

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ocak 2018 Yıl 51 Sayı 602 - 7 TL

Bu sayımızda artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılmıştır



**Bir
Algoritma
Bilinçli
Olabilir mi?**

**Süper Çözünür
Mikroskoplar**

**yapay
zekâ
çağı**

**Etik
Sorunlar**

Öklid ve Elemanlar'ı

“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 51 Sayı 602
Ocak 2018

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

Doç. Dr. İlker Murat Ar
Prof. Dr. Zafer Eviş
Prof. Dr. Gökhan Özyiğit
Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu
Prof. Dr. Ali Sinan Sertöz
Bekir Çengelci

Yazı-Araştırma ve Editörler

Dr. Özlem Ak
(Tıp ve Sağlık Bilimleri)
(ozlem.ak@tubitak.gov.tr)
Pınar Dündar
(Yer Bilimleri)
(pinar.dundar@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 Sığırıcı
(mehmet.sigirci@tubitak.gov.tr)

Grafik Tasarım

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

Çizer

Erhan Balıkcı
(erhan.balicki@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 7 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 26.12.2017

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.83]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.



Google’ın çağ atlamış çevirisi, Apple’ın laftan anlayan Siri’si, IBM’in teşhisleri çok isabetli Doktor Watson’ı, Facebook’un yüz tanıma sistemi. Ses tanıyan, otomobil kullanan, beste yapan, sohbet eden, haber yazan, resim çizen ve daha birçok sistem... Uzunca bir süre emekleme dönemi yaşayan ve akademik dünyadan dışarı pek çıkamayan yapay zekâ alanındaki gelişmeler bilgisayarların giderek artan işlem kapasitesi ve yeni algoritmalar sayesinde son yıllarda hayli hız kazandı ama birçok etik sorunu da beraberinde getirdi. Stephen Hawking’in de belirttiği gibi yapay zekâ başımıza gelen ya en iyi şey ya da en kötü şey olacak. Yaşayarak öğreneceğiz.

Bu ay yapay zekâ konusunu detaylı bir şekilde ele alıyoruz. Gürkan Caner Birer konuyu daha iyi anlamamızı sağlayan temel kavramları ve yapay zekâ teknolojisinin günümüzde özellikle hangi alanlarda kullanıldığını iki ayrı yazıda ele alıyor. Emre Sermutlu yazısında derin öğrenme yöntemiyle öğrenen yapay sinir ağlarını ve beraberinde getirdiği etik sorunları irdeliyor. Fahrettin Öztürk ise akıllı sistemlerin, nesnelerle insanların haberleşmesinin ve çok ileri seviye otomasyonun kullanıldığı 4. Sanayi Devrimi’ni ve bu alandaki uygulamaların ülkemizde havacılık sektöründeki durumunu özetliyor. Önümüzdeki sayılarda da yapay zekâ ve endüstri 4.0 konulu yazılara yer vermeye ve gelişmeleri takip etmeye devam edeceğiz. Ali Sinan Sertöz bu ayki matematik serüvenine Öklid ve *Elemanlar*’ı ile devam ediyor. Özlem Ak’ın TÜBİTAK MAM tarafından geliştirilen dirençli nişastayı ve Nuhan Puralı’nın süper çözünür mikroskopları ele aldığı yazılarını da zevkle okuyacağınıza eminiz. Alp Akoğlu ve Tuncay Özişık’ın hazırladığı 2018 Gök Olayları Yıllığı gökyüzü gözlemlerinizde yıl boyu size eşlik edecek.

Bu ay yapay zekâ yazılarının içeriğini artırılmış gerçeklik uygulaması ile zenginleştirdik. Devrim Haturnaz tarafından hazırlanan ve dört ayrı sahne ile kurgulanan uygulamayı deneyimlemek için mobil cihazınızı dergi kapağının üzerine tutmanız gerekiyor. *Bilim ve Teknik* artırılmış gerçeklik uygulamasını Google Play ve App Store uygulama mağazalarından indirebilirsiniz.

Dergimizin fiyatı Ocak 2012’de 5 TL olmuştu, altı yıl sonra bu sayımızla birlikte 7 TL oluyor. Ancak yıllık abonelik (60 TL) fırsatıyla dergimiz her ay daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacak. Yeni abonelik kampanyamızdan faydalanmak için www.tubitakdergileri.com.tr adresini ziyaret edebilirsiniz.

Nesiller büyüten dergimiz özgün ve zengin içeriği ve hiç değişmeyen çizgisiyle okuyucularının geleceklere yön vermeye, popüler bilim iletişiminin en önemli aracı olmaya devam ediyor. Dergimizin sosyal medya hesaplarını da takip edebilir (<http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr>), hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Yeni yılda hayal ettiğiniz her şeyin gerçekleşmesi dileğiyle...

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

14

Öklid ve *Elemanlar*'ı

Ali Sinan Sertöz

Öklid'in geometrinin temellerini attığı *Elemanlar* adlı kitabı iki bin üç yüz yaşında. *Elemanlar* iki bin üç yüz yıl önce okuyucusuna bilgiyi keşfetme heyecanını hangi canlılıkta verdiyse bugün de okuyanları aynı düzeyde heyecanlandırıyor.



48

TÜBİTAK MAM Tarafından Geliştirilen Dirençli Nişastanın Gücü

Özlem Ak

Buğday, mısır ve patates nişastasından geliştirilen dirençli nişasta, katkı maddesi olarak kullanıldığı gıdaların enerjisini ve glisemik indeksini azaltıyor. Bu da obezite ve kalp ve şeker hastalıklarıyla mücadelede önemli bir adım atılacağı anlamına geliyor.

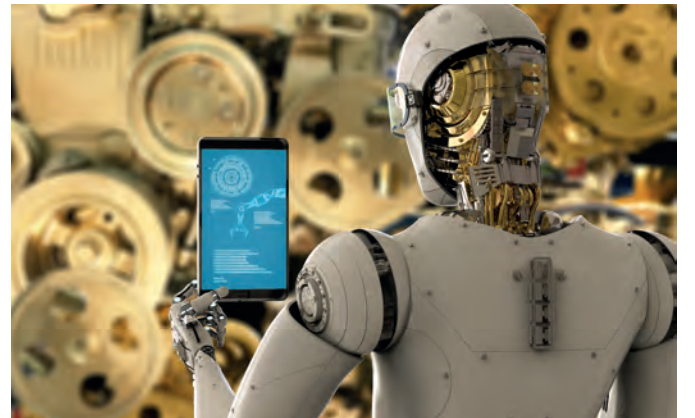


54

Derinliklerdeki Zekâ ve Etik

Emre Sermutlu

Yapay zekâ konusundaki gelişmeler bize en sonunda aynı insan gibi düşünen, hisseden, konuşan, bizimle iletişim kuran sistemler verebilecek mi? Gerçi hâlâ insanın gibi bir zekâ uzakta, ama hızla gelişen yapay zekâ bir çok ahlaki sorunu da beraberinde getiriyor.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

12

Üniversiteler TÜBİTAK Efficiency Challenge Electric Vehicle Etkinliğinde Buluşuyor

Nagehan Ramazanoğlu

24

Bilim Çizgi Kuyruklu Yıldız Avcısı

Sinançan Kara

26

Yapay Zekâ: Temel Kavramlar

Gürkan Caner Birer

Büyük veriye erişim, devasa verilerin işlenmesini sağlayan donanımlar yeni bir yapay zekâ çağına kapı araladı. Yaşam tarzımızı, işimizi, sosyal ilişkilerimizi ve yaşadığımız dünyayı etkileyen bu değişime daha iyi ayak uydurabilmek için yapay zekâ ile ilgili temel kavramları anlamamız gerekiyor.



36

Yapay Zekâ Uygulamaları

Gürkan Caner Birer

Yapay zekâ dünyayı değiştiriyor. Birkaç yıl içinde kullandığımız hemen hemen her teknoloji kıyısından köşesinden de olsa yapay zekâyâ bulaşmış olacak.

44

Merak Ettikleriniz

61

Neden Hâlâ Uzaylılarla İletişim Kuramadık? Buna Buzla Kaplı Okyanuslar Sebep Olmuş Olabilir mi?

Özgür Can Özudoğru

62

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

64

Ülkemizde 4. Sanayi Devrimi ve Havacılık Uygulamaları

Fahrettin Öztürk

Dünyada birçok sektörde hızla akıllı sistemlere, nesnelerle insanların haberleşmesine ve çok ileri seviye otomasyona geçiliyor. Peki ülkemizde özellikle havacılık sektöründe son durum nedir?

74

Ayın Sorusu (Matematik)

Azer Kerimov

76

Işık Mikroskobunun Asırlık Sınırının Ötesine Geçiş: Nobel'e Giden Yolda Fluoresan Mikroskobun Nanoskoba Dönüşümü

Nuhan Puralı

Işık mikroskobunun çözünürlüğünü artıran ve floresan mikroskobu da mikrometre çözünürlük aralığından nanometre çözünürlük aralığına taşıyan çalışmaların ve süper çözünür mikroskopların hikâyesi ele alınıyor.



86

Gökyüzü

Tuba Sarıgül

90

Satranç

Kıvanç Çefle

94

Zeka Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer



EK -

2018

Gök Olayları Yıllığı

Tuncay Özışık ve Alp Akoğlu

Bu sayımıza konu olan yapay zekâ ile ilgili artırılmış gerçeklik (AG) uygulamasını deneyimlemek için mobil cihazınızı dergi kapağının üzerine tutunuz. AG uygulaması Devrim Hatırnaz tarafından hazırlanmıştır.

Bilim ve Teknik artırılmış gerçeklik uygulamasını Google Play ve App Store uygulama mağazalarından indirebilirsiniz.

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 Ocak 2018

“TÜBİTAK’ın çocuk dergileriyle büyüdim, şimdi sıra *Bilim ve Teknik*’te”

Küçükken babam kendine *Bilim ve Teknik* bana da *Bilim Çocuk* dergisini alırdı. İlk başlarda ilgimi çekmiyordu dergideki konular, arkadaşlarım bilimsel dergiler yerine moda dergilerini alırlardı. Sonra dergiyi her ay almaya başladım hatta arada sırada *Meraklı Minik* dergisini bile alırdım. Şimdi ise *Bilim ve Teknik* dergisini okuyorum ve bu bana büyüdüğümü hatırlatıyor. Türkiye’de bu tür çok yararlı dergilerinizin olması çok umut verici. Bana gerçekten çok şey kattınız. *Bilim ve Teknik*, *Bilim Çocuk* ve *Meraklı Minik* ailesine çok teşekkür ederim.

Aslı Köroğlu,
Cevat Ayhan Fen Lisesi, 9. Sınıf, Sakarya

“Derslerimin en büyük yardımcısı”

Bilim ve Teknik dergisiyle 7. sınıfın sonunda tanıştım. Daha önce üç yıl *Bilim Çocuk* okudum. Bir gün ablamın elinde *Bilim ve Teknik* dergisini gördüm. Çok hoşuma gitmişti. O zamandan beri okumaya devam ediyorum. Derslerde çok işime yarıyor. Teşekkür ederim *Bilim ve Teknik*.

Erva Yaren İşler,
Cahide Nebioğlu Ortaokulu, 8. Sınıf Öğrencisi, Malatya

“Hayallerimin şekillenmesinde ilham kaynağı”

Hocamın bana verdiği ilk dergi 2008’in Şubat sayıydı. O kadar çok etkilenmişim ki 2-3 kez okumuştum ve 9 yıldır *Bilim ve Teknik* dergisinin koleksiyonunu yapıyorum. Onlara kıyamıyorum çünkü hayallerimin şekillenmesinde ileride neler yapacağıma dair ilham kaynağım oluyorlar. Şu anda bilgisayar mühendisliği öğrencisiyim ve araştırmayı okumayı çok seviyorum ve bunun *Bilim ve Teknik* dergisi sayesinde olduğunu da çok iyi biliyorum. İnaniyorum ki benim ve bir çok insanın hayatına büyük dokunuşlar yapmış, muhteşem bir dergi.

Rabia Atılmış,
Fırat Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği 2. Sınıf Öğrencisi, Elazığ

“Bir dergiyle tanıştım hayatım değişti.”

 Bilime olan ilgim daha ilkokul yıllarında kütüphanelerin kendine has o kokusu içinde başladı. Rafları karıştırıp beni en mutlu edecek sayfaları ararken bir anda *Bilim ve Teknik* dergisinin bağımlısı olmuştum. Artık her ay yeni sayıyı sabırsızlıkla bekliyordum. Yıllar geçti ve bu dergiye karşı olan ilgim ve heyecanım aynı şekilde devam ediyor. Özellikle 450. sayıyı aldığım zamanı çok iyi hatırlıyorum. 599. sayıya kadar olan tüm yayınların her sayfasını okumuş olmak sizce de bir insanın hayatına yön vermez mi? Öğretmenlik mesleğini seçmemde çok büyük payı olan *Bilim ve Teknik* ile *Bilim Çocuk* dergilerini artık her yerde herkese tanıtmayı kendime görev edindim. Hatta bu zamana kadar *Bilim Çocuk* dergisinde gözlem yazısı yayımlanan 10 öğrencimin yaşadığı mutluluğu ve gururu unutamıyorum. Kim bilir belki bir gün ülkemizden yeni bir Aziz Sancar çıkarsa, Nobel Ödül töreni konuşmasında bu ödüle ulaşmasını sağlayan en önemli unsurun *Bilim ve Teknik* ve *Bilim Çocuk* dergileri olduğundan bahseder. Belki de şu an o ödülün gelecekteki sahibi bu yazıyı okuyor... Tüm *Bilim ve Teknik* ailesine minnettaram. Sayımızın artması temennimle..

Orçun Manav,
Sınıf Öğretmeni, Kaptan-ı Derya İlkokulu, Sultanbeyli/İstanbul

“Çocuğuma bırakacağım en iyi miras”

 Benim *Bilim ve Teknik* dergisiyle tanışmam öğretmen olan dayımın bana derginin eski sayılarını (yanılmıyorsa 1979-1980 yılları arası) kapsayan iki cilt *Bilim ve Teknik* dergisi hediye etmesiyle başladı. O günden sonra (1989 yılı) yaşadığım şehirde babamla birlikte *Bilim ve Teknik* dergisi avına çıkar olduk. Dergiye satan bayileri dolaşıyorduk, bulamazsak yaşadığım şehrin bayilerine gazete dergi dağıtımını yapan dağıtıcılara mutlaka gidiyorduk. Şimdi üniversitede akademik kariyerine devam eden birisi olarak yaklaşık 28 yıl önce başlayan bu aşk bende bilim sevdasına dönüştü. Şimdi bu sevdayı 2,5 yaşında olan kızıma aşılama için *Bilim ve Teknik* dergisine abone oldum ve bilimi, sanatı ve edebiyatı sevmesini sağlamak adına dergiye biriktiriyorum.

Çünkü çocuğuma bırakacağım en iyi mirasın maddi değil manevi miras olduğuna ve bilimi, tekniği ve sanatı sevdirecek onu bilgili, ilgili, araştırmacı ve vatanına yararlı bir insan olarak yetiştirmenin en kutsal görevim olduğuna inanıyorum. Saygılarımla.

Yrd. Doç. Dr. Selçuk Altaçlı,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Öğretim Üyesi, Van

“Dünyadaki gelişmeleri takip etmek”

 Merhaba, *Bilim ve Teknik* dergisini yıllardır takip ediyorum. Her sayısını heyecan ve merakla okuyorum. Dünyadaki gelişmeleri takip etmek ve vizyon sahibi olmak geleceğimiz için herkesin görevi. Ülkemizde bilim, teknoloji ve enerji gibi alanlarda “sürdürülebilirlik” kavramını oluşturmanın ve bu alanlarda başarılı olmanın ilk adımı gelişmeleri takip etmek. Bir birey olarak bu gelişmeleri en güzel şekilde *Bilim ve Teknik* aracılığıyla takip ediyorum. Tüm ekibe teşekkür ederim.

Mehmet Acar,
Yazılım Mühendisi, Konya

“İlgi çekici yazılar, eğlenceli sorular”

 Bundan yaklaşık bir yıl önce *Bilim ve Teknik* dergisiyle tanışmam fizik öğretmenim Şule Akar sayesinde oldu. Dergiye ilk okuduğumda çok ilgimi çekmişti. Bir so-lukta bitirdim. Artık her ay alıyorum ve derginizi okumayı çok seviyorum. Yayınladığınız yazılar benim ilgimi çok çekiyor. Özellikle yaz tatilinde verdiğiniz eklerde çok eğlenceli sorular vardı. İleride makine mühendisi olmak istiyorum ve umarım bu hayalim bir gün gerçekleşir. Nice mutlu senelere *Bilim ve Teknik*.

Mehmet Özbaş,
Alparslan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, 11. Sınıf Öğrencisi, Muş

Haberler

Genç Beyin Önemliyle Önemsizi Ayırt Edemiyor

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmaya göre gençler davranışlarını sonuçlarının önemli ya da önemsiz olmasına dayanarak ayarlayamıyor. Örneğin bir sınavın çok önemli olduğunun farkında olsalar bile fazla çalışmayabiliyorlar. Yetişkinlerse bir durumun daha fazla zaman harcamaya ya da daha fazla konsantre olmaya değecek sonuçları olup olmadığını değerlendirme konusunda çok daha başarılı. Araştırmacılar belirli bir işte potansiyel kazanç ya da kayıp daha fazla olduğunda yetişkinlerin daha yüksek performans gösterdiğini, gençler içinse bunun geçerli olmadığını keşfetti.

Harvard Üniversitesi'nden Catherine Insel ve ekibi yaşları 13-20 arasında değişen bir grup gençten basit bir soru-cevap oyunu oynamalarını istedi. O sırada bir fMRI cihazıyla beyinleri görüntüleniyordu.

Oyunun bazı evrelerinde doğru cevap oyuncuya 20 sent kazandırırken yanlış cevap 10 sent kaybettiriyordu. Bazı evrelerde ise doğru cevap 1 dolar kazandırırken yanlış cevap 50 sent kaybettiriyordu. Sonuçta yaşı daha ileri olan gönüllülerin yüksek ödüllü evrelerde daha yüksek performans gösterdiği görüldü. Ancak daha genç olanlarda performans ödülün miktarına bağlı olarak değişmedi.

Üstelik gönüllünün yaşı ne kadar ileriye yüksek ödüle bağlı performans artışı o kadar fazlaydı. Araştırmacılar gönüllülerin beyin etkinliğini incelediğinde duruma göre performans artırma becerisinin, beyinlerinin gelişmişliğiyle ilişkili olduğunu gördü. Kortikostriatal ağ denen bir bölge özellikle önemli görünüyordu. Ödül mekanizmasında görevi olan bölgeleri davranışın kontrol

edilmesinde rol alan bölgelere bağladığı bilinen bu bölge en az 25 yaşına kadar gelişmeye devam ediyor. Araştırmada gönüllülerin kortikostriatal ağı ne kadar gelişmişse ödülün miktarına göre performanslarını o kadar iyi ayarladıkları görüldü. Bulgular bazı ergenlerin neden riskli davranışlar göstermeye eğilimli olduğuna açıklama getirebilir. Paris'teki École Normale Supérieure'den Stefano Palminteri'ye



göre bulgular okul performansını tek bir sınavla değil yıla yayılan çok sayıda sınavla ölçmenin daha iyi bir fikir olduğunu düşündürüyor. Palminteri ayrıca ergenlerde görülen bu durumun onlara avantaj da sağlayabileceğini, örneğin hobi edinmek ya da karmaşık sosyal beceriler geliştirmek için çaba ve zaman ayırmalarına imkân tanıyabileceğini düşünüyor. ■



Alzheimer'a Erken Teşhis Koyan Yapay Zekâ

İlay Çelik Sezer

Alzheimer hastalığına yakalanma ihtimali yüksek olan kişilerin beyinlerindeki değişimleri hastalığa teşhis konmadan on yıl önce tespit edebilen yapay zekâyâ dayalı bir teknik geliştirildi. Teknik, beyinden alınan MRI tarama görüntülerini kullanarak beyin farklı bölgelerinin ne şekilde bağlantılandığının belirlenmesini sağlıyor.

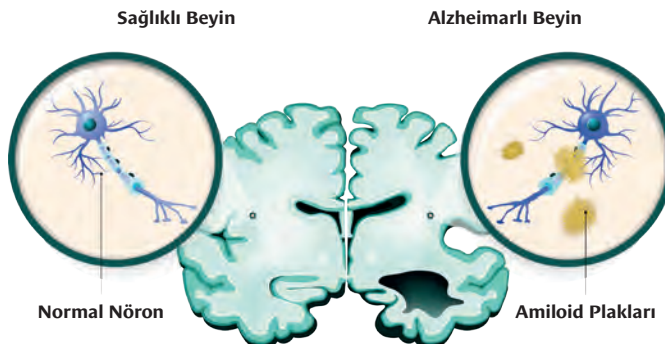
Alzheimer yaşlılarda demansın en yaygın nedeni olan, hafıza ve bilişsel işlevlerde kayıpla sonuçlanan nörodejeneratif bir hastalık. Hastalığın erken teşhisi için etkin bir yöntem geliştirilmesi önemli.

Çünkü her ne kadar hastalığın henüz tedavisi yoksa da geliştirilmekte olan ilaçlar ne kadar erken uygulanırsa muhtemelen o kadar etkili olacak. Erken teşhis ayrıca hastalığın ilerleyişini yavaşlatmak için bireylerin yaşam tarzlarında değişiklikler yapmasına da imkân verebilir. Alzheimer'ın erken teşhisine yönelik olarak İtalya'daki Bari Üniversitesi'nden Nicola Amoroso ve Marianna La Rocca, Alzheimer'ın beyinde neden olduğu yapısal değişiklikleri ayırt etmeye yarayan bir yapay zekâ algoritması geliştirdi.

Araştırmacılar ilk olarak 38'i Alzheimer hastalarına, 29'u sağlıklı bireylere ait 67 MRI tarama görüntüsü kullanarak algoritmayı eğitti. Amaç algoritmaya hastalıklı ve sağlıklı beyinleri birbirinden ayırt etmeyi öğretmekti.



Araştırmacılar beyin tarama görüntülerini küçük parçalara böldü. Farklı denemelerde böldükleri parçaların büyüklüğünü değiştirerek en iyi sonucu veren parça büyüklüğünü belirlediler. Sonra da 148 kişilik başka bir gruptaki kişilerin beyin tarama görüntülerini kullanarak algoritmayı test ettiler. Bu grupta 52 kişi sağlıklı ve 48 kişi Alzheimer hastası idi. 48 kişideyse hafif bilişsel bozukluk (HBB) vardı, ancak bu kişilerin de 2,5 ila 9 yıl sonra Alzheimer'a yakalandığı biliniyordu. Yapay zekâ algoritması sağlıklı bir beyinle Alzheimer'lı bir beyni %86 doğrulukla ayırt edebildi.



Ancak daha da önemlisi sağlıklı bir beyinle hafif bilişsel bozukluk görülen bir beyni de %84 doğrulukla ayırt edebildi. Bu da algoritmanın beyinde Alzheimer’a neden olan değişimleri, klinik belirtilerin görülmesinden neredeyse on yıl önce tespit edebildiğini gösteriyor. Araştırmacılar ellerindeki verilerle sınırlıydı, bu yüzden algoritmanın hastalığın başlamasını daha da erken öngörüp öngöremeyeceğini test edemediler. Algoritmanın özellikle de Alzheimer’a yönelik önleyici tedaviler bulunması durumunda sağlayacağı fayda muazzam. ■

Beyni Manyetik Olarak Uyarmak Müzik Zevkini Etkiliyor

İlay Çelik Sezer

Kanada’daki McGill Üniversitesi’nde yapılan bir çalışmada araştırmacılar insanların beyninin ön kısmına sadece birkaç dakikalık manyetik uyarı vererek müzik beğenilerini değiştirebildiklerini keşfetti.

Robert Zatorre ve ekibinin yaptığı araştırmada 17 katılımcıya, bazıları katılımcının kendisi tarafından bazıları ise araştırmacılar tarafından seçilmiş müzik parçaları dinletildi ve katılımcılardan müzikten aldıkları zevki puanlamaları istendi. Katılımcılara ayrıca müzikleri kendi

paralarıyla satın alma seçeneği sunuldu. İki seansta transkranyal manyetik uyarma (TMS) adlı bir teknik kullanılarak gönüllülerin beyinlerinin bir bölümü uyarıldı. Üçüncü seansta ise ilaç denemelerindeki plasebo dozuna benzer biçimde gönüllüler aynı prosedürlere tabi tutuldu ama beyinlerine hiçbir uyarı verilmedi.

Araştırmacılar farklı uyarı biçimleri kullanarak beyindeki hedef bölge olan dorsolateral prefrontal korteksi “uyandırmayı” ve “susturmayı” başardı. Bu bölge uyandırıldığında katılımcılar dinledikleri müziği daha çok sevdi ve müziği satın almak için, beynin uyarılmadığı seansta olduğundan



%10 daha fazla para harcamak istedi. Bölge susturulduğunda ise dinledikleri müziği daha az sevdiler ve müziği satın almak için %15 daha az para harcamak istediler.



Beynin bu bölgesine TMS uygulandığında striatum denen, beynin ödül süreçlerinde görev alan daha derindeki bir bölgeden dopamin salgılanmasında değişiklik olduğu başka çalışmalarda gösterilmişti. Striatum, müzikten zevk alma beklentisi içinde olduğumuzda ve müzikten çok

zevk aldığımız anlarda etkinleşiyor. Çalışmadaki teknik, müzikten başka uyarılarla denenmedi, ancak Zatorre bu olgunun altındaki mekanizmanın müziğe özgü olmasını gerektirecek bir neden olmadığını söylüyor. Zatorre'a göre ödül mekanizmasıyla ilgili beyin devrelerinin

nasıl yönetileceğini öğrenmek ödül sistemiyle ilgili bozukluklara yönelik tedaviler geliştirilmesine yardımcı olabilir. Örneğin depresyonun ve Parkinson hastalığının yaygın bir belirtisi olan apati durumunda insanlar önceden keyif aldıkları deneyimlere karşı kayıtsızlaşıyor. Zatorre bu insanların tedavisinin bir kısmında ödül sistemlerini zevk veren uyarılara karşı daha duyarlı hale getirecek ayarlamalar yapılabileceğini düşünüyor. ■





Breakthrough Ödülleri Sahiplerini Buldu

İlay Çelik Sezer

2012'den bu yana her yıl yaşam bilimleri, temel fizik ve matematik alanlarında verilen Breakthrough (Çığır Açan Buluş) Ödülleri bu yılki sahiplerini buldu. Bilim alanındaki en büyük para ödülü niteliğindeki Breakthrough Ödülleri

Silikon Vadisi girişimcileri Mark Zuckerberg ve Priscilla Chan, Anne Wojcicki, Yuri ve Julia Milner ile Sergey Brin tarafından kuruldu. Bu yıl verilen ödüllerin toplam değeri 22 milyon ABD doları idi. Ödüller sahiplerine Oscar törenlerini aratmayan şaşıla bir törenle takdim edildi. Morgan Freeman'ın ev sahipliğindeki törende gösteri dünyasından ünlü isimler de sunuculuk yaptı.

Yaşam Bilimleri alanındaki ödül dört araştırmacıya canlı sistemler ve insan ömrünün uzatılması konularındaki bilgi birikimimize dönüşüm yaratma potansiyeli taşıyan katkıları için,

bir araştırmacıya ise nörolojik hastalıklar konusundaki bilgi birikimimize yaptığı katkılar için verildi. Fizik alanındaki ödül evrenin gelişimi ve galaksilerin oluşumunun temelini oluşturan dalgalanmalar konusundaki bilgi birikimimize yaptıkları katkılar için NASA'nın WMAP uydusunu kullanarak kozmik mikrodalga arkaplan ışınımının sıcaklığını haritalayan ekipten 27 araştırmacıya, matematik ödülü cebirsel geometriye yaptıkları katkılar dolayısıyla iki araştırmacıya verildi. Matematikte Yeni Ufuklar Ödülü kariyerinin erken bir aşamasında olup matematikte şimdiden önemli

çalışmalar ortaya koymuş dört bilim insanına verildi. Breakthrough ödüllerinin son ayağı olan Breakthrough Junior Challenge adlı ödül bilimsel bir kavramı anlatan en iyi video yarışmasını kazanan bir gence veriliyor. Bu yılki ödülü Filipinler'den bir genç kazandı. Bu ödül, kazanana eğitimi için verilen paranın yanı sıra o kişinin öğretmenine ve laboratuvar kurulabilmesi için okuluna verilen para ödüllerinden oluşuyor. Breakthrough Ödülleri daha önce ödülü kazananların oluşturduğu bir komite tarafından belirleniyor. ■

Breakthrough Ödülleri'nin internet sayfasına yandaki karekodla erişilebilir.
<https://breakthroughprize.org/>



Giyilebilir Teknolojiler İçin Yeni Basılabilir Sensörler Üretildi

Alper Şaşmaz

ABD'deki Florida A&M ve Florida State üniversitelerinin ortak olarak kurdukları mühendislik fakültesinden araştırmacılar düşük maliyetli, tamamen entegre olabilen ve giyilebilir teknolojiler geliştirilmesine önayak olabilecek yeni hareket sensörleri geliştirdi. *Materials and Design*'da yayımlanan çalışmaya göre *buckypaper* denen karbon nanotüp plakalar kullanılarak düşük maliyetli bir dizi hareket sensörü geliştirildi. *Buckypaper* sıra dışı ölçüde dayanıklı saf karbon nanotüplerden oluşan esnek ve çok ince tabakalara verilen isim.

Basılarak üretilen bu yeni sensörler, insan vücudu gibi karmaşık yapılarda hassas ölçümler

FSU Photography Services

yapmak için yeterince esnek olmayan mevcut sensörlerden farklı olarak hayli esnek. Ayrıca çok amaçlı, farklı ölçeklerde uygulanabilir, düşük maliyetli olmalarıyla dikkat çekiyorlar.

Şu anda bu sensörlerle yapılabileceklerin sonu yok gibi. Sensörler örneğin en basitinden uyku kalitesinin ölçülmesi için yatak çarşafına, adım sayısını izlemek için ayakkabılara, yapılan egzersizleri değerlendirmek için spor giysilerine entegre edilebilir. Uzmanlar bu yeni teknolojinin yumuşak robotik alanında kullanılma potansiyeli

de taşıdığını ve bu yeni malzemenin esnek ve kendini onaran yapay kasların üretimini kolaylaştıracağını düşünüyor. Bunun yanı sıra farklı ölçeklerde uygulanabilen bu sensörlerin neredeyse tüm bireysel bilgisayarların, cihazların, giysilerin, mobilyaların ve cihazların dijital olarak bir bulut platformu üzerinden birbiriyle bilgi paylaştığı nesnelerin internetinin geleceğine yönelik yeni bir adım niteliğinde olduğu düşünülüyor.

Sensörler piyasada satılan mürekkep püskürtmeli yazıcılarla basılarak üretilen gümüş mürekkep elektrotlarından ve yedi

mikron kalınlığındaki *buckypaper* yapılı şeritlerden oluşuyor. Giyilebilir *buckypaper* sensörler esnek, küçük hareketlere duyarlı ve dikişsiz.

Araştırmacılar basılabilir sensör teknolojisi geliştikçe zaten hayli ince olan malzemeyi daha da inceltmeyi, bu sayede sensörlerin daha rahat giysilere de entegre edilebilmesini umuyor. Malzeme günlük kullanım için henüz hazır olmasa da vaat ettiği potansiyel araştırmacıları heyecanlandırıyor. ■

Kaynak:
<https://www.sciencedaily.com/releases/2017/11/171116132803.htm>

Üniversiteler TÜBİTAK Efficiency Challenge Electric Vehicle Etkinliğinde Buluşuyor

Nagehan Ramazanoğlu [TÜBİTAK Bilim ve Toplum Dairesi

İlki 2005'te

Bilim ve Teknik tarafından güneş enerjili araç kategorisinde gerçekleştirilen alternatif enerjili araç yarışları etkinliği TÜBİTAK Efficiency Challenge Electric Vehicle 6-12 Ağustos 2018 tarihlerinde düzenlenecek. Öğrencilerin ürettiği batarya (Elektromobil) ve hidrojen yakıt pili (Hidromobil) ile çalışan elektrikli araçlar şehir konseptine uygun, iki kişili, dört kapılı olarak tasarlanıyor.





Yarışmacı takımların birincil hedefi en verimli elektrikli aracı üretmek. Elektromobil araçlarının yaklaşık 60 km'lik mesafeyi 1 saatte, Hidromobil araçlarının ise 40 km'yi 45 dakikada en az enerji sarfiyatıyla tamamlaması gerekiyor.

Bu yıl verimlilik yarışının yanı sıra öğrencilerin sürücüsüz araç teknolojileri üzerinde çalışmasını teşvik etmek amacıyla Otonom Araç Kategorisi adında yeni bir yarış oluşturuldu. Bu kategoride yarışacak araçların belirli bir parkuru sürücüsüz tamamlamak için çevresini tanıması, direksiyonu, gazı ve freni kontrol etmesi gerekiyor. Bu nedenle takımların bu görev için gerekli sensör, algılama ve kontrol sistemlerini hazırlaması isteniyor. Elektrikli araçların kullanımı ile birlikte otonom araçların da yakın gelecekte yaygınlaşması beklendiğinden, farklı disiplinlerden mühendislik öğrencilerinin bu konuda çalışma ve araştırma imkânı edinip farkındalıklarının artırılması hedefleniyor.

Elektromobil, Hidromobil ve Otonom kategorilerinde yarışacak tüm araçların yarış web sitesinde yayımlanan Etkinlik Kitapçığı'nda açıklanan teknik kurallara uyması gerekiyor. Yarışacak araçların şehir trafiğine uyum sağlayacak şekilde belirli fiziki özelliklere ve güvenlik donanımına sahip olması gerekiyor. Son dört yıldır araçların motor, motor sürücüsü, batarya yönetim sistemi, yerleşik şarj birimi ve enerji yönetim sistemi gibi önemli elektronik parçalarının takımlar tarafından tasarlanıp üretilmesi bekleniyor. Böylece binlerce genç mühendis ve bilim insanı adayının araç teknolojileri konusunda pratik becerilerinin artırılması sağlanıyor.

Yabancı takımların katılımına da açık olan yarışlarda tüm katılımcılara 35.000 TL'ye kadar finansal destek veriliyor. Elektromobil ve Hidromobil kategorilerinin birincisine 25.000 TL, Otonom kategorisi birincisine ise 15.000 TL performans ödülü verilirken, son dört yıllık yarış tarihinde en düşük enerji tüketimi gösteren takım

ayrıca Verimlilik Rekor Ödülü ile ödüllendirilecek. Performans ödülleri yanı sıra takımların yerli parça ve endüstriyel tasarım üzerinde yapacağı çalışmaları teşvik etmek amacıyla 15.000 TL'ye kadar Yerli Ürün Teşvik Ödülü, En İyi Teknik Tasarım ve En İyi Görsel Tasarım ödülleri verilecek.



Teknik çalışmalar dışında takımların *Efficiency Challenge* ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin yaptığı basın, iletişim ve farkındalık oluşturmaya yönelik faaliyetler de Tanıtım ve Yaygınlaştırma Teşviği ile destekleniyor.

Etkinliğe başvurular 10 Ocak 2018 tarihine kadar devam ediyor. Başvuru koşulları ve teknik kurallar için **challenge.tubitak.gov.tr** adresini ziyaret edebilirsiniz. ■

ÖKLİD *ve* *ELEMANLARI*

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

Bir kitabın ömrü ne kadardır?
Yazıldıktan on yıl sonra kaç kitap hâlâ
aranacak ve okunacaktır?
Sait Faik öyküleri henüz eskimedi ama
onlar daha yüz yaşında yok.
Tolstoy'un *Savaş ve Barış*'ı yüz elli yaşını
doldurdu, hâlâ değişik dillere çevrilip
okunuyor. Bir de beş yüzyıl öncesinden
Cervantes'in *Don Kişot*'u var
yıllara meydan okuyan.

Bilimsel kitapların ömrü
daha kısa oluyor. Üretilen yeni bilgiler
bilimsel kitapları çok çabuk antika
sınıfına itiveriyor. Cahit Arf'ın
Cebir Dersleri kitabı her
ne kadar içerik açısından sağlam olsa da
günümüz matematik eğitiminden
beklenenlere artık cevap veremiyor.
Oysa yazılışı üzerinden ancak
yetmiş yıl geçti.

Bir matematik kitabının ömrü
en fazla ne kadar olabilir?
Yüz yıl? Beş yüz yıl? Bin yıl?

Öklid'in, geometrinin temellerini attığı
Elemanlar adlı kitabı iki bin üç yüz yaşında.
Bugüne kadar binin üzerinde
değişik baskısı yapıldığı düşünülüyor.
Bugün on dokuz dile çevrilmiş durumda.
Bazı dillerde birden fazla çevirisi var.
Her gelen kuşak kitabı kendi anlayacağı
akıcılıkta yeniden kendi diline
çeviriyor.

Elemanlar iki bin üç yüz yıl önce
okuyucusuna bilgiyi keşfetme
heyecanını hangi canlılıkta verdiyse
bugün de okuyanları aynı düzeyde
heyecanlandırıyor.
Bu heyecan yalnızca yeni
bir şey öğrenme heyecanı değil,
o bilginin adım adım keşfedilişine
birinci elden tanık olma
heyecanı.





Öklid (MÖ 330 - 275)

Binlerce yıldır kitabı okunan, adı her anıldığında matematik dünyasında içten bir saygı uyandıran Öklid'in kim olduğu hakkında hiçbir sağlam veri yok. Mısır'ın İskenderiye şehrinde I. Ptolemy hâkimiyeti döneminde yaşadığı düşünülüyor. O dönemlerde yaşamış olan pek çok matematikçi ve oyun yazarı hakkında ayrıntılı bilgiler ulaşmış günümüze. Çoğunun eserleri kaybolmuş, günümüze erişen eserler de tarihi değerinin ötesinde bir etkiye sahip değil, ama yazarlarının neredeyse özel hayatlarını bile biliyoruz. Öte yandan yazdığı kitap insanlık düşünce tarihini derinden etkilemiş bu yazar hakkında, uydurma olduğundan şüphelendiğimiz, iki söylentiden başka bir bilgimiz yok.

İlk söylentiye göre ders verdiği bir öğrencisi “Ben bunları niye öğreniyorum? Gerçek hayatta ne işime yarayacak?” deyince Öklid kölesini çağırıp “Şuna biraz para ver de öğrenince eline bir şey geçtiğini görsün” demiş. Bu hikâye pek çok eski zaman matematikçisi hakkında da anlatılır. Hikâyede satır arasında adı geçen kölenin hayatıysa kimsenin dikkatini çekmez. Oysa Eski Yunan'da matematiğin birdenbire önem kazanıp gelişmesinin nedeni, geçim kaygısı olmayan soylu sınıfın bilinmeyen bir nedenden dolayı matematiğe ilgi duyması ve zamanını matematiğe adanmasıdır. Kim bilir belki de tıpkı savaşmak gibi bir etkinliği nasıl soylu işi olarak görmüşlerse, insana verdiği zarar açısından matematiği de aynı düzeyde görmüş olabilirler!

Bir diğer söylentiye göre de Öklid'in *Elemanlar* kitabını inceleyen kralın "Geometri öğrenmek için bundan daha kolay bir yol yok mu?" serzenişine Öklid "Günlük hayatta avam ve kral için ayrı yollar vardır, ama geometriye giden bir kral yolu yoktur" diyerek cevap vermiştir. Bu hikâye de, az önceki hikâye gibi yıllar içinde başka antik dönem matematikçileri için de anlatılagelmıştır.



