bir alana ihtiyaç duymadan ziyaretçilerine gerçeğe yakın araştırma ve gezme imkânı sunuyor. Gelişen medya teknolojileri aracılığıyla arşivlerini dünya çapında erişime açan müzeler 360 derecelik sanal gezinti uygulamalarıyla da ziyaretçilerde gerçek bir sergi geziyormüş hissi uyandırabiliyor. Koleksiyonlarını çevrimiçi olarak görüntüleyebildiğiniz müzeler görsel ve işitsel açıdan çok verimli bilgi kaynakları.

Son yıllarda sergi mekânlarındaki en büyük değişim etkileşimli teknolojik cihazlar ve hizmetler. Modern sanatın teknoloji sayesinde gelişmesiyle video ve grafik sanatlar dallarındaki çalışmaların sayısı arttı. Sergilerde bu alanlardaki çalışmaları görmek artık alışılmadık bir durum değil. Artırılmış gerçeklik uygulamaları ve sanal gerçeklik gözlükleri ile etkileşimli olarak sanatın, bilimin ve tarihin “içinde” olabiliyorsunuz. GPS cihazları, kablosuz bağlantı ve ekranlar alternatif müze deneyimlerinin altyapısını oluşturuyor. Elektronik rehberlik uygulamalarının altyapısı kablosuz haberleşme, küresel konumlama sistemi ve artırılmış gerçeklik uygulamalarına dayanıyor.

Müze ve sergi alanlarında eserlerle dokunulmaması esastır. Bu uygulama eskiden beri süregelmektedir. Doğrudur da. Uzun yıllardır korunan tarihi eserlerin, yeni keşfedilen çok değerli fosillerin, sanatçıların çok büyük bir özen ve çalışma ile oluşturduğu eserlerin zarar görmesi kesinlikle istenmez. Çağdaş müzecilik anlayışı da hem bu tutumu devam ettirip hem de eserlerle teknoloji vasıtasıyla etkileşime girmemizi sağlıyor.



Smithsonian Doğa Müzesi'nin sanal gezisinden bir bölüm (üstte), çocuklar için tasarlanmış doğa tarihi sergisi (ortada) ve çeşitli müzelerden ödüllü sergi ve kiosk tasarımları.



Radyo Frekanslı Tanıma sistemi (RFID) sistemi olarak adlandırılan otomatik tanıma sistemi müze teknolojilerinde büyük rol oynar. Anten sarılı bir mikroçip ve bir okuyucudan oluşan bu sistem eserlerin takibi, güvenliğinin sağlanması, sergi alanlarının sıcaklık ve nem seviyelerinin izlenerek rapor haline getirilmesi gibi görevler üstlenir. Bunları da RFID mikro çipli etiketler yardımı ile gerçekleştirir. Elektronik rehberlik teknolojisi de eserlere uygulanan bu çipler sayesinde kullanılır. Ziyaretçiler ellerindeki RFID etiket okuma özelliği olan cihazı esere doğru tuttuklarında cihaz mikro çipi algılar ve kablosuz bağlantı yoluyla da eserlerle ilgili tüm bilgiler müzenin sunucusundan alınarak ziyaretçiye aktarılır.

Benzer şekilde QR kod (Quick Response) denilen iki boyutlu barkod sistemleri de eserler hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Elimizdeki kameralı cihazı bu kodlara doğru tuttuğumuzda kodun içine gizlenmiş internet adresine hızla ulaşırız. İnternet sayfalarının URL adreslerini bir tarama programına girmenin uzun ve zahmetli olduğu düşünülerek bu süreci hızlandırmak amacıyla geliştirilmiş olan barkod sistemleri çoğu müzede, eserlerle ilgili açıklamaların hemen yanında görülebilir. Bu iki boyutlu barkod sisteminin dört boyutlu olarak üretilmesi için de çalışmalar yapılıyor.

Müzelere ziyaretçilerin kullanımına sunulan teknolojik cihazlar arasında kiosklar da yer alıyor. Örneğin Burdur Arkeoloji Müzesi'nde yer alan kiosk sayesinde Burdur'daki Kibyra Antik Kenti her açıdan görüntülenebiliyor. Ayrıca ziyaretçiler antik kentteki önemli binaların tarihçesi, kullanımı ve mimari özellikleri hakkında bilgi alabiliyor, binaların şimdiki halleri ile ilk hallerini karşılaştırabiliyor.

Kibyra Antik Kenti'ne ilişkin videoyu <https://www.youtube.com/watch?v=7DAGUjpdII> sitesinden izleyebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.





Müzelerde pek çok eski aletin nasıl çalıştığı konusunda hologramlar yoluyla bilgi edinmek çok daha ilginç ve zevkli olabiliyor. Bir sekstantın nasıl çalıştığını ve nasıl kullanılacağını anlatan bir hologram görmek isterseniz yukarıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilir ya da <https://vimeo.com/163816030> sitesini ziyaret edebilirsiniz.



Etkileşimli sergi tasarımları ve planeteryum örnekleri

Renk ve zaman unsurlarını da içermesi tasarlanan bu sistemde ses ve video gibi medya öğeleri de kullanılarak daha etkileşimli bir kaynak sağlamak amaçlanıyor.

Müzelerde kullanılan teknolojik tercihler müzenin ihtiyaçlarına göre değişebiliyor. Özellikle serginin içeriği ve hedef kitlesi bu tercihleri yönlendiriyor. Genel olarak bilim müzelerinde bilimsel verileri aktarmak için kiosklar, simülasyon makineleri, hologramlar, projeksiyon cihazları ve planetaryumlar kullanılır.



Kiosklar dokunmatik ekranlı, bilgi vermek amacıyla kullanılan elektronik sistemlerdir. Bir sergi alanında eserin yanındaki kiosku kullanarak görsel olarak da desteklenmiş rehberlik hizmeti alabilirsiniz. Günümüzde neredeyse her sergide, özellikle de bilimsel altyapılı sergilerde kiosklar kullanılıyor.

Simülasyon makineleri ve hologramlar da benzer şekilde eserlerle ilgili detaylı bilgi veriyor ve üç boyutlu bir deneyim sunuyorlar. Çocukların bilimsel kavramları ve teknik bilgileri üç boyutlu gördüklerinde daha kolay anladığını biliyoruz.



Planetaryumlar ise Güneş, gezegenler, yıldızlar ve başka bazı gök cisimlerinin konumlarını ve hareketlerini özel bir yansıtma tekniği kullanarak kubbe şeklindeki tavana yansıtarak uzayı daha kolay anlaşılır ve öğrenilir hale getiren mekânlardır.

Teknoloji üç boyutlu uygulamalar, internet hizmetleri, etkileşimli ve robotik uygulamalarla çağdaş müze ve sergi tasarımlarında fazlasıyla kullanılıyor. Bu sayede önceleri sadece camekânların ardından bakılan eserlerin pek çoğunu tabiri caizse yaşayarak bilgi edinmiş oluyoruz.

Teknoloji tarihi eserleri incelerken de imdadımıza yetişiyor tabii. Çağımızın en büyük keşiflerinden olan grafen buradaki yardımcımız. Grafen tarayıcılar ile bir sanat eserinin tüm ayrıntılarını, hangi malzemenin yapıldığını esere hiçbir zarar vermeden kolaylıkla görebiliyoruz. Diğer tarayıcılara göre çok daha kolay taşınabilen ve maliyeti düşük olan bu teknoloji sayesinde detaylı incelemeler yapılabilir.

Grafen tarayıcı sistemi ile örneğin bir resmin altında gizlenmiş 34 sayısını bulan veya bir pelerin asıl renginin yeşil olduğunu keşfettiklerini söyleyen araştırmacılar, akıllı telefon uygulamalarıyla bu sistemin müzelerde kullanılarak ziyaretçilerin de aynı şeyi bire bir görme şansına sahip olabileceği yönünde gelişmeler olduğunu belirtiyor.





Sergilemenin Önemli Noktaları

Aydınlatma: Eski Yunanca museum kelimesinden gelen müze kelimesi “bilimler tapınağı” anlamına gelir. Bu tapınaklarda sergilenen eserlerin aydınlatılmasında iki temel öğe vardır. Birincisi aydınlatma yüzünden sergilenen eserlerde herhangi bir bozulma olmasının engellenmesi, ikincisi de sergilenen eserlerin ziyaretçiler tarafından rahat ve doğru algılanabilmesinin sağlanması. Sergilenen bir eserin aydınlatılma seviyesi, o eserin ışıktan etkilenme seviyesine göre değişir.



Nesneleri ışığa karşı duyarlılıklarına göre incelersek:

- Cam, seramik, taş, metal ve değerli taşlar duyarsız
- Yağlı boya, doğal deri, ahşap düşük duyarlılıkta
- Eski kumaşlar, sulu ve pastel boyalar, çizimler, el yazıları, duvar kâğıtları ve doğa bilimi örnekleri orta duyarlılıkta
- Gazete kâğıdı, ipek, uçucu boyalar yüksek duyarlılıkta diyebiliriz.

Işığa duyarlı kategorisinde yer alan türde malzemelerden yapılmış eserlerin aydınlatılma süreleri ve aydınlık düzeyleri birlikte ele alınarak eserlerin bozulma olasılığının en aza indirilmesine özen gösterilir.

Ziyaretçilerin bir resmi yanlış tonlarda algılamasını ya da resimde aydınlatma nedeniyle dalgalanma oluşmasını önlemek için özellikle resim sergilerinde aydınlatmanın rengi ve açısı çok dikkatle hesaplanır. Üç boyutlu eserlerde ise asıl aydınlatmaya ek olarak yardımcı bir aydınlatma da kullanılır. Bu ek aydınlatma ziyaretçinin eser karşısındaki konumu dikkate alınarak, o eseri ışıktan gözleri kamaşmadan ve net olarak görmesini sağlayacak şekilde yerleştirilir.

Tabii yapay aydınlatmanın dışında doğal aydınlatma da mekânın mimari elverişliliğine bağlı olarak



sergi alanlarında kullanılır. Sürdürülebilirlik açısından doğal aydınlatma daha çok tercih edilmektedir. Üç boyutlu nesnelerin en iyi algılandığı ışık gün ışığıdır. Buna bağlı olarak son yıllarda yapılan pek çok müzede ve sergi alanında tabanla birleşen geniş alanlı camlar ve çatı boşluğu aydınlatmaları kullanılarak gün ışığı kullanımı artırılmıştır.

Özetle sergi mekânlarındaki aydınlatma, eserlerin korunması ve doğru sergilenebilmesi için can alıcı bir noktadır. Aydınlatma tasarımı yapılırken eser ve enerji korunumu ön plandadır.

Sıcaklık ve Nem Oranları: Aydınlatma kadar önemli bir diğer konu ise sıcaklık ve nem oranının mekânlarda eserlere uygun şekilde ayarlanabilmesidir.

21 derecenin üzerindeki sıcaklıkta mantar ve benzeri organizmaların ürediği bilinmektedir. Müzeler için ideal nem oranının %40-%60 arasında olduğu belirlenmiştir. Düşük nem seviyesi kâğıt, parşömen ve deriden yapılmış eserlerde kuruma ya yol açarken, yüksek nem seviyesi de bu tür eserlerin su emmesine neden olarak çürümeye ve bozulmaya yol açar. Bunun oluşmasını önlemek için termograf denilen cihazla günlük ve aylık olarak ortamın nemi ve sıcaklığı ölçülerek kaydedilir.



Depremler ve Doğal Afetler:

Deprem ve sel gibi doğal afetler yüz yıllar boyunca tarihi yapılara zarar vermiştir. Müzelerde sergilenen eserlerin bu gibi olaylardan etkilenme olasılığını en aza indirmek amacıyla dikkat edilmesi gereken önemli koruma kriterleri vardır.

Deprem anında oluşan hareketlilikten etkilenmesini engellemek için öncelikle bir eserin üzerinde durduğu kaidenin yüzey alanı geniş tutulabilir ya da eser kaidesine ağırlık merkezi de dikkate alınarak sabitlenebilir. Kayma nedeniyle birbirlerine çarpıp zarar vermelerini önlemek için de eserler, üretildikleri malzemeler ve bulundukları yüzey dikkate alınarak yerleştirilir. Misina ve çelik tel kullanılarak eserlere destek verilir.

Taban yalıtımı da olası zararları en aza indirmeye yardımcı olabilir. Fakat maliyeti yüksek olduğu için bu uygulama çoğunlukla kırılgen yapı malzemelerden üretilmiş eserlerin ve değeri çok yüksek sınırlı sayıda eserin çevresinde kullanılabilir.

Yazının başında da belirttiğimiz gibi bir sergi kolay hazırlanmıyor. Müzeler, sanat ve bilim eserlerinin sergilendiği, kuşaklar ve kültürler arası etkileşimin sağlandığı çok önemli yerler. Daha çok müze gezmeniz ve gezerken de yukarıdaki ayrıntıları hatırlamanız dileğiyle. ■



St. Petersburg'daki Dali Müzesi için hazırlanan sanal gerçeklik deneyimi, alternatif müze deneyimlerine bir örnek. Dali'nin Düşleri adıyla sunulan bu ilginç deneyime ilişkin videoyu <https://www.youtube.com/watch?v=F1eLeIocAcU> sitesinden ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutarak izleyebilirsiniz.



Kaynaklar

<http://teftis.kulturturizm.gov.tr/Eklenti/4655,makale.pdf?0>

<http://aregem.kulturturizm.gov.tr/Eklenti/31119,mustafabarisharmankayapdf.pdf?0>

http://www.emo.org.tr/ekler/ed3f6c5e3c6aad5_ek.pdf



Eczacıbaşı Sanal Müzesi

1999 yılının Ekim ayında ziyaretçilere açılan Türkiye'nin ilk sanal müzesidir.

360 derecelik sanal gezinti uygulamaları da ziyaretçilere gerçeğe yakın bir deneyim sunuyor. Türkiye'de de pek çok müzeyi sanal ortamda gezmek mümkün. Bunun için <http://www.kultur.gov.tr/TR,96600/muzeler.html> sitesini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.



Sağlıklı Bilgiler

Prof. Dr. Gökhan Özyiğit [saglikli.bilgiler@tubitak.gov.tr]

Hacettepe Üniversitesi,
Tıp Fakültesi
Radyasyon Onkolojisi
Anabilim Dalı



Modern Toplumlarda Yaşam Beklentisi Uzuyor

Tarihinin başlangıcından beri insanoğlu gerek hastalıkların önlenmesi gerekse tedavisi için sürekli bir arayış içinde olmuştur. Ancak 18. yüzyıl sonlarında başlayan Aydınlanma Çağı'na kadar maalesef tıp alanında çok büyük ilerleme kaydedilememiştir. Antik Çağlar'dan Aydınlanma Çağı'na gelene kadar bir bebeğin yaşam beklentisi genellikle 30-40 yaş civarındaydı ve bu yaşların ötesini görebilmesi neredeyse bir hayaldi. Öte yandan modern tıbbın başlangıcı sayılan Aydınlanma Çağı'ndan bu yana, gerek koruyucu hekimlik önlemlerinde ve temiz yaşam koşullarında gerekse modern tedavi yöntemlerinde inkâr edilemez bir devrim gerçekleşmiştir. Bilgi, bilim ve teknoloji insanoğlunun yaşam beklentisini çok ötelere taşımıştır. İki büyük Dünya Savaşı'na rağmen, modern toplumlarda yaşam beklentisi hep artmış ve günümüzde 80'li yaşlara gelmiştir. Ancak dünyanın en geri bölgelerinde, örneğin Sahraaltı Afrika'da yaşam beklentisi hâlâ 50-60 yaş civarındadır.

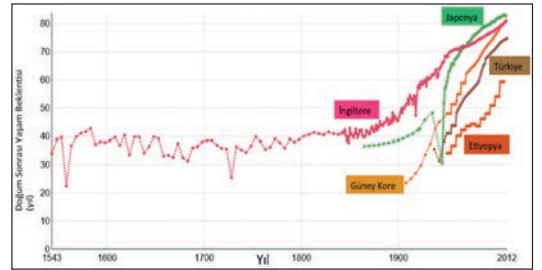
Son yıllarda temel ilkesi hastalıkları tedavi etmeden önlemek olan ve yükseltilmesi gereken halk sağlığı gibi bir kavramın önemini, günlük hayatımızda yeterince fark edemediğimiz için maalesef tekrar göz ardı etmeye başladık. Bu noktada da aşı ile ilgili tartışmalara yeniden bir göz atmakta fayda var. Bebeklik çağı ölümlerinin en önemli nedenlerinden biri olan bulaşıcı hastalıklarla mücadelede, aşılar ortalama yaşam beklentisi süresinin uzamasını sağlayan ilk etmendir. Günümüzde çiçek hastalığını yeryüzünden tamamen ortadan kaldıran, geçmişte çok korkulan kuduz hastalığını tedavi eden ve bebeklik çağı ölümlerini önemli ölçüde engelleyen aşılar bazı odaklar tarafından kamuoyuna öcü gibi gösterilmeye başlandı. Hatta bu sorumsuz ve tehlikeli kampanyalar sonucu kızamıktan ölümler artmaya başlayınca Almanya'da çocuklarına kızamık aşısı yaptırmayanlara 2500 Avro ceza verilmesi ve bu çocukların kreşlere alınmaması ile ilgili bir yasa tasarısı gündeme alındı. İtalya'da geçtiğimiz aylarda kızamık hastalığında üç kat artış gözlenince, devlet okullarına kayıt olabilmeleri için çocukların aşı olması zorunluluğu getirildi. Sadece kızamık aşısı ile 2000-2015 yılları arasında dünyada yaklaşık 20,3 milyon ölümün engellendiği tahmin edilmektedir. Bu süre içinde kızamık hastalığında %79 azalma gözlenmiştir. Günümüzde hiçbir tedavisi olmayan çocuk felci her 200 çocuktan birinde geri dönüşü olmayan felce sebep olmakta ve bu çocukların %5-%10'u maalesef ilerleyen dönemde solunum kaslarının da felç olması sonucu hayatını kaybetmektedir. Hâlbuki ağızdan 1 damla aşı ile başlatılan kampanya sonrası 1988'de tüm dünyada yaklaşık 350 bin vaka bildirilmişken, 2016'da vaka sayısı sadece 37'dir. Yani bir damla aşı ile vakalarda %99 azalma sağlanmış, bu süre içinde 16 milyon çocuk felç riskinden kurtarılmıştır.