1938 Bourbaki toplantısı
Soldan sağa:
Simone Weil, Charles Pisot, Andre Weil,
Jean Dieudonné, Claude Chabauty,
Charles Ehresmann, Jeab Delsarte

Ben küçükken karıştırdığım bir ansiklopedide *Elemanlar* ve yazarı Öklid hakkında biraz bilgi edinmiştim. Ansiklopedi *Elemanlar* kitabının önemini anlatmış ve bende belki ben de bir gün böyle bir şey yazarım hevesi oluşmasına neden olmuştu. Heveslenmemin bir diğer nedeni de Öklid'in eski dönemde İskenderiye'de bir müze çalışanı olduğu bilgisiydi. O güne kadar gördüğüm müzeci amcaların aslında o sakın görünüşleri altında ne büyük yetenekler gizlediklerini düşünmüş, onlara imrenmiştim.

Yıllar sonra Yunan mitolojisinde müzik ve şiirden sorumlu dokuz tanrıça olduğunu öğrendim. Bunlar dokuz kız kardeşirler ve İskenderiye'de eski dönemde kurulan bir bilim yuvasına bu tanrıçaların adı verilmiştir. Fakat Yunanca "Mouseion" olan bu ad Türkçeye ses benzerliği nedeniyle "Müz" olarak çevrilmiştir. Kısacası çocukluğumda her karşılaştığımda derin ve gizli bir saygıyla gülümsediğim müzeci amcalar meğerse Öklid ile meslektaş değilmiş. Oysa çocukken ne kadar masum ve mutluyduk.

Bourbaki mi Öklid'den Çıktı, Öklid mi Bourbaki'den?

Öklid'in *Elemanlar*'ı yazdığı dönemden yüz yıl kadar önce Megara'da yaşamış Öklid adında bir filozof vardır. Sokrat'ın öğrencisi olan, hatta onun son gecesinde yanında bulunan öğrenci grubu içinde olan Megaralı Öklid çalışmaları ve düşünceleriyle dönemini derinden etkilemiş saygın bir insandı.

Yine bir söylentiye göre İskenderiyeli bazı matematikçiler matematiğe bir düzen getirmek amacıyla yola çıkıp *Elemanlar* kitabını ortaklaşa yazmış ve Megaralı Öklid'e duydukları saygının bir belirtisi olarak onun adını ortak ad olarak kullanmışlardır. *Elemanlar*'ın on üç cildi boyunca üslubun zaman zaman niye değiştiği, bazı kitaplarda genel bir bakış açısıyla işlenen bir konunun diğer kitaplarda yeniden neden ele alındığı gibi sorulara makul cevaplar bulmanın

zorluğu, bu söylentiye savunanların tezlerini güçlendiriyor.

İki bin yıl sonra Bourbaki grubunun aynı amaçlarla ortaya çıkması ve yazdıkları kitap serisine *Matematiğin Elemanları* adını vermeleri de belki bir şey bildiklerinin işareti olabilir.

Bu teze karşı çıkanların başında eski köye yeni adet getirmeyinciler vardır elbette. Onları geçerse, bu teze karşı olan saygın bilim insanları bu çeşit bir ortak çalışmanın eski dönemde başka bir örneği olmamasının önemli bir gösterge olduğunu söyler. Üstelik Bourbaki kitaplarının yazarları dönemlerinin önemli matematikçileridir ve hepsinin adı bilinmektedir. Öklid'in yaşadığı düşünülen dönemde bu kitabı yazacak çapta matematikçi yoktur. Sıradan matematikçilerin bir araya gelip binlerce yıl eskimeyen böylesi bir kitap yazdığına inanmak da pek gerçekçi değildir.

Tarih her yıl yapılan yeni kazılar ve araştırmalar sonunda ortaya çıkan yeni bulgular ışığında geçmişten yeniden kurgulamaya çalışan, heyecan dolu dinamik bir bilim dalıdır. Kim bilir belki bir gün Öklid'in defterleri bir yerden çıkıverir. O güne kadar biz de Öklid'i bırakıp *Elemanlar*'la ilgilenelim.

Papirüs, Kodeks, E-kitap

Öklid bir kişi miydi yoksa bir matematikçi grubu muydu sorusunu şimdilik bırakalım ve nasıl ki Bourbaki'nin tek bir kişi olmadığını bilmemize rağmen ondan tek bir yazar gibi bahsediyorsak bu saygıyı Öklid adından de esirgemeyelim.

Elemanlar kitabının
en eski yazmasından bulunan parça.
İkinci kitabın beşinci önermesi
görülüyor.



Kitap Olarak Elemanlar

Matematiği oluşturan asıl elemanlar, yapıyı oluşturan öğeler, geometrinin temel kavramları anlamında *Elemanlar* adını vermiştir Öklid kitabına. Kodeks formatına geçirildikten sonra tekrar tekrar elle çoğaltılmıştır. Pek çok okuyucu kitabın sayfa kenarlarına o sayfadaki konuları açıklayıcı notlar düşmüştür. Bu notlar hem içerik hem de tarihi değer açısından önemlidir.

Bir de kitabı çoğaltırken Öklid'in hata yaptığını, bazı konuları eksik bıraktığını, bazı kavramları öyle değil böyle açıklamasının daha doğru olacağını düşünen yazarlar çıkmıştır. Bu "hataları" düzeltmek için iyi niyetle kitabı yer yer değiştirmişlerdir. Orijinal papirüs kopyalar yok olduğu için Öklid'in aslında tam olarak ne yazdığı da matematik tarihçilerinin tahminlerine kalmıştır. Bir kez daha cehennemin yollarının iyi niyet taşıyla döşenmiş olduğunu görüyoruz.

Uzun yıllar *Elemanlar* için en güvenilir kaynak, Öklid'den altı yüz yıl kadar sonra yaşamış ve o malum "müzede" çalışmış Theon'un çalışmaları esas alınarak yapılan kopyalar olmuştur. Theon, adı günümüze kalan kadın matematikçi Hypatia'nın babasıdır. *Elemanlar*'ın kopyasını ve açıklamalarını kızının yardımıyla yaptığı düşünülüyor. Theon sık sık öğrencilerin artık eskisi kadar iyi olmadığından dem vurmakta "nerede o bizim zamanımızdaki öğrenciler" diye tarih ötesinden şikâyetle bulunmaktadır. Öklid'in *Elemanlar*'ını da bu zayıf öğrenciler anlasın diye "tane tane" açıkladığını yazmaktadır.

Öklid *Elemanlar*'ını papirüs rulolarına yazmıştı.

Papirüs ruloları okumak için bir masaya oturuyordunuz ve sağ elinizle tuttuğunuz ruloyu sol elinizle yavaş yavaş açıp okuyordunuz. Okumayı kolaylaştırmak için yazılar dar sütunlar halinde yazılıyordu. Papirüslerin sadece tek yüzüne yazı yazılabiliyordu. Rulunun vücudunuza değen kısmı aşınıyordu. Papirüs Akdeniz havzasında icat edilmişti, farklı iklimlerin olduğu ülkelere gönderildiğinde rulolar bozuluyor ve okunmaz hale gelebiliyordu. Sık sık yeni kopyaların yazılması gerekiyordu.

Bütün bu zorluklara rağmen bugün bildiğimiz biçimde kitap icat edildiğinde önce hiç kabul görmemişti. Bu yeni formata ağaç kütüğü anlamında kodeks deniyordu. Raflar dolusu papirüs ruloları tek bir kitaba sığabiliyordu. Sayfaların arkası da kullanılabiliyordu. Üstelik sayfalar papirüste olduğu gibi hassas malzemedен değil hayvan derisinden hazırlanıyordu, daha dayanıklıydı. Her yeni gelişme eski düzene alışmış büyük bir grubun direnişiyle karşılaşır.

Kodeks formatı da icadından sonra yaklaşık beş yüz yıl tutucu insanlarla mücadele etti ama sonunda tüm papirüsler kodeks formatına aktarılıp yok edildi.

Öklid'in *Elemanlar*'ı da bu süreçte yeni formata aktarıldı. Orijinal kopyaların arkeologların bile bulamayacağı şekilde yok edildiğini düşünüyoruz, ama gizliden gizliye de bir yerlerde yıllardır açılmamış bir dolap kapağının arkasında küf kokan birkaç papirüs bulunması umudunu canlı tutuyoruz.

Bugün e-kitabın geleceği konusunda bir tartışmaya girmeden önce bunları aklınızdan hızla geçirin diye anlattım. İlerde *Bilim ve Teknik* dergisinin bin beş yüz ellinci yılında "Eskiden kâğıt kitaplar vardı. Beş on tanesini bile taşımak bir insan için çok zordu. Suya düşseler okunmaz olurlardı. Yüksek raflardan kafanıza düşüp sizi yaralayabilirlerdi. Şimdi e-kitap okuyucularımızda binlerce kitabı yanımızda taşıyoruz. Tüm kitaplar ana bilgisayarda olduğu için e-okuyucunun kaybolmasının da bir zararı olmuyor" diye başlayan yazılar çıkmaya olası olduğunu göz ardı etmemek gerek.

Bin yedi yüz yıl önceki öğrencilere Theon'un yönelttiği eleştirileri anlatınca otuz yıl önce katıldığım bir semineri anlatmamam olmaz. Bölümümüzdeki Güney Koreli bir hoca çok ilginç bir konuda seminerler vermek istediğini ve meraklı öğrenci aradığını duyurdu. Arkadaşlarımla hemen gönüllü olduk. Konu çok güzeldi ama küçük bir sorun vardı. Güney Koreli hocamızın İngilizcesini anlamak mümkün değildi. Bölümde onunla sohbet eden ve her halde onun İngilizcesini anlayan tek kişi, ayaklı kütüphane Larry idi. Larry hocamız bize tercümanlık yapmayı kabul etti ve seminerler başladı. Başlarda Güney Koreli hocamız tahtaya İngilizce yazıyor ve kendince İngilizce anlatıyor, arada bir de susup Larry'ye bakıyordu. Larry başını biraz bize çevirip İngilizceden İngilizceye çeviri yapıyordu. Burada da küçük bir sorun vardı. Larry gençliğinde gırtlak ameliyatı geçirmişti ve onun İngilizcesini anlamak için de ondan epey maceralı birkaç ders almış olmanız gerekiyordu. Neyse ki biz o şanslı gruptaydık. Biz dediğim de arka sıraya yan yana oturmuş iki Kanadalı, bir Hong Konglu ve bir Türk. Birkaç ay sonra bir seminerde tahtadaki hocayla Larry biraz atıştı. Larry bu atışmayı bize tercüme etmekte isteksiz kaldıysa da ısrarlarımız sonunda açıkladı. Güney Koreli hoca bizi beğenmiyor, ilgisiz, sadece diploma peşinde koşan zamane gençleri olarak görüyormuş. Larry de sen bu çocukların hangi şartlar altında aylardır bu seminerleri takip ettiğini fark etmiyor musun, diyerek bizi savunmuş. Güney Koreli hoca hiç tunmamış.

Geliyorlar ama hâlâ konuya katkı yapacak bir teorem bulmadılar, demiş. Bazen çıta çok yükseğe konuyor! Kızı Hypatia olan birinin koyduğu çıtayı tahmin etmemiz ve belki yüz yıllar öncesinin öğrencileri hakkında yeniden düşünmemiz gerekebilir.

Theon Öklid'in kitabına zaman zaman eklemeler de yapmış ve bunlardan başka kitaplarında söz etmiştir. Öklid'in *Elemanlar*'ının aslının, Theon'un katkıları çıkarıldığında, nasıl olduğu sorusu yakın zamana kadar cevapsız kaldı. Eldeki kopyalar Theon'un kitabının yüz yıllar içinde yapılan kopyaları olduğu için Theon öncesi dönemde *Elemanlar* nasıldı sorusu ciddi bir araştırma konusuydu.

Fransız Devrimi döneminin önde gelen matematikçilerinden François Peyrard, Napolyon'un Paris'e getirdiği savaş ganimetleri arasında Vatikan Kütüphanesi'ne ait bir el yazması bulur ve bunun *Elemanlar*'ın dokuzuncu yüz yılda yazılmış bir kopyası olduğunu fark eder. Bu kitap *Elemanlar*'ın günümüze erişen en eski kopyasıdır ve Theon'un yaptığını söylediği değişiklikler bu yazmada yoktur.

Nihayet on dokuzuncu yüz yılın sonunda ünlü Danimarkalı tarihçi Johan Ludvig Heiberg, eldeki tüm *Elemanlar* kopyalarını tarayıp Vatikan kopyasını esas alarak Öklid'in *Elemanlar* kitabını yeniden kurmuş ve Latinceye çevirmiştir. Bunun nasıl büyük bir iş olduğunu anlamak için eski yazmalara bir göz atmak gerekir. Her şeyden önce bunlar birisinin el yazılarıdır. Zaman içinde sayfalarda oluşan aşınmalardan dolayı pek çok harf net olarak okunamamaktadır. Eskiden üzerine yazı yazılan malzeme çok pahalı olduğu için içinde on binlerce kelime olan kitaplarda kelime aralarına boşluk bırakma gibi bir lüks yoktu. Bunun metinleri okurken doğuracağı zorluğu tahmin etmek için "çaresizsiniz" sözcüğünü gördüğünüz yerde bunu "çare sizsiniz" diye okumanız gerekir. Gerektiğine nasıl karar vereceğinizi düşünün. Ya da "yeteneksizsiniz" yazdığını gördüğünüz yerde bunun bir övgü mü yergi mi olduğuna nasıl karar vereceğinizi düşünün.

O yüzden bu çevirileri yapan insanlar sadece Eski Yunanca bilerek bu işe soyunmuş kişiler değiller.

Elemanlar'ın Vatikan kopyasında dik üçgen teoreminin olduğu sayfa. Daha önceki kullanıcıların sayfa kenarına yazdıkları açıklamaların yoğunluğu dikkat çekiyor.



Eski dönemde yazılmış neredeyse her şeyi okumuş, çalışmış, değişik dönemlerin ve değişik yazarların üsluplarını bilen kişiler, eğer bu bilgilerin yanı sıra bir de matematik biliyorlarsa bu çevirilere teşebbüs ediyorlar.

Heiberg'in çıkardığı Eski Yunanca metni ve Latince çeviriyi kullanarak Öklid'in *Elemanlar*'ını İngilizceye çok ayrıntılı analiz ve yorumlar eşliğinde çeviren kişi de Thomas Heath olmuştur. Heath'in sayfalar boyu süren yorumlarından yorulanlar için Richard Fitzpatrick yorumsuz bir İngilizce çeviriyi internet sitesinde meraklılara sunmuştur.

Nihayet *Elemanlar*: İçerik ve yöntem

Elemanlar kitabında MÖ üçüncü yüzyıldaki tüm matematik bilgisinin sistematik bir şekilde sunulduğu görülür. Kitabı iki bin yıldır canlı tutan yönü bu sistematığın insanlığın düşünce tarihini derinden etkileyen bir yetkinlikte çalıştırılmış olmasıdır. Elbette mükemmel bir sunum yoktur kitapta ama başka hiç bir ölümlü de gerçeğe Öklid'in yaklaştığından daha fazla yaklaşılamamıştır.

Elemanlar nokta, çizgi, doğru ve düzlem tanımlarıyla başlar. Osmanlı'da güzel bir tanım için "efradını camî ayyarını mâni" derlerdi, benzerlerini toparlayacak, benzemeyenleri dışarıda tutacak anlamında. Bunun geçerli olması için "benzerlerin" ve "benzemeyenlerin" daha önce tanımlanması ama daha önceki o tanımların da "efradını camî ayyarını mâni" olması gerekir. Bunun bir sonu olacağı ve bir yerden sonra

bazı temel kavramları tanımlamadan bırakmak zorunda olacağımız aşikârdır. O yüzden nokta ve doğru gibi kavramların tanımlanmadan, belit (aksiyom) olarak kalması daha doğru olurdu. Zaten Öklid de "nokta büyüklüğü olmayandır" diyerek tanım formatını zorlar.

Öklid'in *Elemanlar*'da tanım konusunu fazla resmileştirmeden, bu kavramları sohbet havasında anlattığı, tanımların ciddiye alınıp numaralandırılıp didik didik incelenmesinin daha sonraki yüzyıl yazarlarına ait olduğu düşünülür. Benim izlenimim ise Öklid'in aslında hiç tanım vermediği, kullandığı kavramların önermelerin kanıtlarının akışından çıkarılması beklediği yönündedir. *Elemanlar*'ı bir de bu bakış açısıyla, tanımları atlayarak okursanız kitaptan çok farklı bir keşfetme zevki alacaksınız.

Kitabın can alıcı yönü önermeler ve bunların kanıtlarıdır. Önermeler ya bazı şartlar altında bazı bağıntıların geçerli olacağını iddia eder, önerir ya da bazı verilerden başlayarak bazı çizimleri yapmanın mümkün olduğunu iddia eder.

On üç cilt tutan *Elemanlar* kitabının ilk önermesi verilen bir doğru üzerine eşkenar bir üçgen çizmenin yolunu anlatır. Her önerme önceki önermeleri kullanarak adım adım ilerler. Birinci kitabın son iki önermesi dik üçgen teoremiyle ilgilidir. Ama önce bir kenar verildiğinde bunun üzerine bir kare çizmenin mümkün olduğu gösterilmelidir ki bu karelerin büyüklüklerinden, yani alanlarından söz edebilelim. Yoksa hiçbir zaman var olmayacak karelerin alanları hakkında söylenecek bir sözün bir değeri olmayacaktır.

Önermeler tamamen sözeldir. Hiçbir sembol veya şekil içermez. "Bir dik üçgende dik açıyı gören kenar üzerindeki kare, dik açıyı içeren kenarlar üzerindeki karelere eşittir" diye yazar Öklid. Burada "kare" derken "karenin alanı" demek istediğini anlamamız gerekir. "Karelere eşittir" derken de "karelerin alanlarının toplamına eşittir" demek istediğini anlamamız gerekir. İki üçgen için eşittir dediği zaman bu üçgenlerin örtüşen üçgenler mi yoksa aynı alanlı üçgenler mi olduğunu sizin anlamamız gerekir.

Bu zorluğu önermenin kanıtının ilk paragrafında hemen çözer Öklid. Burada derhal bir şekil çizer ve önermenin ifadesindeki ön şartların ne olduğunu bu şekil üzerindeki harfleri kullanarak açıklar. Sıra önermenin iddiasının ne olduğuna gelince, Öklid her zaman "diyorum ki" diye başlayan bir cümle ile önermenin iddiasının ne olduğunu şekil üzerinden anlatır. Sonra kanıt başlar. Yalnızca o ana kadar kanıtlamış olduğu sonuçları kullanarak bu yeni önermeyi kanıtlar.

Newton'un hocası Isaac Barrow'un *Elemanlar* çevirisi (solda)

Nasrettin Tus-i'nin *Elemanlar* çevirisinde dik üçgen teoreminin anlatıldığı sayfa (sağda) (Harvard Kütüphanesi'nden)



Öyleyse birinci önermenin kanıtı ne kullanacak? Öyle ya, daha önce hiçbir şey kanıtlamadı. Öklid onu da düşünmüş ve birinci kitabın tanım- larından sonra ve ilk önermeden önce beş belit ve beş genel kavram yazmış, geometri buradan başlaya- cak demeye getirmiştir.

Örneğin birinci belit iki noktayı birleştiren bir doğrunun mutlaka var olduğunu kabul eder. Böylece ilk önermede eşkenar üçgen için bir tepe noktası bulduğunuzda bunu diğer köşelere nasıl birleştireceğiniz sorusu kendiliğinden cevaplanmış olur.

Onuncu tanımda “Bir doğruya çizilen bir başka doğru iki komşu açıyı eşit kılıyorsa her iki açıya da dik denir” diyerek dik açıyı tanımlar. Dördüncü belit ise tüm dik açılar bir birine eşittir der. İlk okuyuşta buna ne gerek vardı deriz, ama sonra düşününce bunun bize çalışacağımız uzayın her yerinin aynı olduğunu söylediğini anlarız. Düzlemin değişik yerlerinde tanıma göre oluştura- cığımız dik açılardan biri diğer yer- deki dik açıdan farklı olmayacaktır. Bunu kanıtlayamayız. Bunun geçerli olacağı bir uzayda çalışmayı tercih ettiğimiz ilanımızdır dördüncü belit.

Ve matematik tarihinde başka hiçbir belirteç kullanmadan “beşin- ci belit” dendiğinde herkesin neden söz ettiğimizi hemen bildiği beşinci belite gelir sıra. “Eğer bir doğru par- çası, iki doğruyu kestiğinde bu doğ- ru parçasının aynı tarafındaki iç aç- ıların toplamı iki dik açıdan küçükse, bu iki doğru o yönde uzatıldıkların- da kesişir.” Bu doğruları istediğimiz kadar uzatabileceğimiz bir uzayda yaşamak istediğimizi ise ikinci belit-

te belirtmiştik bile. İki dik açı yerine 180 derece denmediğini ve bunun ne gibi bir incelik olduğunu sezmeyi de size bırakıyorum.

Diğer belitler çok kısa olduğu ve hiçbir ayrıntılı işlem gerektirmediği halde bu belitin bu kadar çetrefilli olması binlerce yıl matematikçileri bu belitin aslında bir önerme olarak kanıtlanabileceği inancına itmiştir. Nice büyük yetenek bu beliti diğer belitler yardımıyla kanıtlamaya ça- lışarak heba olmuştur. Ancak on dokuzuncu yüzyılda bu ifadenin gerçekten bir belit olduğu ve bu belit olmadan da tutarlı ama farklı geometriler oluşturulabileceği anla- şılmıştır. Öklid herhalde yukarıdan bakıp “ben size bin yıl önce demiş- tim zaten” diye geçirmiştir içinden.

Genel Kavramlar

Bir önermeyi kanıtlarken elbet- te eşit olan değerlere aynı değeri ekleyip sonucun yine eşit olacağını bir ara söyleyeceğiz. Orada birisi bizi durdurup “bunu daha önce kanıtlamış mıydık” diye sorabilir. Elbette bu çok aşikâr bir sonuç, ama zaten soru- yu soran da bu aşikâr değil demiyor. Temelden başlayıp geometri kuru- yoruz diye yola çıktık, bu kullandı- ğımız yöntemi hangi temelin üze- rine koyacağız diye soruyor. Öklid bu soruyu da önceden görüp bu ve bunun gibi toplam beş kavramı sor- gulamadan kabul edeceğimiz genel kavram olarak yazmıştır. Örneğin bir şey kendisine eşit midir? Eşit kavra- mını kullandığımız yerlerde söz ko- nusu olan şeyler hep farklı oluyordu. İhtiyaç duyduğumuzda bu eşitlik

kavramını aynı şey için kullanalım mı? Öklid “evet, kullanacağız” diyor. Yine hatırlatayım ki burada önem- li olan söz konusu işlemin zorluğu, kolaylığı veya aşikâr olup olmaması değil. Konu, biz bunu başka kavram- lar kullanarak kanıtlayabilir miyiz konusudur.

Elbette her şey kendisinden önce kanıtlanan önermeler kullanılarak kanıtlanır, ama ne kadar geriye gide- biliriz ki? Bir yerde durmak ve bazı kabuller yapmak gerek. İşte o kabul- lerin nerede yapılacağını en isabetle teşhis eden Öklid olmuştur. Yoksa ondan önce de *Elemanlar* adıyla aynı amaçla pek çok kitap yazılmış ama onlar zaman içinde gelen sorulara ve eleştirilere cevap veremediklerinden kalıcı olamamıştır.

Kanıtlar

Öklid’in kanıtlama yöntemi in- sanlık düşünce tarihine damga vur- muş ve bugün hâlâ geçerli olan bir yöntemdir. Her şey daha önceden kanıtlanan ya da kabul edilen belit- ler ve genel kavramlar kullanılarak kanıtlanmalı. Kanıtın başında neyin kanıtlanacağı açıkça belirtilir. Kanıt belirlenen ilkeler doğrultusunda sü- rer ve bitince de kanıtın içinde ora- ya gelinceye kadar yapılanlar kast edilerek “bundan dolayı” diye başla- yan cümle, önerme metnini aynen tekrarlar. Kanıt o meşhur “kanıtlan- mak istenen de tam olarak buydu” cümlesiyle biter, ki bunun Latincesi olan Quad Erat Demonstrandum ifadesinin baş harfleri olan QED her matematik öğrencisinin en çok kul- landığı kısaltmadır.

Eski insanların parşömen pahalı diye yer ziyan olmaması için kelime-leri bitişik yazmasını anlayamayız, ama Öklid çevirilerinde o “bundan dolayı” diye başlayan cümleye sıra gelince, hem üşendiğimizden hem de yer ziyan olmasın diye koca önermeyi tekrar etmez fakat Öklid’in tekrar ettiğini de hatırlatmak için “bundan dolayı vs” yazar geçeriz. Öbür tarafta Öklid hesap sorarsa ne diyeceğimizi bilmiyorum.

On Üçüncü Kitabın Son Önermesi

Her şeyin iğneyle kuyu kazar gibi ilerlediği, bir kenarı bilinen bir eşkenar üçgenle yola çıkılan bu maceranın sonu üç boyutlu uzayda sadece beş tane Platonik cisim olduğunun kanıtıyla biter. Nereden nereye!

Platonik cisim dediğimiz üç boyutlu cisimler, yüzeyleri aynı eşkenar ve eşaçılı düzlem şekillerinden oluşan cisimlerdir. Örneğin küpün her yüzü karedir, kare ise kenarları ve açıları eşit olan bir düzlem şeklidir. Yüzleri eşkenar üçgen olan sadece dörtyüzlü, sekizyüzlü ve yirmi yüzlü cisimler vardır. Yüzleri düzgün beşgen olan sadece bir onikiyüzlü vardır.

Ve elbette bir de yüzleri düzgün dörtgen, yani kare olan bir altıyüzlü, yani küp vardır. Bunlardan başka yoktur. İşte *Elemanlar* bunun kanıtıyla biter.

Ama arada sadece geometri yapmakla kalmaz.

İçindekiler

Elemanlar, kendisinden önce yazılmış diğer *Elemanlar* gibi var olan matematik bilgisini bir düzen içinde sunma iddiasında olduğundan özgün ve yeni sonuçlar içermez. İçindeki tüm bilgiler zamanın bilgilerinin Öklid’in binlerce yıla meydan okumuş seçiciliğiyle sunulmuş halidir. Bazı kanıtların, örneğin dik üçgen teoreminin kanıtının yeni olduğu ve Öklid’e ait olduğu düşünülse de kitabın önemi buradan kaynaklanmaz.

İlk kitaplar Plato, Pythagoras ve Thales gibi matematikçilerin geliştirdiği düzlem geometrisini, temel kavramlardan başlayarak kurar.

Beşinci kitap meşhur oranlar kitabıdır. Bir üçgenin bir kenarının diğer kenarına oranı, o kenarları ölçmek için kullanacağımız uzunluk biriminden bağımsız bir kavramdır ve orada kendiliğinden var olmakta, sadece o kenarlara özgü bir özellik

olarak bulunmaktadır. Böyle bir kavram olduğu için oranları, bin küsur yıl sonra icat edilecek cebirsel semboller yardımıyla çarpıp bölemeyiz. Öyleyse oran nedir, nasıl kullanılır? Üstelik ikizkenar bir dik üçgenin bir kenarıyla hipotenüsün oranı daha önce karşılaşmadığımız bir orandır. Ya buna bile benzemeyen başka oranlar varsa? Kaç çeşit oran olur? Bu ve buna benzer sorular yalnızca geometri bilgisiyle nasıl cevaplanır?

Beşinci kitapta bu soruları Öklid imrenilecek bir hassasiyetle ele alır. Öyle ki aradan geçen iki bin yılda cebir gibi yeni teknikler geliştirilmiş olmasına rağmen hâlâ konuyu sadece Öklid’in yöntemleriyle incelemenin önüne geçilmez bir cazibesi vardır ve *Elemanlar* sırf bu nedenle birkaç bin yıl daha okunmaya devam edecektir.

Beşinci kitaptaki bilgilerin Knidoslu Eudoxus’a ait olduğu düşünülür. Onuncu kitaptaki değişik sayı çeşitleri üzerine yapılan incelemelerin Sokrat’ın öğrencisi Theaetetus’a ait olduğu düşünülüyor.

Elemanlar’ın içeriğine ve kimlerin çalışmalarına dayanan bilgileri içerdiğine daha yakından bakacağımız bir yazıyı ilerde yazmaya söz verip *Elemanlar*’ın Türkçe çevirilerinden söz edeyim.



Hüseyin Rıfkı Tâmanî, Başhoca, mühendis, yazar. Osmanlı’da 1795 ile 1883 tarihleri arasında Mühendislik eğitimi vermiş olan Mühendishâne-i Berrî-i Hümayun’un, bir dönem başhocalığını yapan, mühendis ve alim.

Tamani’nin çevirisinde esas aldığı Bonycastle kopyası

Türkçe'de *Elemanlar*

Öklid'in *Elemanlar*'ını kısmen de olsa Türkçeye ilk çeviren kişi III. Selim döneminde yaşamış olan Hüseyin Rıfki Tâ mânî'dir. Tâ mânî'nin *Elemanlar* çevirisi hakkındaki bilgileri bu konuda doktora çalışması yapan ve günümüz Türkçesine çeviren Ali Rıza Tosun'un kaynaklarda belirtilen kitabından alıyoruz.

Tâ mânî'nin zamanında artık Osmanlı fen konusunda ana kaynağın Batı'da olduğuna inanmıştı. O nedenle eğer bir Öklid çevirisi yapılacaksa Doğu âleminde var olagelen Arapça çevirileri esas almak kimseden saygı görmeyecekti. Gözler Batı'ya çevrilince iki çeşit kaynak arasında bir karar vermek gerekiyordu. Ya Öklid'i aslına sadık olarak aktarmış kitaplar ya da *Elemanlar*'ın sadece "günlük hayatta işe yarayacak" kısımlarını aktarmış kitaplar esas alınacaktı. Bu kararın verilmesinde III. Selim'in tavrı belirleyici olur. III. Selim askeriye'nin işine yaramayan işlerle uğraşan bilim insanlarını Mühendishane'ye müderris olarak atamayacağını açıkça dile getirir. Böyle bir uyarı karşısında Tâ mânî İngiltere'de bir askeri akademide hoca olan John Bonnycastle'ın sadece askeri eğitimde kullanmak için konuları seçerek yaptığı *Elemanlar* çevirisini esas almaya karar verir. Bonnycastle *Elemanlar*'ın 1.-6. ve 11. kitabını ve 12. kitabın bir kısmını çevirmiştir. *Elemanlar*'ın sadece geometriyle ilgili kısımlarını çevirmeyi hedeflediğini söylemişse de Platonik cisimlerin incelendiği 13. kitabı çevirmemiştir. İşte Tâ mânî'nin III. Selim'in gazabına uğramamak için seçtiği kaynak Bonnycastle'ın bu kitabıdır.

Son yıllarda Mimar Sinan Üniversitesi Matematik Bölümü hocalarından Özer Öztürk ve David Pierce *Elemanlar*'ın birinci cildinin, Yunanca aslına akademik bir sadakatle bağlı bir çevirisini yapıp geometriye giriş derslerinde okutmaya başladılar. Bu çeviriyi de kaynaklarda verilen bağlantıdan indirebilirsiniz.

Türkçe gibi son derece kıvrak anlatım olanakları sunan bir dile *Elemanlar*'ın bugüne kadar birkaç değişik çevirisinin yapılmış olması gerekirdi. James Joyce'un baş eseri *Ulysess* için, asıl yazıldığı dil olan İngilizceye bile çevrilmesi gereken bir roman benzetmesi yapılır. Dil ve anlam oyunları dolu olan bu roman her dile aynı başarıyla çevrilememiş, hatta birden fazla çevirisinin yapıldığı dil sayısı çok kısıtlı kalmıştır. Oysa Türkçede Nevzat Erkmen ve Armağan Ekici tarafından yapılmış birbirinden başarılı, *Ulysses* lezzetini rahatlıkla taşıyan iki çeviri vardır. Türkçe'nin bu olanaklarını matematik dünyasının bugüne kadar kullanmamış olması bir kayıptır. Bunu kısmen telafi etmek için *Elemanlar*'ın tamamını kapsayan bir çeviri projesine başladım. Kaynaklarda verilen bağlantıdan bu projenin safhaları takip edilebilir.

Bitirirken

Binlerce yıl Batı ve Doğu medeniyetlerini eşit derecede etkilemiş olan *Elemanlar* kitabı sadece bir matematik kitabı değildir. Gerçeği açığa çıkarma çabasının ciddiyetini ve bunda gizli olan mutluluğu yakalayan, okuyucuda da bir an bu mutluluğu yakaladığı hissini uyandıran bir kitaptır.

Tüm fânilerin eserlerinde olduğu gibi hataları ve eksikleri vardır ama yine de sergilenen yöntemlerle bu kusurlar giderilir duygusunu hep ayakta tutan bir kitaptır. Bu dünyaya ait ama bambaşka dünyaların rüzgârını estiren bir kitaptır *Elemanlar*. İleride kitabın içinden örneklerle bu tezimizi destekleme sözümüzü yineleyip *Elemanlar* hakkında bir matematikçi olarak duyduğum heyecanı paylaşan bir şaire sözü bırakarak yazımı tamamliyorum. Edna St. Vincent Millay'ın bu şiirini dilimize çeviren edebiyatımızın ustalarından Yusuf Eradam'ın muhteşem Türkçesiyle sizi baş başa bırakıyorum.



SADECE ÖKLİD ETMİŞ SADE GÜZELİ TEMAŞA

Ey gözü kör eden saat, Ey o mukaddes, gün ki ne dehşetli,
Önce onun rüyetini ısıttığında, teşrih edilmiş fecirden çıkan şua!
Sadece Öklid etmiş Güzeli temaşa.
Ancak bir kereliğine duyanlar olacak Talihli,
Üstelik çok uzaklardan, çıkan o sesi,
Güzel'in muazzam çarığı konduğunda taş.

Kaynaklar

Tosun, A. R., Hüseyin Rıfki Tamani ve Elementler çevirisi, Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, 2010.

Öztürk, Ö. ve Pierce, D., *Öklid'in Öğelerinin 13 Kitabından Birinci Kitap*, <http://mat.msgsu.edu.tr/~dpierce/Dersler/113/2015/oklid-yunanca-turkce-2015-09.pdf>

Sertöz, A. S., *Öklid'in Elemanlar*'ı, <http://sertoz.bilkent.edu.tr/elemanlar.htm>

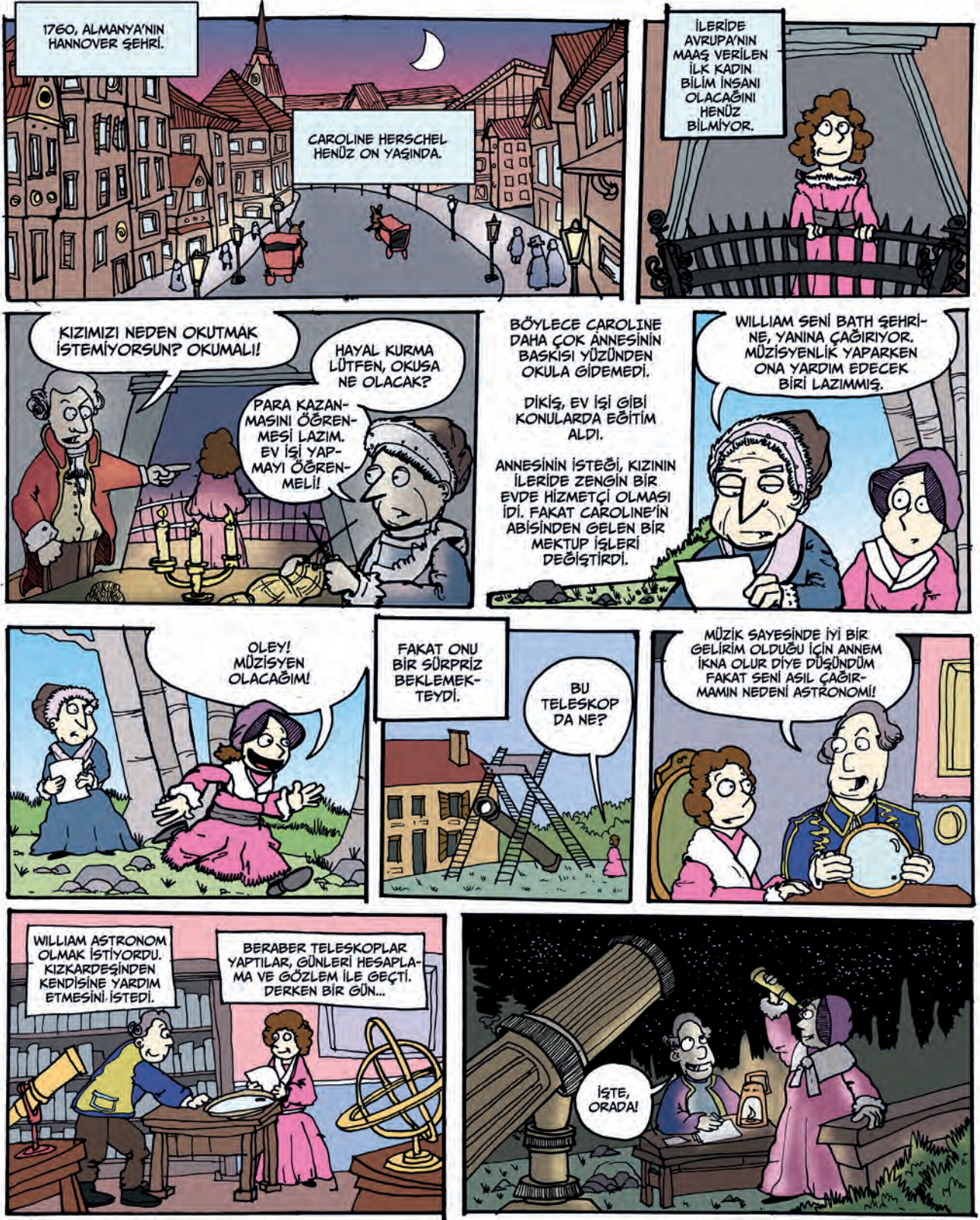
Heath, T., *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, Dover Yayınları, 1908.

Fitzpatrick, R., *Euclid's Elements of Geometry*, <http://farside.ph.utexas.edu/Books/Euclid/Elements.pdf>

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btciizgiroman@tubitak.gov.tr]

KUYRUKLUYILDIZ AVCISI





WILLIAM VE CAROLINE GÖKYÜZÜNDE YILDIZ GİBİ HAREKET ETMEYEN TUHAF BİR CİSMİ UZUN UZUN İNCELEDİLER VE BÖYLECE URANUS'U KEŞFETTİLER.



“Tıpkı 100 yıl önce elektriğin her şeyi dönüştürmesi gibi, önümüzdeki birkaç yılda yapay zekânın dönüştüremeyeceği bir endüstri düşünemiyorum.”