Şekil 1. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre 2015 yılı itibarıyla ülkelere göre doğum sonrası yaşam beklentisi (Türkiye: 75,8 yaş, ABD: 79,3 yaş, Kanada: 82,2 yaş, Angola: 52,4 yaş, Çad: 53,1 yaş)

Ancak burada modern yaşam ile ilgili vurgulamamız gereken önemli bir nokta daha var. ABD’de uzun yıllardan sonra ilk kez yaşam beklentisinde az da olsa bir düşüş gözlemlendi. Bu olgunun tam olarak neden kaynaklandığı bilinmiyor, ancak obezitenin etkin bir rolü olabileceği konusunda birtakım spekülasyonlar var. Bu noktada doğal ve güvenli gıdalarla beslenmenin de mutlaka dikkate alınması gerekiyor. Bilinçli tüketiciler olmalı ve tüketimden kaynaklanan gücümüzü kullanarak üreticilerin soframıza koyduğu güvensiz ve sağlıksız gıdalara karşı kesin tavrımızı göstermeliyiz. İlerleyen sayılarda bu konularda da sizleri aydınlatmaya çalışacağız.

Şekil 2. 1543-2012 yılları arasında yaşam beklentisi. İngiltere’de 1543’ten 1800’lü yıllara kadar 40 yaş olan yaşam beklentisi Aydınlanma Çağı ile beraber hızla yükselmeye başlamış ve 100 yıl içinde 80’li yaşlara ulaşmıştır. Benzer durum Japonya’da da gözlenmektedir. Geri kalmış bir ülke olan Etiyopya’da da yaşam beklentisi artmış ancak henüz 60’lı yaşları aşamamıştır.



Sayılarla geri kalmışlığın ve cehaletin sağlığını yansıtmaları:

- Tüm dünyada kanserden ölümlerin %70’i orta ve düşük gelirli ülkelerde görülüyor.
- Düşük ve orta gelirli ülkelerde görülen yeni kanser vakalarının %25’i enfeksiyonlara bağlı.
- Bu ülkelerde özellikle insan papiloma virüsü (HPV) ve hepatit B virüsüne karşı düzgün bir aşılama programı olsa her yıl 1,1 milyon kanser vakası önlenabilir.
- Bebek ölümleri en fazla dünyanın geri kalmış ülkelerinde gözleniyor.
- Anne ölümleri de en fazla dünyanın geri kalmış ülkelerinde görülüyor.
- Son 40 yıl içinde yüksek tansiyon oranının en düşük olduğu ülkeler Güney Kore, ABD ve Kanada.
- Gelir düzeyi yüksek ülkelerde yaşayan insanların tansiyon değerleri daha düşük.
- Afrika ve Asya’daki düşük ya da orta gelirli ülkelerde yaşayan insanların tansiyonu daha yüksek.

(Veriler DSÖ’den ve *Lancet*’te yayımlanan bir araştırmadan alınmıştır.)

Kâğıt mı? Ekran mı?

Pınar Dündar [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bilgisayardan sonra tablet kullanımının da yaygınlaşmasıyla birlikte kâğıt ve ekran üzerine tartışmalar da giderek arttı. Kimileri kâğıdı eline almanın ayrı bir tadı olduğunu belirtirken kimileri de ekran üzerinden okuyup yazmanın daha kullanışlı olduğunu belirtiyor. Ancak tartışmalar yalnızca kullanım pratikleriyle sınırlı değil.

Son yıllarda yapılan araştırmalar kâğıt ve ekran karşılaştırması konusunda kullanıcılara önemli fikirler veriyor. Örneğin birkaç yıl önce yapılan bir çalışma, insanların aynı metni ekrandan okuduklarında kâğıttan okudukları zaman hatırladıklarından daha az hatırladığını ortaya çıkarmış. Sayısallaştırılmış bilginin okuma deneyimi üzerine etkisini anlamak amacıyla gerçekleştirilen bu araştırma kapsamında 50 kişiye 28 sayfalık bir öykü verilmiş. Okuyucuların yarısı bu öyküyü elektronik okuyucudan, diğer yarısı ise kâğıttan okumuş. Ardından okuyuculardan öyküde geçen 14 olayı kronolojik olarak sıralamaları istenmiş. Metni elektronik okuyucudan okuyanların öyküde geçen olayları kronolojik olarak sıralamakta daha başarısız olduğu görülmüş. Araştırmacılar bu durumu dokunma hissinin öykünün zihinde yapılandırılmasına katkısı olmasına bağlıyor.

Dokunmatik ekranların ise kâğıda dokunmanın verdiği etkiyi yaratmadığını belirtiyorlar.

Bir metni kâğıt üzerinden ve ekrandan okumanın farkını anlamak beynimizin yazılı bir metni nasıl yorumladığıyla ilişkilidir. Genellikle okuma işlemini düşünceler, fikirler, temalar, benzetimler gibi soyut kavramlarla ilgili bir beyin etkinliği olarak görürüz. Ancak aslında metinler, içinde yaşadığımız fiziksel dünyanın elle tutulur parçalarıdır. Beynimiz harfleri fiziksel birer nesne olarak görür. Nasıl yuvarlak, pürüzsüz bir yüzeyin, ince bir sapın elmayı tanımlayan özellikler olduğunu öğreniyorsak, harfleri de belirli bir düzende dizilmiş çizgiler, eğriler ve boşluklar olarak tanırız. Ancak okuma işlemi harflerin bu şekilde tanınmasının da ötesinde metnin fiziksel bir alan olarak algılanmasını da içerir. Bu bakımdan bir metin zihnimizde binalar, ağaçlar, yollar gibi parçalardan oluşan, belirli bir topoğrafyaya sahip bir bölgeye benzer. Okumak da sözcük ve cümlelerin anlamının ve onların temsil ettiği nesnelerin bütünleştirildiği, zihinsel bir yorumlamadır. Okudukça sayfaları çevirir, zihnimizde yarattığımız bölgedeki ağaçların, binaların arasından ilerleriz.





Az önce sözünü ettiğimiz araştırma da insanların yazılı bir metinde geçen belirli bir olayın metin akışı içinde ne zaman gerçekleştiğini, genellikle o olayın metnin neresinde geçtiğini hatırlayarak bulduğu düşüncesini destekliyor. Diğer bir ifadeyle insanlar yazılı bir metinde yer alan bir bilgiyi, çoğunlukla sayfadaki konumu ile birlikte hatırlıyor. Örneğin kitapta yer alan iki karakterin birkaç bölüm önce, sayfanın sol alt köşesinde bir yerlerde tartıştığını hatırlamak gibi. Bu da basılı metinleri avantajlı konuma getiriyor. Çünkü basılı metinler sayfa büyüklüğü, biçimi, sağ ve sol sayfa ayrımı, kalınlığı ve sayfa köşeleri ile ekranda okuduğumuz metinlere göre zihnimizde daha belirgin bir topoğrafya oluşturuyor.

Böylelikle insanlar tıpkı adres tarif eder gibi -örneğin parkı geçtikten sonraki yokuşu çıkınca sağda- aradıkları bilgiyi de sayfalar içinde belirli bir yere sabitlemiş oluyor.



Bir metni kâğıt üzerinden okurken sayfaları tutup çevirdiğinizde metni yalnızca görsel değil dokunsal olarak da algılamış oluyorsunuz.

Metnin bu şekilde sayfalara sabitlenmiş olması basılı kitapları e-okuyuculardan ayıran en temel özellik. O sayede okur sayfaları çevirdikçe tıpkı bir gezgin gibi öyküde ilerliyor.



Ekranda ise metin yukarıdan aşağıya uzayıp gidiyor ve sözcükleri, olayları konumlandırmanız mümkün olmuyor. Kindle gibi elektronik okuyucularda her ne kadar sayfa görünüşü ve sayfa numaraları olsa da metin yalnızca tek bir sanal sayfa görünümünü üzerinden aktığı için kitabın yaptığı etkiyi yapmıyor.

2013'te yayımlanan bir başka çalışmada ise Norveç'te 10. sınıfta okuyan 72 öğrenciye, okudukları metni kavrama becerilerini ölçmek için çoktan seçmeli ve kısa yanıtlar gerektiren sorulardan oluşan testler uygulanmış. Bu kapsamda bir okuma parçası öğrencilerin bir bölümüne kâğıt üzerinde verilirken geri kalanlara ekran üzerinde pdf biçiminde gösterilmiş. Testler sonucunda, parçayı kâğıttan okuyan öğrencilerin metni kavrama konusunda daha başarılı olduğu görülmüş.

Başka bir çalışmada ise araştırmacılar acıklı bir öyküyü kâğıttan okuyanların aynı öyküyü tableten okuyanlara göre daha fazla empati kurduğunu, metne daha iyi nüfuz ettiğini ortaya çıkarmış.

Uzmanlar ekran üzerinden bir metin okurken dikkatin genellikle daha çok dağıldığını, bunun da okumanın bilişsel ve duygusal yönü üzerinde olumsuz etkisi olduğunu belirtiyor. Ancak kimi uzmanlar okuduğunuz metnin içeriğinin de



bu konuda önemli olduğunu, dolayısıyla bu etkinin kanıtlanması için daha çeşitli metinler üzerinde araştırma yapılması gerektiğini belirtiyor. Örneğin her bir sözcüğüne dikkat kesilmek zorunda kalmadığınız kimi okuma parçalarına kıyasla anlaşılması zor metinleri okurken daha çok dikkat gerekeceğini belirtiyorlar.

Kâğıt ve ekran arasındaki fark yalnızca okuma değil yazma deneyiminde de kendini gösteriyor. Buna göre araştırmacılar kâğıda not alan öğrencilerin ekrana not

alanlara göre daha başarılı olduğunu belirtiyor. Bilgisayarda daha hızlı not alınabildiğini, düzenleme yapmanın çok daha kolay olduğunu ve bu pratikliğin kişiye çok zaman kazandırdığını, özellikle bilgisayar başında çalışanlar iyi bilir. Nitekim bir araştırmada bilgisayara not alan öğrencilerin, kâğıda not alan öğrencilere göre neredeyse 2 kat daha fazla sözcük yazabildiği ortaya çıkmış. Ancak uzmanlar kimi zaman bunun avantajdan ziyade bir dezavantaj yarattığını belirtiyor. Çünkü kâğıda not alan öğrenciler kısıtlı zamanda daha az sayıda sözcük ekleyebileceklerini bildiklerinden öğrendikleri bilgiyi kâğıda dökerken gereksiz bilgiyi ayırıyor ve asıl gerekli olan, önemli bilgiyi seçiyorlar. Bu da bilginin daha notlar arasında yerini almadan işlenmesini ve akılda daha iyi kalmasını sağlıyor.



Mavi Işık

Elbette bir de mavi ışık konusu var. Tabletler, akıllı telefonlar ve bilgisayarlar dalga boyu kısa -dolayısıyla yüksek enerjili- mavi/mor renkli zararlı ışık yayar. Bu sayede dışarıda, güneşin altında dahi bu cihazların ekranlarındaki yazıları ve resimleri rahatlıkla görebiliriz. Ancak gündüzleri büyük bir kolaylık sağladığını düşündüğümüz bu parlak mavi/mor ışık geceleri beynimizin kimyasına olumsuz etki eder. Gün ışığından çok daha fazla parlak mavi ışık içeren bu ekranlar bizi yanıltarak hâlâ gündüz olduğunu düşünmemize neden olur. Bu da uyumamıza yardımcı olan melatonin hormonunun salgılanmasını engeller. Bu yapay ışık uyku düzenimizi bozmakla kalmaz, aynı zamanda vücudumuzun sirkadiyen ritim olarak da bilinen biyolojik saatini de etkiler. Sirkadiyen ritim sindirimden vücut sıcaklığına, hücre onarımından bağışıklık sistemi aktivitesine kadar günün 24 saatlik döngüsü içindeki tüm fizyolojik işlevlerin belirli bir tempoda düzenlenmesi demektir.



Sirkadiyen ritmin bozulması ise ileriki yıllarda kanser, diyabet, kalp rahatsızlığı gibi ciddi hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle uzmanlar özellikle yatmadan önce bu tür cihazların kullanılmaması gerektiğini söylüyor. Kullanılması gereken durumlarda ise en azından cihazlara kısa dalga boyundaki ışığı engelleyen filtre uygulamalarının yüklenmesini öneriyorlar.

Elbette ekran üzerinden okumanın da ayrı avantajları var. Seyahate çıktığınızda kitaplarınızı ve dergilerinizi yanınızda taşımak yerine yüzlercesini tek bir cihazın içine atabiliyor ve istediğiniz zaman, istediğiniz yerde, birini seçip okuyabiliyorsunuz. Bir sözcüğü aramak istediğinizde sayfaları karıştırmanıza gerek kalmadan tek tuşla aradığınızı bulabiliyorsunuz. Metinlere iliştilen grafikleri, fotoğrafları kâğıt üzerinde olacağından çok daha kaliteli görebiliyor, istediğiniz kadar büyütebiliyorsunuz. Tüm bunların yanı sıra etkileşimli uygulamaları da ekranda çalıştırma imkânınız oluyor.

Zaman içinde e-okuyuculara kâğıttan okuma deneyimine en yakın deneyimi yaşatacak özelliklerin eklenmesi belki ekran ve kâğıt arasındaki ayrımı biraz daha kapatabilir, ancak ekranlarla daha bebekken tanışan bir nesil için bu deneyimlerin bize olduğundan çok daha farklı bir anlam ifade ettiği bir gerçek. 2011’de YouTube’da çok izlenen, bir yaşındaki bir bebeğin tablet ve dergi “kullanma” deneyimine ilişkin video bunun en ilginç örneklerinden. Videoyu izlemek için <https://www.youtube.com/watch?v=aXV-yaFmQNK> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz. ■



Kaynaklar

- <https://curiosity.com/topics/taking-notes-science-says-you-should-skip-the-electronics-and-write-by-hand-curiosity/>
- <http://er.educause.edu/articles/2015/9/paper-or-tablet-reading-recall-and-comprehension>
- <http://venturebeat.com/2014/08/21/study-reading-on-a-tablet-may-impair-memory-because-memory-relies-partly-on-location/>
- <https://www.scientificamerican.com/article/reading-paper-screens/>
- <https://www.scientificamerican.com/article/q-a-why-is-blue-light-before-bedtime-bad-for-sleep/>
- <https://www.theguardian.com/books/2014/aug/19/readers-absorb-less-kindles-paper-study-plot-ereader-digitisation>
- <https://www.wired.com/2015/03/artificial-light-may-be-unhealthy/>
- Ekici, Ö. “Mavi Işığın Karanlık Yüzü”, *Bilim ve Teknik*, Sayı 589, s. 30-35, Aralık 2016.
- Mangen, A., Adriaan, van der W., “The evolution of reading in the age of digitisation: an integrative framework for reading research”, *Literacy*, Cilt 50, Sayı 3, s. 116, 2016. doi:10.1111/lit.12086
- Mangen, A. ve Kuiken D., “Lost in an iPad: Narrative Engagement on Paper and Tablet”, *Scientific Study of Literature*, Cilt 4, Sayı 2, s. 150-77, 2014.
- Rothkopf, E., “Incidental memory for location of information in text”, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Cilt 10, Sayı 6, s. 608-613, 1971.
- Payne, S., Reader, W., “Constructing structure maps of multiple on-line texts”, *International Journal of Human-Computer Studies*, Cilt 64, Sayı 5, s. 461-474, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2005.09.003>



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Mühendislikte Felsefe, Mantık, Bilim ve Etik

Zekâî Şen



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Mühendislikte Felsefe, Mantık, Bilim ve Etik

kitabında Zekâî Şen mühendislere ve alana ilgi duyanlara klasik mühendislik tanımının dışında bir yaklaşım sunuyor.

Felsefeyi her tür düşüncenin bir arada var olduğu bir bahçe olarak gören Şen,

bahçeyi bütünüyle hikmet;

bahçede yetişenlerden akılcı bilgilerin

ayıklanmasını mantık; ayıklanan bilgilerin

nesnel olanlarının sistematik bir biçimde

ayrılmasını bilim; bu çıkarımların

insanlığın yararına kullanılmasına yönelik

ilkeler bütününe etik olarak tanımlıyor.

Bu tanımları ve yaklaşımı doğrultusunda,

kalıcı eserler bırakmak isteyen

genç mühendisleri alışageldikleri sınırlardan

çıkarak bilim felsefesi, hikmet ve mantığın

engin sularında dolaşmaya çağırıyor.

Kitaplarımızı, esatis.tubitak.gov.tr sayfasından,

Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere Ankara adresindeki

TÜBİTAK Kitap Satış Bürosu'ndan ve

kitabevlerinden satın alabilirsiniz.



LAZER SİLAHLAR

Bilim Kurgudan Gerçeğe Neden Dönüşemiyor?