Andrew Ng

Baidu arama motoru eski bilimsel yöneticisi
ve Coursera kurucusu

YAPAY ZEKÂ

Temel Kavramlar

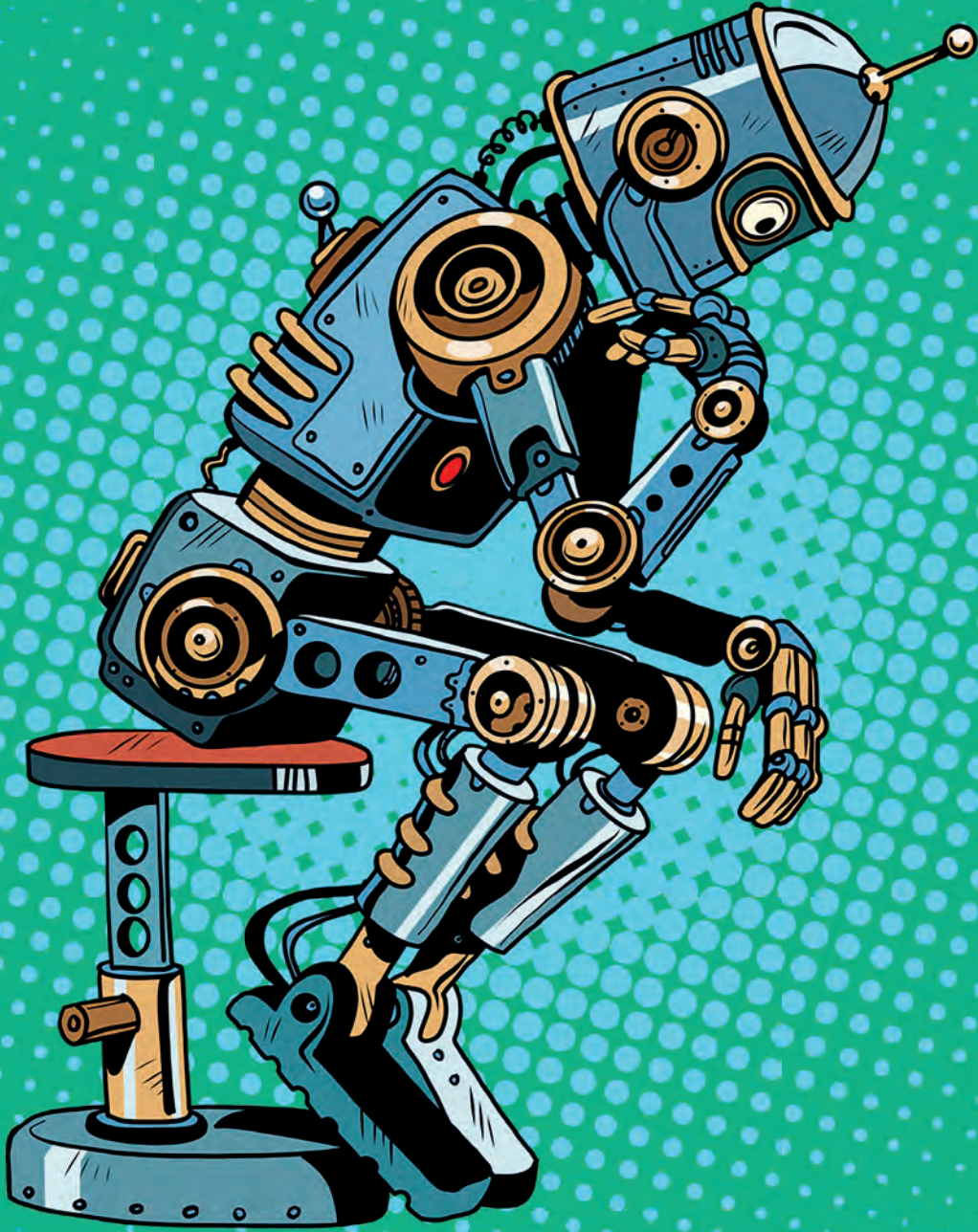
Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*

Yapay zekâ terimini ilk defa 1956'daki Dartmouth Konferansı'nda Prof. John McCarthy kullandı. Sonraki yıllarda çeşitli alanlarda yapay zekâ geliştirilmesi için birçok çalışma yapıldı. IBM'in geliştirdiği Deep Blue adlı bilgisayarın 1997'de dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenmesi insanların yapay zekâyâ bakışını değiştiren önemli olaylardan biri oldu. 2011'de IBM'in Watson adlı yapay zekâ bilgisayarının *Ben Bilirim* adlı bir televizyon yarışmasında rakiplerini yenmesi yapay zekânın matematiksel olmayan alanlarda da insanları yenebileceğinin sinyaliydi.

2016'daysa Google Deepmind dünya go şampiyonunu yenince yapay zekânın satrançtan daha karmaşık oyunlarda da başarılı olabileceği görüldü.

Prof. John McCarthy





Yapay Zekâ Nedir?

Yapay zekâ terimi yıllardır kullanılıyor, ancak ifade ettiği kavram teknolojik gelişmelerle birlikte değişti. Büyük veriye erişim, devasa verilerin işlenmesini sağlayan donanımlar yeni bir yapay zekâ çağına kapı araladı. Bilgisayar programcıları açık ifadelerle tanımlayabilecekleri görevleri yazdıkları programlarla çözebiliyor. Bugün kullandığımız metin yazma programları (örneğin Word), tarayıcılar

(örneğin Chrome), video oynatıcılar, muhasebe programları gibi yazılımlar, programcılar tarafından hangi durumda nasıl davranacakları ayrıntılı bir şekilde kodlanarak ortaya çıkarıldı. Örneğin bir mesajlaşma programında kullanıcı mesajını yazıp gönder tuşuna bastığı anda programın neler yapması gerektiği adım adım tanımlanmıştır:

- Alıcı ve mesaj alanlarını kontrol et, boş ise kullanıcıya
“Lütfen bütün alanları doldurunuz uyarısı ver”.
- Mesajı sıkıştırıp (örneğin zip yöntemiyle) küçült.
- Mesajı X.X.X ip adresindeki sunucuya gönder.
- Ekranın sağ alt köşesine “sunucuya iletiliyor” anlamına gelen bir ikon koy.
- Mesaj sunucuya iletildiğinde ikonu tek tik işaretine dönüştür.
- Mesaj alıcıya iletildiğinde ikonu çift tik işaretine dönüştür.
- Alıcı mesajı okuduğunda ikonu mavi çift tik işaretine dönüştür.

Bundan çok daha karmaşık programlardaysa birden fazla programcı yıllarca çalışıp milyonlarca satırı bulan kodlar yazıyor ve her özellik tek tek bilgisayara tanımlanıyor. Örneğin Word, Excel gibi Microsoft Ofis yazılımlarında toplamda 30 milyon satır kod olduğu söylenir.

Öte yandan açıkça tanımlanamayacak veya tanımlanması çok zor olacak durumlarda bu programlama teknikleri yetersiz kalır. Örneğin bisiklet sürebilecek fiziksel yetide bir robot ürettiğinizi ve bunun için bir yazılım geliştirmek istediğinizi düşünün. Bisiklet sürerken karşılaşılabilecek bütün durumları tanımlayabilir misiniz? Bisikleti dengede tutmak için en az ne kadar eğilmek gerekir? Pedallara ne kadar kuvvet uygulamak gerekir? Farklı zemin şartlarında bu kurallar nasıl değişir? Arkadan bir korna sesi duyulursa ne yapılmalı? Bir engel çıktığında frene ne zaman ve ne kadar basılmalı? Ön ve arka frenin sıkılma oranları eşit mi olmalı? Hangi durumlarda yoldan, hangi durumlarda kaldırımdan gidilmeli? Karşılaşılabilecek bütün durumları tespit etmek, tespit edilen binlerce belki yüz binlerce durumda robotun nasıl davranması gerektiğini açık, anlaşılır bir şekilde ifade etmek mümkün değil. İşte izlenecek yönergelerin açıkça tanımlanmasının mümkün olmadığı ya da çok zor olduğu görevlerde yapay zekâ devreye girer.

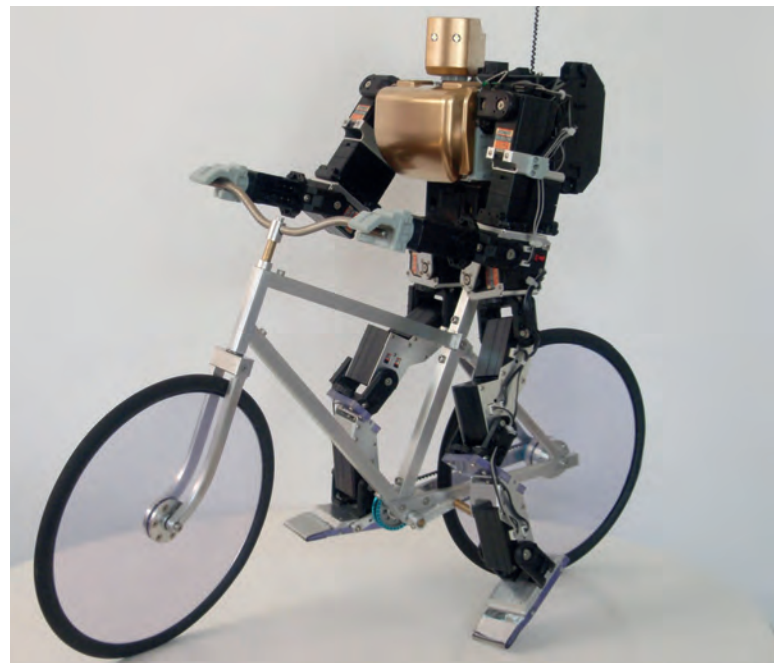


Primer V2 adındaki robot kontrollü bir ortamda bisiklete biniyor. Videosunu izlemek için yukarıdaki barkodu akıllı telefonunuzla okutun.

Yapay zekâ elindeki verilere bakarak görevin tamamlanması için gerekli yönergeleri kendi çıkarmaya çalışır. Sonra da bu yönergeleri yerine getirecek programı kendi oluşturur.

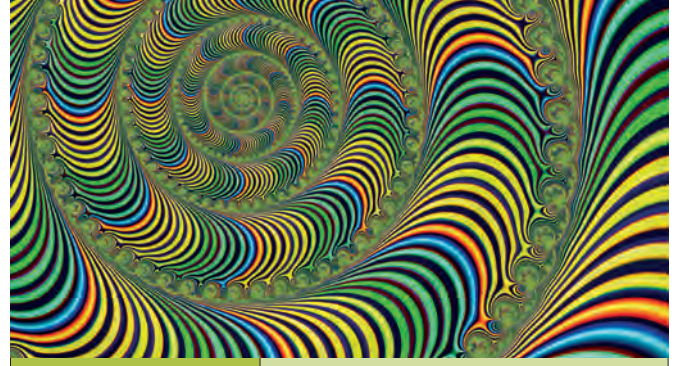
Bu yaklaşımın başarılı olabilmesi için her durumu içerecek doğru yönergelerin belirlenebileceği çok fazla veri ve kısa zamanda bu yönergelerin çok sayıda deneme yanılma işlemiyle sınanabileceği işlem gücüne sahip bilgisayarlar olması gerekir. Bisiklet örneğinden yola çıkarsak, yapay zekânın bisikleti sürebilecek bir yazılım üretebilmesi için bisiklet sürerken karşılaşılan durumlara ait birçok veri olması gerekir. Bu veriyi elde etmek için de bir bisiklet birçok alıcı ile donatılabilir ve bu sayede bisikletçilerin çeşitli hava ve zemin koşullarındaki sürüş şekillerine ait veriler elde edilir. Alıcılardan elde edilen sıcaklık, yükseklik, eğim, pedallara uygulanan kuvvet, direksiyon açısı, fren kullanımı, ses ve görüntü kaydı, bisiklet ve bisikletçinin ağırlığı gibi veriler bir veri tabanında toplanır. Daha sonra yapay zekâ bu verileri analiz eder ve bisiklet sürerken hangi durumda nasıl hareket edilmesi gerektiğine dair yönergeler çıkarır.

Sonrasında yapay zekâ belirlediği yönergelere uygun bir program yazar ve onu gerçek ortama benzeyen bir simülasyonda dener. Simülasyon sonuçlarına göre yönergelerini iyileştirir. Bu süreç yeterince iyi bir yönerge seti ortaya çıkana kadar milyonlarca kez tekrarlanır.



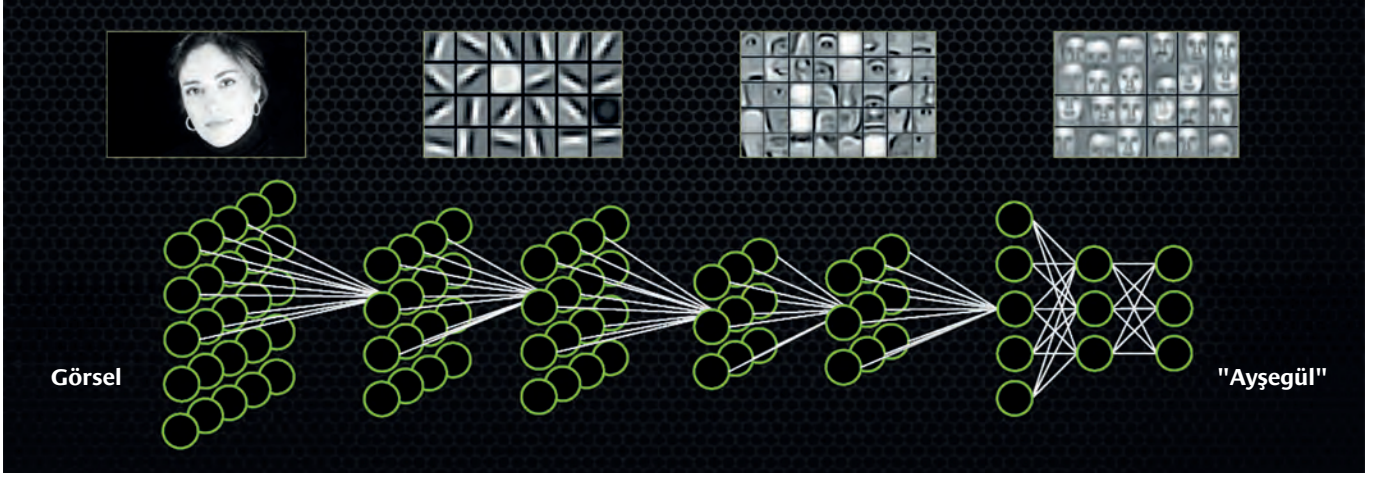
Elbette söz edilen işlemlerin daha hızlı ve doğru olması için bilgisayar bilimciler birçok teknik geliştirmiştir. Bir kısmına bu yazıda da değineceğimiz teknikler sayesinde yapay zekâ hedefine daha çabuk ulaşır.

Geliştirilen bir yazılımda yapay zekâdan faydalanmak için işe sıfırdan başlamak gerekmiyor. Yazılımlara yapay zekâ yetisi kazandırabilecek yazılım kütüphaneleri ve internet üzerinden kullanılabilen çeşitli hizmetler var. Basit bir örnek verecek olursak dergiye bir yazı hazırlarken, yazı ile ilgili olabilecek görselleri yazara otomatik öneren bir yazılım geliştirmek istiyorsunuz. Öncelikle yazının neyle ilgili olduğunu öğrenmek gerek. Bunun için yazarın yazı yazdığı program (Microsoft Word veya Notepad gibi bir program) arka planda IBM firmasının yapay zekâ hizmeti sunan yazılımı IBM Watson'ın metin işleme hizmetine yazıyı göndererek bununla ilgili anahtar sözcükleri çıkarabilir. Yazının kaplumbağaların doğal yaşamıyla ilgili olduğunu varsayalım. Bu durumda Watson bize “kaplumbağa” ve “yaşam alanı” gibi anahtar sözcükler önerecektir. Sonrasında geliştirdiğimiz yazılım Flickr fotoğraf paylaşım sitesinden bu anahtar sözcüklerle arama yaparak çıkan sonuçları yazara önerebilir. Basit gibi görünen süreci sıfırdan başlatmaya kalksaydık eldeki bir metni belli ölçüde anlayan ve ilgili anahtar sözcükleri çıkarabilen bir yapay zekâ yazılımı geliştirmemiz gerekcekti, bu da yıllar sürebilecek bir çalışma anlamına gelirdi.



Konuşma Tanıma	Konuşmayı metne çevirir.
Metin Seslendirme	İnsanı andıracak bir şekilde metni okur.
Dil Tanıma	Verilen belgenin hangi dilde yazıldığını tespit eder.
Çeviri	Bir dilden diğerine çeviri yapar.
Duygu Belirleme	Verilen bir metne hâkim olan duyguyu tespit eder. Örneğin metne “kızgınlık hâkim”, “mizah hâkim” gibi yargılarda bulunur. Özellikle müşteri hizmetleri için önemli bir bilgi olabilir.
Nesne Tespiti	Metinde yer alan eşyaları, yerleri, ürünleri, kişileri belirler. Örneğin bir sosyal medya sitesinde en çok hangi ürünlerden ya da yerlerden bahsediliyor sorusuna cevap bulmamızı sağlar.
İlişki Tespiti	Belirlenen nesneler arasındaki ilişkileri çıkarır. Verilen metinde kimin nerede hangi ürünü kullandığını tespit etmek gibi işlevleri yerine getirir.
Belge İncelemesi	Belgeleri sınıflandırıp nelerden bahsettiğini ortaya koyar. Belgelerde arama yaparken aranan sözcüğü içermese de ilgili olan belgeleri bulabilir.
Metin Üretimi	Dil bilgisi kurallarına uygun, gerçek bir insan oluşturmuşçasına gerçekçi cümleler kurar.
Özetleme	Uzunca bir metni özetler.
Soru Cevaplama	Belirlenen konuda insanların sorularına mantıklı cevaplar verir.

Tablo 1
Yapay zekânın doğal dil işleme alanında yapabileceği bazı işler



Yüz tanıma için kullanılan yapay sinir ağı.

Fotoğraf katmanlarda inceleniyor ve her katmanda biraz daha netleştirilerek en sonunda kime ait olduğu tespit ediliyor. Bu tekniğe katmanların oluşturduğu derinlikten dolayı derin öğrenme adı veriliyor.

Figür 1

Yazı programına yapay zekâ yetisi kazandırma (altta)



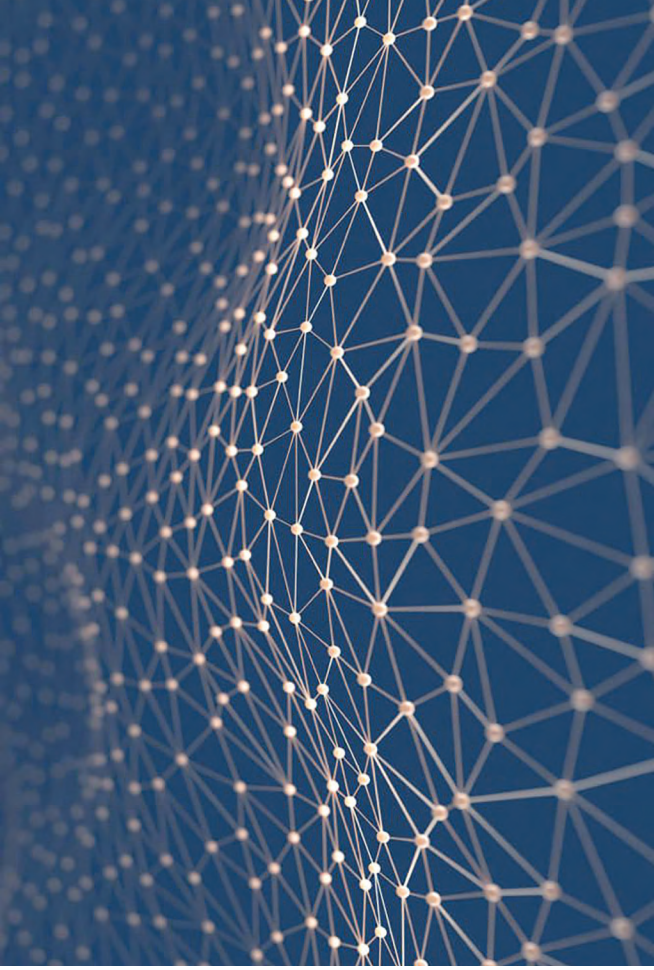
Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi açıkça programlamaya gerek duymaksızın makinelere öğrenme yetisi kazandırmak için kullanılan bilgisayar bilimi tekniklerini ifade eder. Takviyeli öğrenme, genetik algoritmalar, kural tabanlı öğrenim, öğrenim sınıflandırma sistemleri, karar ağaçları, derin öğrenme gibi çok sayıda makine öğrenme algoritması vardır. Bu algoritmalar kullanılarak veri setlerinde anlamlı desenler bulunmaya çalışılır, bulunan desenler yeni verilere uygulanarak sonuç elde edilir. Makine öğrenmesi yapay zekânın temel yapı taşlarından biridir. Yapay zekâ makine öğrenmesi dışında istatistiksel teknikler, geleneksel arama, sembolik çıkarım, mantıksal çıkarım gibi tekniklerden de faydalanır.

Sinir Ağları

Bir makineyi nasıl akıllı yaparsınız? Bu soruya cevap verebilmek için akıllı olmayı ya da zekâyı tanımlamak gerekir ki bu da insanlık tarihi kadar eski bir soru. Bu soruyu “insan gibi olan akıllıdır” diyerek, biraz hileli bir şekilde yanıtlayabiliriz. Böyle düşünüldüğünde, zekânın ne olduğunu anlamak yerine insan beyninin çalışma şeklini taklit ederek yapay zekâ geliştirilebilir. Bunun için tıpkı insan beynindeki sinir ağları gibi yapay sinir ağları oluşturulur. Başlangıçta bir yapay sinir ağı girdi ve çıktılardan oluşan basit bir devre gibidir. Bir görevi yapması istendiğinde tümüyle rastgele bir sonuç üretir. Örneğin el yazısıyla yazılmış “a” harfini tanıması istendiğinde rastgele bir harfle dönüş yapar. Aldığı geri bildirimlere göre (“doğru bildin” ya da “yanlış bildin”) o cevabı vermesini sağlayan yolu, yani yapay sinir ağını kuvvetlendirir veya zayıflatır. Çok sayıda deneme yanılmanın ardından “a” harfini doğru tanıyan bir model oluşmuş olur.

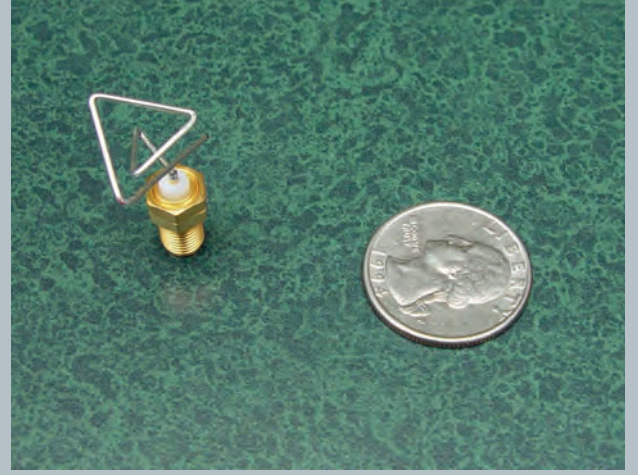
Yapay sinir ağları başlangıçta insan beynine öykünmüş olsa da bugün pratik olarak kullanılan sistemler biraz daha farklı çalışıyor. Tek bir yapay sinir ağı karmaşık problemlerin çözümü için yetersiz kalıyor, bu nedenle birbirine bağlı katmanlardan oluşan sinir ağları kullanılıyor. Bu tür çok katmanlı yapay sinir ağları oluşturmak için derin öğrenme denilen başka bir yapay zekâ kavramundan faydalanılıyor. Derin öğrenme çok katmanlı modellerin üretilmesi için kullanılan tekniklere verilen ad olarak tanımlanabilir. Yapay sinir ağları, katmanların dizilimi ve katmanlar arasındaki bilgi akış yönüne göre ileri beslemeli, tekrarlı gibi farklı mimarilerde olabiliyor.



Çalışılacak alan veya probleme uygun olan mimarinin seçilmesi gerekiyor.

Daha önce bahsi geçen IBM Watson gibi hazır yapay zekâ kütüphaneleri ve hizmetleri birçok iş için kullanılıyor ama çalışılan alana bağlı olarak yetersiz kalabiliyorlar. Örneğin hat sanatıyla yazılmış şekilleri anlayan bir yazılıma ihtiyacınız varsa yazı tanıma konusunda uzmanlaşmış standart yapay zekâ kütüphaneleri iş görme-yecektir. Bu durumda farklı hat örneklerinin olduğu bir arşivin oluşturulup bilgisayara yüklenmesi gerekir. Bu verilerle derin öğrenme teknikleri kullanılarak, uygun bir mimaride hat sanatına özel bir yapay sinir ağı oluşturulur. Veri ne kadar fazla olursa yapay zekânın başarısı o denli artacaktır. Bu tür özelleşmiş sinir ağları oluşturmak için de TensorFlow gibi açık kaynaklı projeler ya da kendi geliştirdiğiniz kütüphaneler kullanılabilir.

Sinir ağları makine öğrenmesi içinde bir alt alandır. Bütün yapay zekâ problemleri için sinir ağları kullanmak gerekmeyebilir. Kimi problemler için doğrusal ilkelleme gibi daha basit yöntemlerle çözümler üretilebilir.



2006 NASA ST5 uzay aracı anteni.

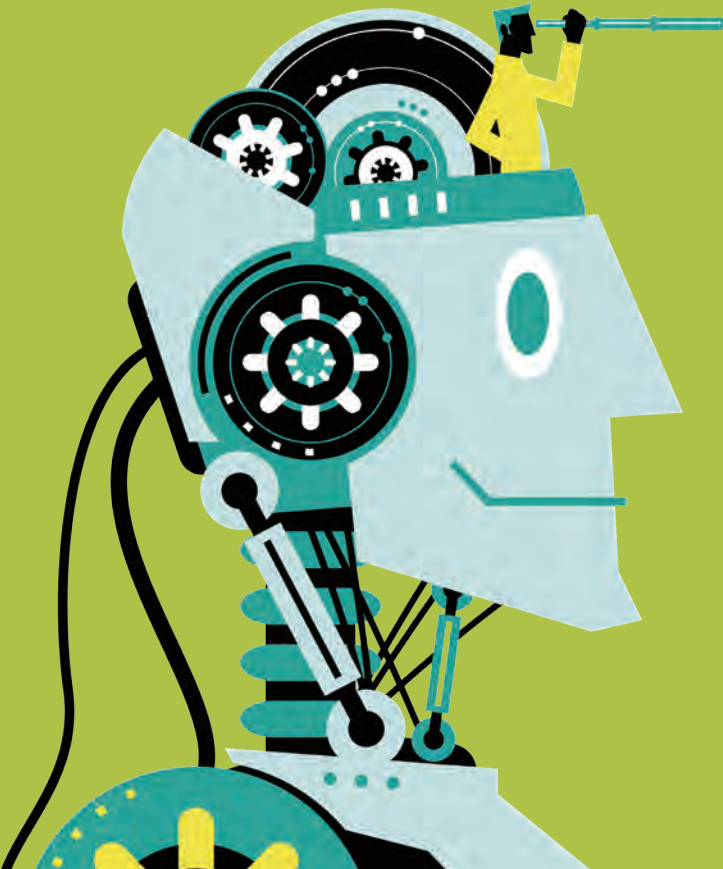
Antenin şekli en verimli radyasyon yayılımını sağlayacak deseni arayan genetik algoritmayla bulundu.

Genetik Algoritma

Evrimsel algoritmalar olarak da bilinen genetik algoritmalar, canlılar arasındaki gen değişimine benzer bir mekanizmayla çalışır. Belirlenen problemi çözmek için olası birkaç çözüm belirlenir. Her bir yazılım bir çözüm yolunu test edecek şekilde programlanır. Program çalıştırılır, sonuçlara göre kötü algoritmalar elenir ve iyiler arasında kod değiş tokuşu yapılır. Tıpkı canlılar arasındaki gen değiş tokuşu gibi olan bu süreç çeşitliliğe neden olur. Böylece yarısını bir algorithmadan diğer yarısını başka bir algorithmadan alan yeni algoritmalar oluşur. Bu işlem milyarlarca defa tekrarlandığında zayıf çözümlerin elendiği, güçlülerin kaldığı bir tablo ortaya çıkar. Süreç istenilen başarı düzeyi yakalandığında ya da maksimum deneme sayısına ulaşıldığında sonlanır. Bu yaklaşımın başarıya ulaşabilmesi için çok fazla tekrar gerekir. Sürecin izlenmesi ve gerekli durumlarda müdahale edilmesi yoluyla sonuca ulaşma süresi kısaltılabilir. Genetik algoritma bazı problem türleri için iyi sonuçlar ortaya çıkarsa da özellikle karmaşık problemlerin çözümü çok zaman alabilir. Örneğin bir otomobil motoru üretmek çok karmaşık ve zaman alıcı bir iş olduğu için bu üretimi genetik algoritmayla yapmaya çalışmak önerilmez. Öte yandan bir fan bıçağının hangi şeklinin verimi maksimuma çıkardığını tespit etmek için genetik algorithmadan faydalanılabilir.

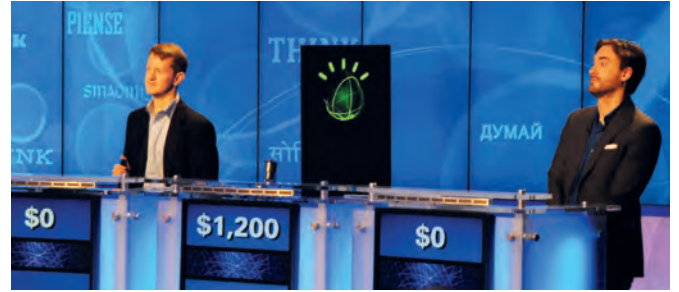
Zayıf Yapay Zekâ

Bir tek alanda uzmanlaşan yapay zekâ zayıf ya da dar yapay zekâ olarak adlandırılıyor. Örneğin dünya satranç şampiyonunu yenen yapay zekâ elmayla armudu ayıramaz. Anatol Holt'un deyiimiyle "bulunduğu odada yangın çıkmışken mükemmel bir satranç hamlesi yapan bir bilgisayar düşünün". Peki böyle bir makine gerçekten zeki midir? Birçok insana göre değildir, ama farklı işlerde uzmanlaşmış farklı yapay zekâ yazılımları bir arada düşünüldüğünde işler değişiyor. Bir yapay zekâ yazılımı gerçekten ilginizi çekecek haberleri derlerken, diğer yapay zekâ hoşunuza gidecek bir içecek hazırlıyor, bir diğeri kampanya dönemine denk getirip ucuza temizlik malzemesi siparişi ediyor. Tüm bu yapay zekâ yazılımları bir arada çalışarak akıllı ev yazılımını oluşturuyor, birçok kişi için bu ev gerçekten akıllı değil midir? Zayıf yapay zekâ birçok alanda şimdiden kullanılmaya başlandı. E-posta adresinize gelen çöp e-postaları yakalayan yazılım, izlediğiniz ve sevdiğiniz filmlere göre size yeni film öneren Netflix uygulaması, gideceğiniz yere sizi en hızlı ulaştıracak yolu çizen harita uygulaması günlük hayatta farkına varmadan kullandığımız zayıf yapay zekâ örnekleri.



Güçlü Yapay Zekâ

Genel yapay zekâ ya da insani yapay zekâ gibi adlarla da anılan bu kavramı her konuda insan kadar zeki olan bilgisayar olarak tanımlayabiliriz. Elbette güçlü yapay zekâ geliştirmek zayıf yapay zekâ geliştirmekten çok daha zor, çünkü bilgisayarın neden sonuç ilişkisi kurma, plan yapma, problem çözme, soyut düşünme, karmaşık kuramları kavrama, hızlı öğrenme ve deneyimlerden sonuç çıkarma gibi yetileri olması gerekiyor. 2011'de IBM Watson'un *Ben Bilirim* adlı televizyon yarışmasında tüm zamanların en başarılı yarışmacıları Brad Rutter'ı ve Ken Jennings'i yenmesi büyük bir başarı olarak sunulsa da IBM Watson bu başarının farkında bile değildi. Sınırları çizilmiş bir alanda çalışabilen bir yapay zekâ geliştirmek nispeten kolay, zayıf yapay zekâdan güçlü yapay zekâya geçiş çok zor.



Örneğin e-postalarınızı tarayarak çöp mesajlarla normal mesajları ayırt eden yazılım klasik bir zayıf yapay zekâ olarak değerlendirilebilir. Ancak e-postaları tarayarak ne manaya geldiğini "anlayabilmek" ve buna göre hareket etmek çok daha zor bir görev. Siz bir e-postayı okuduğunuzda bunu anlarsınız, ama bu yapay zekâ için çok zor bir görev. Bilgisayar bilimci Donald Knuth'un dediği gibi "yapay zekâ insanların düşünerek yaptığı birçok şeyi başarıyla yapabiliyor, ancak insanların ve hayvanların düşünmeden yaptığı çoğu şeyi yapamıyor". Bisiklet sürmek 5 yaşındaki bir çocuğun bile düşünmeden yapabileceği bir işken yapay zekânın henüz başaramadığı bir iş. Bizler için hayli kolay görevler yapay zekâ için inanılmaz zorlukta olabiliyor, bu nedenle de güçlü yapay zekânın geliştirilmesi -belki de hiç geliştirilemeyecek- zaman alıyor. Güçlü yapay zekânın geliştirilebileceğini düşünen yüzden fazla bilim insanıyla yapılan bir ankete göre güçlü yapay zekâ düzeyine 2040'ta ulaşılabileceği tahmin ediliyor.

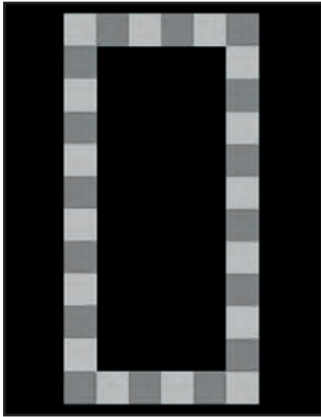


Yapay zekâ bu resme baktığında siyah ve beyazın farklı tonlarda olduğu iki boyutlu bir resim görüyor. Biz ise bunun üç boyutlu bir kaya olduğunu rahatlıkla anlayabiliyoruz.

Bu örnekler basit düzeyde durağan nesnelerden oluşuyor, yüz ifadeleri gibi değişken ve başka verilerle birlikte değerlendirilmesi gereken konularda yapay zekâ çok daha başarısız.

Güçlü yapay zekâdan bahsetmişken süper yapay zekâ dan da bahsetmekte fayda var. Süper yapay zekâ her konuda insandan çok daha üstün olan yapay zekâ olarak tanımlanıyor ve birçok insanı ürküten de bu tanım. Süper yapay zekânın yanında insan, insanın yanındaki kuş gibi kalabilir. Elbette bugün için tam anlamıyla güçlü yapay zekâ ya da süper yapay zekâ diyebileceğimiz bir yapay zekâ yok, yakın gelecekte de olması beklenmiyor ama bu olmayacağı anlamına gelmiyor. Güçlü yapay zekâyâ ulaşıldığı andan itibaren süper yapay zekânın yolu açılmış olacak.

Çünkü bilgisayarların hız, bilgi depolama kapasitesi, işlemciler arası veri alışveriş hızı, sürekli çalışabilme yetisi gibi özellikleri insanların bunlarla kıyaslanabilecek özelliklerinden çok daha iyi. Beyindeki bir nöron maksimum 200 Hz ile çalışabilirken günümüzde bir mikroişlemci 2GHz ile çalışabiliyor. Bir başka deyişle bugün bile makineler insan beyninden 10 milyon kat hızlı çalışıyor. İnsana denk bir zekâ düzeyine ulaşan güçlü yapay zekâ burada durmayacak ve kendini geliştirmeye devam edecektir. Kendini geliştirmeye programlanmış olmasa bile, insan kadar zeki bir yazılım kendini geliştirmesi gerektiğine karar vererek bu yönde çalışmaya başlayabilir.



Üst soldaki resme baktığınızda siz de bilgisayar da aynı sonucu çıkarabiliyorsunuz: İki farklı gri tonunun sıralı değişerek oluşturduğu bir dikdörtgen.

Üst sağdaki şekli tarif etmek de sizin için pek zor değil: Yarı saydam ve mat, iki boyutlu ve üç boyutlu silindirik ve küp gibi nesnelerden oluşan bir şekil. Yapay zekâ ise bu şekli anlamakta çok zorlanıyor. Tıpkı ilk resimde olduğu gibi tümünün grinin farklı tonlarında iki boyutlu nesneler olarak algılıyor.

Büyük Veri

Günümüzde akıllı telefonlar ve internete bağlı eşyalar sayesinde film izlemek, yürümek, uyumak, araba kullanmak, konuşmak, yazmak gibi neredeyse her eylem veri üretiyor. Üretilen bu verilerin büyük veri merkezlerinde toplanmasıyla oluşan veri yığınlarına büyük veri deniyor. Yapay zekâ için en sık kullanılan yöntemlerden olan makine öğrenmesinin etkili olabilmesi için veriye hatta çok fazla veriye ihtiyaç var ve veri olmadan yapay zekânın geliştirilmesi çok zor. Örneğin Tesla'nın otonom sürüş konusunda, Google gibi dev bilişim firmalarına göre en büyük avantajının bugüne kadar sattığı ve sürekli internete bağlı otomobillerden topladığı devasa sürüş verisi olduğu söyleniyor. *The Economist* dergisinin deyimiyle dünyanın en değerli kaynağı artık petrol değil veri. Dünyada üretilen verinin %90'ı son 5 yılda üretildi. Bu bağlamda değerlendirildiğinde veriye ulaşmak ve bu veriyi işleyecek yapay zekâyâ sahip olmak ticari işletmeler ve hükümetler için öncelikli hale gelmiş durumda. Daha önce örnek verdiğimiz el yazısıyla yazılmış "a" harfini tanıyan bir yazılım geliştirebilmek için farklı şekillerde yazılmış çok sayıda "a" harfine ihtiyaç var. Bu veri olmadan geliştirdiğimiz bir yazılım birazcık farklı yazılmış bir "a" harfini tanıyamayacaktır. İnternetin yaygınlaşması ve veri depolama donanımlarının ucuzlaması devasa veri yığınlarının oluşmasını sağladı. Bunun yanı sıra bu verilere erişen kurum ve kuruluşlara da büyük rekabet avantajı sağladı. Artık tüm bu aktörler daha fazla veriye ulaşmak ve bu veriyi işleyecek yapay zekâ yazılımlarına sahip olmak istiyor.

Donanım

Neden yapay zekâ bugünlerde popüler oldu diye soracak olursanız, yanıt kısaca donanım olacaktır. İşlemci ve veri depolama cihazlarının maliyetlerinin düşmesi, büyük verinin depolanabilmesine ve bunlar üzerinde karmaşık analizler yapılabilmesine olanak sağladı. Daha önce çok zaman alacağı için test etme imkânı bulanmayan fikirler test edilebilir hale geldi. İnternet hızının artması ve bulut bilişim gibi hizmetlerin sunulmasıyla, donanımları satın almak yerine kullandığın kadar ödeme kolaylığı oluştu.



Donanımda erişilen fayda/maliyet oranı zayıf yapay zekâ için yeterli olsa da güçlü yapay zekâ için bilgisayarların işlem gücünün artması gerekiyor. Basit mantıkla, insan zekâsına denk bir yapay zekâ için insan beynine denk işlem gücünde bir bilgisayar gerekli denilebilir. Bugün kullanılan ortalama bilgisayarın işlem gücü bir fare beyninin işlem gücüne denk. Bilgisayar işlemcilerinin mevcut gelişim hızına bakılırsa, 2025'te ortalama bir bilgisayarın işlem kapasitesi insan beynininkine denk hale gelecek. Elbette yeterli donanımın olması güçlü yapay zekâ anlamına gelmiyor, ancak donanım olmadan güçlü yapay zekâ mümkün değil. 1997'de Deep Blue'nun Kasparov'u yenmesinin nedeni satrancı anlaması değil, hesaplama kapasitesinin çok yüksek olmasıydı.