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Lazer silahlar olmasaydı bilim kurgu filmleri ve oyunlar en heyecan verici öğelerinden birini kaybederdi. Işın kılıçları, ışın silahları, asteroitleri ve gezegenleri yok edebilen turbo ve süper lazerler gibi bilim kurgu öğeleri elli yıldan fazla zamandır filmlerde ve oyunlarda kendisine yer buluyor.

Ancak ilk lazerler 1960 yılında geliştirilmesine rağmen bu teknoloji henüz gerçeğe dönüşebilmiş değil.

Peki, neden?

Öncelikle
“Lazer nedir, nasıl çalışır
ve normal ışıktan farkı nedir”
gibi soruları
cevaplamaya çalışalım.



Lazerler bilimsel, askeri, tıbbi amaçlarla kullanılıyor. Günlük hayatımızda ise barkot okuyucularda, sunumlarda yararlandığımız lazer işaretleme ve mesafe ölçme cihazlarında, DVD okuyucularda bu teknolojiyi kullanıyoruz.

Lazer ışınları normal ışıktan (örneğin güneş ışığından ya da akkor bir ampulden yayılan ışıktan) farklı özelliklere sahip. Normal ışık farklı dalga boylarında ışınlardan oluşurken, lazer ışınları aynı dalga boyunda ışınlardan oluşur. Lazer ışınlarının normal ışıktan en önemli farkı eş evreli (uyumlu) olmasıdır. Elektromanyetik dalga olan ışığın eş evreli olması, dalgaların tepe ve çukur noktalarının hizalı olması anlamına gelir. Lazer ışınlarının normal ışıktan önemli farklarından biri de birbirine paralel yayılmalarıdır. Bu nedenlerle lazer ışınları uzun mesafeler boyunca dağılmadan yani yoğunluklarını kaybetmeden hareket edebilir.

Lazer silahlar, enerjisini uzakta-ki bir hedefe odaklayarak hedefini yok etmeyi amaçlar. Lazer silahların geleneksel silahlara göre en önemli avantajlarından biri hedefi ışık hızında vurabilmesi. Bu teknolojinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için geliştirme ve üretim maliyetlerinin makul düzeyde olması gerekiyor ve geliştirilen lazer silah sistemlerinin taşınabilir olması isteniyor. Ancak yapması söylemesi kadar kolay değil.

Lazer silahların geliştirilmesine yönelik projelerden biri ABD tarafından 1980'li yılların başında yürürlüğe konuldu. Bu projede nükleer başlıklı füzelerin imha edilmesi için lazerlerin kullanılması amaçlanıyordu.



Proje kapsamında geliştirilecek lazer sistemlerinin uzayda konumlandırılması planlanıyordu. Bilim kurgu filmlerini anımsatan proje basında Star Wars olarak isimlendirildi. Ancak proje 1980'li yılların sonunda hayata geçmeden sonlandırıldı.

Lazer silah sistemleriyle ilgili önemli sorunlardan biri boyut. Lazer silahların kullanımının yaygınlaşabilmesi için gemi, uçak, tank gibi büyük araçlar üzerinde taşınması isteniyor.



Lazer silahların geliştirilmesine yönelik ilk projelerde megawatt ölçeğinde güce sahip lazerlerin geliştirilmesi planlanıyordu. Ancak megawatt gücünde lazer ışınlarını elektrik enerjisi kullanarak üretebilmek için gerekli olan enerji kaynağını gemi ya da uçak gibi araçlarla taşımak neredeyse imkânsız.

Kimyasal enerji kullanarak güçlü lazer ışınları üretebilen sistemler de var. Ancak megawatt ölçeğindeki kimyasal lazer sistemlerinin boyutları da çok büyük. Günümüzde geliştirilen lazer silah sistemlerinin gücü ise çoğunlukla kilowatt ölçeğinde.

Lazer silahların kullanımıyla ilgili bir diğer önemli konu atmosferin lazer enerjisinin yoğunluğunu kaybetmesine neden olması. Atmosferdeki moleküller, katı ve sıvı parçacıklar lazer ışınlarıyla etkileşerek enerji-

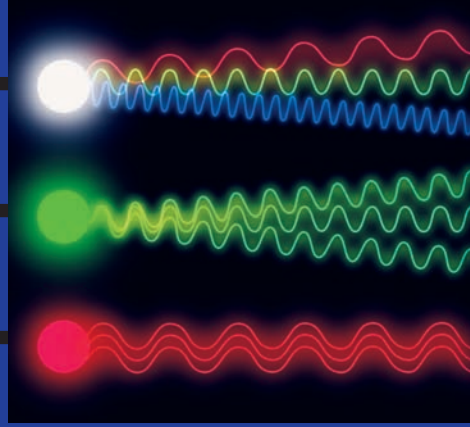


Işık Kaynaklarının Karşılaştırılması

Beyaz Işık Kaynağı

Tek Renkli (Monokromatik) Işık Kaynağı

Lazer Işık Kaynağı



lerinin dağılmasına sebep olabiliyor. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için hedeften sapan lazer ışınlarının aynalar ve lensler kullanılarak tekrar hedef üzerine odaklanması sağlanıyor. Bu tür sistemler sayesinde balistik füzeleri lazer silahlar kullanarak vurmak mümkün. Ancak hava koşulları, örneğin sisli ya da yağmurlu havalarda, lazer silahların kullanımını olumsuz etkilemeye devam ediyor.

Yüksek enerjili lazer silahların geliştirilmesine yönelik bu araştırmaların karşı karşıya olduğu en önemli problem maliyetlerin çok yüksek olması. Örneğin ABD’de yüksek enerjili lazer araştırmalarının en yoğun olduğu 1989 yılında bu araştırmalar için 2,4 milyar dolar (2014 yılına kadarki enflasyon farkı dâhil) harcandı. Milyar dolarlık bu projelerin bazıları ise iptal edildi.

Günümüzde lazer silahların verimli bir şekilde kullanılabileceği alanlardan biri insansız hava araçlarının imhası.

İnsansız hava araçları artık hayatımızın bir parçası. Havadan fotoğraf ve video kaydı, kargo taşımacılığı, veri toplama gibi amaçlarla bu teknoloji sıklıkla yararlanıyoruz. İnsansız hava araçları askeri alanda ise gözetleme, saldırı, hedef belirleme gibi amaçlarla yaygın olarak kullanılıyor. İnsansız hava aracı saldırılarını önlemek için kullanılan yöntemlerden biri de lazer silahlar. ABD Deniz Araştırmaları Ofisi tarafından geliştirilen Lazer Silah Sistemi (LaWS), 2014 yılında insansız hava araçlarına karşı test edildi ve başarılı sonuçlar elde edildi.

Gerçek bir lazer silahı filmlerdeki gibi dokunduğu şeyi anında buharlaştıramaz, sonuçta sonlu bir enerjisi var. Bunun için lazer silahının hedef üzerinde belli bir süre aynı noktaya odaklanmış olarak tutulması gerekir. Hedef tank veya gemiye bu süre çok uzun. Hedefin uçak ya da füze olması durumunda ise süre daha kısa, ancak bu durumda da hedef çok hızlı olduğu için ışığı aynı noktaya odaklamak çok zor. Ayrıca aradaki mesafe de çok fazla olmalı,

Boeing YAL-1 isimli megawatt ölçekli kimyasal lazere sahip Boeing 747-400F uçağı (üstte) ve USS Ponce gemisi üzerinde kurulu olan Lazer Silah Sistemi (LaWS) (altta)

aksi halde örneğin hedefteki uçak (muhtemelen çok daha büyük ve sabit olan) lazer sistemini füzeleriyle vurabilir.

Bu nedenle lazer silahların ilk başarılarının hem yavaş hem zırhsız hem de kısa mesafeden vurulabilecek İHA'lara karşı kazanılması tesadüf değil.

Ancak elli yıldan fazla zamandır üzerinde çalışmalar yapılan lazer silahlar büyük kapsamlı bir başarıya ulaşamadı. Bugünün lazer silahlarının bilim kurgudaki örneklerine yaklaşabilmesi için önümüzde katıldığı gereken uzun bir yol olduğunu söylemek yanlış olmaz. ■

Kaynaklar

Extance, A., "Military technology: Laser weapons get real", *Nature*, Cilt 521, s. 408-410, 2015.

Ellis, J. D., "Directed-Energy Weapons: Promise and Prospects", *CNAS*, 2015.

<https://2001-2009.state.gov/r/pa/ho/time/rd/104253.htm>

<https://www.newscientist.com/article/dn23379-drone-wrecking-laser-gun-to-sail-on-us-warship/>

Doğa
Flora

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

Şevketibostan

Ülkemizdeki zengin bitki biyoçeşitlilik sayesinde farklı türlerde bitkilerden çok farklı biçimlerde yararlanıyoruz.

Ülkemiz florasında doğal olarak yayılış gösteren şevketibostan bitkisi de (*Scolymus hispanicus*) bunlardan biri.



Hem tıbbi araştırmalarda kullanılan hem de sebze olarak tüketilen şevketibostan Ege bölgesi dışında çok bilinen bir bitki türü değil. Bununla birlikte Ege, Marmara, Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde yaygın. Boyları 100 cm kadar olabilir. Tek, iki veya çok yıllık, otsu ve dikenli bir bitkidir. Genelde doğadan toplanarak kullanılır. O sebeple soyları tehdit altında. Bitki bilimciler kültüre alınmasını öneriyor.

Şevketibostanın altın diken, sarıdiken, akkız, sarıcakız, akdiken gibi adları da var.



Fotoğraflar: Dr. Bülent Gözcelioğlu

Kaynak

Sarı, O., Tutar M., Şevketi Bostanının (*Scolymus hispanicus* L.) Kültüre Alınması ve Seleksiyon Islahı, TÜBİTAK Proje No: 106O382, 2009.

ASAL SAYILAR

Prof. Dr. Ali Sinan Sertöz [*Bilkent Üniversitesi - Fen Fakültesi - Matematik Bölümü*]

Sanatçı arkadaşlarımla konuşurken konuyu sayılara getirmeye bayılırım. Yeni yıla girerken yine böyle bir sohbette “2017 asal bir sayı. Bu yıl özel olacak” dedim. Sanatçı arkadaşım “Asal sayı nedir?” dedi. Bunu zaten bekliyordum, hemen açıkladım “Başka hiçbir sayıya bölünemeyen sayılara asal sayı denir” dedim. “Örneğin 2017 sayısını 2’ye bölemezsin.” Gözleri bir an kısıldı, “Ben böldüm. Niye bölünmüyor diyorsun?” dedi. Tam pırl pırl bir zekâ, olağanüstü bir yetenek nasıl olur da bu konuda takılır diyecekken “bölmek” dediğimizde ikimizin farklı şeyler düşündüğünü fark ettim. Matematikçilerin “bölünür” derken “kalansız bölünür” demek istediğini, bizim örneğimizde 2017 sayısının sadece kendisine ve 1’e kalansız bölünebileceğini açıkladım. Bu özelliğe sahip tam sayılara asal sayı dendiğini heyecanla anlattım.

Benim çocuksu heyecanımı bir süre sabırla izledikten sonra sordu “Peki ama ne önemi var bazı sayılara asal demenin?”

Bu yazıyı yazmaya işte o zaman karar verdim.

Asal Sayı Nedir

Tam sayı deyince

1, 2, 3, 4, 5, ...

gibi “sayma” sayılarını düşünürüz.

Bazen bunlara doğal sayı da deriz. Felsefi nedenlerle ya da kişisel kaprislerle 0 sayısına bazen doğal deriz bazen demeyiz. Bu konuyu matematikçiler aralarında bir sonuca ulaştırınca ben size bildiririm. Şimdilik aksi söylenmedikçe 0’dan biraz uzak duralım.

Her tam sayı kendisine ve 1’e kalansız olarak bölünür. Pek çok tam sayı başka tam sayılara da kalansız bölünebilirken bazı sayılar kendisinden ve 1’den başka sayıları bölen olarak kabul etmez. İşte o inatçı sayılara asal sayı deriz. İlk on beş asal sayı şunlardır:

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29,
31, 37, 41, 43, 47

Burada ilk dikkat çeken ayrıntı 1’in bu listede olmayışıdır. Oysa o da kendinden ve 1’den başka tam sayıya kalansız olarak bölünmüyor. Bu listeye alınmaması matematikçilerin kendi aralarında aldığı bir kararın sonucudur. Nasıl ki Plüton bir kararla gezegen oluyor sonra başka bir kararla gezegen olmaktan çıkarılıyorsa 1 sayısı da çok önceden alınan böyle bir kararla artık asal sayılar listesine dâhil edilmiyor. Şimdilik bu karara saygı duyalım. Az sonra bunun ne kadar yerinde bir karar olduğunu göreceğiz.



Asal Çarpanlar

Asal olmayan tam sayılara bileşik sayı deriz. Her bileşik sayıyı asal sayıların çarpımı şeklinde yazabiliriz ve bu yazılış biçimi tektir.

Örneğin: $93=3 \times 31$

şeklinde yazılır ve 3'le 31'in yer değiştirmesi dışında 93'ün asalların çarpımı şeklinde başka bir yazılış yoktur. Eğer 1'i de asal kabul etseydik,

o zaman

$$93=3 \times 31=1 \times 3 \times 31=$$

$$1^2 \times 3 \times 31=1^3 \times 3 \times 31= \dots$$

yazabilecektik. Bu da 93'ün bir-birinden anlamca farklı olmayan ama şeklen farklı sonsuz şekilde asal çarpanlara ayrıldığını gösterecekti. Çarpanlar arasına 1'i sokmakla yeni bir bilgi elde etmediğimiz için matematikçiler oy birliğiyle 1'i asal olmaktan azletmiştir.

Her tam sayı ya kendisi asaldır ya da asalların çarpımı şeklinde yazılabilir. Öyleyse tüm asalları bilirsek tüm sayıları bilmiş olacağız!

Kaç Tane Asal Sayı Var?

Asal sayılar hakkında sadece yukarıdaki bilgilere sahip olduğumuzu düşünelim. Sadece 2 sayısının asal olduğunu hesaplamış olsak ve tembelliğimizden başka asal sayı var mı diye bakmamış olsak bile sonsuz tane asal sayı olması gerektiğini bilebiliriz. Bunu ilk fark eden kişi Öklid olmuştur.

Öklid'e göre eğer sonlu sayıda asal sayı içeren bir liste alırsak mutlaka bu listede olmayan başka bir asal sayının var olduğunu gösterebiliriz.

Bu durumda tüm asal sayılar kümesi sonlu bir küme olamaz.

Öklid'in bugün hâlâ güzelliğini koruyan akıl yürütmesi çok kısadır. İlk önce en az bir asal sayı içeren sonlu bir asal sayı listemiz olduğunu düşünelim. Bu listedeki tüm asalları çarpalım ve çıkan sayıya 1 ekleyelim. Bu bulduğumuz sayı listemizdeki asalların hepsinden büyük olduğu için kendisi bu listede değil. Öte yandan elde ettiğimiz bu sayı listemizdeki asalların her birine bölündüğünde daima 1 kalanını verecek. Demek ki bu sayı ya kendisi asaldır ya da listemizde olmayan bir başka asal sayıya bölünür. Böylece listemizde olmayan bir başka asalın var olması gerektiğini gördük.

Sonsuz tane asal olması gerektiği sonucuna ne kadar az emekle vardığımıza dikkatinizi çekmek isterim. İlk önce sadece 2 sayısının asal olduğunu gördük. Sonra her sayının ya kendisinin asal olacağını ya da bir başka asalın onu bölmesi gerektiğini gördük. Bu kadarcık bilgiyle yola çıkıp bu asal dediğimiz sayılardan sonsuz tane olması gerektiğini bulduk.

Matematik dünyasına hoş geldiniz!

Komşu Asallar

Birbirini takip eden asallar arasında en az ve en çok ne kadar aralık olur sorusu asallarla ilgilenmeye başlayınca ilk akla gelen sorulardan biridir.

İlk önce iki ardışık asalın birbirinden ne kadar uzak olabileceği sorusuyla ilgilenelim, çünkü o soruyu cevaplamak daha kolay.

Bir sayı tutun. Aralarındaki fark tuttuğunuz o sayıdan daha fazla olan iki ardışık asal mutlaka vardır. Örneğin 5 sayısını tutmuş olun. Ardışık beş tane bileşik sayı yazacağız.

$$722, 723, 724, 725, 726$$

Bu sayılar sırasıyla 2, 3, 4, 5 ve 6 ile bölünür. Demek ki 722'den küçük ilk asalla 726'dan büyük ilk asal arasında en az beş fark var. Gerçekten de aralarında bu sayılar olan asallar 719 ve 727'dir ve aralarındaki fark beşten büyüktür.

Burada 722 sayısını bulmak için önce $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 = 720$ sayısını buldum. Yukardaki sayıları şimdi şöyle yazabiliriz.

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 + 2, 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 + 3,$$

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 + 4, 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 + 5,$$

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 + 6$$

Hiç hesap yapmadan, sadece gözümüzle takip ederek ilk sayıyı oluşturan iki parçanın da 2'ye bölündüğünü, ikinci sayıyı oluşturan iki parçanın da 3'e bölündüğünü (ve bu böyle devam eder) görürüz.

$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6$ sayısını kısaca 6! olarak yazarız. Şimdi 5 yerine çok daha büyük bir sayı turalım ve bu sayıya N diyelim.

$(N+1)! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times (N+1)$ sayısının 2, 3, ..., N+1 sayılarına kalansız bölünebildiğini açıkça görüyoruz.

Bu durumda

$$(N+1)! + 2, (N+1)! + 3, \dots,$$

$$(N+1)! + (N+1)$$

sayılarının sırasıyla 2, 3, ..., N+1 ile bölündüğünü, dolayısıyla hiç birinin asal olmadığını yine gözümüzle kontrol ederek hiç işlem yapmadan görürüz. Bu durumda $(N+1)! + 2$ sayısından önce gelen ilk asal sayıya p, $(N+1)! + (N+1)$ sayısından sonra gelen ilk asal sayıya q dersek

q-p>N

bulduk. Demek ki hiçbir asala rastlamadan ilerleyeceğimiz, istediğimiz uzunlukta sayı aralıkları vardır. Buna rağmen asalların sonsuz tane olduğunu hatırlayalım. Asallar hem çoklar hem de birbirlerinden istenildiği kadar uzak olabiliyorlar.

Ama her sayı ile o sayının iki katı arasında da mutlaka en az bir asal sayı bulunur.

Buna göre eğer p asal bir sayıysa bir sonraki asal sayı mutlaka 2p'den küçük olacaktır. Eğer bu teoremi başta bilseydik asalların sonsuz tane olacağını Öklid'in yardımı olmadan hemen söyleyebilirdik. Ama tarihin akışına uyduk: Öklid MÖ 5. yüzyılda yaşamış, bu teorem ise ancak 19. yüzyılda kanıtlanabilmiştir.

İkiz Asallar

Asal sayılar listesinin başında 2 sayısını görüyoruz. Onun dışındaki tüm asal sayılar tek sayıdır. Asal sayıları ilgilendiren sonuçlar genellikle 2 için farklı, diğer asallar için farklı olur. Biz de şimdi 2 dışındaki asallara baktığımız zaman bazılarının birbirine çok yakın olduğunu görürüz.

Örneğin: (3,5), (5,7), (11,13), (17,19).

Aralarındaki fark yalnızca 2 olan bu asal çiftlerine ikiz asallar denir. Çok büyük ikiz asallar vardır. Bilinen en büyük ikiz asalların her birinin 388.342 basamağı vardır. Daha büyüğü bilinmiyor, ama yine de ikiz asallardan sonsuz tane olduğu düşünülüyor. İkiz Asal Sanısı sonsuz tane ikiz asal olacağını iddia eder ve bu konu pek çok araştırmacının üzerinde çalıştığı bir konudur.

Hem sonsuz tane asal sayı var, hem aralarında istediğimiz kadar uzaklık olan asallar bulabiliyoruz ama bu uzaklık bir önceki asalın iki katından fazla olmuyor, hem de aralarındaki fark sadece 2 olan asallar var ve biz o ikiz asallardan sonsuz tane olup olmadığını henüz bilmiyoruz.

Asal sayılar matematik dünyasının, hani o şarkıda dendiği gibi “kavaladıkça kaçan ateş böcekleridir”.



Eratosthenes Kalburu

Eratosthenes MÖ 200'lü yıllarda yaşamıştır. Dünya'nın yuvarlak olduğunu ileri sürmüş hatta değişik yerlerdeki iki çubuğun gölgelerinin uzunluğunu ve bu çubuklar arasındaki mesafeyi ölçerek Dünya'nın çapını hesaplamıştır. Asal sayılara da ilgi duymuş ve bugün hâlâ asal sayı bulmak için en kolay yol olan meşhur “kalbur” yöntemini ortaya atmıştır. Kendi adıyla anılan bu yöntem şöyle çalışır.

Tüm tam sayıları 2'den başlamak üzere yan yana yazın. O kadar zamanınız yoksa sabrınızın yettiği bir yere kadar yazın. O durumda aşağıdaki yöntemi uyguladığınızda sadece o yazdığınız yere kadar olan asal sayıları bulacaksınız.

2 sayısını daire içine alın ve 2'nin katı olan tüm sayıların üzerine birer çarpı koyun. Sonra geri gelip işaretlenmemiş ilk sayıyı bulun. Bu durumda bu sayı 3 olacak. 3 sayısını bir daire içine alın ve 3'ün katları olan tüm sayıların üzerine bir çarpı koyun. Böylece her seferinde geri gelip işaretlenmemiş ilk sayıyı daire içine alıp onun katlarının üzerine çarpı koyacaksınız. Bu işlem bittiğinde daire içine alınmış sayılar asal sayılar olacak ve tüm asal sayılar böylece bulunmuş olacak.

Asal olmayan sayıları eleyip asal olanları üstte bıraktığı için bu yöntemle kalbur yöntemi denir. Bu yöntemle tüm asal sayıları bulabiliriz, ama onları saklamak için sonsuz yerimiz olmadığı için ancak sonlu sayıda asal sayıyı bilgisayarlarda saklayabiliriz ve verilen bir sayı asal mı değil mi diye merak ettiğimizde o listeye başvurabiliriz.



Eratosthenes kalburu yöntemiyle 100'den küçük asal sayıların bulunması

Listeye alamadığımız çok daha büyük sayıların asal olup olmadığını anlamak için bölenleri olup olmadığını denemekten başka bir çaremiz henüz yok.

İnternet alışveriş siteleri ve elektronik bankacılık sistemleri, verilen bir sayının çarpanlarının kolay kolay bulunamayacağı gerçeğini güvenlik için kullanır. Örneğin verilen sayı 150 ise hemen çarpanlarını bulabilirsiniz. Ama eğer verilen sayı 150 basamaklıysa en hızlı bilgisayarlarla bile Güneş'in kalan ömrü içinde o sayının çarpanlarını bulamazsınız. Asal sayıların şifreleme tekniklerinde kullanılmasının sebebi işte budur, ama şimdilik bu konuya girmeyelim.

Asal Sayılar Teoremi

Asal sayıların hangi kurala göre tam sayıların içine dağıldığını anlamamız henüz mümkün değil. Bize sanki rastgele dağılmışlar gibi görünüyor. Kesin cebirsel ifadelerden umudumuzu kesince analitik yaklaşımlarla asal sayıların davranışlarını tarif edebilir miyiz diye düşünmeye başlıyoruz.

Analitik yaklaşımlar genellikle asimptotiktir. Yani eğer 1'den n tam sayısına kadar olan asal sayılarla ilgili bir kuralı analitik olarak söylüyorsak bu kural ancak n sonsuza giderken doğru olacaktır. Örneğin 1'den n tam sayısına kadar olan asalları incelersek ortalama olarak her $\log n$ sayıdan birinin asal olduğunu gözlebiliriz. Eğer 1'den n tam sayısına kadar kaç tane asal olduğunu $\pi(n)$ ile gösterirsek

$$\pi(n) \sim \frac{n}{\log(n)}$$

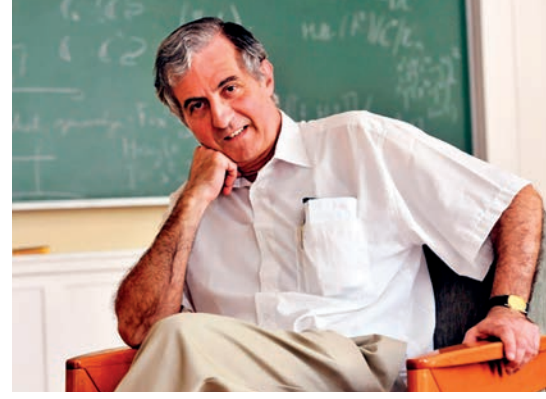
olur diye umut ederiz. Buradaki $\sim$ işareti "aşağı yukarı aynı" anlamındadır. Çok büyük n sayıları kullanarak iki tarafı da hesaplarsak iki taraf arasındaki farkın n sayısına oranının küçük olduğunu görürüz. Burada dikkat edilecek şey, iki taraf arasındaki farkın n büyüdükçe büyümesi ama bu farkı n 'e böldüğümüz zaman çok küçük sayılar elde etmemizdir.

Kısacası n sonsuza giderken yukarıdaki ifadede yer alan "aşağı yukarı aynı" iddiası "aynı" iddiasına dönüşür. Bu ise sayılar kuramının meşhur Asal Sayı Teoremi'dir ve ancak yüz yıl önce, Öklid'den iki bin beş yüz yıl sonra kanıtlanmıştır.

Asallar Arasındaki Boşluklar

Verilen herhangi bir n tam sayısından küçük iki ardışık asal arasındaki ortalama farkın $\log(n)$ olduğunu gözledik. Bazı asallar arasındaki farkın bu ortalamadan az, bazılarının ise fazla olması normal. Acaba bu ortalama farkın milyonda bir küçüklüğünde farka sahip ardışık asallar bulabilir miyiz?

Ne aradığımızı açık bir şekilde yazalım. Biraz önce "milyonda bir" derken sadece küçük bir sayı ileri sürmek istiyorduk. Herkesin küçük sayı kavramı kendine göre değişeceği için biz bu küçük sayı için c sembolünü kullanalım. Herkes sonra c yerine kendi istediği küçüklükte bir sayı yazabilir. Şimdi bir p asal sayısını arıyoruz, öyle ki ona yakın bir q asal sayısı olsun ve p ile q sayılarının farkı $c \log p$ sayısından küçük olsun.



Janos Pintz, Yalçın Yıldırım ve Daniel Goldston'un teoremlerini tamamlamak için takıma katılan Macar matematikçi.



Cole ödül töreni. Daniel Goldston kürsüde. Yitang Zhang arkada. Önde Cem Yalçın Yıldırım (Fotoğraf: Amerikan Matematik Derneği)

Elbette böyle bir p asalı bulunca yetinmiyoruz, başka var mı diye de bakıyoruz. Hatta sonsuz tane bunlardan bulabilir miyiz diye soruyoruz. Problemi ilginç yapan özelliği, bir kere c sayısını sabitledikten sonra istediğimiz özelliklerdeki p ve q asallarından sonsuz tane olup olmadığını sormasıdır.

Bu problem üzerine üç ülkeden üç matematikçi beraber çalıştı. ABD'den Daniel Goldston, Macaristan'dan Janos Pintz ve Türkiye'den



Cem Yalçın Yıldırım, Boğaziçi Üniversitesinde çalışmalarını sürdürmektedir.

Cem Yalçın Yıldırım. Bu matematikçiler yukardaki sorunun cevabının “evet” olduğunu gösterdikleri çalışma sonunda 2014’de Amerikan Matematik Derneği’nin en saygın ödül-lerinden olan Cole Cebir Ödülü’nü kazandılar.

Neye Niyet Neye Kısmet

Yalçın Yıldırım ve arkadaşları-
nın bulduğu sonuç büyük heyecan
yaratmıştı, çünkü aralarındaki fark
önceden tarif edilen şartlara uyan
sonsuz tane asal sayı çifti olduğu ilk
kez gösteriliyordu. Ama bu çiftler
büyüdükçe aralarındaki fark, her ne
kadar Yalçın ve arkadaşlarının koy-
duğu şartlara uyuyorsa da artıyordu,
çünkü p ve q asalları arasındaki fark
 $\log p$ sayısına bağlıydı ve bu sayı da
büyüyordu. Sonucu yine de “muhte-
şem” yapan kısım bu $\log p$ sayısını

baştan belirlediğimiz ve istediğimiz
küçüklükte seçtiğimiz bir c sayısıyla
çarptığımız zaman bile, aranan ya-
kınlıkta sonsuz asal çifti olduğunu
kanıtlamasıydı.

Yalçınların bulduğu sonuçtan
sonra İkiz Asallar Sanısı için umutlar
arttı. Aralarındaki fark 2 olan sonsuz
tane asal sayı çifti bulunabilir mi?
Hatta biraz alçak gönüllülük yapıp
bu 2 sayısından da vazgeçtik. İki ye-
rine başka sayı da olsa razıydık. Ör-
neğin aralarındaki fark 10’dan fazla
olmayan sonsuz tane p ve q asal sayı
çifti olduğunu bilebilsek, bu bile he-
yecandan günlerce uyuyamamamı-
za neden olabilirdi. Hepimizin ustası
Euler insan aklının asal sayılar dün-
yasının surlarına muhtemelen hiçbir
zaman vakıf olamayacağını söyle-
mişti. Ölmeden bu sır perdesinin
biraz olsun aralandığını görebilecek
miydik? Hadi 10 olmasın da biraz
daha büyük olsun aradaki fark. Ona
da razıydık.



Matematikte Külkedisi Masalı

Doktora tezinde hocasının daha
önce bulduğu bazı sonuçların yan-
lış olduğunu göstermiş olması me-
zuniyetinden sonra iş bulmak için
hocasından referans mektubu alma-
sını zora sokmuştu. Kendi ifadesine
göre hocası referans yazmayacağını
açıkça söylemiş, hocasının ifadesi-
ne göre ise Yitang Zhang kendisine
referans mektubu istemek için hiç
gelmemişti.

Ailesi Çin’de olduğundan, me-
zun olduğu için de artık bursu ve
ABD’de kalacak yeri olmadığından
başlarda otomobilinde uyudu. Lo-
kantaların evlere servis bölümlerin-
de çalıştı. Motel resepsiyonlarında
çalıştı. Metroda sandviç sattı. Sekiz
yıl akademik dünyada iş aradıktan
sonra ABD’nin taşrası olarak nite-
lendirebileceğimiz bir eyalet üniver-
sitesinde okutman olarak iş buldu.
Okutmanların iyi ders vermesi iste-
nir ama araştırma yapmaları beklen-
mez. Yitang Zhang okutmanlık po-
zisyonunun sağladığı stresten uzak
ortamı sayılar kuramı üzerine kendi
kendine araştırma yaparak değer-
lendirdi. On beş yıl sonra matematik
dünyasına bomba gibi düşen bir teo-
remle ortaya çıktı.

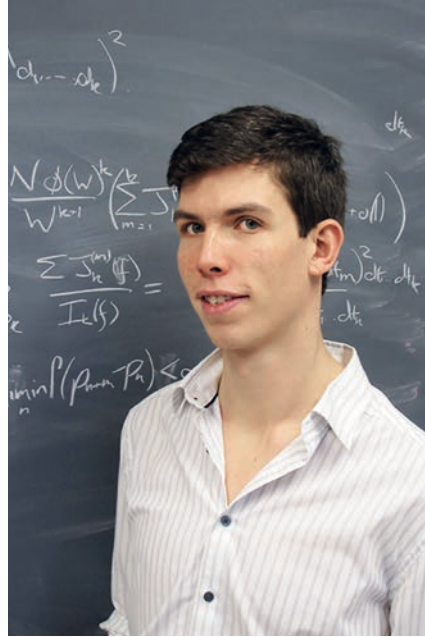


Yitang Zhang, meşhur teoremini bulduktan sonra bir konuşmada

Yitang Zhang aralarındaki fark yetmiş milyondan fazla olmayan sonsuz tane asal sayı çifti bulunacağını göstermişti. Az önce aralarındaki fark en fazla 10 olan sonsuz tane asal sayı çifti var mı diye soruyorduk. Bu fark 10'dan biraz büyük olsa da razıyız diyorduk. Zhang bu farkı yetmiş milyon olarak gösterince bir an burun kıvrır gibi olduk. Sonra birden fark ettik ki tarihte ilk defa aralarındaki farkın önceden sabitlendiği asal sayı çiftlerinden sonsuz tane olduğu gösteriliyordu. Ölmeden bunu da görmüştük!

Zhang'ın makalesinin yaz başında yayımlanmasının ardından üniversitesi güz dönemi başlamadan Zhang'ı derhal akademik kadroya profesör olarak atadı. ABD'nin önde gelen büyük üniversiteleri de Zhang'a profesörlük teklif etti. Bu teklifleri yapanlar Zhang'ın kaç makale yazdığına değil yazdığı bir makalede ne yazdığına bakıyordu.

Yitang Zhang 2014 Cole Cebir Ödülü'nü Yalçın ve arkadaşlarıyla paylaştı. Yarım milyon doları aşan ödül miktarıyla ve saygınlığıyla önem taşıyan MacArthur Ödülü'nü aldı. Yüz küsur makale yazmamış olmasına rağmen, sadece tek bir makalesiyle bu ödülleri aldı. Çünkü önemli olan makale üzerine makale üretmek değil, bilim üretmektir.

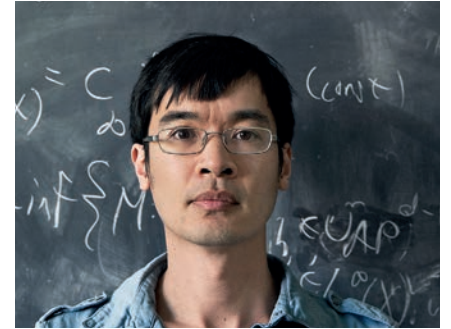


James Maynard, ardışık asallar arasındaki farkın 600'e indirilebileceğini gösterdi (solda). Matematiğin Mozart'ı olarak bilinen **Terence Tao**'nun (sağda) ardışık asallar arasındaki farkı 246'ya indiren Polymath8 projesinde elde ettiği sonuçları <https://terrytao.wordpress.com/tag/polymath8/> adresindeki blog'unda okuyabilirsiniz.

Yitang Zhang şimdi aşağıda fotoğrafi görülen, Pasifik Okyanusu kıyılarında muhteşem bir kampüsü olan Santa Barbara Üniversitesi'nde araştırmalarına devam ediyor.