Turing Testi

Alan Turing yapay zekânın kuramsal öncüleri arasında gösterilen İngiliz matematikçidir. 1950'lerin başında bir yazılımın yapay zekâ olup olmadığını belirlemek için taklit oyunu adında bir test tasarlamıştır. Sonraları Turing testi olarak anılacak bu teste göre bir sorgulayıcı, bir gönüllü ve yapay zekâ üç ayrı odaya yerleştirilir. Sorgulayıcı odalardakilerle mesajlaşarak iletişime geçmektedir. Eğer sorgulayıcı sorduğu sorulara aldığı cevaplara göre hangi odada yapay zekâ olduğunu belirli bir süre içinde anlayamazsa, yapay zekâ Turing testini geçmiş demektir. Turing testinin süresi ve yapay zekânın insan olduğunu sanan ve sanmayan sorgulayıcıların birbirlerine oranının ne olması gerektiği, farklı Turing testlerine göre değişkenlik gösteriyor.



Alan Turing ilgili makalede testin 5 dakika olmasını önermiş ve yapay zekânın yargılayıcıların %30'unu insan olduğuna ikna etmesinin yeterli olacağını belirtmişti. Bu süreyi 25 dakikaya ya da 2 saate çıkaran testler de var. Zaman zaman çeşitli iddialar ortaya atılsa da bugüne kadar Turing testini geçen bir yapay zekâ olmadı. Turing testinin geçilmesi güçlü yapay zekâyâ ulaşıldığı anlamına gelmiyor, ama güçlü yapay zekânın Turing testini geçmesi gerekiyor.

İnsandan ayırt edilemeyecek bir yapay zekâ yapabilmek için bugüne kadar üretilmiş bilgilerin anlaşılabilmesi (bilgi mühendisliği), insan konuşmasının algılanabilmesi (konuşma tanıma), söylenenlerin anlaşılması (doğal dil işleme), cümle kurabilme (doğal dil üretimi), görebilme (görüntü işleme) gibi her biri bilgisayar biliminin alt dalı olan alanlarda ciddi ilerleme kaydedilmesi gerekiyor. ■



Alan Mathison Turing,

23 Haziran 1912 - 7 Haziran 1954

İngiliz matematikçi, bilgisayar bilimcisi ve kriptolog.

Bilgisayar biliminin kurucusu sayılır.

1946'da ilk program hafızalı bilgisayarın detaylı tasarımının makalesini hazırlayan Turing, ACE yani Otomatik Bilgisayar Motoru tasarımı için Ulusal Fizik Laboratuvarı'nda çalıştı ve 1950'de de ilk programını gerçekleştirdi.

Manchester Üniversitesi'nde bilgisayar laboratuvarında çalışan ve ilk gerçek bilgisayarlardan olan Manchester Mark 1 yazılımın hazırlayan Turing, bir yandan da yapay zekâ ve makine zekâsı üzerine çalışmalara başladı.

Çalışmalarının sonucunda bugün Turing Testi olarak da adlandırılan, bir makinenin insan seviyesinde ve zeki olduğunu gösteren test ortaya çıktı.



Kaynak

https://en.wikipedia.org/wiki/Dartmouth_Conferences

https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning

<https://devblogs.nvidia.com/parallelforall/accelerate-machine-learning-cudnn-deep-neural-network-library>

Organized Activity and its Support by Computer, Anatol W. Holt
The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements, 318, Nils, Nilson

Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Nick Bostrom
How the Mind Works, Steven Pinker

Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Nick Bostrom

<https://www.economist.com/news/leaders/21721656-data-economy-demands-new-approach-antitrust-rules-worlds-most-valuable-resource>

<https://royalsociety.org/news/2017/04/machine-learning-requires-careful-stewardship-says-royal-society>

<http://www.businessinsider.com/ray-kurzweil-law-of-accelerating-returns-2015-5>

<https://isturingtestpassed.github.io>



Yapay Zekâ Uygulamaları

Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*]

Yapay zekâ dünyayı değiştiriyor. Birkaç yıl içinde kullandığımız hemen hemen her teknoloji kıyısından köşesinden de olsa yapay zekâya bulaşmış olacak. Yaşam tarzımızı, işimizi, sosyal ilişkilerimizi ve yaşadığımız dünyayı etkileyen bu değişime daha iyi ayak uydurabilmek için yapay zekâyı anlamakta fayda var. Örneğin otonom araçları ele alalım. Henüz tümüyle otonom bir araç olmasa da önümüzdeki birkaç yıl içinde bunun gerçek olacağını söyleyebiliriz. Böyle bir durumda trafik kazaları ve buna bağlı ölüm ve yaralanma sayısı azalacak, görme engellilerin yolculuğu kolaylaşacak, trafikteki araç sayısı azalacak, artık direksiyon başında olmak zorunda olmayan insanlar vakitlerini daha iyi değerlendirebilecek, şehir merkezinden uzakta yaşamak daha avantajlı hale gelecek ve bunlara benzer birçok fayda ortaya çıkacak. Öte yandan şoförlük yaparak geçimini sağlayan kişiler işsiz kalacak. 2012'den bu yana yapay zekâ konusu-

na 15 milyar doların üzerinde yatırım yapıldı ve hemen hemen her sektörde yapay zekâ konusunda ciddi çalışmalar yapılıyor. Görünen o ki yapay zekâ insan yaşamının birçok noktasına etki edecek bir dönüşüm sağlayacak. Bu yazıda yapay zekânın hangi alanlarda nasıl kullanıldığını inceleyeceğiz.

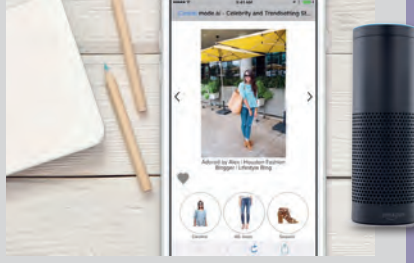
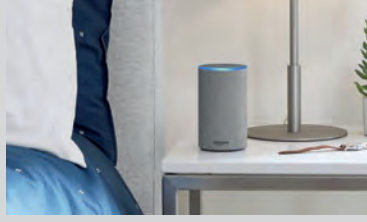
Yapay zekâyı mevcut yazılımları daha akıllı hale getiren bir ilaç gibi düşünebiliriz. Yapay zekâ yazılımların yeteneklerini artırır ve maliyetlerini düşürür. Belirli bir alanda tahmin yapmayı kolaylaştırır, makinelerin hareketlerini daha güvenli ve verimli hale getirir. İnsanları, nesneler arasındaki ilişkileri, karmaşık sistemleri anlamayı kolaylaştırır. Ses, görüntü ve metinden oluşan içerikler üretebilir. Yapay zekâyı daha iyi anlayabilmek için hangi alanlarda nasıl kullanıldığını bakmakta fayda var. Bazı alanlardaki dikkat çekici yapay zekâ uygulamalarını sizler için derledik.

Sohbet Robotları

Yapay zekâ denilince insan gibi konuşabilen makineler ilk akla gelen uygulamalardır. Bunun için metin ve ses olarak insan dilinin analiz edilip konuşma desenlerinin ortaya çıkarılması gerekir. Yapay zekâyâ sahip konuşma yazılımları olarak adlandırılacak sohbet robotları çeşitli mesajlaşma programlarına bütünleşik kullanılıyor. Bu tür yazılımlar sohbet robotlarının yanı sıra Alexa gibi akıllı ev cihazları, akıllı saatler, sözcükler arasındaki ilişkileri çıkaran uygulamalarda da kullanılıyor.



Sohbet robotları özellikle müşteri ilişkileri yönetiminde ve destek hatlarında kullanılıyor ve alana hâkim kişilerin bilgi birikimiyle beslendiğinde son derece başarılı sonuçlar veriyor. Mode.ai adındaki sohbet robotu size isteğinize uygun kıyafet önerileri sunuyor. Eğer beğendiğiniz bir kıyafetin fotoğrafı varsa konuşma esnasında Mode.ai'ye gönderiyorsunuz ve size varsa aynı ürünü satın alabileceğiniz yerleri yoksa da benzer ürünleri sunuyor. Elinizde bir fotoğraf yoksa biraz sohbet ederek istediğiniz ürünü anlatıyorsunuz.



Anlattıklarınıza göre size uygun seçenekler sunuyor. Hoşunuza gidenleri seçtikçe ona benzer farklı ürünleri önünüze seriyor. Mode.ai'yi size çeşit çeşit kıyafetler gösteren bir esnaf gibi düşünebilirsiniz. ■

Güçlü yapay zekânın geliştirilmesi insan ırkının sonunu getirebilir.

Stephen Hawking



Otomobil

Yapay zekânın en belirgin olacağı alanların başında otomotiv sektörü geliyor. Otomobillerin insan müdahalesi olmadan otonom hareket edebilmesi trafik kazalarının azalması, yolculuk ve taşıma maliyetlerinin düşmesi, yolculuk sürelerinin azalması gibi faydalar sağlayacaktır.



Bu alanda Tesla başı çekse de hemen hemen tüm otomobil firmaları, Uber gibi araç paylaşım firmaları otonom araçlar konusunda yoğun olarak çalışıyor. Otonom sürüşün beş düzeyi var ve birçok otomobil firması 4. veya 5. düzeye ulaşmak için çalışıyor.

Düzy 1: Temel düzeyde direksiyon kontrolü ve hızlanma gibi işlevler bilgisayar tarafından gerçekleştirilebiliyor, ancak aracın kontrolü sürücüde.

Düzy 2: Kısa süreli de olsa bilgisayarın, sürücünün aynı anda hem direksiyondan hem de pedaldan elini ve ayağını çekebileceği kadar aracı kontrol edebildiği düzeyi işaret eder. Sürücü yine de aracı devralmak için tetikte beklemek durumundadır. Ticari olarak satılan yarı otonom özellikli otomobillerdeki Audi Traffic Jam Assist, Cadillac Super Cruise, Mercedes-Benz Driver Assistance Systems, Tesla Autopilot, Volvo Pilot Assist gibi araç bilgisayarlarının hemen hepsi bu düzeydedir. ■



Düzyey 3: Bu düzeyde sürücü uygun yol koşullarında aracın sürüşünü tümüyle bilgisayara bırakabilir. Bir önceki düzeydeki gibi tetikte beklemesine gerek olmasa da acil durumlarda sürüşü devralabilecek durumda olması gerekir.

Düzyey 4: Yolculuk boyunca bütün işlevleri bilgisayar üstlenir. Sürüş tümüyle otonomdur. Bu düzeyde sürücünün bazı durumlarda otomobili kontrol etmesi gerekebilir. Örneğin özel yol koşullarında ya da belirlenmiş sürüş bölgesinin dışına çıkıldığında kontrolü sürücünün devralması gerekebilir.

Düzyey 5: Her koşulda sürücünün yerini bilgisayar alır. Sürücü aslında yolcu olur ve gidilecek yeri belirtmek dışında bir şey yapması gerekmez. ■

Yapay zekâ insanlık için varoluşsal bir tehdittir, insanların bunun farkında olduğunu zannetmiyorum. Alarm zillerini çalmaya devam ediyorum, çünkü bu insanlara o kadar uçuk bir fikir gibi geliyor ki eğer sokakta robotların insanları öldürdüğünü görmezlerse bir şey yapmayacaklar.

Elon Musk



Oyun

Oyun denilince yapay zekânın satranç ya da go oyununda dünya şampiyonlarını yenmesi akla gelse de daha eğlenceli yapay zekâ uygulamaları da var.



Anki, yapay zekâyâ sahip oyuncak yarış arabaları üretiyor. Oyuncak kutusundan iki yarış arabası ve değişik şekiller ve eğimler verebileceğiniz pist parçaları çıkıyor. Android ya da IOS telefonunuzla oyuncak arabaları eşleştirerek araçları oluşturduğunuz pistte kullanabiliyorsunuz. Buraya kadar pek sıra dışı bir durum olmasa da asıl eğlence bundan sonra başlıyor. Eğer isterseniz arabalardan birini firmanın geliştirdiği yapay zekâ kullanabiliyor ve onunla yarışabiliyorsunuz. Birkaç turdan sonra yapay zekâ pisti öğreniyor ve yarışta sizi geçmeye çalışıyor.

Dilerseniz yeni parçalarla yeni pistler yapabiliyor, oyuna birden fazla rakip yapay zekâ yerleştirebiliyorsunuz. Anki bize şimdiden yapay zekânın oyuncakları ne kadar keyifli hale getireceğiyle ilgili ipuçları veriyor. Mobalytics yapay zekâ ile bilgisayar oyuncularının performanslarını ölçen ve oynadıkları oyunda nasıl daha başarılı olacaklarına dair önerilerde bulunan bir yazılım. Oyun sırasında oyuncunun verileri yazılım tarafından kaydediliyor ve oyun sonrasında analiz ediliyor.





Tarım

Ardından oyun sırasında oyuncunun yaptığı hatalar, takım oyunu ve savaş gibi başlıklardaki performansı ve iyileştirme ipuçları belirlenerek oyuncuya bildiriliyor. Ayrıca oyuncunun geçmiş performanslarıyla kıyaslama yapılarak hangi başlıklarda ne kadar gelişim gösterdiği görsellerle sunuluyor.

Sayısal spor olarak adlandırılan ve her geçen gün daha da gelişen e-sporlar yapay zekânın bu yönde kullanılmasıyla daha da rekabetçi bir hale bürünecek. E-sporlar geleneksel sporlara göre sayısal veri toplamının nispeten kolay olduğu bir alan olduğu için yapay zekâ bu alanda daha başarılı sonuçlar üretse de donanımların ucuzlaması ve biyo-sensörlerin artmasıyla geleneksel sporlarda da benzer türde veriler toplanabilecek ve yapay zekânın da yardımıyla amatör sporcular için de benzer öneri ve analizler ortaya konabilecek. ■

Gerekli önlemler alınmadan insandan daha üstün bir yapay zekâ icat edilirse insan türünün kısa bir zamanda yok olacağı kesindir.

Michael Vassar (Gelecekbilimci)

BlueRiver Technology, görüntü işleme ve yapay zekâ yardımıyla sadece istenmeyen zararlı otların yok edilmesini sağlayan bir ürün geliştirdi. Zararlı otlarla mücadele için kullanılan kimyasal maddeler çevreye zarar veriyor, insan sağlığını etkiliyor ve gereğinden fazla kullanıldığı için de çiftçileri ekonomik zarara uğrattıyor. Firmanın “Gör ve Püskürt” adını verdiği teknolojiyle, ilaçlama makinesi tarladaki bitkileri ayırt ederek sadece zararlı otlara ilaç püskürtüyor. Böylece gereksiz kimyasal madde kullanımının önüne geçilmiş oluyor. Gör ve Püskürt ilaç kullanımını %90’a kadar azaltabiliyor. Sistem tarlada tespit ettiği otları ve bunların miktarını çiftçiye bildiriyor ve ilaç kullanım oranlarında değişiklik yapma imkânı sunuyor.

Descartes Labs farklı uydulardan elde edilen tarım arazilerinin görüntülerini yapay zekâ ile inceleyerek mısır, soya gibi ürünler için günlük olarak üretim tahmini yapıyor. Tahmin yapmak için 5 TB’nin üzerinde uydu görüntüsü incelenirken, hava tahmin raporları ve tarımsal olarak önemli olabilecek başka bazı veriler de kullanılıyor. Kullanılan makine öğrenme teknikleri sayesinde ABD geneli için ilçe bazında günlük tahminler yapılıyor. Prospera adındaki firma da yerleştirdiği alıcılar ve kameralar yardımıyla tarım arazilerini 24 saat izleyerek mahsulle ilgili veri topluyor ve bu verileri yapay zekâ yardımıyla işleyip tahminler yapıyor ve çiftçiye öneride bulunuyor. ■





Sağlık

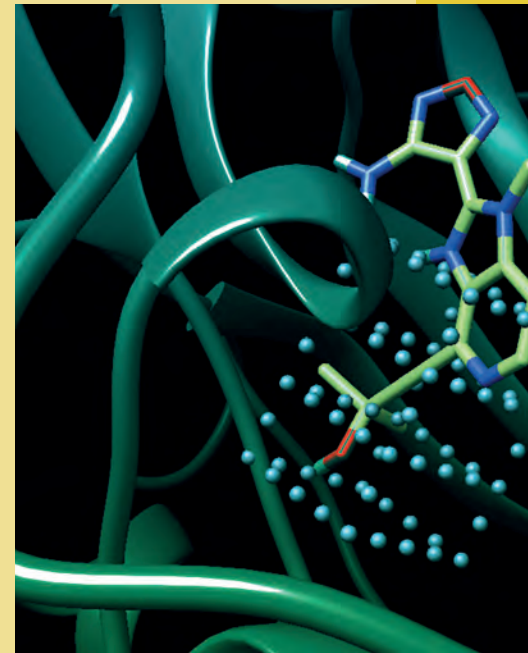
Rwanda'da hizmet sunan Zip-line insansız hava aracı (İHA) kullanarak acil kan ihtiyacı olan yerlere kan götürüyor. Mobil uygulama, WhatsApp ya da SMS üzerinden gelen talebe göre ihtiyaç duyulan kan tıbben güvenli bir şekilde saklandığı dağıtım merkezinde hızlıca paketlenip İHA'ya yükleniyor. Kanın beklendiği yere otonom olarak giden İHA kanı kırsaldaki sağlık merkezine bırakıp geri dönüyor. Yapay zekânın daha da gelişmesiyle kan bankasından alınan kan ulaşılması zor bölgelere dünyanın neresinde olursa olsun hiç insan müdahalesi olmadan, otonom İHA aracılığıyla bırakılabilecek.

Atomwise adlı firma Atomnet adını verdiği derin sinir ağını kullanarak yapı temelli ilaç tasarımları oluşturmaya çalışıyor. Yapılan araştırmalara göre yeni bir ilacın geliştirilerek satışa sunulması ortalama 10-15 yıl sürüyor ve 2,5 milyar dolara mal oluyor.

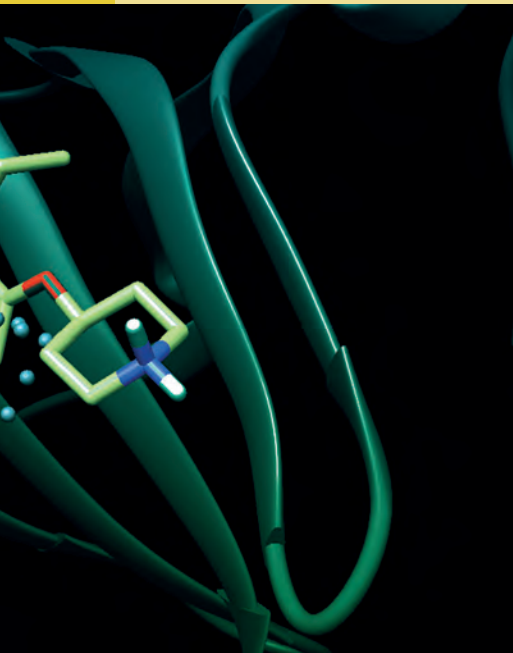
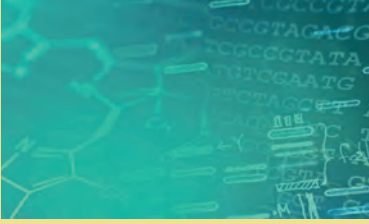
İlaca dönüşen her bir moleküle karşı milyonlarca molekül de fiziksel olarak test ediliyor ve uygun olmadıkları için atılıyor. Atomnet ilacının tasarlanması karar verilen hastalığın oluşmasında önemli rol oynayan hedef proteinlerin etkisinin azaltılması (ya da artırılması) için gereken moleküllerin tasarlanmasına katkı sağlıyor. Atomnet yardımıyla üretilen moleküller bir süredir hayvanlar üzerinde deniyor ve kanser, sinir hastalıkları, ebola, sıtma gibi hastalıkların tedavisi için umut verici sonuçlar elde ediliyor. Yeni ilaçlar geliştirmek için harcanan paradikkate alındığında başka firmaların da bu alanda yapay zekâdan faydalanacağı tahmin edilebilir.

CloudMedx geliştirdiği yapay zekâ platformuyla kişilerin sağlık geçmişini ve demografik bilgilerini kullanarak kalp krizi, diyabet, zatürre, yüksek tansiyon gibi hastalıklara yakalanma riskini hesaplıyor. Üstelik CloudMedx bu alanda çalışan çok sayıda firmadan sadece biri.

Yapay zekâyı hekimin yerini alacak bir gelişme gibi görmek yanıltıcı olabilir. Bunun yerine hekimleri doğru tedaviye yönlendiren önemli bir teknoloji gibi görmek kısa ve orta vade için daha gerçekçi bir yaklaşım olacaktır. Örneğin IBM Watson'ın alanında uzman bilim insanlarının gözetiminde kanser verileri üzerinde çalıştırılmasıyla ortaya çıkan bir yazılım 13 ülkede 60 hastanede kullanılıyor. Yapay zekânın belirli bir alanda insanın yerini almak yerine onun yetilerini artırmak için kullanılması artırılmış zekâ deniyor. Örneğin Lunit adlı firma yapay zekâ ile radyoloji görüntülerindeki anomalilerin tespit edilmesinde hayli başarılı sonuçlar elde ederek hekimlerin kanser vakalarını doğru teşhis etmesine yardımcı oluyor.



Deep Genomics DNA'daki değişikliklerin önemli hücreşel işlevleri nasıl etkilediğini öğrenmeyi, yorumlamayı ve tahmin etmeyi sağlayan bütünleşik bir sistem geliştirmeyi hedefliyor. Yeni makine öğrenme teknikleriyle büyük veriler üzerinde analizler yaparak tekrarlayan desenleri tespit etmeye ve hücrelerin genleri okuma ve biyomolekülleri üretme yöntemlerini modellemeye çalışıyor. Böylece genetik varyasyonların anlaşılmasını ve muhtemel etkilerinin tahminini kolaylaştırma-yı hedefliyor. ■



Güvenlik



Sistem güvenliği birçok kişı ve kuruluş için hayati önem taşıdığından erişim kayıtları, ağ kayıtları, bilgisayarlarda yapılan işlemlerin kayıtları gibi birçok veri sayısal arşivlerde saklanıyor. Bu verilerin yapay zekâ tarafından analiz edilmesiyle güvenlik tehditlerine karşı önlemler alan yapay zekâ programları geliştiriliyor. Geleneksel antivirüs yazılımlarının yaptığı gibi bazı şüpheli davranışları sergileyen işlemleri taramak yerine iyi ve kötü milyarlarca dosyanın analiz edilmesiyle oluşturulan derin sinir ağıları, yeni virüslerin ve kötü amaçlı yazılımların tespitinde daha etkili olabilir.

Eski McAfee yöneticilerinin kurduğu Cylance, yapay zekâyı antivirüs yazılımı geliştirmek ve siber saldırıları engellemek için kullanan bir firma. Darktrace ise canlılardaki bağışıklık sistemine benzer bir yapıyla kurumların ağılarına bağlı bilgisayarları yapay zekâ yardımıyla analiz ederek öğreniyor ve yabancı tehditleri algılayarak siber saldırıları bertaraf etmeye çalışıyor.

Darktrace ve Cylance sadece birer örnek, 2018'de güvenlik yazılımlarının %25'inin yapay zekâdan faydalanacağı tahmin ediliyor. ■



Savunma

Savunma sektöründe ve askeri alanda yapay zekânın kullanılması bir taraftan kaçınılmaz öteki taraftan endişe verici bir durum. Dostla düşmanı tam olarak ayırabilen otonom silahlar, silahlı İHA'lar ve savaş robotları ülke savunması için asker yerine makine kullanılması anlamına gelecektir. Böylece hem savunma güçleri daha az kayıp verecek hem de daha etkin bir savunma ortaya konabilecektir. Öte yandan vicdani değerlendirmeden yoksun, insanları bulup yok etmek üzere programlanmış robotların ve ölüm makinelerinin de yolu açılmış olacaktır. Tıpkı günümüzde silahların teröristlerce masum insanlara zarar vermek için kullanılması gibi, yapay zekâ da bu tür makinelerle masum insanlara zarar vermek için programlanabilir. ■





Alışveriş

Amazon, Go adını verdiği fiziksel dükkânlarda kasiyer kullanmadan al ve çık türü bir alışverişe olanak sağlamaya çalışıyor. Dükkâna giren müşteri yapay zekâ tarafından izlenecek ve raftan hangi ürünleri aldığı takip edilerek müşterinin ödemesi gereken tutar daha önce oluşturduğu Amazon hesabından otomatik olarak düşülecek. Henüz test aşamasında olan bu sistem kasaları ve kasiyerleri ortadan kaldırabilir.

Affectiva'nın geliştirdiği duygu tanıma sistemi fotoğraftan ve videodan insanların o an ne hissettiğini tespit edebiliyor. Sistem kızgınlık, küçümseme, tiksinti, korku, mutluluk, hüzn ve şaşkınlık duygularını %90 başarıyla ölçebiliyor. Birçok kullanım alanı bulunan bu teknoloji, insanların hangi üründen ne kadar hoşlandığını ve reklamların etkisini tespit etmek için kullanılıyor. Bu tür bir teknolojiyle mağazanın önünden geçerken sizi izleyen kamera vitrindeki ürünlere tepkinizden hangi elbiseden hoşlandığınızı anlayacak ve kapıdan girdiğinizde dev ekranda doğru dan hoşunuza gidecek elbiseleri göstermeye başlayacak.

Orbital Insight, uydu görüntülerini kullanarak alışveriş merkezlerinin açık otoparklarındaki araçları sayıyor ve insanların o alışveriş merkezine ne kadar ilgili gösterdiğini belirliyor. Ülke ölçeğinde bakıldığında bu veriler özellikle büyük market zincirlerinin finansal açıdan ne durumda olduğuna dair önemli ipuçları veriyor. ■



Finans

Finans sektörü veriyle hareket eden bir sektör olduğu için bu sektörde çalışanların yaptığı birçok iş, yapay zekâ tarafından yapılabilir. Sigorta ve ödeme işlemlerinde sahteciliğin önüne geçmek yapay zekânın finans sektöründeki başlıca kullanım alanlarından.

İnsanların para harcama alışkanlıkları incelenerek belli bir harcamayı gerçekten belli bir kişi mi yapmış yoksa bir dolandırıcılık mı var anlamak mümkün. Bu alanda çalışan birçok firma var.

Shift Technology adlı firma sigorta şirketlerine yapılan başvuruları inceleyip potansiyel sahtekârlık vakalarını işaretleyen ve bunların neden ve nasıl yapıldığına dair bilgi sunabilen bir ürün geliştirmiş. Sentinent Technology ve Numerai gibi firmalar ise yapay zekâyı hisse senedi alım satım işlemlerini iyileştirmek için kullanıyor. Yapay zekâ kişisel finans koçu olarak da kullanılıyor. Pesonetics ve MoneyLion gibi mobil uygulamalar finans koçu gibi çalışarak kişinin ayağını yorganına göre uzatmasına yardımcı oluyor. ■



Eğitim

Gradescope öğretmenlerin öğrencilere verdikleri ödevleri değerlendirmesine yardımcı olacak bir araç geliştirmiş. Öğrenciler yaptıkları ödevleri gradescope.com'a yüklüyor, öğretmenler de cevap kağıtlarını inceleyerek her soruyu değerlendiriyor. Cevaplara puan veriyor ve nereden puan kırdıklarını belirtebiliyorlar. Yapay zekâ cevapları doğrudan değerlendirmiyor, ancak öğretmenlere önerilerde bulunuyor. Örneğin öğretmen bir öğrencinin bir soruda verdiği cevaba tam puan vermişse, yapay zekâ aynı soruya benzer cevap vermiş başka öğrencilere de tam puan vermesini öneriyor. Böylece öğretmenlerin işi kolaylaşmış oluyor. Ayrıca öğrencilerin en çok hangi sorularda yanlış yaptığı, hangi tür yanlışların yapıldığı da analiz edilerek sonuçlar öğretmenlere sunuluyor. El yazısının okunması, öğrencilerin verdiği cevapların anlaşılması ve bu cevaplara göre verilecek puanın önerilmesi için yapay zekâdan faydalanılmış. Sistem bugüne kadar 300'ün üzerinde okulda 12 milyon sayfa ödev değerlendirmek için kullanılmış. ■

Yapay Zekâdan Korkmalı mıyız?

Yapay zekâ bazı etik tartışmaların odak noktasında. Kimileri yapay zekâyı hayatımızı kolaylaştıracak önemli bir teknolojik gelişim olarak tanımlarken kimileri konuya biraz daha temkinli yaklaşıyor. Yapay zekânın ahlaki kuralları var mı ya da olmalı mı, amacına ulaşmak için neleri göze almalı, insanlarla karşı karşıya kalırsa ne yapmalı, yaramazlık yapıp insanların koyduğu kurallara uymamaya karar verirse ne olur türünden pek çok soru yanıt bekliyor. Mesela çiçek yetiştirmeyi amaçlayan bir yapay zekâ, daha fazla çiçek yetiştirmek için insanların yaşadığı alanları yerle bir edip oralarda da çiçek yetiştirmeye karar verebilir mi? Bu alanda çalışan birçok kişi zayıf yapay zekânın insanlar için bir tehdit oluşturmadığı konusunda hemfikir. İnsanları asıl endişelendiren güçlü ve süper yapay zekâ. Ancak zayıf yapay zekânın güçlü yapay zekâyı giden yolu açacağını savunanlar da var. Diğer taraftan yapay zekânın eninde sonunda bilgisayarda çalışan bir yazılım olduğunu ve bundan korkmaya gerek olmadığını söyleyenler de az değil. Eldeki verilere bakacak olursak her iki tarafın söyledikleri de iddiadan ibaret.

Belki yapay zekâ insanlığın sonu olacak belki de kurtuluşu. Belki de hiçbir zaman beklendiği kadar etkin olamayacak, bunu bugünden bilmek mümkün değil. Yapay zekâ gibi konularda bu tür spekülâtif tartışmalar biraz da çalışılan alana yatırım yapılmasını sağlamak için araştırmacılar tarafından abartılıyor.

En azından Prof. John McCarthy yapay zekâ terimini icat ederken araştırmalarına fon bulabilmek için biraz afili bir terim ortaya attığını itiraf ediyor. Medya da yapay zekâ, *Terminatör*, *Matrix* gibi ifadeleri kullanmayı sevdiği için bu tür fikirler daha da çok karşılık buluyor. Ancak bu işin ters tepme olasılığı da var. Geçtiğimiz elli yılda yapay zekânın çokça abartılması sonrası beklenildiği kadar hızlı gelişmediği görülünce yatırımcılar bu alandan çekilmiş ve “yapay zekâ kışı” olarak adlandırılan dönemler yaşanmıştı. Yapay zekâyı hayata bakışımızı altüst edecek bir devrim olarak görmek yerine yaşamımızın her yerine dokunacak internet benzeri bir teknoloji olarak görmek daha doğru olur. ■

Kaynaklar

www.cbinsights.com
https://www.gartner.com/doc/3519744
http://mode.ai
http://www.anki.com
http://www.bluerivertechnology.com/
https://descarteslabs.com/forecast.html
http://prospera.ag
http://www.flyzipline.com/
http://www.atomwise.com/introducing-atomnet
https://www.ibm.com/blogs/watson-health/do-doctors-fear-ai/
https://insight.lunit.io
http://deepgenomics.com
https://www.darktrace.com/
Gartner Core Security, The Fast-Evolving State of Security Analytics, April, 2016, Report No: G00298030,
https://hs.coresecurity.com/gartnerreprint-2017
www.affectiva.com
http://orbitalinsight.com
https://www.shift-technology.com
https://www.sentient.ai/
https://numer.ai
http://personetics.com
https://www.moneylion.com/
http://www.gradescope.com
http://www.aiai.ed.ac.uk/events/lighthill1973/
1973-BBC-Lighthill-Controversy.mov

Robot Yasaları: Ünlü bilim kurgu yazarı Isaac Asimov 1942’de yazdığı Durağan Döngü adlı eserde, robotların davranışlarını sınırlayan ve belki yapay zekâ için de geçerli olabilecek üç robot yasasından bahseder. Daha sonra bütün insanlığın yaşamının bir insanın yaşamından daha önemli olduğunu düşünerek sıfıncı yasayı ekler. Bu gibi bazı sınırlayıcı kuralların yapay zekâ için de koyulması ileride tartışılacak konular arasında olacak gibi görünüyor.

0. Bir robot insanlığa zarar veremez ya da zarar görmesine seyirci kalamaz.
1. Bir robot, sıfıncı yasayla çelişmediği sürece bir insana zarar veremez ya da zarar görmesine seyirci kalamaz.
2. Bir robot, birinci yasayla çelişmediği sürece bir insanın emirlerine uymak zorundadır.
3. Bir robot, birinci ve ikinci yasayla çelişmediği sürece kendi varlığını korumaktan sorumludur.

Merak Ettikleriniz

merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Resimdeki Gözler Neden Bizi Takip Eder?

Pınar Dünder

Ressamlar perspektif tekniğini keşfedene kadar nesnelerin birbirlerine uzaklıklarını yansıtmak için yükseklik ve genişlikten faydalanıyordu. Tıpkı Eski Mısır dönemine ait resimlerde olduğu gibi. Ancak perspektif kullanılmaya başlandıktan sonra resimlere derinlik verme tekniği değişti. Rayların uzayıp gittiğini göstermek için tek bir noktada birleşiyor gibi birbirlerine yaklaştırarak çizmek bunun bir örneği. Resimde derinliği sağlayan diğer bileşenler ise ışık ve gölge. Resimde bir ışık kaynağı varsa, daha karanlık olan nesnelerin ışıktan daha uzakta olduğunu anlarız.

Ressamlar perspektifle birlikte ışık ve gölge oyunlarını kullanarak resimlerin sanki gerçekmiş gibi görünmesini sağlar. Oysa ki üzerine resim yapılan yüzey iki boyutludur. Diğer bir ifadeyle üç boyutlu dünya iki boyutlu kâğıt üzerine aktarılır ve bu yapılırken optik bir yanılsama yaratılır. Resimde kullanılan ışık, gölge ve perspektif sabittir. Yani ressam doğrudan karşıya bakan birini çizdiğinde siz hangi açıdan bakarsanız bakın resimdeki kişiyi tam karşınızdaymış gibi görür, onun size baktığını düşünürsünüz. Ancak aynı şeyi karşınızda gerçek bir insan varken denediğinizde resimdeki bu yanılsama gerçekleşmez. Örneğin bir arkadaşınızdan sabit durmasını ve hep karşıya bakmasını isteyin. Siz de bu sırada konumunuzu sürekli değiştirerek onun gözlerine bakın. Resimde yaşadığınız durum gerçekleşmiyor değil mi? Bunun nedeni üç boyutlu bir görüntüye bakıyor olmanız ve resimdeki sabitliğin aksine siz konumunuzu değiştirdikçe perspektif, ışık ve gölgenin de değişiyor olmasıdır.



Anne-Louis Girodet'in
Madame Jacques-Louis-Étienne Reizet tablosu.

Kaynaklar

<https://entertainment.howstuffworks.com/arts/artwork/eyes-in-painting-follow1.htm>
https://www.eurekalert.org/pub_releases/2004-09/osu-srw092004.php

Suyun Rengi Var mı?

Dr. Tuba Sarıgül

Kristal kadar berrak yağmur damlaları, turkuaz rengi Okyanuslar ya da pembe göller... Hepsisi sudan meydana gelmelerine rağmen renkleri farklı. Çünkü suyun rengini su moleküllerinin ışıkla etkileşiminin yanı sıra suyun içinde çözünmüş ya da asılı halde bulunan başka maddeler de etkiler.

Peki, saf suyun rengi var mı? Bir yağmur damlası tamamen şeffaf görünür. Ancak kalın bir buz tabakasına baktığımızda mavi tonlarda olduğunu fark ederiz. Su kütlesinin derinliği arttıkça mavi renk belirginleşir.

Su molekülleri ışıkla etkileştiğinde ışık tayfının görünür bölgesindeki kırmızı dalga boyundaki (~700 nm) ışınları soğurur. Suyun renginin mavi tonlarda olmasının sebebi budur.

Ancak suyun renkli görünmesini sağlayan mekanizma, renkli görünen başka maddelerde olduğundan biraz farklı.

Bir maddeyi renkli görmemizin nedeni yaydığı, soğurduğu ya da yansıttığı ışınların dalga boyuyla ilişkilidir. Bir madde belli bir dalga boyundaki ışığı soğurduğunda elektronları uyarılarak daha yüksek enerji seviyelerine geçer, yani soğurulan ışık elektron geçişine neden olur. Su molekülünde elektron geçişine neden olan ışınlar morötesi dalga boyundadır.

Su molekülleri kırmızı dalga boyundaki ışınları soğurduğunda, su moleküllerinin titreşim enerjisi seviyelerinde değişim olur. Suyun mavi tonlarda görülmesinin nedeni bu değişimdir. Başka birçok maddede görünür ışığın dalga boyundan daha uzun dalga boylarındaki ışınlar titreşim enerjisi seviyelerinde değişime yol açar.

Burkulmalar Nasıl Gerçekleşir?

Pınar Dündar

Burkulmalar eklem bağlarının aşırı gerilmesi, kısmen yırtılması ya da kopması sonucunda oluşur. Eklem başlığı, kemikleri eklem adı verilen birleşim noktalarında birbirine bağlayan lifli bir dokudur. Burkulmanın genellikle bilek, omuz, diz ve parmaklarda gerçekleşmesinin nedeni de budur.

Normal koşullarda, hareket ettiğimizde bağlar uzar, esner ve daha sonra eski haline döner. Ancak kapasitenin ötesinde zorlanırlarsa burkulma dediğimiz olay gerçekleşir. Burkulmalar spor yaparken ya da dans ederken oluşabileceği gibi yürüyüş, merdiven çıkmak gibi bazı rutin hareketler sırasında da gerçekleşebilir.



Uzmanlar böyle durumlarda, burkulmanın derecesine bağlı olarak, burkulan bölgenin hareket ettirilmemesi, bandajla sarılması ve bölgeye soğuk uygulama yapılması gibi önerilerde bulunuyor. Burkulmaları önlemek için ise kas güçlendirici egzersizlerin yapılması, özellikle spor sırasında ısınma ve esneme hareketlerine yeterli zaman ayrılması gerektiğini belirtiyorlar

Kaynaklar

https://www.livescience.com/60661-sprains-causes-treatment.html?utm_content=buffer32373&utm_medium=social&utm_source=facebook
<https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberleri/tekrarlayan-ayak-bilegi-burkulmalari-kalici-hasar-birakabilir/>



Yüzleri sık kızaran insanlarda kan damarları genellikle deri yüzeyine daha yakındır.

Yüzümüz Neden Kızarır?

Pınar Dünder

Yüz kızarmasının vücudumuzun “ya savaş ya kaç” mekanizmasıyla ilgili olduğu düşünülüyor. Tehlikeli bir durumda kaslarımız olabildiğince hızlı harekete geçebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Bu durumda vücudun doğal uyarıcısı olan adrenalin nefes alıp verme ve kalp atış hızını artırır, kan damarlarını genişleterek kaslarımıza daha fazla oksijen gitmesini sağlar. Diğer yandan çevremizden mümkün olduğunca fazla bilgi toplayabilmek için göz bebeklerimiz büyür. Böylelikle herhangi bir tehdide karşı hazırlıklı hale geliriz.

Adrenalin artışının bir sonucu olarak yüz derimizin altındaki kan damarları da genişler. Bu da yüzümüze normalden daha fazla kan akışı olmasına ve yüzümüzün kızarmasına yol açar. İyi de bunun tehlikeli bir durumda kalmakla ne ilgisi var, diye düşünebilirsiniz.

Açıkçası bu konuda bilim insanları da fikirbirliğine varmış değil. Ancak pek çok psikoloğa göre yüz kızarması “ya savaş ya kaç” durumuyla yüzleşmemek için geliştirdiğimiz bir savunma mekanizması. Bu da toplum normlarına uyum sağlanması ile ilgili. Buna göre toplum normlarına uygun davranmadığımızda yüzümüz kızarıyor ve hatta yaptığımızın farkında olduğumuzu çevremizdeki insanlara göstermiş oluyoruz. Bu halimiz bir anlamda dile dökmeyen ancak fiziksel olarak ifade edilen bir özür anlamına geliyor.

Kimi uzmanlar ise yüz kızarmasının nedenini kişilik özelliklerine bağlıyor. Örneğin başarı ve onaylanma isteğiyle ilişkilendirilen narsistik yanımız toplum içinde zarar gördüğünde adrenalin aniden yükseliyor ve kızarmamıza neden oluyor.

Kaynaklar

<https://science.howstuffworks.com/life/inside-the-mind/emotions/blush.htm>
<https://www.scu.edu/illuminate/thought-leaders/phil-kesten/red-in-the-face-the-science-of-blushing.html>

Asansörün İçinde Neden Tuhaf Hissederiz?

Pınar Dünder

Asansörün içinde bir başkası da varken pek çoğumuz endişe, tedirginlik, gerginlik, korku gibi duyguları da içinde barındıran, kısaca “tuhaf” diye tanımlayabileceğimiz bir his içinde oluruz.

Uzmanlara göre bunun birkaç nedeni var. Öncelikle psikologlar iki insanın konuşurken aralarında genellikle yaklaşık bir kol uzunluğunda mesafe bıraktığını hatırlatıyor. Ancak asansördeki mesafe bundan çok daha az olduğu için insanların kendilerini garip, doğal olmayan bir durumun içinde hissettiğini belirtiyorlar. Araştırmacılara göre fiziksel olarak bu kadar yakın olmanın en çok endişe veren yanı bir başkasını rahatsız etme korkusu. Bu nedenle asansördeki herkes duruşunun ya da yaptığı herhangi bir hareketin diğerleri tarafından tehdit olarak algılanmaması için olağanüstü bir çaba sarf ediyor.



Neden Kışın Köprüler Yollardan Önce Buz Tutar?

Dr. Tuba Sarıgül

Kışın hava sıcaklıkları azalmaya başladığında yollar ve köprüler soğumaya başlar. Yolların hava ile temas eden kısımları yüzeyleridir, alt kısımları ise yere temas eder. Köprüler, viyadükler ve üst geçitler havada asılı olduklarından hem yüzeyleri hem de diğer kısımları havayla temas halindedir. Bu nedenle hava sıcaklığındaki değişimlerden daha kolay etkilenirler ve kışın yollara göre daha hızlı ısı kaybederler. Köprülerin yollara göre daha hızlı buz tutmasının nedenlerinden biri bu durumdur.

Bir diğer neden de yapıldıkları malzemeler arasındaki farklılıklardır. Yolların yüzeyleri asfalttır. Asfalt ham petrolün ayrıştırılması sonucu elde edilen bir petrol ürünüdür. Köprülerin üst kısmı da asfalttan oluşur, ancak yapılarında ısıyı kolay ileten metal malzemeler ve çimento da vardır.

Rüzgâr ve havadaki nem yol yüzeyinin sıcaklığını etkileyen faktörlerdendir. Rüzgâr hızı ve havadaki nem oranı arttıkça yol yüzeyinin sıcaklığı azalır.

Asansörde tuhaf hissetmenin bir başka nedeni ise kimi uzmanlara göre kontrolün elde olmaması. Asansörün kapısı açılıyor, içeri giriyorsunuz ve gideceğiniz katın tuşuna basıyorsunuz. Geriye sadece beklemek kalıyor ve bu edilgen olma hali insanlara endişe veriyor.

İnsanlar asansörde yaşadıkları tuhaf hissi biraz olsun azaltmak için genellikle göz temasından kaçınmayı, yere bakmayı ya da telefonla uğraşmayı tercih ediyor. Peki, siz bu durumla nasıl baş ediyorsunuz?

Kaynaklar

<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/elevator-awkwardness-explained-67755576/>
<http://www.bbc.com/news/magazine-19846214>



TÜBİTAK MAM Tarafından Geliştirilen Dirençli Nişastanın Gücü

**Uluslararası Diyabet Federasyonu verilerine göre
diyabet hastası her iki yetişkinden biri henüz hastalığının
farkında değil!**

**Bunlara bağlı olarak dirençli nişasta ürünlerinin
sadece diyabet hastaları ve diyet yapan kişiler tarafından değil,
tüm tüketiciler tarafından tüketilmesi öneriliyor.**

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Türkiye İstatistik Kurumu Türkiye’de 15 yaş ve üzeri obez bireylerin toplam nüfusa oranının 2016’da %19,6 olduğunu açıkladı. Dünyada ise 650 milyon kişi obez. Günümüzde önlenebilir ölümlerin ikinci nedeni olan obezite kalp ve damar hastalıkları, hipertansiyon, diyabet, bazı kanser türleri, solunum sistemi hastalıkları, kas ve iskelet sistemi hastalıkları gibi pek çok sağlık probleminin oluşmasında rol oynuyor. Obeziteye dolayısıyla da şeker hastalığına, kalp hastalıkları gibi sağlık sorunlarına yol açan pek çok etken var.

Bunların en önemlilerinden biri beslenme alışkanlığı. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü tarafından, sözünü ettiğimiz sağlık sorunlarının önlenmesinde önemli rol oynayacak, ince bağırsakta sindirilemeyen ancak kalın bağırsakta sindirilebilen dirençli nişasta geliştirildi.



İnce bağırsakta sindirilmediği için sağlığa yararlı pek çok etkisi olan dirençli nişasta bir çeşit diyet lifi olarak değerlendiriliyor. Dirençli nişastanın bazı formları muz, patates, tahıl ve bakliyat gibi besinlerde doğal olarak buluyor. Bazı formları ise ticari olarak üretilerek gıda ürünlerine ekleniyor. Ülkemizde de ilk kez %90±5 saflıkta, sindirim enzimlerine dirençli nişasta geliştirildi. TÜBİTAK MAM Gıda Enstitüsü'nde buğday, mısır ve patates

nişastasından geliştirilen dirençli nişasta, katkı maddesi olarak kullanıldığı gıdaların enerjisini ve glikemik indeksini azaltıyor. Bu da obezite, kalp ve şeker hastalıklarıyla mücadelede önemli bir adım atılacağı anlamına geliyor. Laboratuvar ortamında geliştirilen dirençli nişasta Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddelerinin Spesifikasyonları Hakkında Yönetmelik kapsamında belirtilmiş tüm spesifikasyon kriterlerine uygun olarak üretildi.



TÜBİTAK MAM Gıda Enstitüsü tarafından geliştirilen dirençli nişastanın ekonomiye kazandırılması için ürünün üretim ve satış hakları un, bebek ek gıdası ve benzeri ürünler üreten özel bir firmaya verilmiş. Aralık ayında açılan ülkemizde endüstriyel anlamda ilk kez dirençli nişasta üretilcek olan tesiste, dirençli nişasta una katkı olarak eklenerek diyet un ve diyabetik un şeklinde satılacak. Firma ve TÜBİTAK MAM iş birliği ile bugüne kadar düşük enerjili ve düşük glisemik indeksli bu unlar kullanılarak ekmek, lavaş, gevrek, makarna, kurabiye, pasta, poğaça, kek ve bebek ek gıdası gibi pek çok unlu mamulün üretim denemeleri yapılmış ve hem kalite hem de duyuşal özellikler bakımından son derece başarılı sonuçlar alınmış.

Daha Az Yeme İsteği, Daha Az Karbonhidrat, Daha Az Enerji

Diyet lif olarak sınıflandırılan dirençli nişastanın enerjisi, normal nişastaya göre %50 daha az olmakla beraber dirençli nişasta tokluk hissi vererek yeme isteğini azaltıyor ve kan şekerinin dengede kalmasına yardımcı oluyor. Dirençli nişasta bu etkileri sayesinde obezite ve diyabet gibi sağlık sorunlarıyla mücadelede önemli rol oynuyor. Klinik araştırmalara göre gıdalara belirli oranlarda dirençli nişasta eklemek tüketilen gıdanın karbonhidrat düzeyini %25, enerji düzeyini ise %20 azaltıyor ve en önemlisi de kan şekerini artırma potansiyelinde %50'ye varan oranlarda azalma sağlıyor.



Çeşitli araştırmalarla dirençli nişastanın eklendiği gıdalar tüketildiğinde diyabet ve kalp hastalıkları riskinin azalabileceği ortaya konmuş.

TÜBİTAK MAM Gıda Enstitüsü laboratuvarlarında %90±5 saflıkta üretilmiş dirençli nişastanın eklendiği unlarla hazırlanan ekmek ve kurabiye'nin in vitro glisemik indeksinin tespitine yönelik çalışmalar da yapılmış ve dirençli nişastanın glisemik indeksi 9,1 olarak tespit edilmiş. Bu özelliği ile de ürün düşük glisemik indeksli sınıfa giriyor. Yüksek glisemik indeksli gıda sınıfına giren normal nişastanın ise glisemik indeksi 91,2.

Nişasta

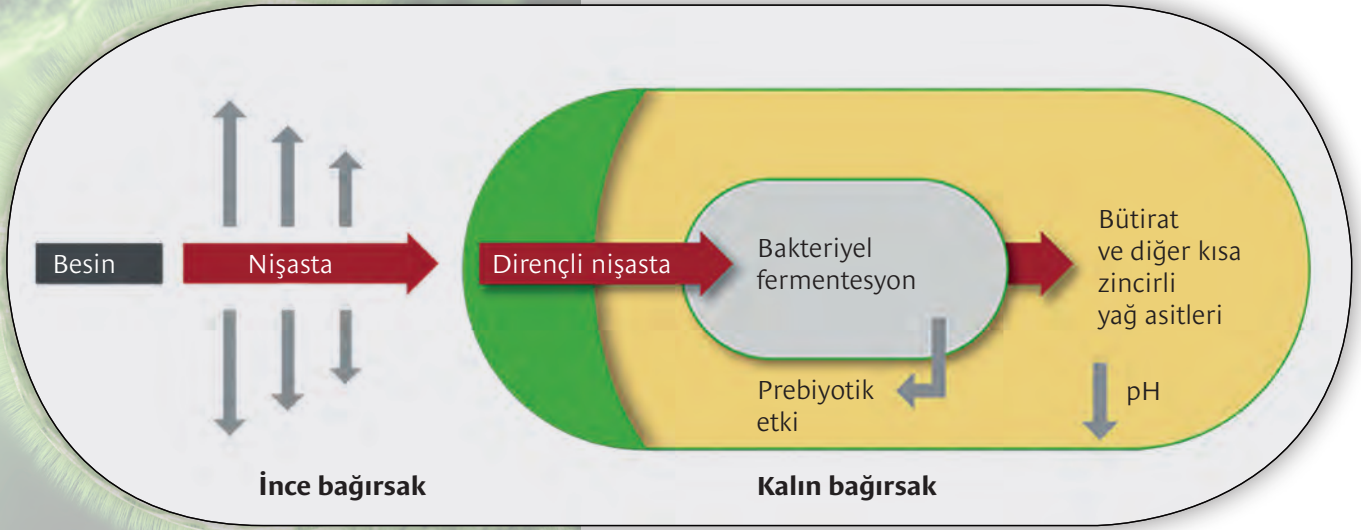
Nişasta bitkilerde glikozun depolanması için bulunan ve iki polimerden oluşan bir bileşik. Bu iki polimerden biri düz zincir yapısındaki amiloz, diğeri ise dallanmış bir yapıya sahip olan amilopektin. Her gün pek çok besinle beraber aldığımız nişasta tükürükteki amilazla, pankreatik amilazla ve ince bağırsaktaki mikrovilüslerin zarına gömülü glukamilaz ve sükröz-izomaltaz enzimleri ile sindiriliyor. Sindirim sonucunda ortaya çıkan glikozun emilimi ise ince bağırsakta gerçekleşiyor. Nişasta hızlı sindirilen, yavaş sindirilen ve dirençli nişasta olarak üç sınıfa ayrılıyor. Dirençli nişasta sindirim enzimleri tarafından parçalanamıyor. DN1, DN2, DN3, DN4 ve DN5 olmak üzere beş dirençli nişasta tipi var. DN1 tipinin hücre duvarının ve protein matrislerinin oluşturduğı fiziksel bariyer nedeniyle sindirim enzimlerinin DN1'e ulaşması ve dolayısıyla da parçalanması zorlaşıyor, ancak gene de diğeri dirençli nişasta tiplerine göre sindirilmeye daha az dirençli. DN2 tip ise kristal yapısı nedeniyle sindirim enzimleri tarafından parçalanamıyor. DN3 patates ve makarna gibi besinler pişirildiğinde ve soğuduğunda ortaya çıkan dirençli nişasta tipi. Bu nişasta türünün uzun dallanmış amilopektin zincirlerinin oluşturduğı çift heliks yapısı sindirim enzimleri tarafından parçalanamıyor. DN4 tipi nişasta ise kimyasal olarak çapraz bağlama ajanları kullanılarak elde ediliyor. DN5 tipi de amiloz ve lipid kompleksinden oluşuyor.



Glisemik İndeksi Düşürüyor

Dirençli nişasta geliştirilirken yapılan çalışmada normal ekmeğın, %20 oranında dirençli nişasta katkılı ekmeğın ve %50 oranında dirençli nişasta katkılı kurabiyenin glisemik indeksleri yani kan şekerini yükseltme kapasiteleri karşılaştırılmış. Normal ekmeğın glisemik indeks değeri 79, %20 oranında dirençli nişasta katkılı ekmeğın glisemik indeks değeri 56, %50 oranında dirençli nişasta katkılı kurabiyenin glisemik indeks değeri ise 43 olarak tespit edilmiş. Bu sonuçlara göre normal ekmek yüksek glisemik indeksli gıdalar sınıfına girerken, %20 oranında dirençli nişasta katkılı ekmek orta düzeyde glisemik indeksli gıdalar sınıfına, %50 oranında dirençli nişasta katkılı kurabiye ise düşük glisemik indeksli gıda sınıfına giriyor. Yapılan bir diğeri çalışmada normal buğday ununun, %10 dirençli nişasta katkılı unun, %20 dirençli nişasta katkılı unun, %30 dirençli nişasta katkılı unun in vitro glisemik indeks değeri hesaplandığında normal unun glisemik indeks değerinin 104, %10 dirençli nişasta katkılı unun glisemik indeks değerinin 90, %20 dirençli nişasta katkılı unun glisemik indeks değerinin 73, %30 dirençli nişasta katkılı unun glisemik indeks değerinin ise 54 olduğu tespit edilmiş. Tüm sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda una ilave edilen dirençli nişasta miktarı artırıldığında ürünün glisemik indeksinin düştüğü görülmüş. EFSA'nın 2011'de klinik çalışmalara dayanarak yayımladığı rapordaki dirençli nişastanın yeme sonrası glisemik yanıtı azalttığı ifadesi de bu sonucu destekliyor.

Dirençli nişastanın fermentasyonu



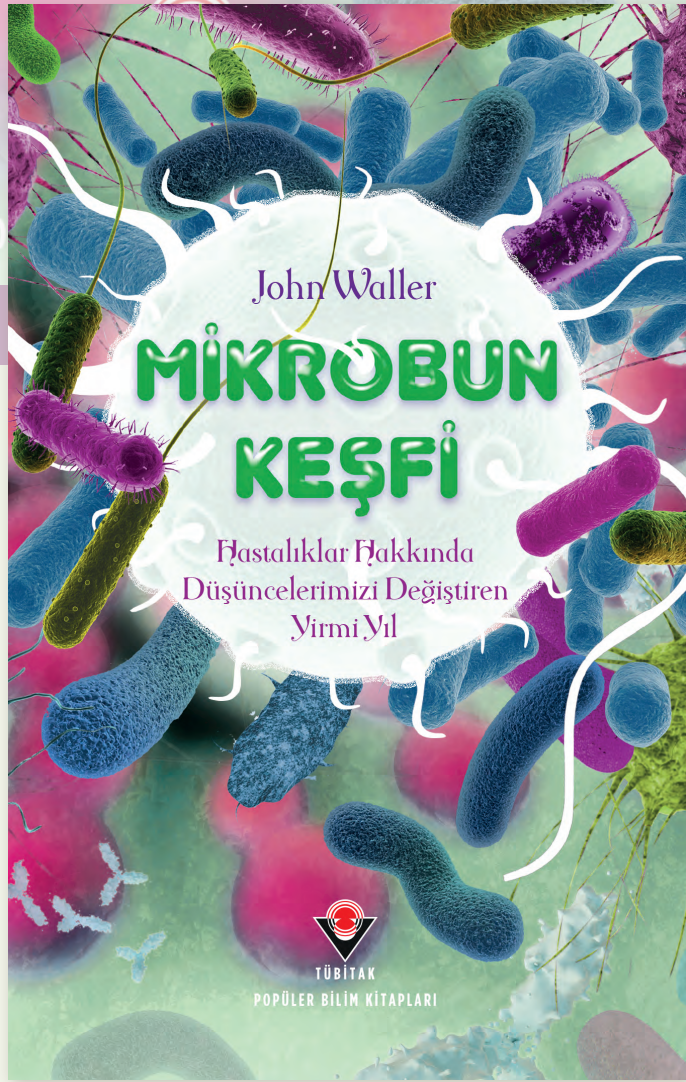
TÜBİTAK MAM laboratuvarlarında yapılan çalışmalar, diğer klinik çalışmalar ve literatürdeki bilgiler ışığında DN4 tip dirençli nişastanın gıdaların enerjisini ve glikemik indeksini azaltarak obezite, kalp ve diyabet hastalıklarıyla mücadeleye yardımcı olduğu ve prebiyotik özelliği sayesinde de bağırsak sağlığına olumlu etkisi olduğu görülüyor. Ayrıca ince bağırsakta değil de kalın bağırsakta sindirildiği için sağlığa etkileri bakımından diyet lif özelliği gösteriyor ve kalın bağırsakta diyet liflere göre daha kolay fermente ediliyor. Prebiyotik özelliği, kalın bağırsak florasındaki yararlı bakterilerin besin kaynağı olmasından kaynaklanıyor. Yararlı bakteriler tarafından fermente edildiğinde ortaya çıkan bütirat ve diğer kısa zincirli yağ asitlerinin bağırsak sağlığı ve kolon kanserinin önlenmesi açısından da büyük yararı var. ■

Yaptıkları bu önemli çalışma için TÜBİTAK MAM Gıda Enstitüsü'nü kutluyor, katkıları için Gıda Enstitüsü Müdür Yardımcısı Vekili Dr. İncinur Hasbay'a teşekkür ediyoruz.



"Bir polisiye roman gibi ...
gerçekten sürükleyici ...
fevkalade bir kitap."

BRITISH MEDICAL JOURNAL



Mikrobun Keşfi

John Waller

Tıp mesleği, Hipokrat'tan Louis Pasteur'e kadar, bulaşıcı hastalıkların nedeni konusunda neredeyse tamamen yanlış fikirlere bağlı kalmıştı. Hacamat, hastayı zorla kusturma ve gizemli kocakarı ilaçları başlıca çareler arasındaydı. Genellikle ameliyat lekeleriyle dolu kasap önlükleri giyen cerrahlar farkına varmadan bir hastadan bir diğerine hastalık bulaştırıyordu.

Ardından mikrop devrimi geldi: yirmi yıllık bilimsel ustalık, sıra dışı entelektüel cesaret ve amansız kişisel çekişmenin ardından doktorlar sonunda hastalıklara mikroskopik organizmaların yol açtığını fark ettiler.

Tıp düşünce tarihinde belki de en büyük ilerleme olan mikrobun keşfi, doğrudan doğruya güvenli ameliyatlara, geniş çaplı aşı seferberliklerine, hijyen ve sanitasyon alanında çarpıcı iyileştirmelere ve süt ürünlerinin pastörizasyonu-na önayak olmuştur. Hepsinden de öte, bu gelişme günümüzde birçoğumuzun hayatını borçlu olduğu antibiyotik ilaçların ortaya çıkışına zemin hazırlamıştır.

John Waller, bu kitapta, hastalığa bakış açımızı köklü bir şekilde değiştiren tıp tarihindeki bu yirmi yılın içyüzünü sürükleyici bir dille anlatmaktadır.



Kitaplarımızı, esatis.tubitak.gov.tr sayfasından,
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere Ankara adresindeki
TÜBİTAK Kitap Satış Bürosu'ndan ve
kitabevlerinden satın alabilirsiniz.

Derinliklerdeki ZEKA_{ve} ETİK

Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu [Çankaya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü

Dar Alandaki Derin Uzmanlar

Yapay zekâ konusundaki gelişmeler bize en sonunda aynı insan gibi düşünen, hisseden, konuşan, bizimle iletişim kuran sistemler verebilecek mi? Bir algoritma bilinçli olabilir mi?

Hayli felsefi sorular bunlar, yüzlerce yıldır da tartışılıyorlar. Sinema sektörü bu soruya çok net bir “evet” cevabı vermiş görünüyor, *Matrix*’teki ajan Smith’i, *Kara Şimşek*’teki konuşan otomobil Kitt’i, *Terminatör*’ü, *Wall-E*’yi, *Yıldız Savaşları*’nın R2 D2’sini unutmak mümkün mü?

1960’lardan beri zaman zaman bu düzeydeki yapay zekâ uygulamalarının çok yakın bir gelecekte gerçek olacağı söylene de genelde boş çıkar bu tahminler. Ama son yıllarda sadece akademik makalelerde değil, günlük hayatımıza girmiş, ticarileşmiş uygulamalarda da görebiliyoruz gelinen aşamaları.

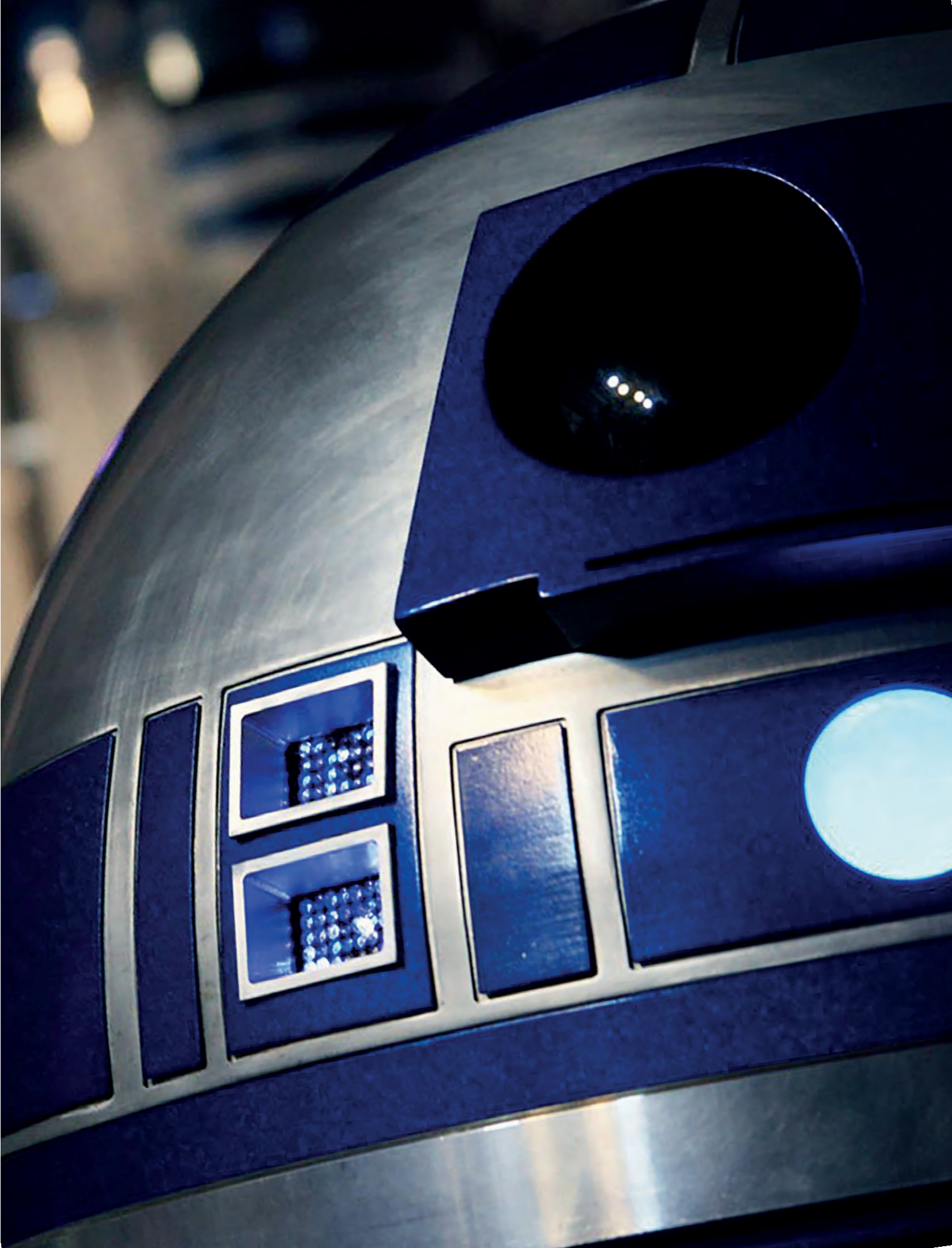
Google’un çağ atlamış çevirisi, Apple’ın laftan anlayan Siri’si, IBM’in teşhisleri çok isabetli Doktor Watson’ı, Facebook’un yüz tanıma sistemi ve daha bir çokları sardı çevremizi.

Sesimizi tanıyan, otomobil kullanan hatta beste yapan, haber yazan, resim çizen bilgisayarlar sıradan oldu.

Gerçi hâlâ insanunki gibi bir zekâ uzakta; verdiğimiz örneklerin hepsi çok dar, özelleşmiş alanlarda çalışıyor. Ama uygulamada da işe yarayan onlar. İyi tanımlanmış bir işi, düzgün yapan sistemler.

Uzunca bir süre emekleme dönemi yaşayan ve akademik dünyadan dışarı pek çıkamayan yapay zekâ araştırmalarında görülen bu patlamanın sebebi ne olabilir? Bilgisayarların son yıllarda giderek artan işlem kapasitesi mi bu işin sorumlusu? Yoksa yeni algoritmalar mı?

Genelde “derin öğrenme” yöntemini kullanan bu yeni sistemler için eğitim verisi çok önemli. Paralel işlem yapan GPU’lar (grafik işlemciler) gelişmelerde rol oynamış olsa da, asıl elimizdeki çok büyük hacimli veriler önemli gibi görünüyor. İnsanların internete bağlıyken ürettiği ve o sayede devasa veri bankalarında depolanabilen bilgiler, insanlığın “öğrencisi” yapay zekânın gelişiminde çok büyük rol oynuyor. Çünkü artık bilgisayarlar da aynen çocuklar gibi görerek, duyararak ve taklit ederek öğreniyor.



Klasik Programlama

Bir işin nasıl yapılacağını bilgisayara anlatmak için sabahlara kadar ekran başında kod yazmaya başlamadan önce, o bilgiye bizim sahip olmamız gerekir. Biz bilemeyebiliriz, bilenleri bulamayabiliriz veya bulsak bile onlardan öğrenemeyebiliriz. Pilavı dillere destan bir aşçı, tarif vermesi istendiğinde “el kararı pirinç, göz kararı su, olana kadar pişir” diyebilir mesela. Hem de tarifi gizlemeyi değil gerçekten bize yardımcı olmayı istediği halde. Çünkü bir işi iyi yapmak ile o işi iyi yapmanın metodolojisini bilmek farklıdır.

Örneğin tecrübeli bir emlakçı yaşadığı semtteki bir daireyi daha görür görmez, muhtemel satış fiyatını belirleyebilir. Biz aynı şeyi algoritmik olarak nasıl yapabiliriz? Öncelikle emlak uzmanının sahip olduğu bilgileri, örneğin dairenin metrekaresi, binanın yaşı, dairenin kaçuncu katta olduğu, cephesi, otobüs-metro duraklarına yakınlığı gibi, sisteme aktarmamız gerekir. Ondan sonra o daireyle doğrudan ilgisi olmayan başka değişkenler sıralanır: Örneğin semtin denize yakın olup olmadığı, konut kredisi faizleri, ekonomik beklentiler, civarda yapılacak alışveriş merkezleri veya ileride o bölgeden geçecek yollar ile ilgili söylentiler.

Nispeten basit bir problem için bile çok fazla değişken var. Dairenin planının kullanışlı, mutfak dolaplarının en son moda uygun olup olmadığı gibi sübjektif ama son derece önemli kriterlere daha gelemedik bile. Her neyse, biz elimizdeki verilerin yeterli olduğunu varsayalım.

Şimdi bunları matematiksel bir modelde bir araya getirmeliyiz. Sözelimi diğer bütün şartları eşitse çok odalı dairenin az odalı daireden, güney cephenin kuzey cepheden daha pahalı olduğunu hepimiz biliyoruz. Ama bu eğilimleri rakamlara oturtmadıkça hepsi havada kalır. Örneğin kuzeye bakan dört odalı ve güneye bakan üç odalı daireleri kesin bir şekilde karşılaştırmak istiyorsak matematiksel formüllere ihtiyacımız var.

İlk akla gelen doğrusal bir model, yani daireyi temsil eden parametrelerin belli pozitif veya negatif katsayılarla çarpılıp toplanmasına dayanıyor: $y=ax_1+bx_2+cx_3+...$ gibi. Ama biraz kurcalayınca bu modelin çok kaba olduğu, epeyce rafine edilmesi gerektiği ortaya çıkacaktır. Örneğin dairenin durağa 300 metre mesafede olmasıyla 100 metre mesafede olması arasında büyük bir fark varken,

30 metre mesafede olmasıyla 10 metre mesafede olması arasında bir fark olmayabilir, çünkü insanlar ikisini de yeterince yakın olarak algılayacaktır. Ya da herkesin otomobil sahibi olmasının ve dahası her yere otomobille gitmesinin beklendiği bir semtte, otobüs durağına uzaklık fiyata hiç etki etmeyebilir de. Büyük daireler daha pahalıdır ama devlet belli bir metrekaresinin üstündeki dairelerden ek vergi almaya başlarsa tam o noktada doğru orantılı ilişki kırılır, insanlar küçük de olsa o vergi limitinin altındaki yerleri daha çok tercih eder.

Özetle bir çok emlak uzmanı ve bir çok programcının uzunca süre bir arada çalışmasıyla (ki bu da pratikte başlı başına bir problem, çünkü birbirlerinin dilinden anlamıyorlar) çok sayıda döngüden oluşan karmaşık bir fiyat tahmin programı ortaya çıkarılabilir ve en azından acemi emlakçılardan daha iyi tahminlerde bulunacağı öngörülebilir. Muhtemelen bu yöntemle tecrübeli bir uzmanı aşacak kadar ilerleyemeyiz, çünkü onun sağduyusunu, bildiği ama ifade edemediği tüm gerçekleri hesaba katmayı başaramayız.

Ayrıca programımızın sürekli güncellenmesi gerekir, çünkü bugün için ideale yakın sonuçlar verse de, sözelimi 10 yıl sonra toplumsal hayattaki eğilimler, ev sahibi olma arzusu, toplumdaki ev sahipliği oranı gibi şeyler değişeceği için bizim program giderek daha hatalı tahminler yapmaya başlayabilir.

Buraya kadar anlattıklarımız klasik programlama yöntemi. Yani önce biz çözüyoruz problemi, sonra da bilgisayara aktarıyoruz. Çözümümüz ortada bir bilgisayar olmasa da geçerli. Pratikte çok zor da olsa, prensipte aynı hesaplar kâğıt kalemle de yapılabilir. Ya da şöyle söyleyelim, ortada çalışan, işe yaran eksiksiz bir çözüm varsa, onu yazılımla bilgisayarın anlayacağı dile aktarmak belki de işin en kolay yanıdır.



Sinir Ağları

Şimdi bir de yapay sinir ağları kullanarak aynı probleme nasıl yaklaşacağımızı görelim. Bu problemi analiz etmenin çok güç bir iş olduğu gözlemleniyor ve bütün bu çözümlemeyi biz yapacağımıza, işin o kısmını da bilgisayarın kendisine yaptırabiliriz mi? Ya da diyelim ki bilgisayarın kendisine yaptırabiliriz mi? Ya da diyelim ki bilgisayarın kendisine yaptırabiliriz mi? Ya da diyelim ki bilgisayarın kendisine yaptırabiliriz mi?

Ana fikir şu: Bahsi geçen bütün verileri (metrekare vs.) veriyoruz. Ondan sonra da satılan dairelerin kaç tane satıldığı bilgisini giriyoruz. Hiçbir uzman görüşüne gerek yok, tek zorluk büyük miktarda veri toplamak. Bu verilerle dayanarak makine kendi kendini “eğitiyor”. Evet yanlış duymadınız, makine öğreniyor.

Elbette karşımızda zeki ve bilgiye aç bir öğrenci yok. Yapay sinir ağının çalışma ilkesi şu: Veri girişi yapılan hücreler, bu hücrelerin bağlı olduğu başka ara hücreler, bir de sonuç katmanı var. Hücreler arasında sayısal bağlantılar var. Her hücre kendine gelen sayıları topluyor, belli bir katsayıyı aşılıyorsa bağlı olduğu diğer hücrelere sinyal gönderiyor.

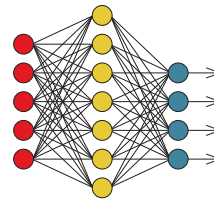
En son hücreye gelen sinyaller toplamı da algoritmanın çıktısını oluşturuyor. Büyük ölçüde beyindeki nöronların çalışma ilkesinden esinlenilmiş.

Başlangıçta katsayılar tamamen rastgele seçiliyor. Eğitim sırasında sistem şunu yapıyor: Katsayıları nasıl değiştirirsem doğruya daha yakın sonuçlar elde ederim? Söz gelimi, 300 olması gereken sonucu ben 5 buldum. Felaket bir durum. Ama katsayılardaki ufak değişiklikler bunu 6 yapıyorsa iyi, 100 yapıyorsa çok iyi.

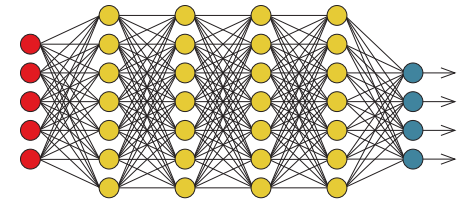
İlginç olan şu ki yeterince çok “eğitim” verisi varsa, bu sistem emlak ve fiyat kavramları hakkında hiçbir şey bilmeseydi bile bir süre sonra bizim uzmanların uzun sürede ortaya çıkardığına çok benzer, hatta daha da iyi bir model çıkarıyor. Üstelik öğrenmeye ve kendini geliştirmeye de devam ediyor. Örneğin yeni yerleşime açılan bir semtteki fiyatları yanlış tahmin edebilir, zaten insanlar da muhtemelen hata yapacaktır böyle bir ortamda. Ama o bölgede 5-10 daire satıldıktan ve o veriler sisteme girildikten sonra biraz, 50-100 daireden sonra çok büyük bir iyileşme görmemiz beklenebilir. Bu yapılırken programın ana kodları hiçbir şekilde değişmez, programcı desteğine gerek olmaz. Beklenmedik bir ekonomik kriz gerçekleşirse bunu makineye ek bir bilgi olarak girmek gerekmez, sistem olağan veri girişleri sayesinde ortalama emlak satış sayısı ve fiyatındaki düşüşten durumu fark edip kendini uyarlayacaktır. Hatta sistem kötüye gidişi iktisatçılardan çok önce fark edip onları uyarabilir.



Basit sinir ağı



Derin öğrenme sinir ağı



● Girdi katmanı

● Gizli katman

● Çıktı katmanı

Derin Öğrenme

Şimdi de derin öğrenmeye geleyim. Aslında yapay sinir ağının bir türü, ama çok sayıda katman içeriyor ve her katman kendinden önceki daha basit verileri birleştirip daha karmaşık ve anlamlı bütünler üretiyor.

Şöyle bir oyun oynadığımızı hayal edin: Ben size 10^{28} civarında (on bin x trilyon x trilyon) rastgele dizilmiş atom vereceğim, siz de bunların toplamı bir insan vücudunu andırıyorsa “evet” andırmıyorsa “hayır” diyeceksiniz.

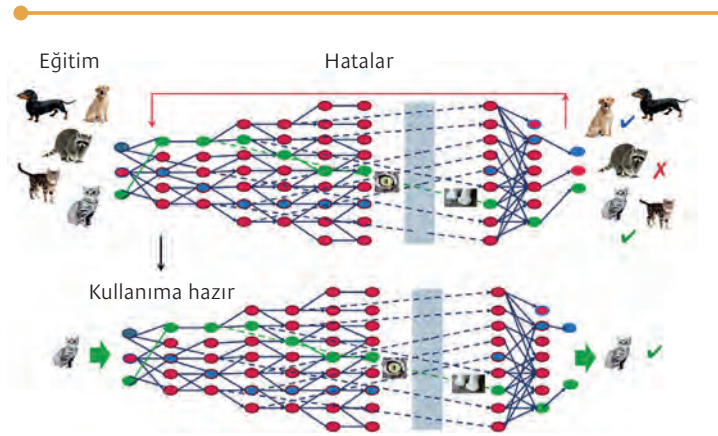
Neredeyse imkânsız bir problem değil mi? Bilgisayar için de insanlar için de nereden başlanacağı belirsiz, olasılık sayısı pratikte sonsuz, içinden çıkılmaz bir iş. Gelin bu problemi basitleştirelim. Ben size bir kalp, iki akciğer bir de mideden oluşan bir görüntü vereyim, siz de bunların bir insan vücudundan alınan kesitler olup olmadığına karar verin. Bir nevi dört parçalı bir yapboz gibi. Hayli basit bir problem, çünkü zaten elimizdeki bileşenlerin sağ ve sol akciğer, mide ve kalp olduğundan eminiz, tek sorun bunların birbirlerine göre doğru konumlanıp konumlanmadığı. Bir de görece büyüklükleri. Bu problemi çözmek için insanları da makineleri de kolayca eğitebiliriz.

Sonra, ikinci bir oyun olarak size kalbin odacıklarını, kapakçıklarını, bir de aortu görebileceğiniz bir resim verip bunun bir kalp olup olmadığını soruyorum. Ana fikir yine aynı: Bileşenler nasıl bir araya gelmiş? Daha sonra aşama aşama organdan dokuya, dokudan hücreye, hücreden organellere, moleküllere ve atomlara kadar gidiyoruz. Ardından tüm bu aşamaları birbirine bağlıyoruz, öyle ki her aşama alttakinden bilgi alıp işleyip üsttekine aktaracak. Söz gelimi bir aşama “hücre mi değil mi” sorusuna “evet, hücre” diye cevap veriyorsa bu görüntüleri yukarı gönderecek ve sonrasında üst aşama “kas hücre mi değil mi” sorusuna cevap arayacak. Ya da atomlara bakarak amino asitleri algılayan katman bu bilgiyi üst tarafa aktarınca, orası artık atomları göremeyecek. Doğrudan amino asitler üzerinde çalışıp hangi proteini oluşturmuşlar ona karar verecek. Aslında bilim dallarının kısa hikâyesi de bu! Kimya ile fizik, biyoloji ile kimya arasındaki ilişki de çok farklı değil.