Yetmiş Milyon Çok Geldiyse

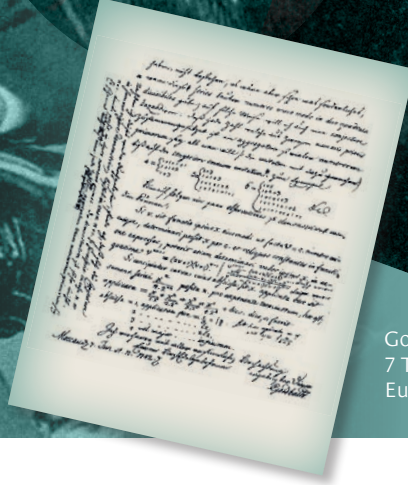
Evet, bazılarımıza yetmiş milyon çok gelmişti. Zhang'ın çalışmasının yayımlandığı sıralarda Yalçınların çalışmalarını başka bir açıdan değerlendiren yeni mezun bir matematikçi, James Maynard, Zhang'ın yetmiş milyon olarak bulduğu sınırlamayı birdenbire 600'e indirdi.



Christian Goldbach
(1690-1764)

Bernhard Riemann
(1826-1866)

Leonhard Euler
(1707-1783)



Goldbach'ın
7 Temmuz 1742'de
Euler'e yazdığı mektup

Dünyanın değişik yerlerindeki matematikçilerin internet aracılığıyla bir proje üzerinde ortak çalışma yapmasına olanak sağlayan Polymath projelerinin sekizincisi Terence Tao başkanlığında bu sınır problemi üzerine kuruldu ve bu sayı 246'ya indi.

Sayının en son 2'ye indirilmesini bekliyoruz, ama 246 da şimdilik geceleri huzur içinde uyumamıza yetiyor.

Aslında Her Şey Riemann'la Başladı

Asal sayılardan söz ederken Riemann'dan söz etmemek mümkün değil. Hayatında sayılar kuramı üzerine tek bir makale yazdı. O güne kadar reel sayılar kullanılarak hesaplanan Euler'in bir fonksiyonunu karmaşık sayılara genişletti. Şimdi Riemann Zeta fonksiyonu dediğimiz bu

fonksiyonun sıfır olduğu noktalar ile asal sayıların dağılımı arasında bağlar buldu. Zeta fonksiyonunun sıfırlarının belli bir özelliğe sahip olduklarını gözlemlediğini ama bunu kanıtlamadığını, zaten ilk etapta bu özelliğin kendi sonuçlarını etkilemeyeceğini yazdı. Bugün Riemann'ın "yapamadım" dediği o ispatı yapana Clay Matematik Enstitüsü bir milyon dolar ödül vaat ediyor.

Her Zaman Para Ödülü Yok

Alman matematikçi Christian Goldbach'ın 1742'de Leonhard Euler ile mektuplaşması sonunda ikisinin de doğru olduğunu düşündüğü ama kanıtlamadığı bir iddia ortaya çıktı: 2'den büyük her çift sayı iki asal sayının toplamı olarak yazılabilir.

Bugün Goldbach Sanısı olarak bilinen bu iddiayı kanıtlayan kişi hiçbir para ödülü almayacak ama adı tüm matematik kitaplarında ve sayılardan söz edilen her yerde insanlık var oldukça yer alacak. Üstüne kendisi bir milyon dolar verse elde edemeyeceği bir "ölümsüzlük".

Ölümsüzlüğü yeterli görmeyip illa para olsun diyenler üzülmesin. Yüz milyon basamaklı bir asal sayı bulan ilk kişiye 150.000 dolar, bir milyar basamaklı bir asal sayı bulan ilk kişiye de 250.000 dolar ödül var. Ödül için Electronic Frontier Foundation'ın web sitesine başvuruluyor.



ELECTRONIC FRONTIER FOUNDATION



İbn-i Heysem (965-1040)

p sayısının asal olması için gerek ve yeter şartın p sayısının $(p-1)/4+1$ 'i bölmesi olduğunu buldu. Bugün bu sonuç Wilson teoremi olarak biliniyor.

Dipsiz Kuyu

Asal sayılar hakkında anlatılacak hikâyelerin şu ana kadar çok azına değinebildik.

Fermat asalları diye bilinen sayıların çoğu asal değildir ama düzgün bir çokgenin sadece cetvel ve pergel yardımıyla çizilip çizilemeyeceğine karar vermede kullanılır.

Kummer Fermat'nun Son Teoremi üzerine çalışırken asal sayıları düzenli ve düzenli olmayanlar olarak ikiye ayırır. Düzenli olanlar bazı Bernoulli sayılarının paylarını bölmez. Bunlardan kaç tane olduğu bilinmiyor.

Yine Fermat'nun "küçük" teoremi olarak bilinen bir bölme kuralı kullanılarak, bir tam sayının yüzde kaç ihtimalle asal olacağı tartışılabilir.

Jones, Sato, Wada ve Wiens adlı araştırmacılar yirmi altı parametreye bağlı yirmi beşinci dereceden bir polinom yazdı. Bu polinomun parametrelerine sadece tam sayılar vererek elde edilen değerlerin sıfırdan büyük olanları sıralandığında sadece asal sayılar ve asal sayıların tümü elde edilir.

Asal bir sayının son basamağı 1, 3, 7 veya 9 olabilir (2'den ve 5'ten başka sonu 2 ve 5'le biten asal sayı yoktur). Bu durumda sonu 9'la biten bir asalın ardından sonu 1'le biten bir asalın gelme olasılığının %25 olmasını beklerken son yapılan çalışmalar bu olasılığın %65 daha fazla olduğunu gösteriyor.

İbn-i Heysem 1000'li yıllarda bir sayının asal olması için bir kıstas ortaya koydu. Bu kıstas 1771'de Lagrange tarafından kanıtlandı ve bu sonuç bugün Wilson Teoremi olarak biliniyor.

Martin Gardner'in dediği gibi, asal sayılar konusu matematiğin hiçbir dalında olmadığı kadar gizem, zarafet ve heyecan barındırır.

Biz doğaya dönelim.



Doğada Asal Sayılar

Asal sayıların sadece düşünen zihinlerde var olduğu, doğada bulunmadığı söylenir. Hatta uzaylılara bir mesaj gönderilecekse bu mesajın uzayda var olan elektromanyetik gürültünün arasından sıyrılıp dikkat çekmesi için asal sayılar içermesi gerektiği düşünülür.



Temas filminin afişi (solda)

Filmde Jodie Foster uzaydan gelen mesajları çözerken (üstte)

Nitekim Hollywood da bu konuya 1997'de Robert Zemeckis yönetimindeki *Temas (Contact)* filmiyle el atmıştı. Baş rolünde Jodie Foster'in oynadığı bu filmde astronomlar uzaydan gelen ve asal sayıları art arda kodlayan bir mesajla karşılaşır. Doğada asal sayı olamayacağına göre bu mutlaka Emre Sermutlu'nun *İğne Deliğinden Gelecek* yazılarında anlattığı uzaylılardan gelen bir mesajdır. Filmin devamında bu mesaj çözülür, uzaylılarla temasa geçmeye çalışılır ve bu arada akademik dünyanın tüm entrikaları da yan öykü olarak anlatılır.



Carl Sagan, 1980'de yayımlanan *Cosmos* dizisinde milyarlarca yıldızdan söz ederken

Filmin dayandığı romanı kimin yazdığını başlarda bilmiyor olsanız da film ilerledikçe uzayla ilgili her türlü büyüklüğü anlatmakta sık sık “milyarlarca ve milyarlarca” lafı kullanılmaya başlayınca hemen gözünüzün önüne *Cosmos* dizisinde yıldızlara bakıp bakıp bu sözü söyleyen Carl Sagan gelecektir.

Öte yandan doğada asal sayıların olmadığı da bir yalandır! Bazı Ağustos böceği türleri ömürlerinin 13 veya 17 yılını, ikisi de asal sayı, toprak altında geçirip ondan sonra ortaya çıkar. Böylece onları yiyerek beslenecek avcı türlerin gelişmesine fırsat vermedikleri düşünülür. Ayrıca bu hayvancıklar ortaya çıktıkları yaz öter, çiftleşir ve ölürlər. Kısa hazırlık yapmalarına gerek olmadığı için *La Fontaine* masalındaki karuncanın da gazezine maruz kalırlar. ■

Kaynaklar

Soundararajan, K., “Small gaps between prime numbers: the work of Goldston-Pintz-Yıldırım”, *Bulletin of the American Mathematical Society*, Cilt 44, Sayı 1, s. 1-18, 2006.

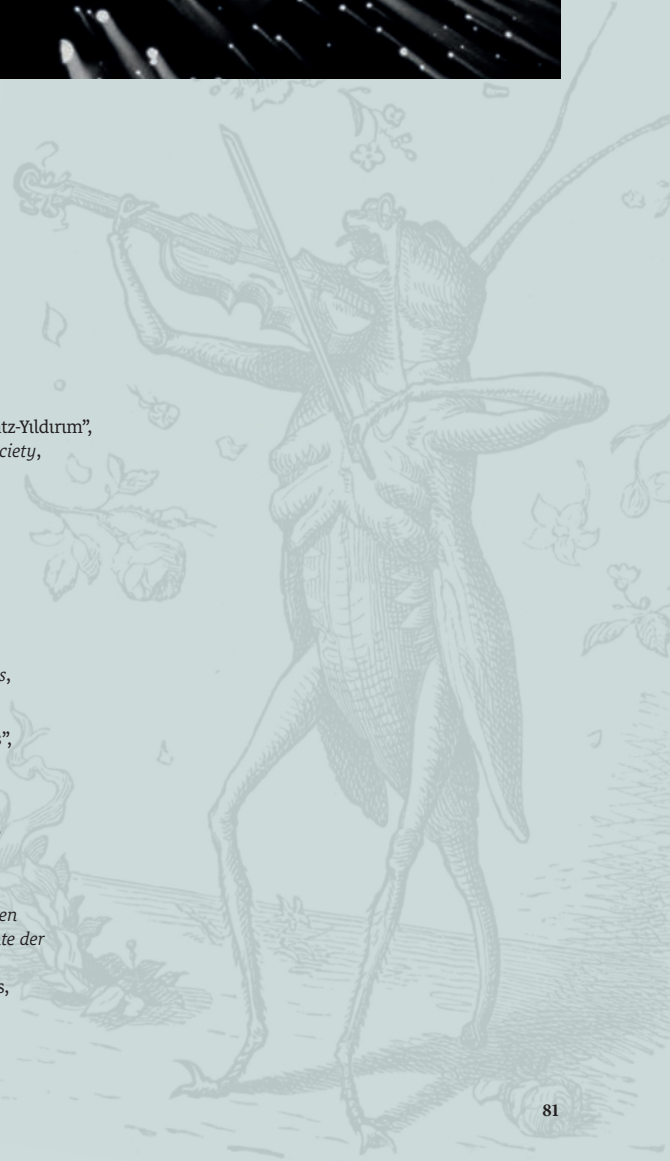
Oliver, R. J. L., Soundararajan, K., “Unexpected biases in the distribution of consecutive primes”, *Proceedings of National Academy of Science USA*, Cilt 113, Sayı 31, s. E4446-E4454, 2016.

Goldston, D. A., Pintz J., Yıldırım, C. Y., “Primes in tuples I”, *Annals of Mathematics*, Cilt 170, Sayı 2, s. 819-862, 2009.

Zhang, Y., “Bounded gaps between primes”, *Annals of Mathematics*, Cilt 179, sayı 3, s. 1121-1174, 2014.

Maynard, J., “Small gaps between primes”, *Annals of Mathematics*, Cilt 181, Sayı 1, s. 383-413, 2015.

Riemann, B., *Über die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grösse*, *Monatsberichte der Berliner Akademie*, Kasım 1859. (Bkz. Bernhard Riemann, *Collected Papers*, çevirenler: R. Baker, C. Christenson ve H. Orde, Kendrick Press, s. 135-149, 2004.)



Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu

Tapa

Tapa, Türk Beyin Takımı üyesi Serkan Yürekli'nin icat ettiği bir soru türü. İlk andan itibaren zekâ oyunları meraklıları Tapa'yı o kadar çok beğendi ki, Tapa artık her yıl düzenlenen Dünya Zekâ Oyunları Şampiyonaları'nın değişmeyen türleri arasında yer alıyor. Tıpkı Sudoku'da olduğu gibi, Tapa'nın da hem Serkan hem başkaları tarafından bir çok türevi üretildi ve üretiliyor.

Tapa, Serkan'ın ürettiği yüzlerce oyun türünden sadece biri, ama tabii en ünlüsü. Düzinelerce yabancı dergide ve kitapta Tapa kullanıldı, hatta *New York Times*'in Logic Pencil Puzzles köşesinde düzenli olarak yer alan oyunlar arasına girdi.

Tapa gibi başka oyunlarımızın da dünyaca tanınmasını istiyorsak, Serkan gibi arkadaşlarımızın yetişmesini sağlamamız gerekiyor, tabii bunun için de önce zekâ oyunları kültürünün Türkiye'de daha geniş kitlelere ulaşmasını. Bu köşeyi takip eden tüm oyun meraklılarından bir isteğim var: Çevrenizdekilere de, arkadaşlarınıza, çocuklarınıza, öğrencilerinize hatta ebeveynlerinize bu oyunları öğretin.

Tapa oyununu tüm kaynaklarda aynı adla bulabilirsiniz.



Tapa sorusunu çözüp ok olan satırların içeriğini ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan *Bilimin Arka Yüzü* adlı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları dergimizin internet sayfasından ve sosyal medya hesaplarından ay sonunda duyurulacaktır.

Geçen ayın ödüllü Sıkışık Toplamlar sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi internet sayfamızda ve sosyal medya hesaplarımızda duyurulmuştur.

www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

Tapa Oyununun Kuralları

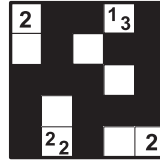
Bazı hücreleri karalayarak tek bir duvar elde edin.

Sayı içeren hücreler karalanamaz.

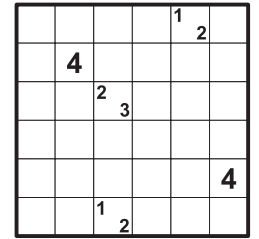
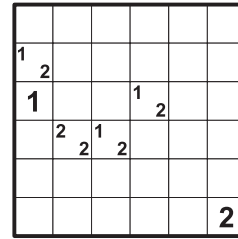
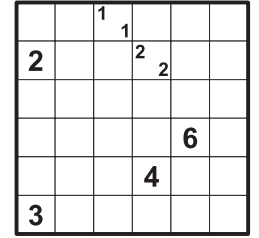
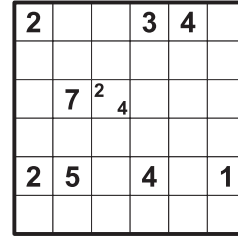
Hücrelerin içindeki sayılar komşu hücrelerdeki karalanmış hücrelerin sayısını gösterir.

Bir hücrede birden fazla sayı varsa, komşularında karalanmış blokların arasında en az bir tane beyaz hücre olmalıdır.

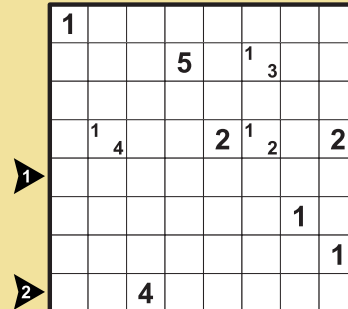
Diyagramda 2x2 ya da daha büyük karalanmış hücre bulunamaz.



Örnek Çözüm



Ödüllü Soru

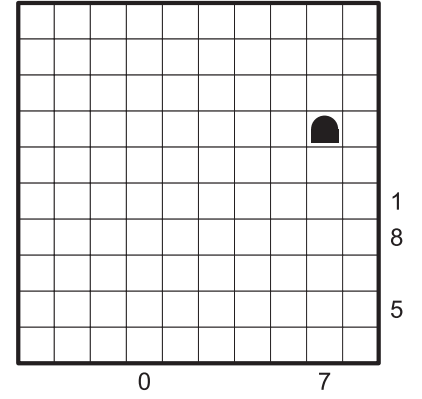
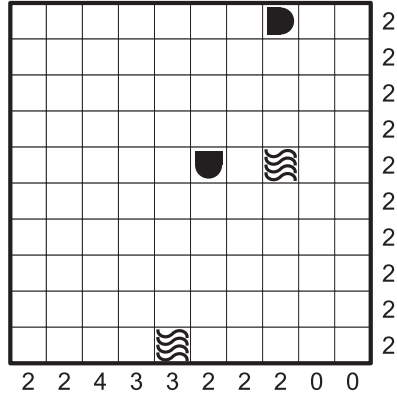
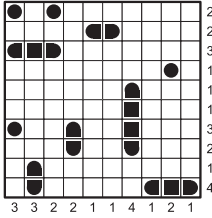


Örnek sorunun çözümünde ilk satır 01101 şeklinde yazılır.

Amiral Battı

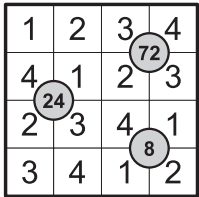
Yandaki her diyagrama 4 denizaltı, 3 destroyer, 2 kruvazör ve 1 savaş gemisini yatay ya da dikey öyle yerleştirin ki hiçbirisi birbirine çaprazdan da olsa değmesin. Diyagramın dışındaki sayılar, o satır ya da sütunda bulunan gemi parçalarının sayısıdır. Bazı gemi ve deniz parçaları verilmiştir.

Örnek Çözüm



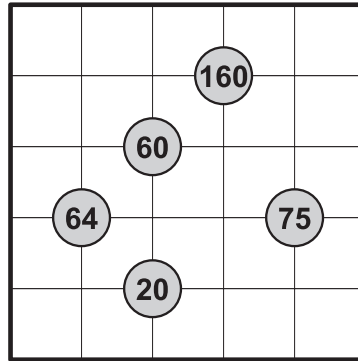
Çarpmaca

Tabloyu satırlarda ve sütunlarda aynı sayıyı iki kez kullanmadan doldurun. Çemberler çevrelerindeki karelerdeki rakamların çarpımlarını göstermektedir.

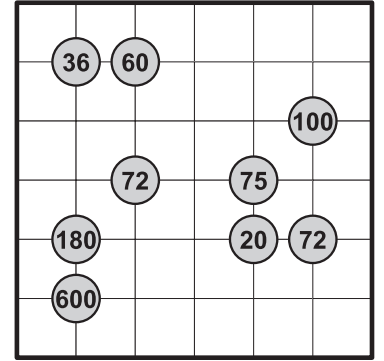


Örnek Çözüm

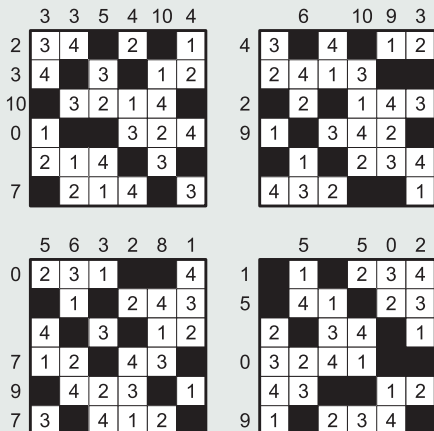
1-5



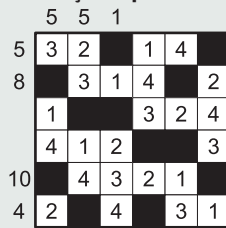
1-6



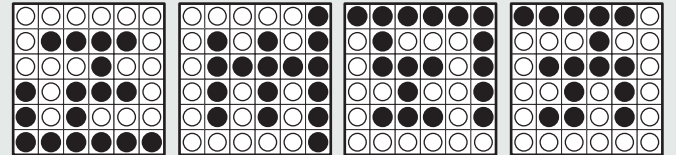
Çözüm: Sıkışık Toplamlar



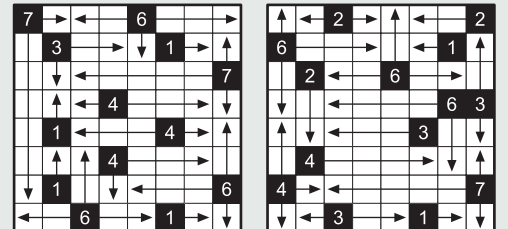
Çözüm: Ödüllü Soru- Sıkışık Toplamlar



Çözüm: Yin Yang



Çözüm: Işın Ağı



Ben Çözerim

bteknik@tubitak.gov.tr

Liseye (son sınıflar hariç) ve ortaokul 8. sınıfa devam eden öğrencileri temel bilimler alanında çalışma yapmaya özendirmek ve bu alanda gelişmelerini desteklemek amacıyla TÜBİTAK tarafından her yıl matematik, bilgisayar, fizik, kimya ve biyoloji alanlarında Ulusal Bilim Olimpiyatları sınavları düzenlenir. Bu sınavlarda başarılı olan öğrencilere madalya verilir. Beş alanda yarışacak ulusal takımlar, madalya alanlar arasından seçilen öğrencilerden oluşturulur. Bu öğrenciler Türkiye'yi Uluslararası Bilim Olimpiyatları yarışmalarında temsil eder.

Bilim ve Teknik dergisi **Ben Çözerim** köşesinde yer alan soruları Ulusal Bilim Olimpiyatları akademik komite başkanları hazırlıyor.
Prof. Dr. Leyla Açık (Biyoloji)
Prof. Dr. Arif Daştan (Kimya)
Doç. Dr. Fatih Demirci (Bilgisayar)
Prof. Dr. Azer Kerimov (Matematik)
Yrd. Doç. Dr. Hacı Ahmet Yıldırım (Fizik)

Soruları çözüp cevapları ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beşer kişiye (her bir alan sorusu için 5 kişi, toplam 25 kişi) TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan, her bir alan için farklı kitaplar seçilerek hediye edilecek:
Hah, Buldum! (matematik), *Süpersimetri* (bilgisayar), *Anadolu Doğasından Yansımalar* (biyoloji), *İlaca Dair* (kimya) ve *Lazerler* (fizik)

Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Soruların doğru çözümleri ve çekiliş sonuçları dergimizin internet sayfasından ve sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) ay sonunda duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Küpler



(Bilgisayar)

Bilim ve Teknik temmuz ayında lise öğrencileri için matematik alanında bir oyun yarışması düzenler. Bu yarışmanın amacı, katılımcıların önerdiği matematik oyunları arasından en iyi olanı seçmektir.

Afişi gören Ahmet ve Ela yarışmaya katılmaya karar verir. Matematik öğretmenlerinin faktöriyel konusunu anlatırken değindiği bir özellik onların oyunlarının temelini oluşturmaktadır. Önce yarışma şartnamesini okurlar ve bir takım malzemeler kullanabileceklerini görürler. Bunun için belirli boyutlarda küpler yaptırırlar. Her bir küpün üzerine, 0 ile 9 arasındaki tek basamaklı sayıların faktöriyelini yazdırırlar.

Daha sonra derste öğrendikleri özellik üzerinden giderek bu küplerden üzerlerinde 1!, 4! ve 5! olanları yan yana getirip bunların toplamının 145'e eşit olduğunu gösterirler.

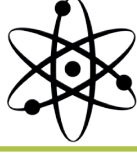
Yani:

$$\begin{aligned} 145 &= 1! + 4! + 5! \\ &= 1 + 24 + 120 \\ &= 145 \end{aligned}$$

Ahmet ve Ela'nın oyunu, 145 ile 1 trilyon arasında bu özellikteki sayıların bulunması ile ilgilidir. Başka bir deyişle, oyunlarının amacı 145'den büyük 1 trilyondan küçük hangi sayının veya sayıların, rakamlarının faktöriyelerinin toplamına eşit olduğunu bulmaktır.

Ahmet ve Ela buldukları oyunun cevabını elde etmek için yeterli alt yapılarının olmadığını fark eder ve sizden yardım istemeye karar verirler. Ahmet ve Ela'ya yardım edip 145 ile 1 trilyon arasında hangi sayıların istenen özellikte olduğunu bulur musunuz?

Sıkışmış Yay

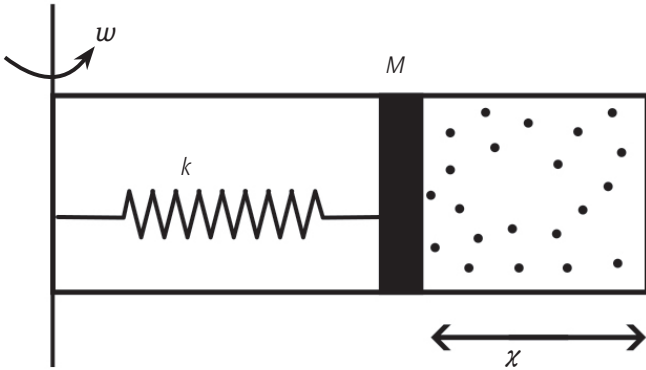
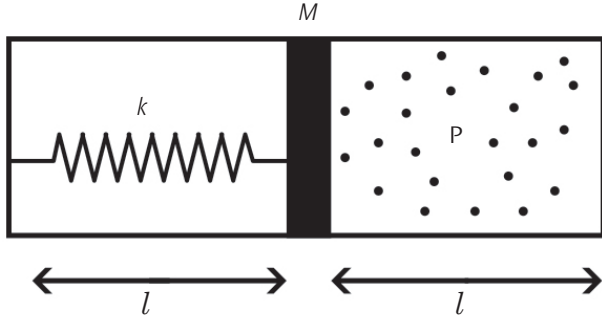


(Fizik)

M kütleli, sızdırmaz ve sürtünmesiz bir pistonla iki eşit bölmeye ayrılmış kabın sağ tarafında gaz, sol tarafında ise uzamamış haldeki boyu H olan sıkışmış, k yay sabitli bir yay bulunmaktadır. Bu kabı şekilde görüldüğü gibi bir ucundan ω açısal hızıyla döndürmeye başlıyoruz.

$\omega = \omega_0$ olarak sabitken pistonun duvardan uzaklığı $x = \frac{2l}{3}$ oluyor.

$\omega = 2\omega_0$ iken ise $x = \frac{l}{5}$ 'te dengeye geliyor.



Isı alışverişinin olmadığı sabit sıcaklıktaki bu sistemde, yayın uzamamış boyu H kaç l 'dir?

Genetik



(Biyoloji)

Mutasyon ve seçim arasındaki bağlantıyı incelemek isteyen bir doktora öğrencisi Avrupa'da yaşayan bir tavşan popülasyonunu takip etmektedir. Arka bacakları kısa olan bazı tavşanların kolay hızlanamadığını, uzun olanların ise kısa sürede hızlandığını gözlemlemiştir.

Kısa bacak otozomal resesif bir karakterdir. Kısa bacaklılar popülasyonun %16'sını oluşturmaktadır. Ancak popülasyon Hardy-Weinberg dengesinde değildir, çünkü mutasyon meydana gelmektedir.



Mutasyon hızları aşağıdaki gibidir:

İleri mutasyon hızı $3,2 \times 10^{-5}$

Geri mutasyon hızı $1,8 \times 10^{-5}$ tir.

Bu mutasyonlar sonucu allel frekanslarının dengelendiği görülmüş, ancak kısa bacaklıların popülasyondaki frekansı arttığı için bu tavşanların avcılar tarafından daha rahat avlanma olasılığı artmıştır.

Uğradığı bu seçim sonucu kısa bacaklıların uyum değeri 0,8'e düşmüştür.

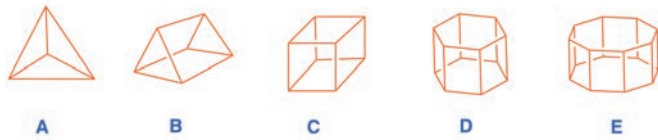
Buna göre bir sonraki nesilde çekinik allelin beklenen frekansı yaklaşık kaç olmalıdır?

Kafes Şeklindeki Moleküllerin Sentezi

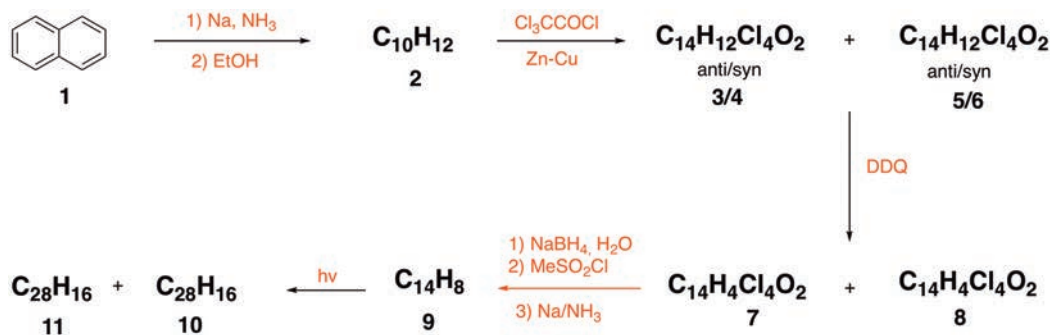


(Kimya)

Düzgün geometriye sahip, kafes şeklindeki moleküllerin sentezi uzun yıllardan beri organik kimya alanında çalışan araştırmacıların ilgisini çekiyor. Tıpkı kafes yapısındaki A-E molekülleri gibi.



Bir *Bilim ve Teknik* okuru da böyle kafes yapısında bir molekül sentezleme hayali kuruyor. Bu amaçla şöyle bir sentez planı tasarlıyor: Çıkış molekülü olarak naftalini (1) seçiyor. Naftalinin (1) önce sıvı amonyak içinde düşük sıcaklıkta (-78°C) sodyum metali ile muamele edilmesini, daha sonra ortama etil alkol ilavesi ile $\text{C}_{10}\text{H}_{12}$ kapalı formülüne sahip 2 yapısındaki hidrokarbonun sentezlenmesini planlıyor. Elde ettiği 2 yapısındaki hidrokarbonu Zn-Cu ve triklorostilklorür reaktifleri tepkimeye soktuğunda $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{Cl}_4\text{O}_2$ kapalı formülüne sahip 3-6 yapısında dört izomerin oluşacağını öngörüyor. İzomer karışımının (3-6) DDQ ile tepkimesinden $\text{C}_{14}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$ kapalı formülüne sahip iki izomerin (7/8) oluşmasını hedefliyor.



Bu iki izomerin sırasıyla $\text{NaBH}_4/\text{H}_2\text{O}$, metansülfonilklorür ve sıvı amonyak içinde sodyum metali ile tepkimesinden C_{14}H_8 kapalı formülüne sahip 9 numaralı molekülün oluşmasını bekliyor. Hidrokarbon 9'un fotokimyasal tepkimesinden, okurumuzun hayali olan kafes yapısındaki 10 numaralı hidrokarbonun ve bunun yanında *anti* konfigürasyona sahip izomerik hidrokarbon 11'in oluşması hedefleniyor.

Okurumuzun hayalindeki molekül 10'un ve bu hidrokarbonun izomeri 11'in açık yapılarını bulunuz.

Dengeli Küme



(Matematik)

Elemanları birbirinden farklı pozitif tam sayılardan oluşan bir küme hiçbir boş olmayan iki alt kümeye nasıl ayrılırsa ayrılsın, bu alt kümelerden birinin elemanlarının toplamı diğer alt kümenin elemanlarının toplamını bölüyorsa, bu kümeye *dengeli küme* denir.

2017 elemandan oluşan dengeli bir küme bulunur mu? İspatlayınız.

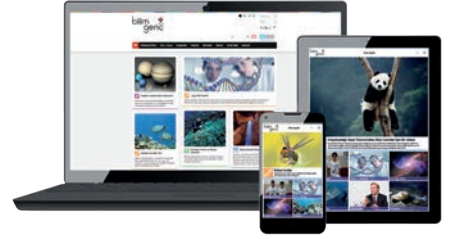
Bilim parmaklarınızın ucunda...

Bilim Genç

bilimgenc.tubitak.gov.tr



Bilim Genç'e mobil uygulamalar sayesinde tabletlerinizden ve cep telefonlarınızdan da erişebilirsiniz.

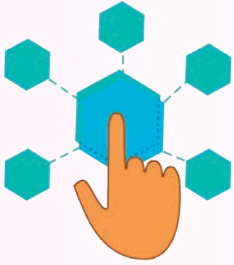


Bilim Genç'te Neler Var?



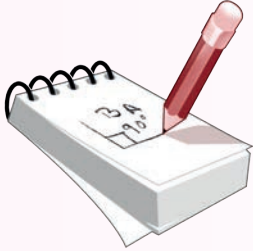
Bilimsel gelişmelerden haberdar ol!

İlgi çekici yazıların, merak edilen soruların cevaplarının ve en son bilimsel gelişmelerin yer aldığı Bilim Genç, her gün güncellenen içeriğiyle bilgiye ücretsiz ulaşmanızı sağlıyor.



Bilimsel gerçekleri zenginleştirilmiş içeriklerle keşfet!

Bilim Genç'te yer alan etkileşimli infografik, video, animasyon gibi zenginleştirilmiş içerikler sayesinde bilimsel konular daha kolay anlaşılıyor.



Eğlenceli matematik sorularını çöz çözebilirsen!

Matematiğe ilgi duyan okuyucular **Ayın Matematik Sorusu** köşesinde her ay yayınlanan sorularla matematik becerilerini sınıyor.



Yaparak öğren!

Bilim Genç'in **Deney Kutusu** ve **Tasarla ve Yap** gibi etkileşimli köşeleri gençlere sadece okuyarak değil, izleyerek ve uygulayarak da öğrenme imkânı sunuyor.



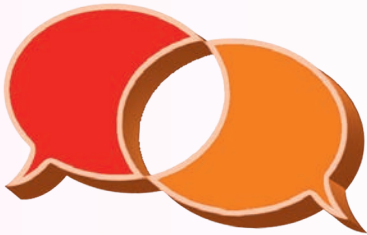
Fotoğraflarını paylaş!

Gençler, gözlem yapma yeteneklerini hayal dünyalarının zenginliğiyle birleştirerek bilimle sanatı buluşturdıkları fotoğraflarını Bilim Genç'teki profil alanlarında paylaşabiliyor.



Bilim insanı olma yolunda ilk adım!

Gençler yenilikçi fikirlerini, projelerini ve bilimsel araştırmalarını Bilim Genç'te yayınlamaya bilim insanı olma yolunda ilk adımlarını atıyor.



Bilim insanları ile sohbet et!

Gençlerle bilim arasında köprü olmayı hedefleyen Bilim Genç, **Bilim Söyleşileri** ve **Bilim Genç Kafe** etkinlikleri ile gençleri ve bilim insanlarını buluşturuyor. Bu sayede gençler, uluslararası alanda bilime katkı sağlayan başarılı Türk bilim insanlarını tanıyabiliyor, hayat öykülerini öğrenebiliyor ve araştırmalarından haberdar olabiliyor.



bilimgenc.tubitak.gov.tr

Satranç

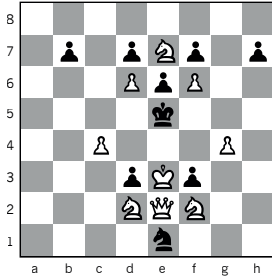
Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Kaçan Fırsat

**Hiç satranç oynarken
bir hamlede matı kaçırdığınız oldu mu?**

Aşağıdaki oyunda, beyazın hamlesini yaptıktan hemen sonra ortaya çıkan durumu görüyoruz. (Diyagram 1). Oysa ki yaptığı hamle yerine başka bir hamleyle siyahı mat edebilirdi. Soru şu: Beyazın oynadığı son hamle neydi, bunun yerine hangi hamleyle mat edebilirdi?