Bu sistemde toplam kaç katman ve her katmanda kaç hücre olacağını da baştan tespit etmemiz imkânsız olabilir, onu da sisteme bırakabiliriz. Bunu da yapınca nihayet derin öğrenme yöntemine ulaştık.

Bu sistemin bir başka ilginç özelliği ise öğrenme mekanizmasının içerikten bağımsız olması. Yani ilke olarak, ses tanıyan sistemle görüntü tanıyan sistem tamamen aynı algoritmayla yola çıkabilir, sadece eğitimlerinde kullanılan veriler değişik olacaktır. Unutmayın, her işlemten sonra sisteme “aferin bildin” ya da “olmadı bilemedin” şeklinde bir geri besleme veriyoruz.

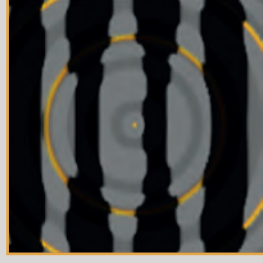
İşte Google “kedi var” ve “kedi yok” diye etiketlenmiş milyonlarca resimle eğittiği algoritmasıyla artık herhangi bir resimde kedi olup olmadığına çok kolay karar verebiliyor. Aynı sebepten A dilinden B diline insanlar tarafından çevrilmiş metinler altın değerinde Google çeviri için. O yüzden veriye olan açlıkları bitmiyor bu devasa şirketlerin. O yüzden sizin verilerinizin peşindeler.



Kedi tanıma programımız iş başında!

Bir başka örnek otomobil kullanan programlar. Programın sadece otomobil mekaniğini, direksiyon, gaz ve freni bilmesi yeterli değil. Daha ziyade çevresini, bulunduğu ortamı okuyabilmesi önemli. Örneğin önünüzde iki otomobil durmuş bekliyor, ama yolları tıkalı değil. Beklemeli mi yoksa şerit ihlali yapma pahasına çevrelerinden mi dolaşmalı?

Bu soru ne fizikteki ivme-hız-mesafe problemlerine benziyor ne de makine mühendislerinin motor gücüyle ilgili hesaplamalarına. Otomobille ilgili görünse de aslında tamamen insani bir problem ve çözümü de denklem ve kurallarda değil sağduyuda gizli.



Çok bilen çok yanılır.

Görüntü tanıma programının yaptığı hatalar sağduyudan ne kadar uzak olduğunu gösteriyor.

Bu resimleri penguin ve elektrikli gitar olarak sınıflandırmış.

Sürücüler kavga mı ediyor? Kaza mı yapmışlar? Arıza mı olmuş? Biri öbürüne adres mi soruyor? Aküsü bitmiş de öbürü yardıma mı gelmiş? İnsanlar durumu bir bakışta algılayıp çok mu az mı bekleyeceğini tahmin edebilir. Bilgisayara bunu öğretmenin en kolay yolu da “EĞER şu değişkenin değeri buysa şu döngüye gir” tarzındaki kurallarla gerçek hayatın tüm karmaşasını yakalamaya çalışmak yerine, ortamın görüntüsünü ve insanların verdiği “doğru” kararı bildirmek gibi görünüyor, tabii elinizde bu verilerden yeterince varsa.

Yapay Zekâ ve Etik

Hızla gelişen yapay zekâ bir çok ahlaki sorunu da beraberinde getiriyor. Otomasyon sonucu işsiz kalacak milyonlarca insan, örneğin şoförler ne olacak? Teknolojiye hâkim olan çok küçük azınlık ile çalışmaları ve üretmeleri yeni sistemde pek de mümkün olmayacak eğitimsiz insanlar arasındaki uçurum nasıl kapanacak? Her yaptığımız aramayı, her alışverişimizi, hatta telefonumuz sayesinde anlık koordinatlarımızı bilen ve hiç unutmayan sistemler özel hayatımızı fazlaca ihlal etmiyor mu? Bir gün bize bir şeyler satmaya çalışmaktan farklı amaçlar için de kullanılabilir bu bilgiler.

Çok yönlü bu toplumsal problemler gelecek kuşakları uzunca bir süre meşgul edeceğe benzer. Daha teknik ve dar alanda ise belli bir sistemin ahlaken nasıl davranması gerektiği sorunu var. Örneğin araç kullanan yapay zekâ tüm trafik kurallarına harfiyen uysa da, yol ve hava koşulları, diğer araçların ve yayaların hatalı davranışları sonucu kendini şöyle bir durumda bulabilir: Düz giderse fren yapsa bile küçük bir çocuğa çarpacak, sağa dönse uçurum, sola dönse dağ. Bir seçim yapmak zorunda. Ne yapmalı?

En az sayıda can kaybına yol açmayı hedefleyebilir. O zaman otomobilin içindeki ve dışındaki muhtemel can kayıplarını hesaplaması gerekir. Ya da öncelikle kurallara uyanları korumayı isteyebilir. Örneğin otoyolun ortasında olmaması gereken bir yayanın hayatını kurtarmak için otomobilin içinde, herhangi bir hatası olmayan kişileri riske atmayabilir. Hatta çok değerli veya tehlikeli bir yük, örneğin patlayıcı taşıyorsa önce aracı korumayı bile düşünebilir.



Benzeri problemler kredi başvurunuzu inceleyen ve borcunuzu zamanında ödeyip ödemeyeceğinizi tahmin etmeye çalışan bankacılık sistemleri için de geçerli. Veya sanıkların şartlı tahliyesinde yararlanılan, eldeki değişkenlere bakarak erken salıverilen bir mahkûmun yeniden suç işleme olasılığını hesaplayan karar destek sistemleri.

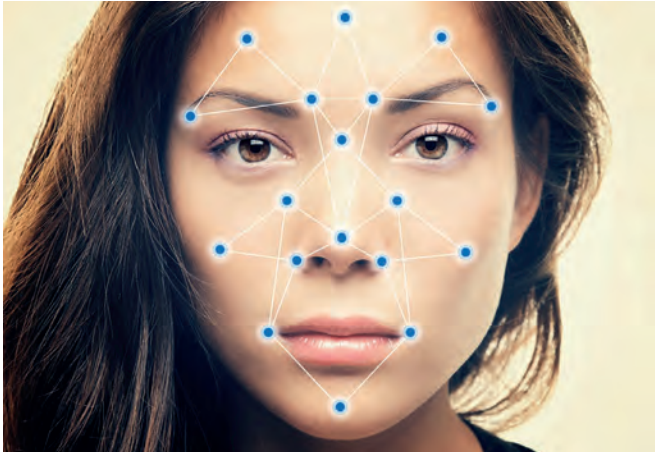
En kötüsü de yüz tanıma ve diğer yardımcı sistemleri kullanarak kendi kararlarını veren otonom silahlı sistemler, kulağa hoş gelmesede sınır güvenliğinde devrim yapabilirler.

Bu sistemlerin nasıl tasarlanması, neye öncelik vermesi gerektiği aslında yapay zekâyla doğrudan ilgili olmayan, tamamen ahlaki problemler. Yani adı geçen sistemler hiç bilgisayar kullanmadan tamamen insan kontrolünde, kâğıt kalem, imza ve mühürle de çalışsa yine aynı problemler söz konusu. Hangi durumda hangi kararın “doğru” olduğunu sabahlara kadar tartışabiliriz. Zaten tartışıyoruz da, sürekli değişen kanun, yönetmelik, protokol ve yönergeler biraz da değişen etik anlayışın sonuçları.

Ama söz konusu yapay zekâ sistemi derin öğrenme algoritmaları kullanıyor ise yöntemler fazladan bir bilinmezlik bulutuyla kaplandığı için, aynı etik problemler daha da içinden çıkılmaz hale geliyor, hatta insani ve ahlaki tercihlerin uygulanması imkânsızlaşıyor.

Örneğin geçmişte aldığınız bir krediyi zamanında ödemediğiniz için bankalar size kredi vermiyor diyelim. Ama o zamandan beri çok değiştiniz, ayrıca şu anki geliriniz de fazlasıyla yeterli. Yani banka size haksızlık yapıyor, sizin bakış açınızdan. Bu durumda yapılabilecek şeyler var.

Yüzdeki temel noktaların ve bunlar arasındaki mesafe ve oranların belirlenmesi nispeten kolay bir iş bilgisayarlar için. Zor olan bu sayı ve oranlardan güzellik kavramına ulaşmak.



Hakkınızı çeşitli kanallardan (tüketici mahkemesi vs.) arayabilirsiniz. Ya da sizin konumunuzda çok sayıda insan varsa devlet “kredi geçmişiyile ilgili şu kadar yıldan önceki bilgiler değerlendirmeye alınmaz” tarzında bir kural getirip sizi rahatlatılabilir.

Ama bir de karşınızda banka yetkilileri değil de derin öğrenme kullanan bir yapay zekâ olduğunu düşünelim. Geçmişe yönelik 100 milyon veriyle eğitilmiş. Kredi çeken insanların ne zaman ne kadar para ödediğinin dışında, küçükken sevdiği çizgi filmlere kadar her şeyi biliyor. %99,6 oranıyla doğru tahminler yaptığı için de bankacılık sisteminin ondan vazgeçmeye hiç niyeti yok. Ve bu sistem sizin başvurunuzu reddediyor, oysa belki de hayatınız boyunca bütün borç, taksit ve faturalarınızı zamanında ödediniz, geliriniz de fazlasıyla yeterli.

Neden, diye soruyorsunuz doğal olarak. Sistemin sahipleri, öncelikle bu karara hangi değişkenler ve hangi formüllerle ulaşıldığını açıklamak istemiyor. Ya da siz öyle algılıyorsunuz. Ne de olsa ticari bir sistem, rakipleri var ve tam olarak nasıl çalıştığı da ticari bir sır. Onlar da haklı. Yıllar içinde, çok fazla emek ve para harcanarak oluşturulmuş bir sistemi neden kamuya açsınlar ki?

Ama biraz deşelediğiniz zaman daha da kötüsünü, aslında ortada açıklanacak bir bilgi olmadığını fark ediyorsunuz. Çünkü sistemi geliştiren uzmanlar onu klasik yöntemlerle, döngüleri, koşulları, alt programları kullanarak doğrudan yazmamış. İskeleti zaten hep aynı olan bir derin öğrenme programının içine bankacılık kaynaklı bir veri okyanusu boşaltmışlar. Sistem gerisini kendisi “öğrenmiş”. Çok “zeki” de olsa, neyi niye bildiğini veya hangi faktöre ne kadar ağırlık verdiğini o da bilmiyor. Belki de adınız, sevdiğiniz dizi ve/veya kullandığınız otomobil markası borcunu ödemeyenler kümesinde sıkça görüldüğü için sizi ilan edilmemiş bir kara listeye aldı! Bunu hiçbir zaman bilemeyeceksiniz. ■

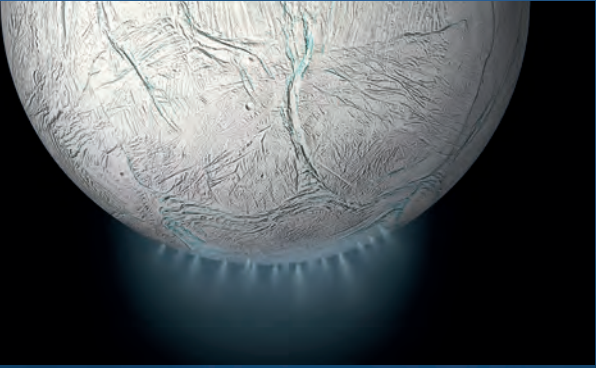




Neden Hâlâ Uzaylılarla İletişim Kuramadık?

Buna Buzla Kaplı Okyanuslar Sebep Olmuş Olabilir mi?

Özgür Can Özüdoğru [ODTÜ Fizik Bölümü Lisans Öğrencisi



Yüzeyi buzla kaplı olan ve okyanusları bulunan gök cisimleri arasında, yüzeyindeki organik madde fıskırtan gayzerlerden ötürü yaşama en fazla elverişli gezegenin Satürn'ün uydusu Enceladus olduğu düşünülüyor.

Yakın zamanda Satürn'ün buzla kaplı okyanuslar barındıran uydusu Enceladus'ta organik moleküller fıskırtan gayzerler keşfedildiğini biliyoruz.

Bilim insanları Güneş sistemindeki birçok gezegende okyanuslar olduğunun farkında. Jüpiter'in, Satürn'ün, Neptün'ün ve hatta Plüton'un bile uydularında okyanuslar var. Bu okyanuslu diyarların hepsinin yüzeyinde buzdan bir kabuk, ufak tefek çatlakları bulunan buzun alt katmanlarında da sıvı halde su bulunuyor. Dibe inildikçe sıcaklığın arttığı bu ortamlarda suyun en dibinden çıkan organik maddeler -kimi zaman besinler- baloncuklarla okyanusların yüzeylerine doğru taşıyor.

Peki bu tür bir ortamda yaşam oluşmuş olabilir mi?

Dünyadışı yaşamla iletişim bakımından ilgi çekici bulunan bu düşüncüyü doğrulamak kolay olmayacak, çünkü bu denli ufak yaşam izlerini Dünya'da bile yakalamak hayli güç. Buz katmanları altındaki okyanuslarda bulunan yaşamı yakalamanın yolu yalnızca teleskop gözlemlerine bağlı değil ne yazık ki. Bu tür bir yaşamı yakalayabilmenin yegâne yolu bu tür gök cisimlerinin yüzeyine inmek, hatta buz katmanlarında delikler açıp okyanusun derinliklerine ulaşmak olacak. Bu da demek oluyor ki daha yapacak çok iş var ve insanlık umut dolu bu yolda hevesle ilerlemeli. ■

Dünyadışı yaşam belirtisine, gezegenlerin yüzeyini kaplayan buzun çok altında olduğu için ulaşamıyor olabilir miyiz? Colorado'daki (ABD) Southwest Araştırma Enstitüsü'nden Alan Stern tam da böyle düşünüyor. Dünyadışı pek çok organizma gezegenlerin alt katmanlarında ya da donmuş buz tabakaları altındaki okyanus yüzeylerinde oluşmuş olabilir. Amerikan Gökbilim Topluluğu Gezegen Bilimleri biriminin yaptığı bir toplantı sırasında ortaya atılan bu öneri, bu zamana kadar niçin Dünyadışı yaşam sinyali almadığımızı açıklayabilir.



Enriko Fermi,
İtalyan fizikçi.
(1901-1954)

Fermi Paradoksu: 20. yüzyıla ulaştığımızda çevremizdeki yıldızların Güneş'ten pek farklı olmadığına emindik. Güneş Sistemi'ndeki ve diğer yıldız sistemlerindeki bazı gezegenler bizim gezegenimize benziyordu. Eğer durum gerçekten buysa, evren yaşam dolu olmalı ve Dünyadışı yaşama ulaşmamız da an meselesi olmalıydı. Peki neden öyle olmadı? Eğer yaşam bu kadar fazlaysa neden henüz hiçbirini yakalayamadık? İtalyan Fizikçi Enriko Fermi 1932'de bu paradoksu ortaya atarak Dünyadışı yaşam konusunda insanları düşündürdü. Hâlâ bu sorulara cevap bulmuş değiliz.

Kaynak

<https://guidebook.com/guide/113876/event/16703905/>

Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu

Toplamlı Apartmanlar

Klasik apartmanlar sorusu, geçtiğimiz yılın Ocak ayında bu köşede ilk yer verdiğimiz oyundu. Toplamlı apartmanlar sorusu ise adından da anlaşılacağı gibi apartmanlar sorusunun toplama eklenmiş bir türevidir. Sorunun büyüklüğüne göre, ki bu bize kullanmamız gereken rakam aralığını gösteriyor, verilen toplamaları elde etmek için hangi apartmanların görülmesi gerektiğini keşfedeceksiniz. İlk önerim daha önce apartmanlar sorusu çözmediyseniz geçtiğimiz yılın Ocak sayısından veya farklı kaynaklardan faydalanın.

Toplamlı apartmanlarda en temel mantık en yüksek katlı binanın her zaman görünmesi gerektiği, yani verilen tüm toplamalarda bu rakamın hep olacağıdır. Daha ileri aşamalarda ise toplamaları elde ederken ilk göreceğiniz (yani en kısa) apartmanın hangisi olduğunu bulmaya çalışmalısınız. Bunu hemen bulamasanız da olasılıkları not almayı unutmayın. İyi oyunlar!

▼
Toplamlı Apartmanlar sorusunda ok olan satırların içeriğini yazıp ad, soyadı ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan *Pentapleks Kaplamalar* adlı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin internet sayfası ve sosyal medya hesaplarından ay sonunda duyurulacak.

Geçen ayın ödüllü denklem sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi internet sayfamız ve sosyal medya hesaplarımız üzerinden duyurulmuştur.

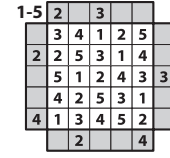
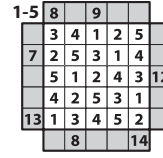
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

Toplamlı Apartmanlar Oyununun Kuralları

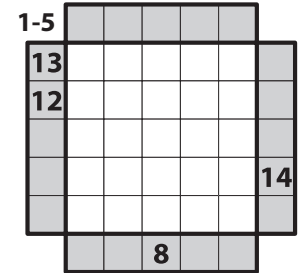
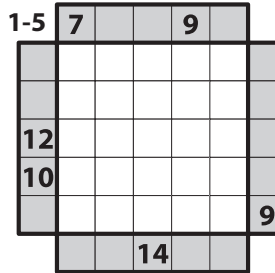
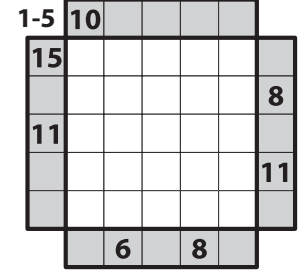
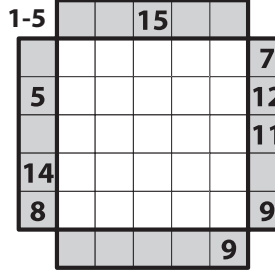
Apartmanların kat sayılarını belirten diyagramların sol üst köşelerinde verilmiş aralıktaki rakamları her satıra ve sütuna birer kez yerleştirin.

Diyagram dışındaki sayılar o yönden bakıldığında daha yüksek apartmanlarca gizlenmeyip görülebilen apartmanların katlarının toplamını vermektedir.

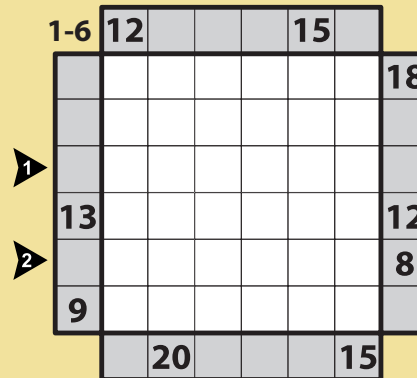
Örnek Çözüm



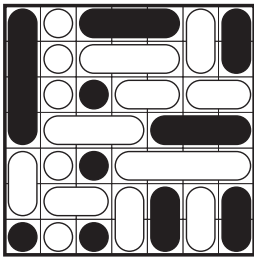
Klasik Apartmanlar Örnek Çözüm



Ödüllü Soru



Örnek sorunun çözümünde ilk satır 34.125 şeklinde yazılır.



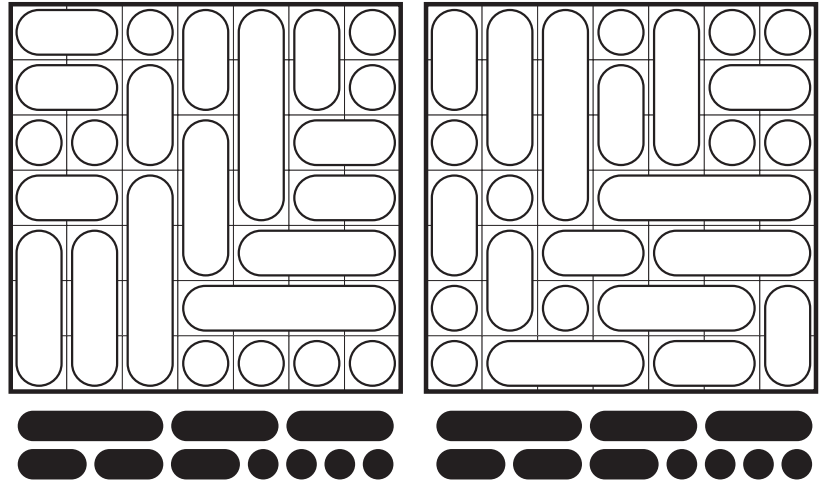
Örnek Çözüm

Retro Amiral Batti

Bu amiral battı oyunu türevinde gemilerin olası yerleri belirlenmiştir.

Tablolara altlarında verilen filolardaki tüm gemileri yerleştirin.

Gemiler birbirlerine çaprazdan da olsa değmemelidir.



Bölgesel Sudoku

Her satırda, her sütunda ve kalın çizgilerle sınırları belirtilmiş her bölgede üstünde yazılan aralıkta tüm rakamlar tam olarak bir kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

1-6

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

Örnek Çözüm

1-6

		2	5		
				1	
5	6				
				3	4
		1			

1-9

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

Çözüm: Denklem

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	5	8	6	9	4	2	3	0	7

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	8	7	6	5	3	2	0	9	4

Çözüm: Ödüllü Soru – Denklem

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4	2	3	1	5	6	8	9	7	0

Çözüm: XO

[illegible]

Çözüm: Farklı Kutular

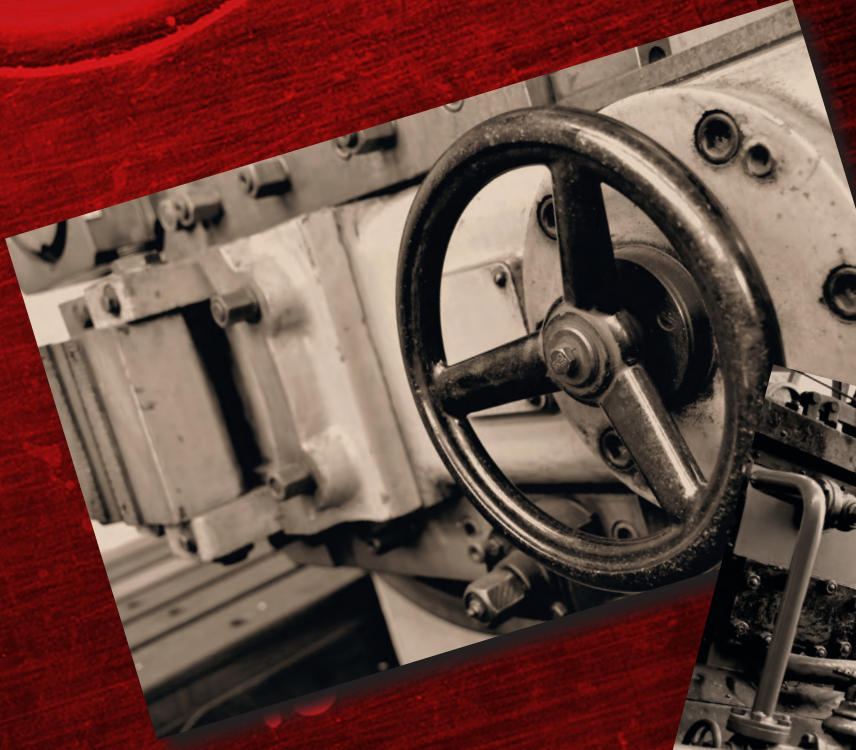
→ 3	← 1	↓ 2	← 3
↑ 1	→ 2	↑ 1	← 2
↑ 2	↓ 1	→ 1	← 2
↑ 3	← 1	← 2	↑ 2

↓ 3	→ 2	↓ 4	→ 1	← 4
→ 2	↓ 2	← 1	↓ 2	← 2
↑ 2	↑ 1	← 2	← 2	← 2
↓ 1	→ 2	↑ 3	↓ 1	← 3
→ 3	↑ 2	↑ 4	↑ 2	↑ 3

Ülkemizde 4. Sanayi Devrimi ve Havacılık Uygulamaları

Prof. Dr. Fahrettin Öztürk [Strateji ve Teknoloji Yönetimi Başkanı, TUSAŞ - Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü

**Baş döndürücü bir aşama
olarak değerlendirilen 4. Sanayi Devrimi'ni
(Endüstri 4.0) anlamaya yönelik
çabalar sürüyor.**



Etkisinin ne olacağı, ne tür farklılıklar yaratacağı, sanayimizin bu değişime hazır olup olmadığı gibi soruların detaylı olarak ele alınması gerekiyor. Dijital dönüşümler ve bu dönüşümlerin üretim sektöründeki etkilerinin neler olacağı önemli. Birçok sektörde hızla akıllı sistemlere, nesnelerle insanların haberleşmesine ve çok ileri seviye otomasyona geçiliyor. Bu yazıda ülkemizin mevcut durumu ve havacılık sektöründeki uygulamalar hakkında bilgi verecek, havacılık sanayisinde diğer sektörlerle nazaran yavaş bir ilerleme kaydedilmesine rağmen dönüşüm sürecinin başladığını gösteren örnekleri ele alacağız. Milli politikalar oluşturarak Endüstri 4.0 altyapısı için yatırım yapılması ve okullardaki eğitim ve öğretim programlarının bu konuları içerecek şekilde güncellenmesi çok önemli ve ülkemizde de bu yönde adımlar atılması gerekiyor.

Buhar makinelerinin kullanılmasıyla başlayan 1. Sanayi Devrimi'ni elektrik enerjisinin kullanıldığı makinelerin üretilmeye başlandığı 2. Sanayi Devrimi izledi. 3. Sanayi Devrimi'nde ise elektronik ve bilgi teknolojilerindeki gelişime bağlı olarak otomasyon hız kazandı. Bu durum dijital devrim olarak da tanımlandı. Bu dönemde bilgisayar teknolojileri ve yazılım sektöründe çok büyük gelişmeler oldu. Makineler ve sistemler programlanarak birçok sektörde otomasyon ve robotlar yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Özellikle otomotiv sektörü bu alanda en hızlı gelişen endüstri kolu oldu. Sistem otonom hale getirildi.

Makineler programlanarak uzaktan kontrol yaygınlaşmaya başladı. Buna paralel olarak haberleşme ve iletişim alanında da mobil teknolojilerle bağlantı hız kazandı.

Gelişmiş ülkeler ile kıyasladığımızda ülkemizin 2. ve 3. Sanayi Devrimi arasında bir yerde olduğu görülüyor. Bazı sektörler yapılarına göre 3. Sanayi Devrimi'ni tamamlamış bazıları ise yatırım maliyetleri ve üretim adedi kriterine bağlı olarak kaynak yetersizliğinden dolayı süreci tamamlayamamış, dolayısıyla da 2. seviyede. Ülkemizin teknik altyapısı ve bilgi birikimi yeterli olmasına rağmen otomasyona tam olarak geçilememiş, emeğe dayalı üretime devam ediliyor.

4. Sanayi Devrimi yani Endüstri 4.0 terimi ilk defa 2011'de Hannover Fuarı'nda kullanılmış ve "Alman Hükümetinin üretim süreçlerini bilgisayarlaşma yönünde teşvik etme ve yüksek teknolojiyle donatması projesi olarak da kabul edilmektedir" şeklinde açıklanmış. Endüstri 4.0 nesnelerin interneti, internet hizmetleri ve siber-fiziksel sistemlerden oluşan bir değerler bütünü. Almanya, ABD ve Japonya bu alanda diğer ülkelere göre daha hızlı adımlar atıyor. Özellikle Siemens bu doğrultuda çalışmalarına hız veriyor. Endüstri 4.0 ile birlikte alışık olduğumuz birçok şey tamamıyla değişecek, birçok sektör işlevini yitirirken farklı iş-



ler ve iş kolları ortaya çıkacak, birbiri ile haberleşen akıllı makineler hayatımızda çok önemli bir yer tutacak. Devrimin ileri aşamalarında robotların üretim ekosisteminin kritik noktalarını devralması, üç boyutlu yazıcılarla üretimin fabrikalardan evlere taşınması, birçok imalat sürecinin yok olması, büyük verilerin çok hızlı işlenmesi ile nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişime geçmesi mümkün olabilecek. Mağazalar, restoranlar insansız çalışabilecek. Birçok işlem internet ortamında gerçekleştirilecek ve hizmetler makineler veya robotlar yardımıyla sağlanacak.



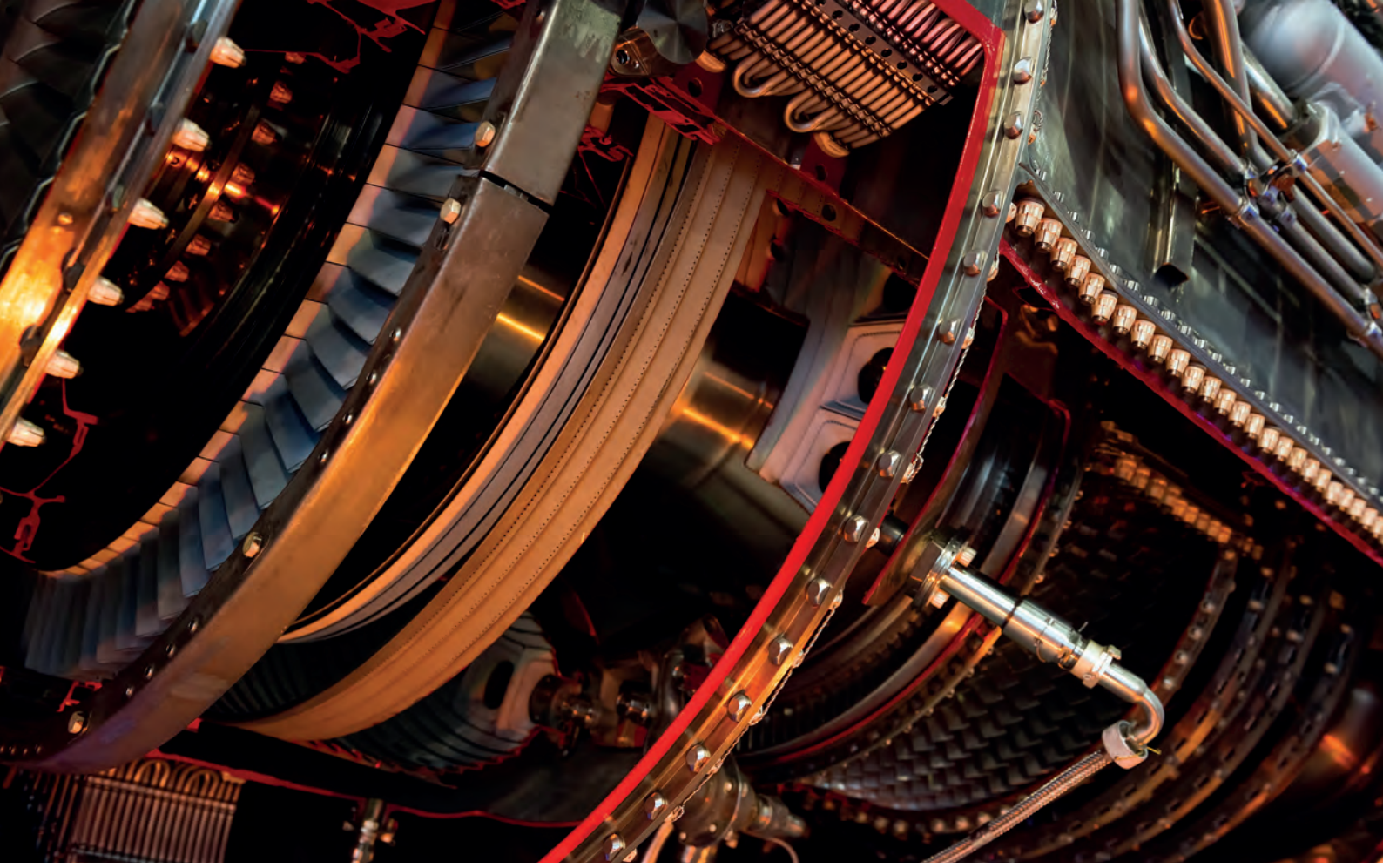
Farklı Yaşam Tarzları mı Ortaya Çıkacak?

Hızla gelişen algılayıcı ve haberleşme teknolojileriyle sağlığın ve güvenliğin anlık takibi mümkün olacak. Bu gelişmeler sonucunda farklı işler ve meslekler, farklı hobiler, farklı yaşam tarzları ortaya çıkacak. Hayat tarzları toplumsal anlamda da değişeceğinden farklı algılar ortaya çıkacak. Sürücüsüz araçlar trafik kurallarına uygun olarak taşımacılıkta kullanılabilir, hızlı ve güvenli seyahat etmek mümkün olacak. Giderek robotlar hayatımızın bir parçası olacak, birçok işimizi robotlar yapacak, sanki canlıymış gibi davranacaklar. Bu ilerleme şeklinin ne tür değişikliklere yol açacağının zamanla daha iyi anlaşılması mümkün, ancak bunun durdurulamaz bir süreç olduğu giderek belirginleşiyor. Dünyadaki inanılmaz rekabet, ülkeler arasındaki yarış bu sistemin hızla hayata geçmesini sağlayacak, işçilik minimuma

indirilerek kalite maksimuma yükseltilecek. Robotların çalışacağı fabrikalarda çok az insan olacak ve işlemler her yerden kontrol edilebilecek.

Akıllı fabrikaların yanı sıra üç boyutlu yazıcıların devreye girmesiyle bugüne kadar kullanılan birçok imalat yöntemini ortadan kalkacak. Eklemeli imalat yöntemi kullanılarak sadece bir yazıcı cihaz ile motorlar, robotlar, binalar üretililecek. Belki de bu hızlı gelişim, ülkeler arasındaki gelişmişlik seviyesi farkını en aza indirecek. Sağlık konusundaki gelişmeler daha farklı olacak, organ üretimi konusunda yeni bir çağ açılacak. Teknolojinin tam olarak hayata geçirilmesiyle sağlıklı ve uzun yaşam mümkün olacak, anlık ve sürekli takip sistemleri sayesinde insanlar daha hasta olmadan, kritik bir hastalık henüz başlangıç aşamсындаyken fark edilerek önlemler alınabilecek.





Bu Yeni Dünyada Neler Olacak?

Bu kapsamda önemli bir diğer teknoloji olan artırılmış gerçeklik, yapay bilgi ve öğelerin gerçek dünya ile etkileşime girmesi olarak tanımlanabilir. Örneğin makine parçaları, bu alandaki teknik altyapı ve araçlar kullanılarak ve sistemin sunduğu yönergeler izlenerek kolayca monte edilerek makine hazır hale getirilebilecek. Endüstri 4.0 öncesi teknolojik imkânlar dâhilinde ancak çok deneyimli kişilerin yapabileceği ve normal şartlarda çok uzun sürecek bir montaj işleminin bu sistem sayesinde çok kısa sürede tamamlanması mümkün olacak.

Bulut bilişim sistemleri de bu yeni dünyanın önemli alanlarından biri. Bilgi paylaşımı bu sistemler sa-

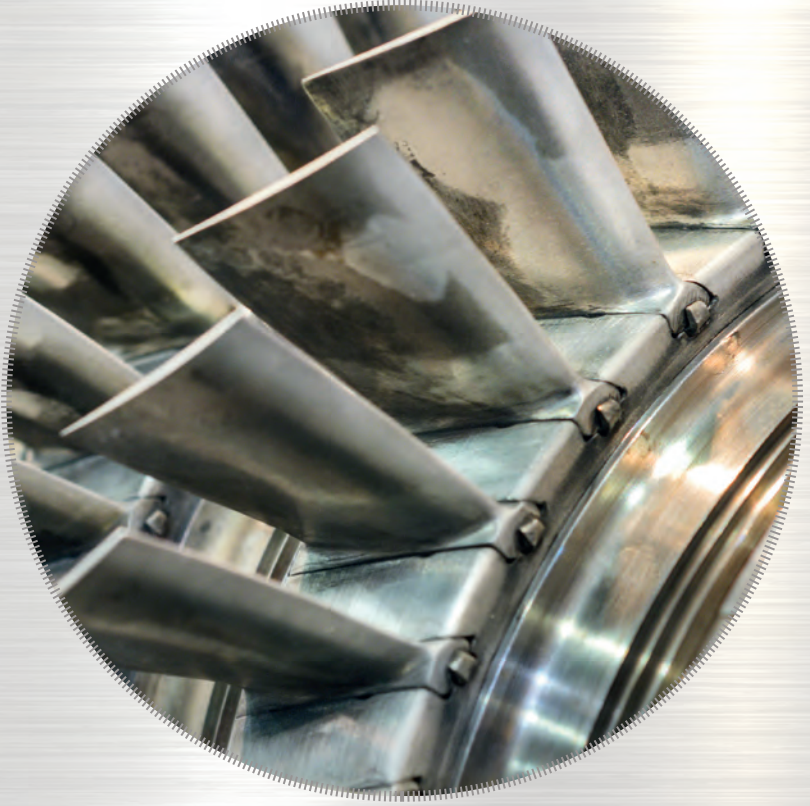
yesinde yapılıyor ve dijital iletişim sağlanıyor. Bilgiye ulaşım çok hızlı olacak ve çok gelişmiş bir e-devlet sistemi kullanılacak. Sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla onarım teknolojileri de çok değişecek. Christopher ve arkadaşları sanal gerçeklik ve DES'in (*Discreate Event Simulation*, Bağımsız Durumların Simülasyonu) endüstrideki yerini inceledi ve sanal gerçeklik ve DES uygulamalarının karar verme mekanizmalarındaki üstünlüklerini ve kısıtlamalarını gösterdi.

Bu yeni dünya düzeninde tarım sektöründe robotlar görev alacak, birbirleriyle küresel ölçekte haberleşen bu makineler istenen ürünün gereken miktarda üretilmesini sağlayacak. Madenlerde robotlar çalıştırılacak

ve insan yaşamı riske atılmayacak. Savunma sanayisi de doğal olarak bu teknolojik gelişmelerle şekillenecek. Muharebe alanlarında insan bulunmayacak, tamamen teknoloji ağırlıklı savaş dönemi başlayacak. Savaşın etki alanı ve saldırı şekilleri çok farklı olacak. Siber saldırılar kurulu sistemleri yıkacak, bilgi kolayca çalınacak, hayatımız her an takip altında olacak. Kişi mahremiyeti tamamen ortadan kalkacak.



Devrimin ileri aşamalarında robotların üretim ekosisteminin kritik noktalarını devralması, üç boyutlu yazıcılarla üretimin fabrikalardan evlere taşınması, birçok imalat sürecinin yok olması, büyük verilerin çok hızlı işlenmesi ile nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişime geçmesi mümkün olabilecek.



Ülkemizde Endüstri 4.0

Ülkemiz dünyanın önemli ekonomik güçleri arasında yer almak istiyor. Cumhuriyetimizin kuruluşunun 100. yılında ekonomik açıdan en gelişmiş 10 ülke arasına girmeyi hedefledik. Ancak ülkemizde 3. Sanayi Devrimi tam anlamıyla uygulanmış değil. Bunun için yapılması gereken birçok çalışma var. Türkiye dünyanın önde gelen üretim merkezlerinden biri olsa bile, gelecekte otonom sistemlerin üretimi devralmasıyla insan gücüne ihtiyaç çok büyük oranda azalacak. Dolayısıyla işçilik maliyetleri düşük olduğu için ülkemize yatırım yapan yabancı şirketlerin yatırımlarını kendi ülkelerine kaydırması sosyo-ekonomik açıdan daha cazip hale gelebilir.