Diyagram 1

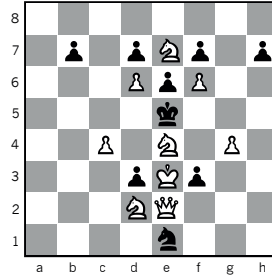


Kaynak: Langstaff, W. A.,
The Chess Amateur, 1928

Pozisyonu incelediğimizde yalnızca iki senaryonun “kaçırılmış mat” şartını sağladığını görürüz: Beyaz son hamlesinde ya Ae4-Af2 oynamış ve Ve2-Vh2 mat fırsatını ya da Ae4-Ad2 oynamış ve Ve2-Vb2 mat fırsatını kaçırmıştır. Bir satranç probleminin tek bir çözümü olur. Dolayısıyla bu iki senaryodan yalnızca biri doğru olmalıdır. Pozisyonun simetrik oluşu dikkate alınırsa buna inanmak zor. Neden birbirinin simetriği olan iki çözümünden yalnızca biri doğru olsun ki? Ama biraz sonra göreceğiniz üzere biz burada Ae4-Af2 senaryosu-

nun kurallara uygun oynanmış bir oyunda gerçekleşemeyeceğini kanıtlayacağız. Şimdi biraz retrograd analiz yapıp zihnimizi bileyelim. Beyazın en son Ae4-Af2 oynadığını varsayalım ve bu hamleyi geri alalım: f2’deki atı e4’e koyup pozisyona bir daha bakalım (Diyagram 2).

Diyagram 2



Bu durumda (Diyagram 2) son hamleyi siyah yapmıştı. Peki ama siyahın son hamlesi neydi? Siyah son hamlesini ya piyonlarından biriyle ya şahıyla ya da e1’deki atıyla yapmış olmalıdır. Bu olasılıkları bir bir inceleyelim:

Şimdi d3’te duran piyonuyla d4-d3 oynamış olamaz. Çünkü bu piyonu d4’e geri koyduğunuzda, beyaza zaten şah çekmiş olduğunu görürsünüz. Şah çekmiş durumda rakip buna cevap vermeden ikinci bir hamle yapmak kural dışıdır. Benzer durum f3’teki piyon için de geçerli. Siyahın son hamlesini tahtada duran diğer piyonlarıyla da yapmış olması mümkün değil.

Peki ya siyah şah? Siyah şah d5’ten (ya da f5’ten) şimdi bulunduğu kareye (e5) gelmiş olabilir mi? Eğer d5’te duruyorduyorsa, beyaz hem e7’deki atıyla hem de c4’teki piyonuyla şah çekmiş olurdu ki bu imkânsız. Aynı açıklama f5 karesi için de geçerli. Siyah şahın d6, e6, f6 karelerinde duruyor olması, bu kareler başka taşlar tarafından işgal edildiğinden mümkün değil. Diğer yandan d4, e4 ve f4 karelerinde de duruyor olamaz, çünkü bu kareler beyaz şahın denetimi altında. Özet olarak son hamleyi şah yapmış olamaz.

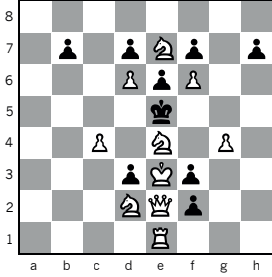
Gelelim e1’deki ata... At bura ya (e1’e) ya c2 ya da g2’den gelmiş olmalı. Her iki durumda da zaten şah çekmiş haldeyken hamle yapmış oluyor ki kurallara göre bu da imkânsız.

Analiz bitti mi? Bütün olasılıkları gözden geçirdiğimize göre, diyagram 2’nin kural dışı bir pozisyon olduğunu kanıtlamış olmuyor muyuz?

Hayır. Satrancı ilginç bir oyun kılan en önemli kurallardan biri, son yataya ulaşan bir piyona terfi hakkı verilmesidir. Diyagram 2’deki durum, siyahın f2’ye gelmiş bir piyonuyla beyazın e1’de duran bir taşını alması ve at çıkmasıyla ortaya çıkmış olabilir, yani satranç notasyonu gösterirsek fxe1=A hamlesini yapmıştır. Şimdi f2’ye si-

yah bir piyon, e1'e de beyaz bir taş koyup (mesela kale) tekrar düşünelim (Diyagram 3).

Diyagram 3

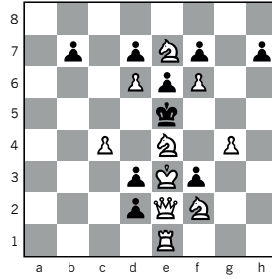


Siyahın d3, f3 ve f2'de duran piyonları buralara gelmek için kaç taş yemiştir? Bu piyonların oyunun başında a7, c7 ve g7'de duran piyonlar oldukları belli, sütun değiştire değiştire şimdi bulundukları yerlere gelmeleri için 7 taş yemeleri gerekir: axbxcxd (3 taş), cxdxexf (3 taş) ve gxf (1 taş). Ama Diyagram 3'te gösterilen pozisyon-da 10 beyaz taş olduğuna göre bu imkânsız. Çünkü biliyoruz ki beyazın oyunun başında 16 taşı vardı, oysa ki Diyagram 3'te tahtadaki beyaz taşların sayısı (10) ile siyah piyonların alması gereken taş sayısının (7) toplamı 17 ediyor. İşte şimdi kesinlikle söyleyebiliyoruz ki, kullara uygun oynanmış bir oyunda Diyagram 2'deki pozisyon ortaya çıkamaz. Dolayısıyla Ae4-Af2 senaryosu imkânsız.

İmkânsız olanı dışladığımıza göre, geriye kalan diğer senaryo doğru olmak zorunda: Diyagram 1'deki pozisyon oluşmadan önce beyazın yaptığı son hamle Ae4-Ad2 idi. Bundan önce siyah son hamlesinde d2'ye gelmiş piyonuyla e1'deki taşı almış ve at çıkmıştı.

Bu mümkün, çünkü a7, c7 ve g7 piyonları toplam 5 taş olarak buralara gelebilir: axbxcxd (3 taş), cxd (1 taş) ve gxf (1 taş). Ne olup bittiğini daha iyi anlamak için Diyagram 4'e bakın. Siyah bu noktada dxe1=A hamlesini yaptı, beyaz da buna karşılık Ve2-Vb2 ile mat edeceğine Ae4-Ad2 hamlesini yaptı. Ne görüyorsunuz? Diyagram 1'deki pozisyonun ta kendisi.

Diyagram 4



Bu problemin ilginç yönü şu: Daha önce belirttiğimiz gibi Diagram 1'de görülen pozisyon simetrik. Buna rağmen, birbirinin simetriği olan Ae4-Af2 ve Ae4-Ad2 hamlelerinden yalnızca birisinin doğru olduğunu gördük. Neden böyle?

Bunu da size bırakıyoruz.

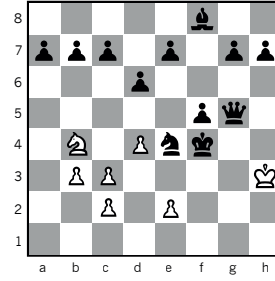
Bu arada, gözünün önündeki matı kaçıran beyaza da geçmiş olsun diyoruz.



Ayın soruları

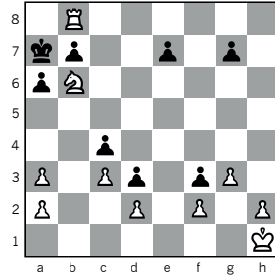
Size çözmeniz için iki problem sunuyoruz. İkisi de birer "kaçan fırsat" problemi. Diyagram 5'te ve 6'da beyazın hamlesini yapmasından sonraki durum görülüyor. Oysa yaptığı hamle yerine başka bir hamle ile mat edebilirdi. Yaptığı hamle neydi, nasıl mat edebilirdi?

Diyagram 5



Bror Larsson, Herbert Hultberg
Eskilstuna-Kuriren, 1955

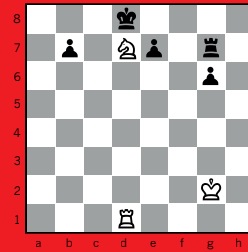
Diyagram 6



Erich Bartel
Die Schwalbe, 1973

Haziran Sayısında Sorulan Etüdün Çözümü:

Diyagram 7



Leonid Kubbel / "64", 1938 - İkincilik Ödülü

Beyaz kazanır

Çözüm:

1. Af8+!

Şimdi siyahın iki ana devam yolu var:

A) 1. ... Şc8 (1. ... Şc7 2. Ae6+ ve kaleyı alır) 2. Kc1+ Şb8 (2. ... Şd8 3. Ae6+) 3. Ad7+ Şa7 4. Ka1 mat.
B) 1. ... Şe8 2. Ae6 Kg8 3. Ac7+ Şf7 4. Kf1+ Şg7 5. Ae6+ Şh6 6. Kh1 mat. Biri "a", diğeri "h" sütunu üzerinde birbirinin aynı iki mat pozisyonu (eko matlar). Eğer 2. ... Kh7 3. Kd8+ Şf7 4. Ag5+ ve kaleyı alır.

İğne Deliğinden Gelecek

Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu [igne.deligi@tubitak.gov.tr]
Çankaya Üniversitesi - Matematik Bölümü

Bir Elektronun Otobiyografisi - 1

Hatırladığım en eski anım, buluttan yere doğru diğer 1 trilyon kardeşimle beraber muazzam bir sel gibi inişimizdi. Yıldırım diyorlarmış buna, bir de çok ürkütücü bir ses çıkarıyormuşuz o anda. Öyle söyledi hava molekülleri. Onlar duyabilir, ben duyamam. Sadece elektrik alanlarını algıları. Orada hissettiğim bir milyar voltu hiç unutamayacağım. Hep beraber bulutun alt tarafında bekleyip “hadi artık, hadi artık...” derken hissettiğimiz o korkunç gerilimi ve en sonunda yerde bizi bekleyen pozitif yüklere kavuştuğumuz zamanki mutluluğu. Zaten ömrümün geri kalanı bu mutluluğu aramakla geçti...

Daha öncesini hatırlamıyorum. Belki o voltaj hafızamı kaybetmeme yol açmıştır ya da belki hafızam sınırlıdır ve son yaşadıklarımla doludur, yeni şeyler eklenedikçe eskisi siliniyordur. Bilmiyorum.

Filozof elektronlar hepimizin neredeyse evrenle yaşıt ve ölümsüz olduğumuzu söylüyor. Onları pek ciddiye almıyorum, çünkü ben öldüm. Ama bir dakika durun, bu hikâyeyi düzgün sırada anlatmazsam bir şeye benzemeyecek.

Yerde toprağa karıştıktan sonra bir azot atomunda buldum kendimi. Toplam yedi elektron vardı, içte iki, dışta beş elektron. Bize ayrılan belli bölgeler var burada, gerisi yasak bölge. Ben dış taraftaydım, arkadaşlarımla bir oyun kurmak için sekizimiz bir arada olmayıydık, o yüzden gözümüz hep dışarıdaydı. Üç arkadaş bize katılmaya ikna etmeye çalışıyorduk. Sonunda başardık da, eskiden tek başına ortalıkta dolanan atomumuz artık amonyum molekülüydü ve bize katılan üç hidrojen atomunun elektronları vakitlerinin çoğunu bizim yanımızda geçiriyordu. Ama istediğimiz huzuru bulduğumuz söylenemez, çünkü elektronlarını

kaybeden hidrojen çekirdekleri de, bizim azotta azınlıkta kalan protonlar da çok mutsuzdu.

Bizi kökleriyle topraktan emen ağaçta bir çok atom gezdim. Hepsinde de gözüm protonlardaydı, ama bir türlü yaklaşıyordum. Aramızdaki muazzam çekime rağmen Heisenberg belirsizliğini aşıp hedefi tutturamıyordum. Burada mesafeler, hızlar ve açılar biraz bulanık. Merkeze doğru heyecanla koşarken gerçekleşen ufacık bir sapma sonucu bir de bakıyorum ki atomun en dışındayım. Ondan sonra geri dön, yeniden dene, çevrede böyle dolaş dur. Fazla hareketli olunca hedefi tutturamıyorsun.

Aslında protonlara yakın, yani en iç yörüngede olsam belki daha fazla şansım olurdu sevdiğime kavuşmak için. Ama bütün elektronlar aynı şeyi düşündüğünden bunda da çok başarılı olamadım. Bazen dışarıdan gelen bir foton bir arkadaşımı atomdan atıyordu. Anında yukarıdaki bölgelerden bir elektron gelip onun yerini kapıyordu. (Bu arada fotonun ne olduğunu gören bilen yok. Tek öğrenebildiğim nötr olduğu için onu algılayamadığımız.)

Bir keresinde şansım yaver gitti, böyle böyle en içe kadar indim. En içte benden başka sadece bir elektron olmasına rağmen çok güzel oyunlar oynuyorduk. O zamana kadar oyun kurmak için sekiz elektron olması gerektiğini, bunun tartışmasız bir kural olduğunu düşünürdüm. Ama öyle değilmiş. Kendini tanımak ne kadar zor!



En iç yörüngeden çekirdeğe bakınca görünen manzara çok farklı. Pozitif çekim çok kuvvetli. Protonları ilk defa bu kadar yakından görüyordum ve onlara hayranlığım daha da arttı. Dış yörüngelerden bakınca zaten içteki elektron arkadaşlarımızı görüyorduk, onlar da protonların etkisini perdeliyordu.

Protonlar çok gizemli. Bazıları elektronlarla protonların eşit olduğunu söylüyor. Ama bana pek öyle gelmiyor. Bir kere onlar bizden çok daha büyük ve hareketsiz.

Atomdan atoma gitmiyorlar. Hepsı aynı yerde duruyor, birbirlerini kovalamıyorlar bizim gibi. Biz ise bize ayrılan küçük alanda başka bir elektrona tahammül edemiyoruz. Pauli üstadımız öyle demiş. O kim bilmiyorum. Çok yaşlı bir elektron olmalı.

Gerçi bilge atomlardan duyduklarım farklı yönde. Onlar protonların da birbirini ittiğini, ama başka bir kuvvetin (güçlü kuvvet) hepsini çekirdekte bir arada tuttuğunu söylüyor. Hatta uranyum gibi çok büyük atomlarda doksan iki protonun aynı anda birbirinden uzaklaşma çabası atomu ortadan ikiye bölüyormuş. Daha büyük, mesela doksan üç protonlu bir atom olmamasının sebebi de buymuş.

Ben hiç görmedim böyle bir şey. Efsane gibi geliyor bana. Görmediklerime de inanmak istemiyorum. Benim gördüğüm protonlar hep bir arada durur, asla atomu terk etmezler. Elektronlar ise gider gelir. Onlar hancı, biz yolcu. Filozof bir atom bir keresinde benim yaşadıklarımın kimyadan ibaret olduğunu, evrende daha başka tepkimelerin de olabileceğini söylemişti, ama ne demek istediğini o zaman anlamamıştım.

Bir de serbest elektronlardan bahsedebiliriz. Bana inanılmaz geliyor. Ben bir atomun içinde olmadığım hiç bir gün hatırlayamıyorum. Tabii en baştaki yıldırım hariç, o da bir an sürmüştü. Gerçekten atomun dışında var olabilir miyim acaba? Bunu çok merak ediyorum!

- Devam Edecek -

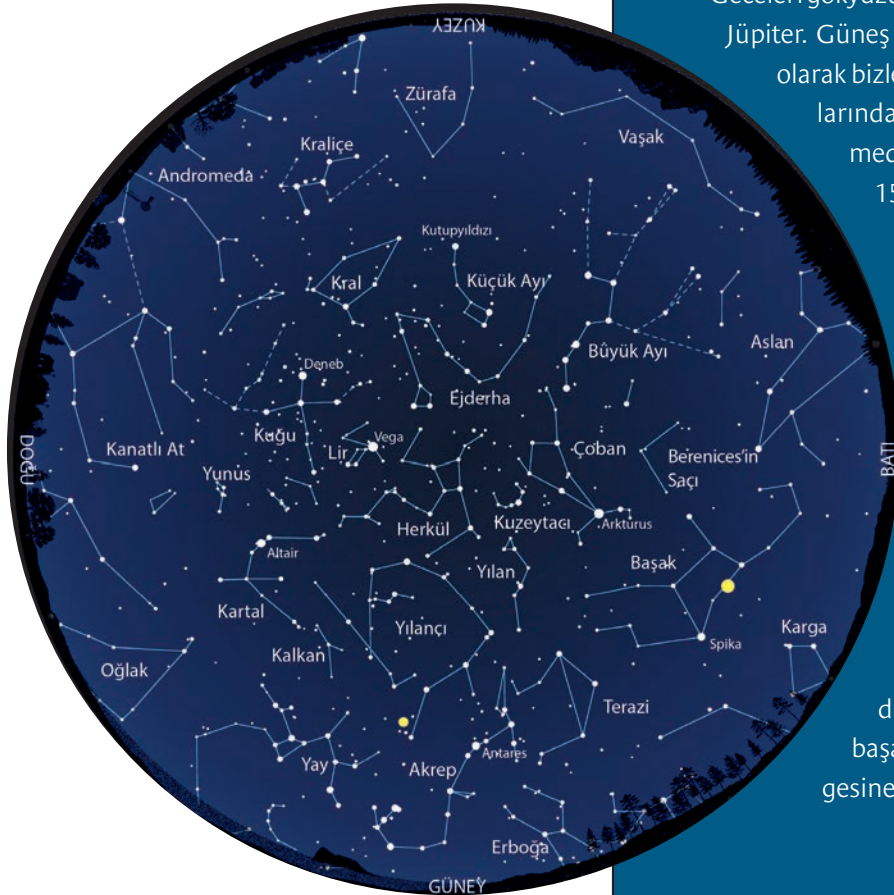
Çizim: Ersan Yağız

Özgür Can Özudoğru [ozgurcanozudogru@gmail.com]

Jüpiter'in Yeni İki Uydusuna Merhaba Deyin

Geceleri gökyüzünde, uzaklardaki bir şehir ışığı gibi parıldar Jüpiter. Güneş Sistemi'ndeki kütlesi en yüksek gezegen olarak bizleri, sistemin derinliklerinden gelen göktaşlarından koruyan bu kocaman komşumuzun, bilmediğimiz iki uydusu daha olduğunu keşfettik.

15. yüzyılda teleskopun icadından bu yana incelenen bir gezegen olan Jüpiter'in, Galileo'nun keşfettiği dört uydusu olduğunu biliyoruz. 20. yüzyıla kadar gezegen bilimleri alanında çok da büyük bir ilerleme kaydedilemedi, çünkü Güneş Sistemi'ndeki diğer gezegenlerin çevresini ayrıntılı bir şekilde inceleyebilmek için, bulundukları bölgelere araç göndermek gerekiyordu. Bu teknolojiye ulaştığımız andan itibaren bilimsel araştırmalar ardı ardına geldi. 21. yüzyıla geldiğimizde Jüpiter'in toplamda altmış dokuz uydusunu gözlemlemeyi başardık. Bu keşiflerin çoğu Jüpiter'in yörünge yollanan araçlar sayesinde gerçekleşti.



1 Temmuz 23:00 15 Temmuz 22:00 31 Temmuz 21:00



01 Temmuz Ay ve Jüpiter yakın görünümde



04 Temmuz Dünya Güneş'e en uzak konumunda (152 milyon km)



06 Temmuz Ay yeröte (Dünya'ya en uzak) konumunda (405.930 km)



07 Temmuz Ay ve Satürn yakın görünümde



14 Temmuz Venüs ve Aldebaran gün doğumunda doğuda çok yakın görünümde



21 Temmuz Ay yerberi (Dünya'ya en yakın) konumunda (361.250 km)



25 Temmuz Ay, Merkür ve Regulus gün batımında batıda çok yakın görünümde



28 Temmuz Ay ve Jüpiter çok yakın görünümde



30 Temmuz Merkür en büyük doğu uzanımında (27°)



1 Temmuz gecesi qüneybatı ufku

20 Temmuz sabahı gün doğumundan önce doğu ufku

Artık daha fazla uydu keşfetmeyi, en azından büyük uydu keşfetmeyi ummuyordu bilim insanları. Fakat beklenmeyen şey, bir tesadüf eseri gerçekleşti. ABD'nin başkenti Washington'daki Carnegie Enstitüsü'nden gözlemsel gök fizikçisi Scott Sheppard ve Hawaii Üniversitesi'nden gök fizikçisi David Tholen, Plüton'un ötesinde gerçekten de bir gezegen olup olmadığını araştırırken böyle bir gezegenin bulunabileceği bölgeleri inceliyordu. Amaçları, Gezegen X olarak tabir edilen ve matematiksel hesaplara göre Plüton'un ötesinde bulunması beklenen gezegeni keşfeden ilk ekip olmaktı. Teleskoplarının görüş alanına ufak iki cisim girdi. Ellerindeki kataloglarda bulunmayan bu cisimlerin ne olduğunu araştırmak üzere takibe başladılar. 2016'nın Mart ayından beri aralıksız takip ettikleri bu cisimlerin Jüpiter'in çevresinde



döndüğünü fark edince, yörüngenin tam bir analizini yapmaya giriştiler. Daha önce de bu gibi cisimler keşfedilmiş, fakat sonrasında cisimlerin çok ufak olduğu, yörüngelerinin sabit ve istikrarlı olmadığı fark edilmişti. Sheppard ve Tholen, daha önceden bilinen bu cisimlerle kendi keşfettikleri cisimler arasında bir bağlantı olup olmadığına baktı. Jüpiter'in etrafında düzenli yörüngeleri olan bu cisimler kesinlikle yeniydi. Makalelerini bu ay yayımlayan ekip, şimdi başka gözlemsel gök fizikçilerin bulguları doğrulamasını bekliyor. Yapılacak başka gözlemlerin sonuçları da bulguları doğrularsa, ders kitaplarımızı değiştirmemiz gerekecek. Uluslararası Astronomlar Birliği, bu konuyu gündeme almayı ve 2018'in sonunda toplanmayı planlıyor. Bizlere de o vakte kadar beklemek düşüyor.

Temmuz'da Gezegenler ve Ay

Merkür: Ayın ilk yarısından sonra gün batımında batı ufkunda gözlenebilir. Ufuktan fazla yükselmeyeceğinden, gezegeni görmek için gözlem yerinin yüksek, ufku da temiz olması gerekiyor.

Venüs: Sabahları gün doğumundan önce doğu ufkunda 2 saate varan süreyle gözlenebilecek. 14 Temmuz'da Boğa Takımyıldızı'nın parlak yıldızı Aldebaran'la yakın konumda olacak.

Mars: Gökyüzündeki konumu Güneş'e yakın olan gezegen bu ay gözlenemeyecek.

Jüpiter: Gün batımında güneyde yükselmiş olan Jüpiter'in gözlenebileceği süre giderek kısalacak. Ayın ilk haftası gece yarısından bir saat sonra, ayın sonlarına doğruysa gece yarısından önce batacak.

Satürn: Gün batımından önce doğudan yükselmiş olan gezegen gecenin büyük bölümünde gözlenebiliyor. 6 Temmuz'da dolunay evresindeki Ay'la yakın konumda olacak. Gözlenebileceği süre giderek artan gezegen gece yarısından 3 saat sonrasına kadar gökyüzünde olacak.

Ay: 1 Temmuz'da ilkdördün, 9 Temmuz'da dolunay, 16 Temmuz'da son dördün, 23 Temmuz'da yeniay ve 30 Temmuz'da yeniden ilkdördün evresinde olacak.

Zekâ Oyunları

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

Dört İşlem

En büyük tam sayıyı elde etmek üzere boş kareleri doldurunuz.

$$1 \square 2 \square 1 \square 2 \square 1 \square 2 \square 1 \square 2 \square 1 =$$

Toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işaretlerinin her birini tam olarak bir kez kullanacaksınız. Her kareye en fazla bir işaret koyabilir ya da boş bırakabilirsiniz. İşlemlerde çarpma ve bölme, toplama ve çıkarmaya göre önceliklidir.

Örnek: $121 - 2 / 1 + 21 \times 21 = 560$.

Fakat sonuç en büyük değil.

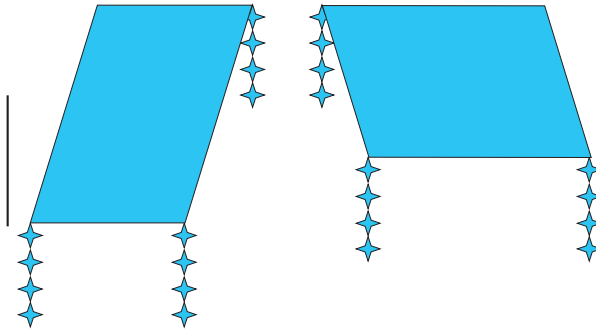
Numaralı Kartlar

İçlerinde numaralı kartların bulunduğu üç kutu var. Birinci kutuda 1, 2 ve 3 yazan üç kart, ikinci kutuda 1, 2, 3 ve 4 yazan dört kart ve üçüncü kutuda 1, 2, 3, 4 ve 5 yazan beş kart bulunuyor. Kutulardan birini rastgele seçecek ve içine bakmadan rastgele iki kartı aynı anda çekeceksiniz. Çektiğiniz kartlardan biri 4 ise, diğerinin 3 olma olasılığı nedir?

İller

Diğer illeri inceleyerek İSTANBUL'daki boşluğu tamamlayınız.

ÇANAKKALE	ÇA
ERZİNCAN	Rİ
İSTANBUL	
KASTAMONU	SO
KONYA	YO
TUNCELİ	LU



Göz Aldanması

İnanması çok zor ama bu iki uçurtmanın boyutları ve şekilleri aynı.

Bitişik Rakamlar

Her N rakamı için bitişik N'lerin sayısının en fazla N olduğu kaç adet 10 rakamlı pozitif tam sayı vardır?

(Örnekler: 1.223.334.444, 7.777.777.822, 5.999.999.999, 3.434.343.434)

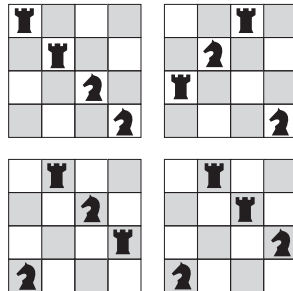
Soru İşareti

Soru işaretinin yerine ne gelecek?

12340
23453
34564
?
56780
67883
78986

Atlar ve Kaleler

Standart bir satranç tahtasına iki at ve iki kale, hiçbiri diğerlerini tehdit etmemek üzere kaç farklı biçimde yerleştirilebilir? Soru 4x4'lük bir tahta için sorulsaydı cevap 88 olurdu. Bunlardan 4 tanesi aşağıdaki şekildeki gibidir.



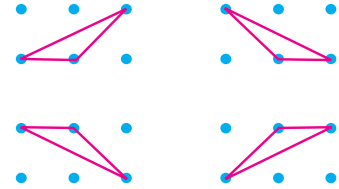
Dik Olmayan Üçgenler



Şekilde bitişik üç karenin köşelerini oluşturan 8 nokta görülüyor. Bu noktaların üçünü kullanarak bir üçgen oluşturacaksınız. Üçgenin hiçbir açısının dik açı (90 derece) olmaması koşuluyla kaç farklı üçgen oluşturabilirsiniz?

Not: İki üçgenin köşeleri aynı üç noktada değilse bu üçgenler farklıdır.

Eğer soru 6 nokta için sorulsaydı cevap 4 olurdu:



Dokuz Sayı

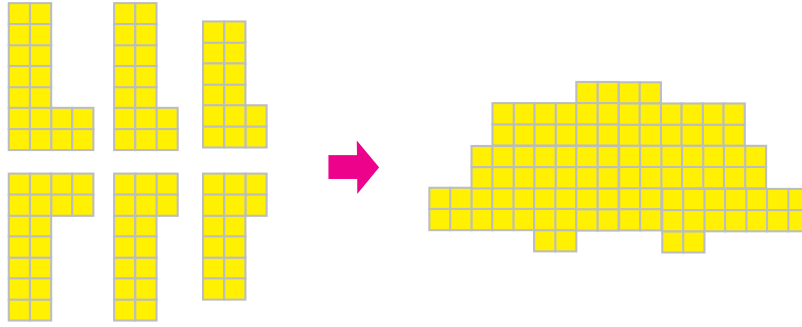
1	2	3
4	5	6
7	8	9

9	8	7
6	5	4
3	2	1

1'den 9'a kadar olan sayılar solda görülen tabloya yerleştirilmiştir. Amaç en az hamle yaparak sağdaki ikinci tabloyu elde etmek. Her hamlede yatay veya dikey komşu iki sayıyı alıp yerlerini değiştireceksiniz. Bu işlem en az kaç hamlede gerçekleştirilebilir?

Altı "L"

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



Geçen Sayının Çözümleri

Sekiz Sözcük

	1	2	3	4
5	E	M	E	K
6	K	Ü	M	E
7	İ	Z	İ	N
8	M	E	R	T

	1	2	3	4
5	M	C	K	D
6	U	L	D	K
7	I	Y	I	N
8	L	D	P	T

	1	2	3	4
5	M	D	K	D
6	U	M	D	K
7	I	Z	I	N
8	L	E	P	T

	1	2	3	4
5	D	M	D	K
6	U	M	D	K
7	I	Z	I	N
8	L	E	P	T

Komşu Rakamlar

95.322.359

Koşucular

84 dakika

A'nın B'yi yakalayabilmesi için

$$1680/(180-100) = 21 \text{ dakika}$$

A'nın C'yi yakalayabilmesi için

$$1680/(180-40) = 12 \text{ dakika}$$

B'nin C'yi yakalayabilmesi için

$$1680/(100-40) = 28 \text{ dakika gerekiyor.}$$

Bu üç sürenin en küçük ortak katlarını alarak EKOK(21,12,28) = 84 dakika bulunur.

Üç Harf

Minimum uzunluk 29 olurdu.

Örnek bir metin:

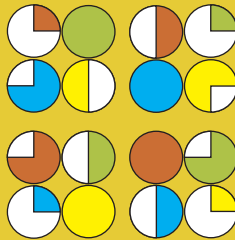
AACACCCAABCABACBCCBABB

CBBBAAA

Soru İşareti



Aynı konumda bulunan dairelerdeki kırmızı dilimler saat yönünde artarak ilerliyor. Konumların farklı renklerle gösterilmiş hali:



Uyumlu Prizmalar

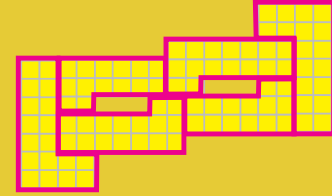
Uyumlu kare prizmaların sayısı 2'dir.

Bunlar 7x7x100'lük (2450 dış küp, 2450 iç küp) ve 8x8x18'lik (576 dış küp, 576 iç küp) kare prizmalardır.

Küpler

16 küpün içinden geçer.

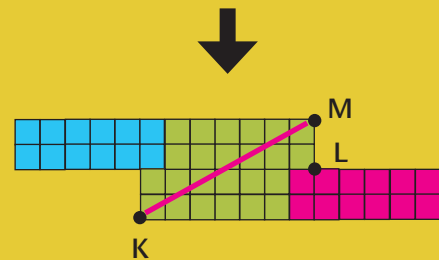
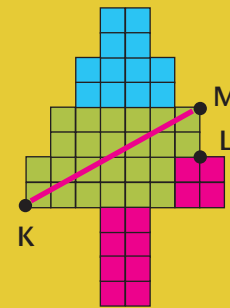
Altı "L"



Ok İşareti

M noktasında keser.

Şeklin üstündeki ve altındaki kareler farklı renklere boyanıp en alttaki şekilde görüldüğü gibi taşındığında, KM doğrusunun iki tarafındaki alanların eşit büyüklükte olduğu kolayca görülür.



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Başıma Yıldırım Düştü! - Olasılıkların İlginç Dünyası

Jeffrey S. Rosenthal

Çeviri: Kerem Keskiner

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 2016

Olasılığın kamuoyu araştırmalarından ve sigorta poliçelerinden cinayet oranlarının ve doğal felaketlerin yarattığı endişelere kadar her şeyde çok önemli bir yeri vardır. Bu durum genellikle ve gereksiz yere yanlış yorumlanır. Matematik profesörü ve doğaçlama komedi ustası olan Jeffrey S. Rosenthal rastlantısallığın olasılıklarını ve garipliklerini, çok satanlar listelerinden düşmeyen bu kural dışı kitabıyla ortaya çıkarıyor. İstenmeyen e-postalar, seçimler ve televizyonlardaki oyun programları gibi bildik konuları ele alan *Başıma Yıldırım Düştü!* okuru hem aydınlatıyor hem de eğlendiriyor. Büyük bir olasılıkla dünyaya bir daha asla aynı gözle bakmayacaksınız. Jeffrey S. Rosenthal Toronto Üniversitesi, İstatistik ve Matematik bölümlerinde öğretim üyesi. 24 yaşındayken Harvard'da matematik doktorasını bitirdi. Olasılık kuramı üzerine iki ders kitabı yazmanın yanında amatör bir müzisyen ve bilgisayar oyunu programcısı.



Bir Bak Bir Daha Bak - Canlıları Keşfedelim Seti

Marilyn Marks, David M. Schwartz

Çeviri: Zeynep Çanakcı

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 6 yaş +, 201

Doğa inanılmaz bitki ve hayvanlarla dolu. Bu canlılara ve onlarla ilgili detaylara hiç yakından baktınız mı? 12 küçük kitap ve 1 etkinlik kitabından oluşan *Bir Bak, Bir Daha Bak Seti* ile hem yakından hem de uzaktan göreceğiniz canlılara hayran kalacaksınız.

Şekilli Kimya Sözlüğü

Corinne Stockley,
Chris Oxlade,
Jane Wertheim



Çeviri: Zeynep Gürsoy

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 12 yaş +, 2011

Elementlerin yapılarının, diğer maddeleri oluşturmak için bir araya geliş biçimlerinin, farklı koşullarda birbirleriyle nasıl tepkimeye girdiklerinin detaylı olarak ele alındığı bu kitapta, kimyanın karmaşık görünen temel terimleri ve kavramları basit bir dille ve net tanımlarla anlatılıyor. *Şekilli Kimya Sözlüğü* kimyayla ilgilenen ve sınavlara hazırlanan herkes için bir başvuru kitabı niteliği taşıyor. Bu dizinin diğer kitapları: *Şekilli Fizik Sözlüğü*, *Şekilli Matematik Sözlüğü*.