Bu nedenle ülkemiz Endüstri 4.0 konusunda gelişmeli ve inovasyona hız vermeli. 10-15 yıl içinde tamamen Endüstri 4.0'a girileceği düşünülürse, ülkemizdeki tüm sektörlerin gelişen teknolojiyi yakalayıp rekabet edebilecek konuma gelmesini sağlamak hayli önemli. Bu sebeple diğer ülkelerden çok daha fazla çalışmamız gerekiyor.

Nesnelerin haberleşmesi söz konusu olduğunda ise siber güvenlik çok önemli. Konuyla ilgili olarak yeni farkındalıklar kazanılıyor. İnternet, tüm veri erişim ve veri işleme hizmetleri siber-fiziksel sistemlerin etkileşimini artırdı ve kullanılabilir hale getirdi. Bu kavram ilk defa 2006'da kullanılmış. Bu tür bir sistem birbirine çok sıkı bağlı iletişim, hesaplama ve fiziksel elemanlardan oluşuyor.

Burada önemli olan veri trafiğinin güvenli bir şekilde yönetilmesi ve siber saldırılara karşı en yüksek koruma sağlayacak yöntemin bulunması.

Müşterinin ne istediğini en etkin biçimde belirlemenin yolu da veri analizi. İnternetin hayatımıza girmesiyle oluşan devasa bilgi yığınına analiz edip en iyi şekilde yorumlayanlar gelecekte kazançlı çıkacak. Sonuç olarak hedefimiz kullanıcı değil geliştirici olmak. İnsan kaynağımızın teknolojik yetkinlik ve bilgi eksikliği var. Bu doğrultuda teknolojik yatırım yapılması ve eğitim sisteminin gereksinimlere en uygun şekilde yapılandırılması çok önemli. Ancak bu alanlara yatırım yaparak ve eğitimle başka ülkelerle rekabet edebilir seviyeye gelebiliriz.

Ülkemiz Havacılık Sanayisinde Endüstri 4.0 Uygulamaları

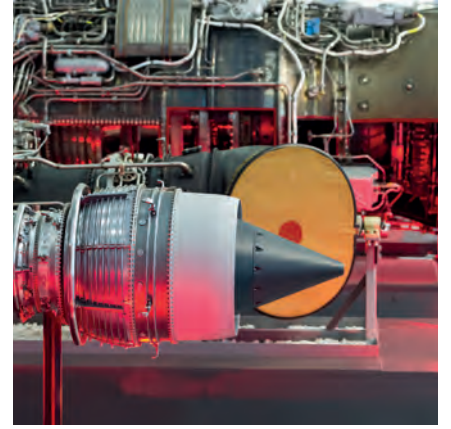
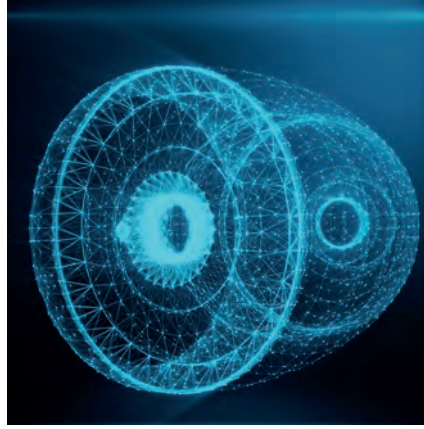


Havacılık sanayisi ileri imalat ve montaj sistemlerinin kullanıldığı, kalite ve güvenlik gereksinimlerinin en üst seviyede olduğu sektörlerin başında geliyor. Havacılık sektörü, üretim adetleri düşük ancak çeşitlilik fazla olduğundan emek yoğun bir nitelik taşıyor. Günümüzde otomasyona geçiş için hızlı adımlar atılıyor, özellikle montaj ve birleştirme yöntemlerinde önemli gelişmeler oluyor. Elle perçin çakma yerine bu işlem CNC (nümerik kontrollü) makinelerde yapılıyor ve sonuçta kişiye bağlı hatalar ortadan kaldırılırken işlem süreleri olabildiğince kısalıyor. Takım ve kalıplar daha otomatik hale getirilmiş yöntemlerle imal ediliyor ve montaj işlemlerinde de makineler kullanılmaya başlanıyor. Kullanılan malzeme tipleri açısından büyük değişimler yaşanıyor, metal parçalar yerlerini kompozit parçalara devrediyor. Kompozit yapılarda da otomatik üretim teknolojilerine doğru hızlı bir değişim görülüyor. Otomatik fiber veya şerit serme makineleri üretimde hızı ve kaliteyi artırıyor. Havacılıktaki teknolojik gelişmeler kapsamında kompozit yapıları destekleyen alüminyum ve titanyum altyapıların giderek daha çok kullanılacağı, bu nedenle bu gibi hibrit yapıların üretiminin endüstrileşmesinde inovatif yöntemlerin ve teknolojilerin öne çıkacağı düşünülüyor.



Türkiye'nin Havacılık Merkezi olan TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş. (TAI) 1973'te 1784 sayılı Türk Uçak Sanayii Anonim Ortaklığı Kanunu ile kuruldu. Hava platformlarının tasarımı, geliştirilmesi, imalatı, entegrasyonu, modernizasyonu ve satış sonrası hizmetleri alanlarında ülkemizin teknoloji merkezi durumunda. Şirketin yüksek teknoloji ürünü makine ve teçhizatla donatılmış Akıncı'daki (Ankara) üretim tesisleri, metal ve kompozit parça imalatından nitelikli kaplamaya, alt sistem ve komponent montajına, uçuş testlerine ve son ürün olarak uydu, uçak ve helikopter teslimine kadar son derece geniş bir kabiliyet yelpazesi var. TUSAŞ'ın vizyonu "öz-

gün ürünlere sahip, küresel rekabet gücüne ulaşmış dünya markası bir havacılık ve uzay şirketi" olmak. Bu doğrultuda faaliyet göstermek ve dünya devleriyle rekabet edebilmek için şirketin 4. Sanayi Devrimi'ne çok hızlı bir şekilde uyum sağlaması, hatta öncü olması gerekiyor. Aksi halde bu alandaki rakiplerle mücadele etmek gittikçe daha da zorlaşacak. Mevcut yapı incelendiğinde henüz 3. Sanayi Devrimi süreçlerinin tamamlanmamış olduğu görülüyor. Her ne kadar otomasyon çalışmalarına hız verilmiş olsa da üretimde hâlâ emek yoğun işçilik hâkim. TUSAŞ'ta Endüstri 4.0 denildiğinde genel anlamda akıllı üretim/montaj sistemleri ve eklemeli imalat ön plana çıkıyor.



Şirketin eklemeli imalat konusundaki tecrübesi, üç boyutlu yazıcılarla birlikte 2013'te başladı. Prototip atölyesinde bu türden yazıcılarla parçalar üretilmeye başlandı. Bu yöntemde klasik talaşlı imalat yöntemlerinin aksine toz veya tel şeklindeki malzeme lokal ergitme ile katman katman eklenerek tek bir parça halinde ve birçok parçadan oluşan bir komponent tek parça halinde üretilabiliyor. Bu yöntemde bir parça geleneksel üretim yöntemlerinin tümdengelem yaklaşımına karşılık tümevarım yaklaşımıyla ortaya çıkıyor. Günümüzde bu yöntem çoğunlukla hızla prototip parça üretmek ve karmaşık şekilli parçalar elde etmek amacıyla kullanılıyor. İlk aşamada parça bil-

gisayar destekli yazılım ortamında modelleniyor, ardından uygun bir yazılımla katmanlara ayrılıyor ve üç boyutlu yazıcılar sayesinde her bir katman geometrisine göre erimiş malzeme ile doldurularak asıl parça üretiliyor. Üretilen parçada veya sistemde fonksiyonel testler yapılırken ergonomi ve görsel özellikler de hızlı bir şekilde değerlendirilebiliyor. Bugün hızlı prototipleme tüm dünyada binlerce sistem kurulumuyla milyar dolarlar mertebesinde bir endüstri haline geldi. Son yıllarda eklemeli imalatla nihai parça üretimine doğru yol alınıyor. Bu gerçekleştiginde yeni bir döneme adım atılmış olacak. Birçok klasik imalat yöntemi ve işlem ortadan kalkacak.

Eklemeli imalatın bu avantajları malzeme özellikleri, maliyet, toz teknolojisi, imalat hızı gibi alanlarda gelişme görüldükçe daha da artacak. Çünkü henüz elde edilen parçalarda mukavemet, sertlik, süneklik, tokluk, elektriksel ve optik özellikler açısından istenen düzeye gilemedi. Bu hususlarla ilgili olarak yoğun Ar-Ge çalışmaları yapılması, metalik parçalar için toz metalürjisine yönelik araştırmaların ve yatırımların ön planda tutulması gerekiyor. Ham madde de önemli bir konu ve mümkün olduğunca iç kaynaklardan temin edilmeli. Özellikle TAI bünyesinde mevcut eklemeli imalat teknolojilerine ek olarak kompozit eklemeli imalat teknolojilerine de ilgi duyuluyor.



Bu alanda projeler geliştirilmeye ve dünyadaki gelişmeler takip edilmeye çalışılıyor. Bu gelişmeleri çok yakından takip etmek, projeler geliştirmek, geleceğin teknolojilerinde etkin olmak için TUSAŞ bünyesinde Strateji ve Teknoloji Yönetimi Başkanlığı'na bağlı İnovasyon Müdürlüğü kuruldu ve şirketin cirosunda bu müdürlükte Ar-Ge projeleri yapmak ve yaptırmak için kaynak ayrıldı. Başkanlığa bağlı bu teknoloji merkezlerinde lisans, yüksek lisans ve doktora seviyelerinde çalışmalar yapılıyor.



Modüler Robotik Sistemlere Yatırım

Endüstri 4.0 kapsamında önde gelen konulardan olan artırılmış gerçeklik konusunda da şirketimizde çalışmalar başlatıldı. Teknisyenlerin özel gözlükler kullanılarak montaj işlemlerini belirlenen sırayla ve hatasız yapmasını sağlamaya yönelik projeler gerçekleştiriliyor. Özellikle modüler robotik sistemlere yatırım yapılıyor. Bu kapsamda bazı projeler pilot uygulamalar için seçildi. Yakın gelecekte sanal gerçeklik konusunda çalışmalar yapılması da düşünülüyor, bu çalışmaların ilk aşamasında bu yöntemle eğitimler planlanıyor. Bu çalışmalarda esas sorun maliyetin yüksek olması. Mevcut iş hacmi dikkate alındığında yatırım maliyetinin karşılığını bulması seri imalat yapan sektörlerle kıyasla çok daha uzun sürüyor. Buna ilave olarak henüz farkındalık ve tekno-



lojinin kullanımı açısından yeterli bilgi ve yetkinlik düzeyinde olunmadığı düşünülüyor. Endüstri 4.0'ın en ideal hali olan nesnelerin haberleşmesi, insan-makine iletişimi, tam otomasyon, fabrikaların bir yazılım ile kontrolü, verilerin korunması ve işlenmesi, bulut sisteminin oluşturulması konularında daha çok yol almak gerekiyor. Şirkette farkındalığı artırmak için Endüstri 4.0 konusunda seminerler düzenleniyor ve personel eğitim alıyor. Firmalarla da proje görüşmeleri sürdürülüyor. Küçük çapta akademik tezler ve proje çalışmaları da yapılmaya başlandı. Bu konu şirketin Teknoloji Yol Haritası'nda da yerini aldı.

Endüstri 4.0 alanındaki çalışmalarda hem genel anlamda hem de havacılık sektörü özelinde ilerleme kaydetmemiz gerekiyor. Dünyada hızla gerçekleşen bu dönüşüme zamanında uyum sağlayabilmek amacıyla bu konu ülkemizin teknolojik öncelikleri arasında yerini aldı. Gerekli yatırımlar en kısa sürede yapılmalı, eğitim sisteminde düzenlemelere gidilmeli, geleceğin insan kaynağının yetiştirilmesine ve yeni uzmanlık alanlarının oluşturulmasına en kısa sürede başlanmalı. Havacılıkta gerçekleştirilecek başarılı uygulamalar ile ülkemizin alanında lider konuma gelmesi sağlanacak.

Ayrıca ileri teknolojilerin kullanıldığı hava araçlarının geliştirilmesi ve üretimine imkân sağlanabilir. ■

Kaynaklar

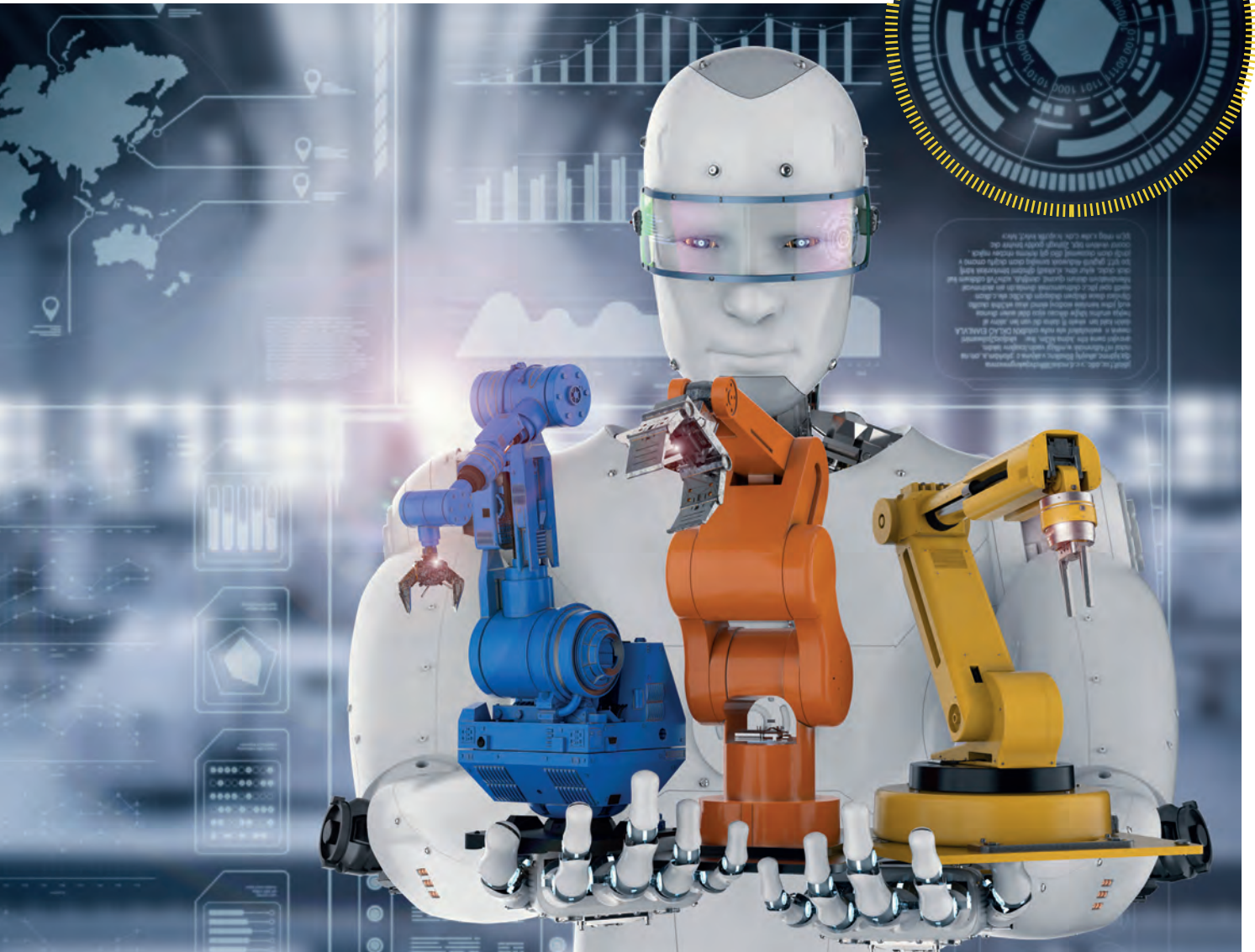
<http://www.endustri40.com>

<http://ankaenstitusu.com/4-endustri-devrimi/>

Turner, C. J., Hutabarat, W., Oyekan, J., Tiwari, A., "Discrete Event Simulation and Virtual Reality Use in Industry: New Opportunities and Future Trends", *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, Cilt 46, Sayı 6, 2016.

Justin, M., Bradley, J. M., Atkins, E. M., "Optimization and Control of Cyber-Physical Vehicle Systems", *Sensors*, Sayı 15, s. 23020-23049, 2015.

Kara, N., "Havacılıkta Katmanlı İmalat Teknolojisinin Kullanımı", *Mühendis ve Makina*, Cilt 54, Sayı 636, s. 70-75, 2013.



Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [bteknik@tubitak.gov.tr
Bilkent Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:

Matematik

Bize Ne Anlatıyor?



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirilmeye alınmayacaktır.

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

Bilim ve Teknik Ocak 2018

Mağaradaki Dev ile Keloğlan'ın Oyunu



(Matematik)

Bir mağaradaki zulada 22 altın sikke bulan Keloğlan altınları torbasına koymak üzereyken aniden karşısına bir dev çıkıyor. Dev Keloğlan'a altınları alması için onunla bir oyun oynaması gerektiğini söylüyor. Oyunun kurallarına göre dev ilk önce mağaranın duvarına 1, 2, ..., 22 sayılarını yazıyor. Bundan sonra, oyuna Keloğlan başlamak üzere, Keloğlan ve dev sırayla hamle yapıyor. Keloğlan her hamlesinde duvardaki sayılardan birini seçiyor, seçtiği sayıda altın sikkesini zuladan alıp torbasına koyuyor ve bundan sonra seçtiği sayıyı duvardan siliyor. Dev her hamlesinde duvardaki sayılardan birini seçiyor, seçtiği sayıda altın sikkesini torbadan çıkarıp zulaya geri koyuyor, ardından da seçtiği sayıyı duvardan siliyor. Doğal olarak Keloğlan hamle yaptığında o an zuladaki sikke sayısından daha yüksek değerde bir sayı seçemiyor. Dev de o an torbadaki altın sikke sayısından daha yüksek değerde bir sayı seçemiyor. Oyun Keloğlan veya dev hamle yapamayınca sona eriyor. (Oyun duvardaki sayıların tümü silinene dek devam edebilir veya daha önce sona erebilir. Örneğin Keloğlan ilk hamlesinde torbasına zuladan sadece bir altın sikke koyarsa dev hamle yapamayacak duruma gelir ve oyun biter.) Oyun bittiğinde dev Keloğlan'ın torbadaki tüm altınları almasına izin veriyor.

Keloğlan mağaradan en fazla kaç altın sikke çıkarabilir?





EFFICIENCY CHALLENGE

ELECTRIC VEHICLE

YARIŞ BAŞLIYOR!
6-12 Ağustos 2018

ELEKTROMOBİL

HİDROMOBİL

OTONOM

BAŞVURU

1 ARALIK 2017 - 10 OCAK 2018

challenge.tubitak.gov.tr

Işık Mikroskopunun Asırlık Sınırının Ötesine Geçiş

**Nobel'e Giden Yolda
Fluoresan Mikroskopun
Nanoskoba Dönüşümü**

Prof. Dr. Nuhan Puralı [Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı



Yaşadığımız dünyayı ve evreni algılayışımız duyularımızla ve bilincimizle sınırlıdır. Yani ne kadar duyar, ne kadar tadarsak, ne kadar görürsek dünyamız da o ölçüde genişleyip zenginleşir. Duymadıklarımız, tatmadıklarımız ve görmediklerimiz dünyamızda yer almaz, bizim için yoktur. Var olmadıklarını düşünür, farkına varmadan öyle eksik yaşarız. İnsanoğlunun bilgiye ve yeniliklere olan bitmek bilmeyen tutkusu onu yeni dünyaları keşfetmeye ve yaşadığı evreni genişletmeye yöneltmiştir. Bunun için duyularının yetersiz kaldığı durumlarda yeni cihazlar ve yöntemler geliştirip biyolojik

sınırları nedeniyle algılamasının olanaksız olduğu evrenlere erişmiş, bilgisini ve bilincini geliştirmiştir. Mikroskop da böyle bir cihazdır, mikron ölçeğindeki göremediğimiz evreni bize görünür kılar. Bu yazımızda ışık mikroskobunun çözünürlük limitini Ernst Abbe'nin 1873'te koyduğu sınırın altına çekmeleri ve floresan mikroskobu da mikrometre (μm) çözünürlük aralığından nanometre (nm) çözünürlük aralığına taşıma yolundaki çalışmaları nedeniyle 2014'te Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülen Eric Betzig, Stefan Hell ve William E. Moerner'in çalışmalarını ve süper çözünürlük mikroskopları konu alıyoruz.



Eric Betzig



Stefan Hell



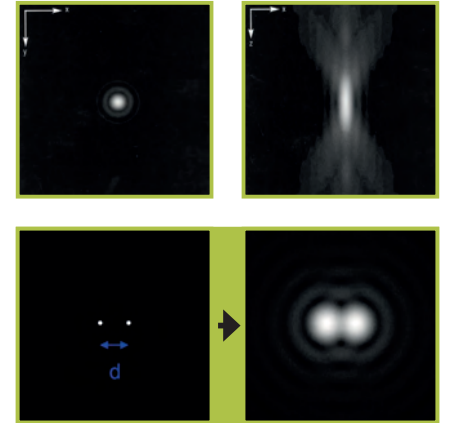
William E. Moerner

Işık Mikroskobu ve Çözünürlük Sınırı

Modern zamanlarda araştırma laboratuvarlarındaki cihazlar ve kullanılan yöntemler o kadar karmaşık hale gelmiştir ki bunlara kullanışlı ve bir ölçüde anlamlı bir isim verebilmek için bu cihazları ve yöntemleri tarif eden kelimelerin sadece baş harflerini kullanmak gerekir: Örneğin LASER, NMRI, TIRF. Ancak mikroskop bu açıdan farklıdır, yani tek kelimelik ismi cihazın tüm işlevlerini tanımlar: “Mikroskop” mikron ölçeğindeki yapıları görmeye yarayan cihaz. Mütevazı ismine karşın mikroskobun öyle sıra dışı bir işlevi vardır ki, 17. yüzyılda Antonie van Leeuwenhoek tarafından icat edilmesinden sonra başta biyoloji olmak üzere hemen hemen tüm alanlarda bilime ve uygarlığımıza devasa katkılar sağlamıştır.

Örneğin bileşik mikroskobun mucidi Robert Hooke mantar şişe tıpasından kestiği ince dilimi mikroskopta incelerken gördüğü delikli yapı için ilk defa “hücre” terimini kullanmıştır. Daha sonra bu kavram mikroskop sayesinde biyolojiye uygulanmış ve canlıların fonksiyonel birimini tanımlamak için kullanılmıştır. Mikroskop olmasaydı bugünkü sıradan “hücre”, “mikrop” gibi kelimeler dilimizde olmayacaktı. Işık mikroskobu eşsiz işlevi nedeniyle günümüzde en karmaşık laboratuvarlardan en mütevazı olanlarına kadar istisnasız her yerde kullanılmaktadır. Kurgusunun basit, kullanımının kolay ve maliyetinin düşük olmasının yanı sıra kontrast oluşturmak için kullanılan ışığın elektromanyetik dalga tayfının iyonize edici olmayan görünür bandından geliyor olması ışık mikroskobunun en büyük avantajlarıdır.

Tek bir nokta ışık kaynağının kırınım nedeniyle objektif merceğinde oluşan görüntüsü. Sol üst lateral düzlem, sağ üst dikey düzlem. Çözünürlük sınırına kadar yaklaştırılmış iki nokta ışık kaynağı (alt sol) ve bunların mercekteki görüntüleri (alt sağ).



Antonie van Leeuwenhoek



Yıpratıcı, zarar verici olmaması yani noninvazif özelliği nedeniyle ışık mikroskobu kolaylıkla canlı dokulara ve hücrelere uygulanabilir ve biyolojik süreçler gerçek yaşam döngüsü içinde takip edilebilir. Bu üstünlüklerine karşın ışık mikroskobunda temel bir kısıtlılık vardır: Çözünürlük. Elektromanyetik dalgalar fiziki özellikleri nedeniyle hem parçacık hem de dalga gibi davranır. Elektromanyetik tayfta dalga boyu kısalıkça parçacık karakteri, uzadıkça da dalga karakteri öne çıkar. Aynen bir yarıktan geçerken olduğu gibi, ışık objektif merceğinden geçerken dalga karakteri nedeniyle kırınımına uğrar. Bu nedenle $0,2 \mu\text{m}$ 'den daha küçük yapıları ışık mikroskobunda ayırt etmek mümkün değildir. Buna Abbe'nin çözünürlük sınırı denir. Bu sınır kritik bir değerdir, iki kat iyileşse ve çözünürlük sınırı yarıya inse 100 nm büyüklüğündeki bazı polimer yapıları görmek mümkün olabilir, on kez iyileşse $20\text{-}30 \text{ nm}$ büyüklüğündeki proteinler görüntülenebilir yani moleküler çözünürlüğe ulaşılabilir. Aslında elektron mikroskobu ile elektron ışınları kullanarak ışık mikroskobundan 1000 kat daha yüksek çözünürlükte görüntü elde etmek mümkündür. Ancak elektron ışınları o kadar güçlüdür ki kontrast oluşturmak için biyolojik örneğin metalle kaplanması gerekir.

Metalle kaplanan örneğin canlı kalması mümkün olmadığından bu yöntemi pratikte canlı hücrelere uygulamak mümkün değildir. İşte tam bu noktada araştırmacılara "ışık mikroskobu gibi zararsız bir mikroskop olsa ve çözünürlüğü ondan 10 veya 100 kat fazla olsa, nasıl olur?" diye sorulsa eminim hepsi "süper olur" diye cevap verecektir.

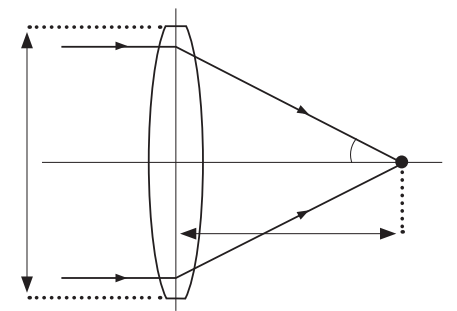
Bu yazımızda süper çözünür fluoresan mikroskopların gelişimi ve Nobel Kimya Ödülü'ne giden yol anlatılıyor. Ancak teknik detaylara geçmeden önce mikroskop objektif merceğinde kırınım, güç dağılım fonksiyonu ve fluoresan ilke kavramlarını kısaca gözden geçirmek gerekir.

Bir yarıktan geçen ışık ışınları dalga özellikleri nedeniyle kırınımına uğrar. Benzer şekilde objektif merceğinde de kırınım deseni oluşur. Bir nokta ışık kaynağına objektif mercekten bakacak olursak nokta şeklinde bir görüntü oluşmadığını görürüz. Kırınım nedeniyle ortada bir merkezî aydınlanma çemberi ve onun etrafında ardışık halde sönme aydınlanma halkalarından oluşan bir girişim deseni görülür. Yani odak noktası aslında bizim geometrik optikte varsaydığımız gibi sonsuz küçüklükte bir nokta değil lateralde çember, dikeyde ise elips ile sınırlı bir aydınlanma bölgesidir.

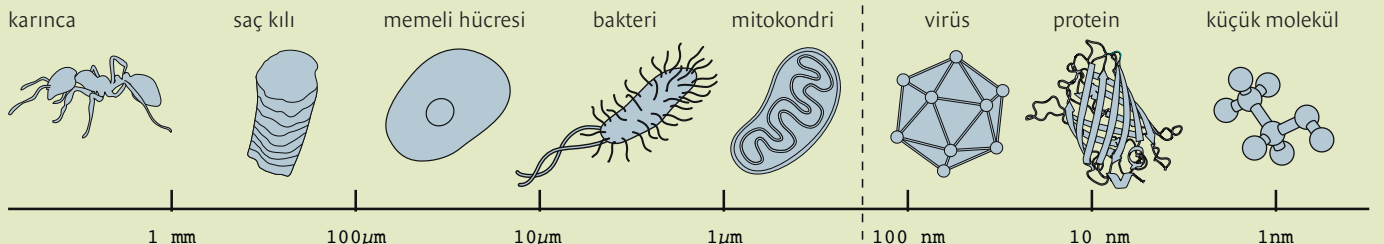
Bileşik mikroskobun mucidi Robert Hooke mantar şişe tıpasından kestığı ince dilimi mikroskopta incelerken gördüğü delikli yapı için ilk defa "hücre" terimini kullanmıştır.

Kırınım deseninde oluşan merkezî aydınlanma bölgesinin büyüklüğü ışık kaynağının büyüklüğü ile ilişkili değildir. Belli bir büyüklükten sonra nokta ışık kaynağını ne kadar küçültürseniz küçültün merkezî aydınlanma bölgesinin boyutu değişmeyecektir. Çözünürlük kavramı tanımı gereği ayırt etme anlamına geldiğinden belli bir boyuttan daha küçük cisimleri mikroskop görüntülerinden ayırt etme imkânı olmayacaktır.

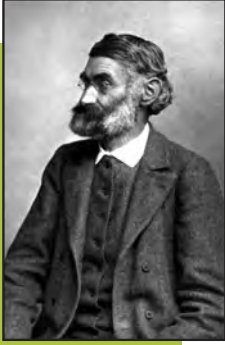
Objektif merceğinde çözünürlük sınırının hesaplanmasında kullanılan kırılma olgusunun geometrik gösterimi



Abbe'nin Kırınım Sınırı ($0,2 \mu\text{m}$)



İki tane nokta ışık kaynağımız olduğun ve bunları yavaş yavaş birbirlerine yaklaştırdığımızı düşünelim, belli bir sınırdan sonra bu iki ışık kaynağına ait görüntü birbirinin içine geçecek ve tek bir görüntü olarak algılanacaktır. İki örneğin görüntülerinden ayırt edilebildiği son yaklaşma mesafesine “çözünürlük sınırı” denir. Bu sınırın altındaki cisimleri çok küçük olmalarına rağmen ancak merkezî aydınlanma alanı büyüklüğünde, eğer birden fazla cisim varsa tek bir cisim olarak görüntüleyebiliriz. Her iki durum da çözünürlüğün yetersiz olduğu şartları açıkça tanımlar.



Ernst Karl Abbe
(1840-1905)

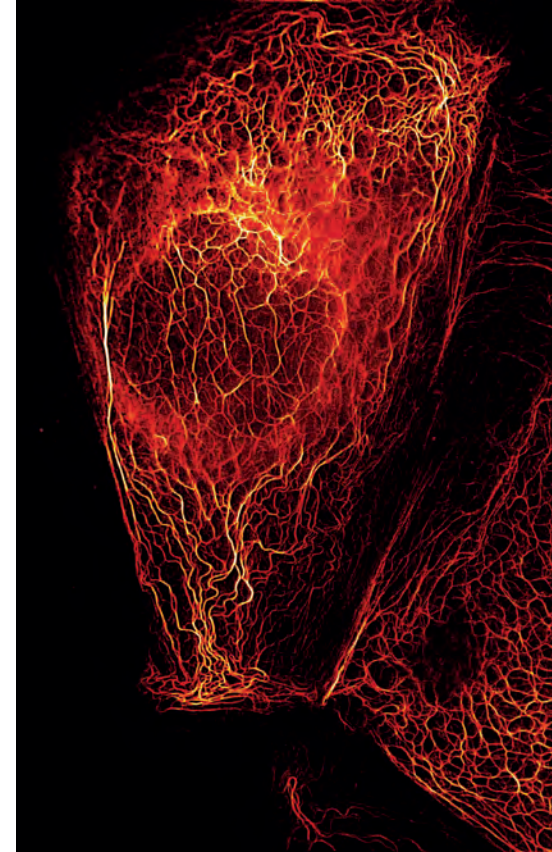
Alman fizikçi ve sanayici. 1861'den başlayarak Göttingen Üniversitesi'nde kuramsal fizik profesörlüğü ve gözlemevi yöneticiliği yapmıştır.

Ünlü Alman fizikçi Ernst Abbe, mikroskop merceğinin çözünürlük sınırlarını veren denklemi en yalın haliyle $s = \lambda / 2$ şeklinde ifade etmiştir. Denklemin güncel hali $s = \lambda / (2n \sin(\theta))$ veya $s = 0,61 \lambda / (n \sin(\theta))$ şeklindedir. Burada λ ışığın dalga boyunu, $n \sin(\theta)$ ortamın kırma indisi ile odak konisinin merkezî eksenle yaptığı açının sinüsünün çarpımını verir. İkinci terim nümerik açıklık (NA) olarak tanımlanır, bu durumda denklem $s = 0,61 \lambda / NA$ halini alır.

Görüldüğü gibi çözünürlüğü artırmak için alınabilecek önlemlerden biri ortamın kırma indisini artırmak ve odak konisini genişletmektir. Örneği immersiyon yağına batırmak, odak konisi geniş büyük mercekler kullanmak çözünürlüğü sınır değere kadar ulaştırabilir; bu da $0,2 \mu\text{m}$ 'dir ve Abbe'nin çözünürlük sınırı olarak ifade edilir. Yıllar boyu bu sınırın ötesine geçmek birçok araştırmacı için büyük bir bilimsel tutku olmuştur.

Görüldüğü gibi merkezî aydınlanma alanı yatay ve dikey eksendeki çözünürlüğü belirleyen en başat unsurdur. Bu kısım görüntülerin oluşturulmasında birim yapı görevi görür. Cisim ne kadar küçükse ayrıntıları da o ölçüde detaylı olarak görüntüye yansiyacaktır. Ters durumda çözünürlük kötüleşecektir. Fotonun bir objektif merceği konisinin belli bir bölgesinde bulunma olasılığını veren denkleme “güç dağılım fonksiyonu” denir. Fotonun merkezî aydınlanma bölgesinde bulunma olasılığı diğer bölgelerde bulunma olasılığından milyonlarca kat fazladır. Dolayısıyla çözünürlüğü artırmak için yapılacak müdahalelerin bu bölgeye odaklanması gerekir. Doygun ışık kaynaklarının kullanıldığı standart mikroskoplarda buraya müdahale etmek pek mümkün olmaz. Ancak floresan mikroskoplar bu iş için daha uygun olabilir. Floresan ilkesine göre temel yörüngede dönen bir elektron uygun dalga boyundaki ışıkla uyarılırsa, ışıktaki enerjiyi emip bir üst yörüngeye sıçrayabilir. Ancak elektron yüksek enerjili bu yörüngede kararlı olmadığından üstündeki enerjiyi bir ışıma ile yayarak tekrar kararlı yö-

rüngesine düşer. Bu olayın bütününe floresan döngü denir. Uyarı ışığının enerjisinin molekül tarafından alınmasına emilim, temel yörüngeye düşme sırasında oluşan ışıma da emisyon denir. Bu ilkeyle çalışan ışık mikroskopları floresan mikroskop olarak sınıflandırılır. Parlak alan mikroskopisinde görüntü aydınlatma ışığının yansıma ve saçılmasıyla oluşan kontrast sayesinde oluşurken floresan mikroskoplarda cismin kendi yaydığı emisyon ışığı sayesinde oluşur. Uyarı ve emisyon ışıkları farklı dalga boylarında oldukları için filtrelerle tamamen ayrılabilir. Bu durum çözünürlüğü artırmak için önemli iki alternatif sunar: Merkezî aydınlanma bölgesindeki emisyonu kısararak veya uyarılma bölgesini sınırlandırarak çözünürlüğü iyileştirmek.



Her iki yöntem de uzun uğraşlar sonucunda yakın zamanda hayata geçirilmiş ve molekülleri görüntüleyebilen süper çözünür mikroskopların mucitleri 2014 yılı Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülmüştür. Bundan sonraki kısımda mucitleri ve bu iki yöntemi göreceğiz.

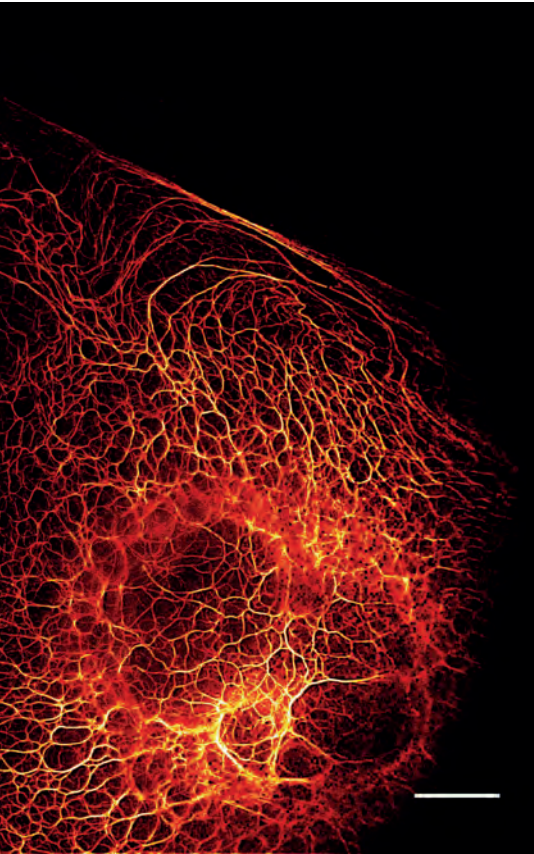
Stefan Hell ve STED Mikroskobunun Geliştirilmesi

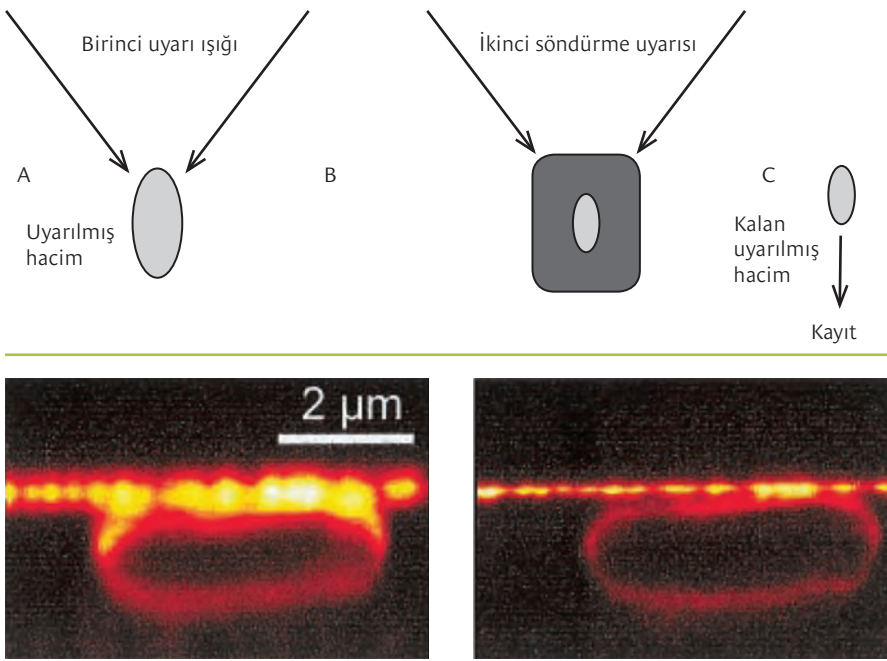
Stefan Hell 1962'de Arad'da (Romanya) mühendis ve ilkökul öğretmeni bir ana babanın tek çocuğu olarak dünyaya geldi. Etnik kökenleri

nedeniyle geçmişte sürgüne maruz kalan aile sadece bilgi ve deneyimlerini beraberlerinde götürebileceklerini, bunların kendilerinden alınamayacağını biliyor ve bu nedenle eğitime çok önem veriyordu. Annesinin öğretmen olması sayesinde erken yaşta okumayı öğrendi. Bilim insanı olmaya çok küçük yaşta karar verdi. 14 yaşında Timasoara Nikolaus Lenau Lise'sine kabul edildi.

Okulun idealist öğretmenlerinin eğitimine ciddi katkısı oldu. Ancak o zamanlar Romanya'daki rejimin azınlıklara karşı sertleşmesi ve annesinin hastalığı nedeniyle 1978'de ailesiyle beraber Almanya'ya göçtü. Almanya'daki eğitim olanakları müthişti, kendisine bir hedef koydu ve yaşıtlarından 1 yıl erken mezun olarak 1981'de Heidelberg Üniversitesi'nde fizik okumaya başladı. Başlarda çekirdek fiziğine, daha sonra görüntüleme araçlarına yöneldi. Bitirme tezini hazırlarken optikteki açısal sınırlamayı kuramsal olarak test etti. Bu sayede daha sonra 4Pi olarak geliştirilecek olan mikroskop yönteminin kuramını geliştirdi. Lisansüstü eğitimi sırasında hayatını kazanmak için hocasının teknoloji şirketinde çalışmaya başladı. Buradaki işinden çok memnun değildi. Daha sonra bir burs kazanınca tekrar araştırmalarına yoğunlaşma fırsatını elde etti. Araştırmaları sonucunda çözünürlük sınırı probleminin aradığı konu olduğuna karar verdi ve o günden sonra hayatını bu konuya adanmıştı. 1990'da iki mercekli sistem konusundaki araştırmalarına dayanan doktora çalışmasını tamamladı. Ama tekrar işsiz kalmıştı. O zamanlar Almanya'da genç araştırmacıların projelerine destek bulmak

amacıyla bağımsız olarak başvurabileceği fonlar yok denecek kadar azdı. Heidelberg'deki hocalarıyla yazışmalarından birinde Prof. Christoph Cremer kırınım sınırını aşacak kadar küçük tarama halogramından oluşan kuramsal 4Pi yönteminden bahsetti. Bu Hell'in düşünce sisteminde büyük bir etki yarattı ve hologramı oluşturabilirse çözünürlüğü sınırın ötesine taşıyabileceğini anladı. Bu konu üzerinde 1993'e kadar çalıştı. Aldığı burs bitmişti ve Alman araştırma fonlarına başvurmak için istenen özelliklere de sahip değildi. Tam bu sırada daha önce birlikte çalıştığı Finli gruptan Pekka Hanninen onu Turku Üniversitesi'nden Prof. Erkki Soini ile tanıştırdı. 4Pi mikroskobu geliştirmek için bir proje hazırlayıp Turku'ya göç etti ve orada çalışmaya başladı. O zaman eldeki tek sağlam konu da buydu. Hell daha sağlam bir yöntem araştırırken, fluoresan durumlar arasındaki geçişin aradığı fiziksel temel olabileceğinin farkına vardı. Kısa bir araştırmadan sonra kafasında bir tür ters lazer de diyebileceğimiz uyarılmış emisyon söndürmesi ilkesi (*stimulated emission depletion*, STED) oluşmuştu. Kısa bir hesaplama bunun mümkün olabileceğini de gördü. Ancak bu ilkeyi Turku'daki imkânlarla hayata geçirmek pek mümkün değildi. Önce patent başvurusunda bulundu ve daha sonra kuramsal çalışmalara başladı. STED yöntemiyle ilgili kuramsal çalışmasını bir fizik dergisine gönderdi ama sonuç olumlu olmadı. Daha da vahimi her ortamda STED yöntemini anlatmasına rağmen o dönemde kimse STED yöntemini kendi laboratuvarında test etmeyi düşünmedi bile.





STED ilkesinin grafik anlatımı (üstte) ve ilk makalede kullanılan fotoğraf.

Aynı örneğin konfokal (solda) ve 3 kez daha yüksek çözünürlükte STED ile elde edilmiş görüntüsü (sağda) (Hell ve ark., *PNAS*, Sayı 97, s. 8201-8210, 2000.)

1995'te yaptıkları bir proje başvurusu da reddedildi. Bu durumda iş başa düştü. Hell 4Pi mikroskobu üzerindeki patent haklarını, Turku Üniversitesi'ne 100.000 dolar araştırma bursu vermeleri karşılığında bir Fin teknoloji şirketine sattı. Turku çalışmaları Hell'in hayatında en önemli aşamalardan birini oluşturur. 1996'da çalışmalarını Heidelberg'de eski hocalarına başarı ile sundu. Bu sunum sayesinde Almanya'da geçerli olan bir tür doçentlik sınavı olan *habilitation* aşamasını geçti. Böylece Alman makamlarına fon başvurusu yapma ve resmî olarak doktora öğrencisi kabul etme imkânını yakaladı. Bundan sonrası daha kolaydı, 1996'da Göttingen'de bir göreve atandı, bu arada Alman Araştırma Bakanlığı'nun fonlarına yaptığı başvurular hep reddediliyordu. Ancak sonunda hakemlerin muhalefetine rağmen ulusal

araştırma destek kurumu idari karar alıp projeye fon sağladı. Bu uygun ortamda Hell hızla sistemini geliştirdi ama ilk araştırma sonuçlarını içeren makalesi önce *Nature* sonra *Science* tarafından reddedildi. Sonunda 2000 yılında *Proceedings of the National Academy of Sciences*'de (PNAS) ilk STED makalesi yayımlandı. Bu arada kendisine Max Planck Enstitüsü'nde kalıcı bir kadro verildi. Ancak süper çözünürlüğü kabul ettirmek kolay değildi. 2003'te *Nature* dergisine yolladığı başka bir yayın daha reddedildi. Tüm bu karmaşa 2006'nın sonunda duruldu ve STED tüm akademik camia tarafından Abbe'nin çözünürlük sınırının ötesine geçen bir yöntem olarak benimsendi. Bugün STED üzerindeki patent süresi bitmiştir, piyasa da tak çalıştır şeklinde, hiçbir ek ayar veya özel yapılmış parça gerektirmeden kullanılabilen cihazlar vardır.

Stefen Hell'in kendine ve bilgisine olan sarsılmaz inancı ve azmi sayesinde insanlık bu imkâna kavuşmuştur. Hell, halen Max Planck Enstitüsü'ndeki görevine devam ediyor ve başka görevlerinin yanı sıra genç araştırmacıların riskli projelerine destek olmak amacıyla oluşturulmuş bir fonun da yöneticisi.

STED mikroskobunun temel çalışma ilkesi floresan döngüye müdahale ederek merkezî aydınlanma bölgesindeki emisyon hacminin dıştan içe doğru söndürülerek küçültülmesidir. Lazer ışını, mikroskop altında nokta ışık kaynağı olarak kullanılabilir. Lazer ışını kullanılması durumunda, nokta ışık kaynağı örnek içinde belli bir noktayı aydınlatacak ve oradaki floresan molekülleri uyaracaktır. Dolayısıyla merkezî aydınlanma bölgesindeki floresan moleküller uyarılmış duruma geçecektir. Uyarılmış elektrona kendi enerjisine eşit bir ışın uygulanırsa elektron emisyonuna geçip temel yörüngeye düşer. Bu durum zaten lazer ilkesinin de temelini oluşturmaktadır. Ancak uyarılmış emisyon söndürmesi ilkesi bir tür ters lazer gibi çalışır ve emisyonun büyütülmesi yerine söndürülmesi için kullanılır. Şimdi olayları zamanlamaları ile birlikte tekrar gözden geçirelim. Lazer uyarısı ile merkezî aydınlanma bölgesindeki floresan molekülleri uyardığımızı düşünelim. Tüm elektronlar üst yörüngeye pompalandı. Eğer müdahale etmezsek bunlar zamanla floresan emisyon yaparak temel yörüngeye düşecektir. Ancak bu ilk lazerden sonra, uyarılmış molekülleri emisyon dalga boyuna sahip ikinci bir lazer ile tekrar uyarırsak hepsini anında söndürebiliriz.

Bu ikinci uyarı ışığını bir maske şeklinde gönderdiğimizizi yani ışığın merkezî aydınlanma bölgesinin çevresini hedef aldığını ve ortasını vurmadığını düşünürsek, merkezî aydınlanma bölgesinin dış kabuğunun hemen emisyon yapıp söndüğünü ortasının ise uyarılmış durumda kaldığını görürüz. Söndürülmemiş kısım daha sonra doğal seyri içinde fluoresan emisyon yaptığında, bu kısım ilk merkezî aydınlanma bölgesinden çok daha küçük olduğundan cismin çok daha yüksek çözünürlüklü görüntüleri ortaya çıkacaktır. STED ilkesi ile merkezî aydınlanma bölgesi süper küçültüldüğü için moleküler çözünürlüğe ulaşmak mümkündür. Burada en önemli teknolojik sınır lazerlerin zamanlaması ve maske uyarısının sentezidir. İlk başlarda STED sadece lateral (yani XY) düzleminde çözünürlük artışı sağlamak için tasarlanmıştır. Daha sonra geliştirilmiş ve Z ekseninde de çözünürlük artırılmıştır.

William E. Moerner, Eric Betzig ve PALM Mikroskobunun Geliştirilmesi

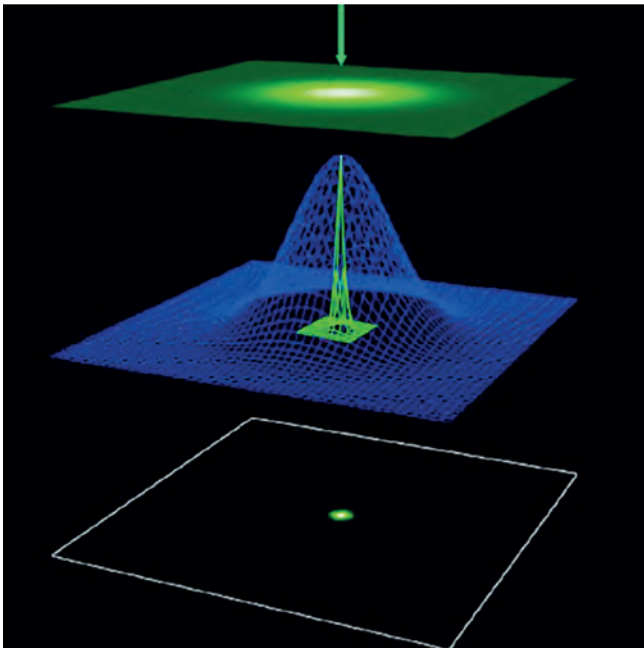
PALM (*Photoactivated Localization Microscopy*) mikroskobu süper yer bulma ilkesine göre çalışmaktadır. Bu sistemin geliştirilmesi için uygun fluoresan problemlerin bulunması ve sistemin PSF başına tek bir molekül düşecek şekilde tasarlanması gerekmiş, bunlar da sırasıyla William E. Moerner ve Eric Betzig tarafından hayata geçirilmiştir. Biz de bu sıraya uyarak devam edeceğiz.

1953'te Kaliforniya'da doğan William E. Moerner'ın çocukluğu Teksas'ta, büyük aile ortamında geçmiştir. Annesi İngilizce öğretmenidir. Babası önce matematik ve fizik okumak istemiş ancak İkinci Dünya Savaşı nedeniyle Hava Kuvvetleri'ne katılmış, daha sonra yine Hava Kuvvetleri'nde fotoğrafçı olarak çalışmıştır.



Betzig'in Harald ile birlikte oturma odasında inşa ettiği ilk PALM mikroskop

William Moerner'ın bilime ve teknolojiye ilgisi ilkokulda kendisine hediye edilen telsiz seti ile başlamıştı. Okuldaki proje yarışmaları ve evin arka bahçesindeki barakada yaptığı deneyler sayesinde tüm gençlik yılları bilim ve araştırma ile geçti. 1970 yazında Loyola Üniversitesi'nin düzenlediği yaz bilim kampı gençlik yıllarının en önemli bilimsel deneyimiydi. Washington Üniversitesi'nden tam burs alarak mühendislik eğitimi almak üzere Teksas'tan ayrıldı. Katı hal fiziğine duyduğu ilgi nedeniyle Cornell Üniversitesi'nde doktora eğitimine başladı. Burada çok önemli bilim insanlarıyla birlikte çalışma imkânı buldu ve 1981'de doktorasını tamamladı. O dönemde fiziko-kimya konularıyla ilgilenmeye başladı. Daha sonraki IBM'in araştırma laboratuvarlarında çalışmaya başladı. Bu arada hayatının aşkı Sharon ile tanıştı ve 1983'te evlendiler. 1989'da yaptığı ilk çalışmada sıvı helyum içinde tek moleküle ait absorpsiyon olgusunu ölçtü. Benzer bir şekilde moleküller soğuk ortamda seyrek bir şekilde yerleştirildiğinde tek bir molekülden kaynaklanan emisyon standart geniş alan mikroskobunda görüntülenebileceğini düşündü. Bu fikir doğrudu ve test edilmeliydi. Ancak 1990'lı yıllarda IBM'de işler iyi gitmemeye başladı. Moerner tekrar akademide iş aradı.



PALM mikroskobunun temel işleme ilkesi.

Üstte

(soldan sağa sırayla) tek bir moleküle ait emisyon ışımalarının görüntüsü, bundan elde edilen şiddet yer grafiği ve merkezin belirlenmesi.

Altta,

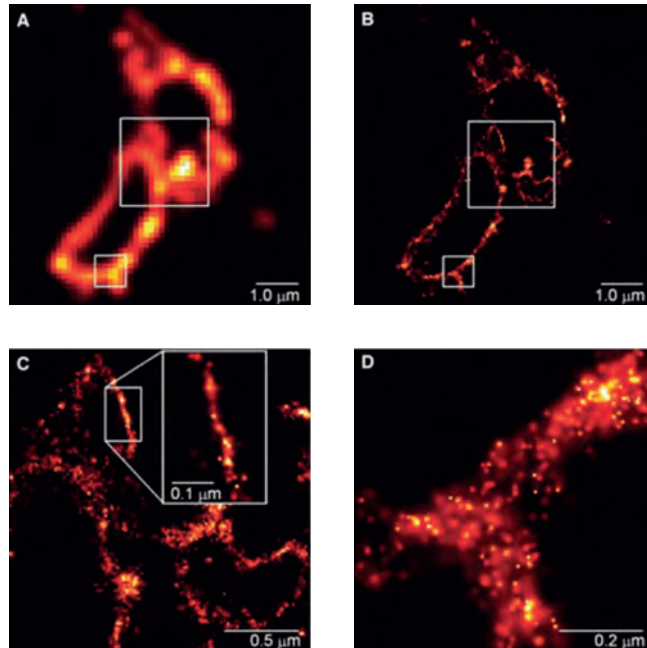
tam bir PSF'den tek bir molekülün yerinin tespit edilmesi.

California Üniversitesi'nde çalışmaya başlayınca yeşil fluoressan protein (GFP) üzerinde çalışan ve 2008'de Nobel Kimya Ödülü kazanacak olan Roger Tsien ile tanıştı. GFP varyantlarında yaptığı çalışmalar ile fluoressan moleküllerde durumlar arasında geçişin kontrol edilebileceğini ve bu sayede her bir molekülün birer moleküler lamba olarak kullanılabileceğini gösterdi (1997). Daha sonra Stanford Üniversitesi'ne geçti ve tek molekül görüntüleme çalışmalarına orada devam etti.

Eric Betzig üniversite şehri Michigan'da 1960'ta doğdu. Ailesinde akademisyen yoktu ama aile bireyleri çok çalışkan ve rekabet etmeyi seven kişilerdi. Genç yaş-tayken bir arkadaşının bilim insanı olan babası onu çok etkilemişti. Onun sayesinde Bilim Postası isimli bir kulübe yazılmış ve her hafta yeni bir deney getiren postacının yolunu bekler olmuştu. Daha sonra eğitim hayatı boyunca çok çalışkan bir öğrenci olmuş, okul tarihinde biyoloji dersinden hiç kimsenin alamadığı A+ notunu alarak bir rekor kırmıştı. Kaybetmeyi sevmeyen bir yapısı vardı. Orta eğitimden sonra California Teknoloji Enstitüsü'nde fizik okumuş ve 1983'te mezun olmuştu. Cal-Tech'in çok iyi bir okul olmasına rağmen orada kuramsal eğitimin öne çıkması nedeniyle, o zamanlar uygulamalı fizik programı veren ender okullardan biri olan Cornell Üniversitesi'nde doktora çalışmalarına başlamıştı. Burada Aaron Lewis ve Mike Isaacson ile tanışınca süper çözünürlük mikroskop dünyasına giden yola çıkmış oldu. İlk çalışmaları yakın alan mikroskopisi üzerineydi.

Sabahları 4:30'da çalışmaya başlama-sına ve hiç ara vermeden devam et-mesine rağmen uzun bir süre dene-meleri hep başarısız oldu. Daha sonra elindekileri toplayıp gerçek bir fizikçi gibi hatanın nerde olduğunu bulma-ya ve probleme uzaktan bakarak ger-çekçi bir şekilde çözmeye yoğunlaştı. Bu sayede tarayıcı ucu geliştirip tarama cihazını üretmeyi başardı. Bunu 1992'de başarıyla canlı hücrelere uyguladı. 1989'da Moerner tek molekülü soğukta görüntülemeyi başarmıştı ama oda sıcaklığında bunu başa-ran henüz yoktu. Yaptığı yakın alan tarama cihazı ile tek molekülden kaynaklanan emisyonu görüntüledi-ğinde, ışığın bir top gibi değil de yay gibi yayıldığını ilk gören kişi oldu. Ancak yakın alan mikroskopu doğası gereği sadece yüzeylerde etkin çalışı-yordu ve hücre gibi düzensiz şekilli yapılara uygulanması da hemen he-men imkânsızdı. Bu nedenle bir süre umutsuzluğa düştü. Ayrıca 1994'te Bell Laboratuvarı da kapanacaktı.

Bu nedenle bir süre bilimsel araştırma çalışmalarına ara verdi ve evde kızı Kriya'ya bakmaya ve ara sıra da babasının şirketinde çalışmaya başladı. Bir gün kızını gez-dirirken moleküllerin yerini belir-lemenin süper çözünürlüğe giden yol olabileceğini düşündü. Bu arada babasının yanına taşındılar ve onun fabrikasında istediği gibi araştırma yapma imkânına kavuştu. Ancak sa-nayi üretim alanında aradığını bulamayınca babasının yanından ayrıldı. Tekrar bilimsel makaleler okumaya ve fizik bilgilerini yenilemeye baş-ladı. Araştırmaya geri dönme kara-rında GFP (*green fluorescent protein*) keşfi çok etkili olmuştu. Kafasında süper çözünürlüğe giden yolu bul-duğuna inanıyordu, kısa bir patent başvurusu yaptı. Dostu Harald ile beraber her ikisi ceplerinden 25.000 dolar koyarak 50.000 dolar bütçe ile ilk PALM mikroskopu evlerinin oturma odasında ürettirtiler. 2006'da *Science* dergisinde ilk yayınları çıktı.



GFP işaretli lizozomal proteinlerin görüntüsü.

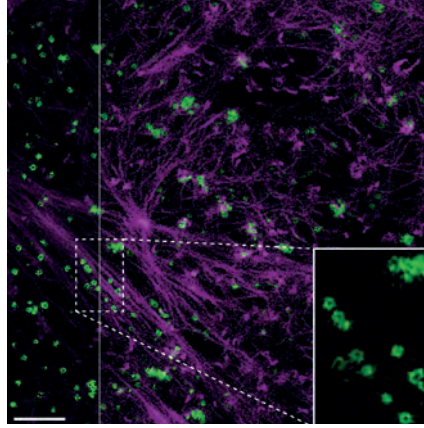
A normal mikroskopa, B, C ve D PALM ile elde edilmiş görüntüler. D'deki ölçü çizgisi Abbe'nin limitine eşittir.

(Betzig ve ark., *Science*, 2006)

Bu arada laboratuvarı da evden Howard Hughes Araştırma Kampüsü'ne taşıdılar. PALM mikroskopisi 2008'de *Nature Methods* dergisinde yılın yöntemi seçildi.

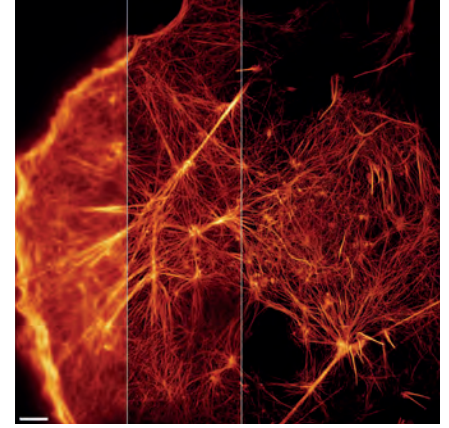
PALM mikroskobunun temel ilkesi süper yerleştirme üzerine kurulanmıştır. Her seferinde çok az sayıda foton yollanarak çok az sayıda ve seyrek dağılımlı fluoreсан moleköl uyarılır. Sonuçta moleküller tek tek uyarıldıklarından arka plan gürültüsü olmayacaktır. Bunlardan yayılan emisyon kayıt edilir. Bu durum binlerce kez tekrar edilir. Eğer bu resim takımları bu amaçla filtrelenecek olursa, süper çözünürlüklü görüntüler elde etmek mümkün olacaktır. Güç dağılım fonksiyonu (PSF) incelendiğinde maksimum aydınlık şiddetinin molekölün yerleştiği yerde olacağı açıktır. Ardışık tekrarlarla her güç dağılım fonksiyonu için tek bir molekölün yeri belirlendiğinde güç dağılım fonksiyonu başına tek bir molekölle, diğer bir ifade ile moleköl düzeyde süper çözünürlüğe ulaşmak mümkün olur. PALM yönteminde merkezî aydınlanma bölgesine müdahale etmek yerine bu bölgedeki ışıma sayısını tek molekölle kısıtlama yaklaşımı ön plana çıkmıştır. Tekrar ifade etmek gerekirse PALM diğer yöntemin aksine bir süper yerleştirme yöntemidir.

Sonuçta biri merkezî aydınlanmayı baskılayıp küçültme diğeri ise tek molekölle ait ışımayı süper yerleştirme şeklinde özetlenebilecek farklı iki bilimsel yaklaşımla fluoreсан mikroskopi yöntemi devrimsel ölçüde geliştirilerek, Abbe'nin çözünürlük sınırının ötesine taşınmıştır.



Bilimsel yaklaşımları farklı olmasına rağmen aynı hedefe yönelen bu biri Avrupalı diğeri ABD'li iki grup önderinin hikâyeleri ise âdeta birbirinin kopyasıdır. İkisi de çok zorlu eğitim süreçlerinden geçmiş ve hayatlarını tek bir amacın etrafında düzenlemişlerdir. Amaçlarına ulaşmak için çok kez göç etmek zorunda kalmışlardır. Yenilikçi yaklaşımları nedeniyle projeleri ve makaleleri sıkça reddedilmiştir. İşin belki de en ilginç kısmı ileri yaşlarında her ikisi de sistemlerini geliştirmek için gerekli parayı kendi birikimlerinden sağlamış olmalıdır ki bu gerçekten saygıyı hak etmektedir.

STED ve PALM sistemleri geliştirilmeye devam ediliyor. Bu yöntemler ilk başlarda sadece bazı önemli merkezlerde mevcutken, günümüzde her iki yöntemin geliştirilmiş modelleri tak çalıştır şeklinde hiçbir özel ek parça gerekmezsiniz çalışacak şekilde ticari olarak temin edilebilir haldedir. Maalesef ülkemizde henüz bulunmayan bu görüntüleme yöntemleri özellikle biyoloji alanında çok önemli gelişmelere yol açmıştır. Önümüzdeki yıllarda süper çözünürlüklü mikroskopların yaygınlaşmasıyla bu etkinin daha da artması beklenmektedir. ■



Kaynaklar

- Moerner, W. E. ve Kador, L., "Optical detection and spectroscopy of single molecules in a solid", *Physical Review Letters*, Cilt 62, s. 2535-2538, 1998.
- Hell, S. W. ve Wichman, J., "Breaking the diffraction resolution limit by stimulated emission: stimulated-emission-depletion-microscopy", *Optics Letters*, Cilt 19, s. 780-782, 1994.
- Hell, S. W. ve Kroug, M., "Ground-state depletion fluorescence microscopy, a concept for breaking the diffraction resolution limit", *Applied Physics*, 60, s. 495-497, 1995.
- Betzig, E., "Proposed method for molecular optical imaging", *Optics Letters*, Cilt 20, s. 237-239, 1995.
- Dickson, R. M., Cubitt, A. B., Tsien, R. Y. ve Moerner, W. E., "On/off blinking and switching behaviour of single molecules of green fluorescent protein", *Nature*, Cilt 388, s. 355-358, 1997.
- Klar, T. A., Jakobs, S., Dyba, M., Egner, A. ve Hell, S. W., "Fluorescence microscopy with diffraction resolution barrier broken by stimulated emission", *Proceedings of National Academy of Sciences USA*, Cilt 97, s. 8206-8210, 2000.
- Betzig, E., Patterson, G. H., Sougrat, R., Lindwasser, O. W., Olenych, S., Bonifacio, J. S., Davidson, M. W., Lippincott-Schwartz, J., Hess, H. F., "Imaging intracellular fluorescent proteins at nanometer resolution", *Science*, Cilt 313, s. 1642-1645, 2006.
- Puralı, N., *Hücre Elektrofizyolojisi ve Görüntülemenin Temelleri*, Veri Medikal Yayıncılık, 2008.

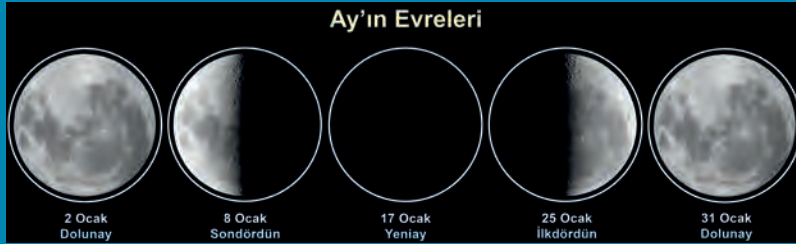
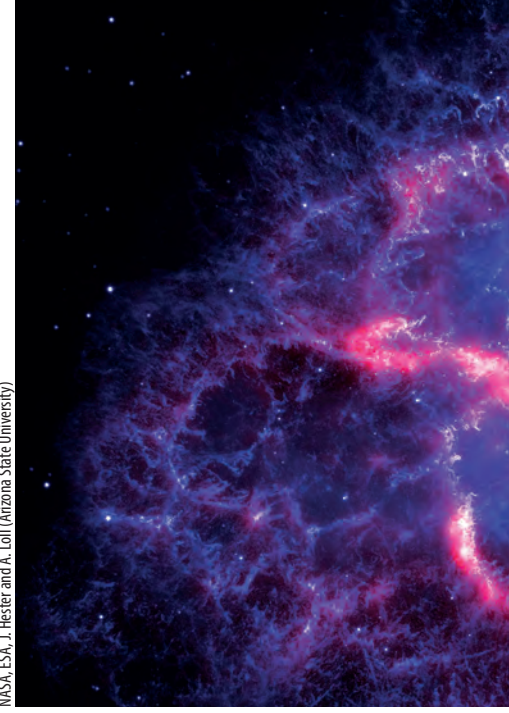
Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül [tuba.sarigul@tubitak.gov.tr

1054 yılında Çinli gökbilimciler bir ay boyunca, gökyüzünde gündüz saatlerinde bile fark edilebilen bir parlaklık gözlemledi. Gökyüzündeki bu misafir aslında bir süpernova patlamasıydı. Patlama sonrası arta kalan maddelerin oluşturduğu yapı Yengeç Bulutsusu olarak isimlendirildi. Bulutsunun merkezinde dönen bir nötron yıldızı var.

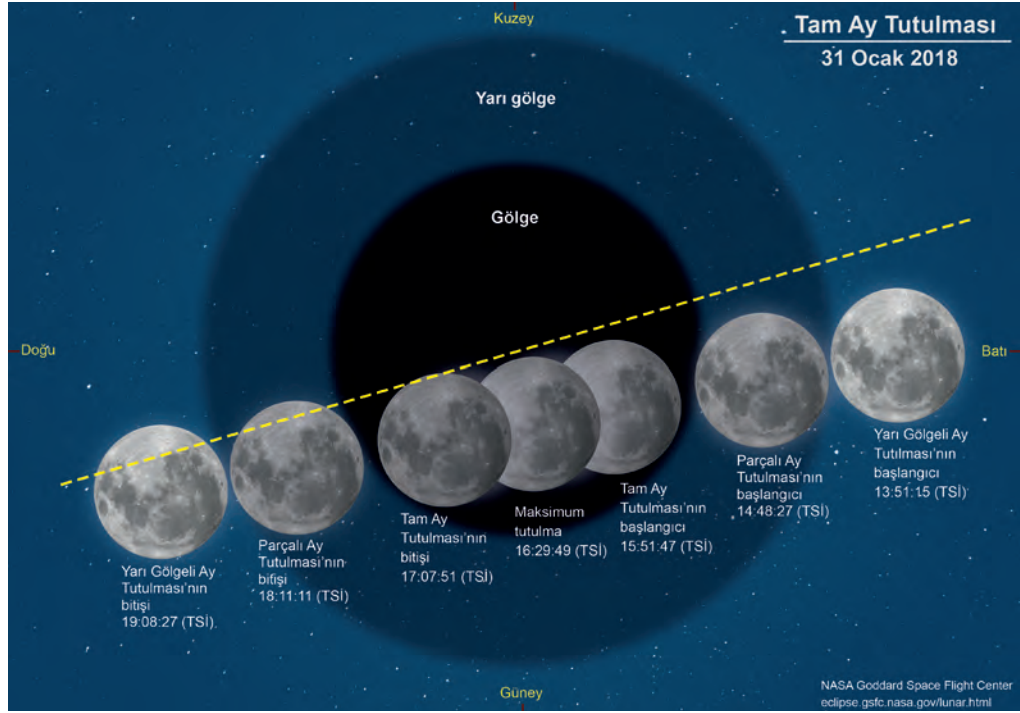
Dünya'dan yaklaşık 6500 ışık yılı uzaktaki bulutsunun bu fotoğrafı Hubble ve Herschel uzay teleskopları tarafından çekilen görüntülerin birleştirilmesiyle elde edildi. Boğa Takımyıldızı'ndaki Yengeç Bulutsusu'nu, gözlem için en uygun zaman olan Ocak ayında basit bir teleskop yardımıyla görebilirsiniz.

NASA, ESA, J. Hester and A. Loll (Arizona State University)



Ocak Ayının Önemli Gök Olayları

- 01 Ocak** Merkür en büyük batı uzanımında
- 02 Ocak** Ay yerberi konumunda (356.585 km)
- 03 Ocak** Dünya günberi konumunda (147 milyon km)
- 07 Ocak** Mars ve Jüpiter gün doğumunda doğuda birbirine çok yakın konumda
- 09 Ocak** Venüs üst kavuşum noktasında
- 11 Ocak** Ay, Jüpiter ve Mars sabaha karşı yakın görünümde
- 13 Ocak** Merkür ve Satürn gün doğumunda doğuda çok yakın görünümde
- 15 Ocak** Ay yeröte konumunda (406.460 km)
- 27 Ocak** Ay ve Aldebaran yakın görünümde
- 30 Ocak** Ay yerberi konumunda (359.010 km)



Ay

2 Ocak'ta Ay dolunay evresinde. Bu 2018'in en büyük dolunayı. Çünkü 2 Ocak'ta Ay yörünge hareketi sırasında Dünya'ya en yakın konumda olacak ve 2018'de dolunay evresindeyken bir daha Dünya'ya bu kadar yakın olmayacak. Ay yerberi konumundayken Dünya ile aralarındaki mesafe 356.585 km.

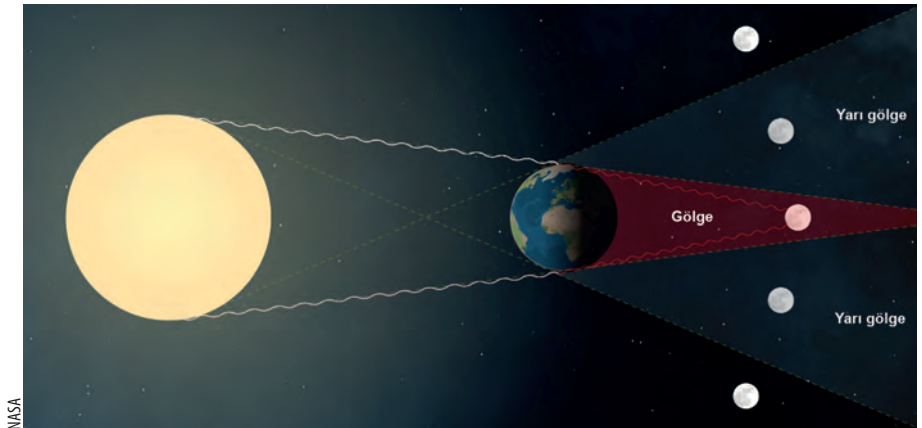
Ay 15 Ocak'ta yeröte konumunda. Bu konumdayken Ay ve Dünya arasındaki mesafe 406.460 km.

5 Ocak'ta Ay ile Aslan Takım-yıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus birbirine yakın görünecek. Her iki gök cismini güneşin doğuşundan önce güneybatı-batı ufkunun üzerinde gözlemleyebilirsiniz.

Tam Ay Tutulması

2018'in önemli gökyüzü olaylarından biri 31 Ocak'ta gerçekleşecek Tam Ay Tutulması. Tutulma TSi 13:51'de Ay'ın Dünya'nın arkasında ki yarı gölgeye girmesiyle başlayacak, TSi 19:08'de yarı gölgeden çıkması ile sona erecek. Türkiye'den gözlemlemeyecek. Ay tutulması sırasında

Güneş, Dünya ve Ay tam olarak aynı hizadadır ve Dünya Güneş ile Ay'ın arasında bulunur. Bu durumda Güneş'ten gelen ışınlar Dünya'nın arkasında gölge ve yarı gölge oluşur. Tam Ay tutulması sırasında Ay Dünya'nın arkasındaki gölgeden geçer.



Dörtlük Göktaşı Yağmuru

2018'in ilk göktaşı yağmuru Dörtlük (Quadrantid) Göktaşı Yağmuru 2-3 Ocak'ta en yüksek etkinliğe ulaşıyor. Bu tarihte gökyüzünde saatte yaklaşık 40 göktaşı gözlemlenebilir. Dörtlük Göktaşı Yağmuru'nun etkin olduğu 1-6 Ocak tarihleri arasında Ay dolunay evresine yakın olduğundan göktaşlarının görülmesi zor olabilir.

Gezegenler

Merkür, 1 Ocak'ta en büyük batı uzanımı konumunda. Bu konumdayken Güneş ve Merkür arasındaki açısal mesafe en büyüktür.

Merkür Güneş Sistemi'ndeki yörüngeşi Güneş'e en yakın gezegen olduğundan gözlemlenmesi hayli zordur. En büyük doğu uzanımı ve en büyük batı uzanımı konumlarında olduğu zamanlar Merkür gözlemi için en uygun zamanlardır.

2 Ocak'ta Merkür Güneş'in doğuşundan kısa süre önce güneydoğu ufkunda doğacak. Bu tarihte Güneş Sistemi'nin en küçük gezegeni Merkür'ü Akrep Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Antares ile birlikte gözlemleyebilirsiniz.

Venüs, 9 Ocak'ta Güneş'in arkasından geçecek. Bu süreçte Venüs ve Güneş arasındaki açısal mesafe çok küçük olduğundan Venüs birkaç hafta boyunca gözlemlenemeyecek. Venüs Şubat ayının sonunda Güneş'in batışından sonra gökyüzünde ortaya çıkmaya başlayacak.

Mars, Ocak ayı boyunca gece yarısından birkaç saat sonra güneydoğu ufkunda doğacak ve gün doğumuna kadar gözlemlenebilecek.

7 Ocak'ta Mars ve Jüpiter birbirine yakın görünecek.

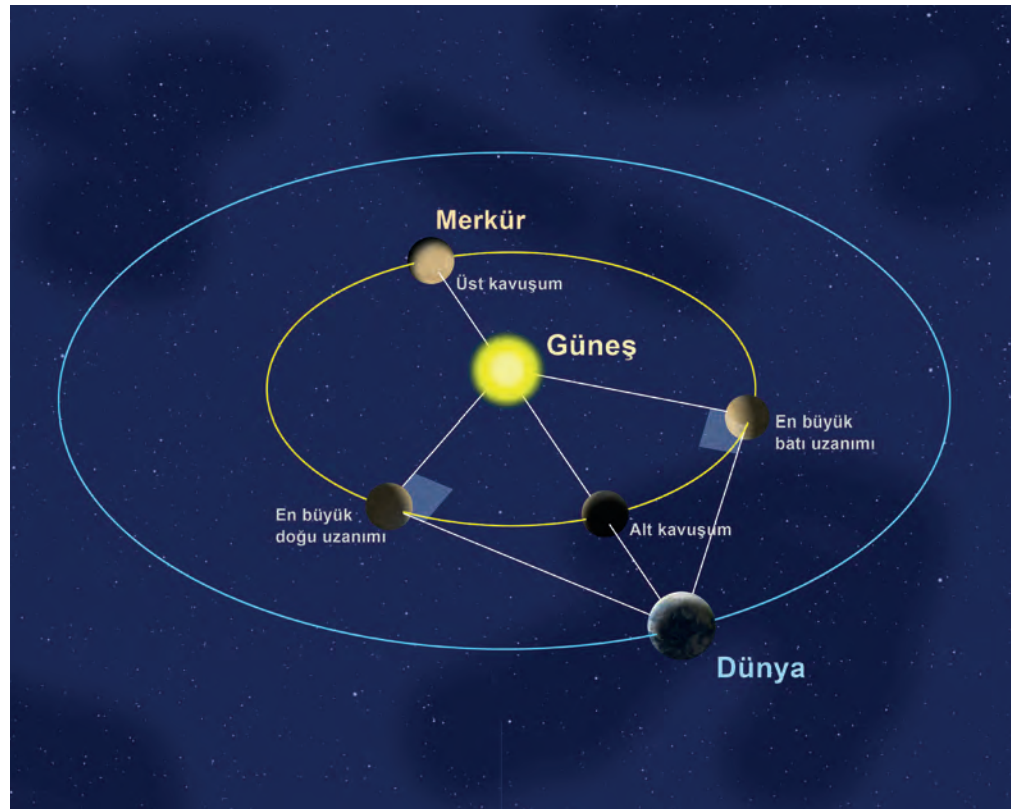
Jüpiter, Ocak ayının başında gece yarısından yaklaşık 4 saat sonra güneydoğu ufkunun üzerinde ortaya çıkacak.

Ayın ilerleyen günlerinde daha erken doğmaya başlayacak olan Jüpiter Terazi Takımyıldızı'nda gözlemlenebilir.

11 Ocak'ta Jüpiter, Mars ve Ay gökyüzünde birbirine yakın görünecek. Güneş'in doğuşundan kısa süre önce bu üçlüye Merkür ve Satürn de katılıyor.

Aralık ayının sonunda kavuşum noktasından ayrılan **Satürn** Ocak ayının ilk günlerinde, gökyüzünde Güneş'e yakın konumda olacağından, gözlemlenmesi de mümkün olmayacak. Satürn ayın sonunda gün ışığında kaybolmadan önce ufku üzerinde 10° yükselecek.

15 Ocak'ta Satürn ve yeniay evresine yaklaşan Ay gökyüzünde birbirine yakın görünecek. Her iki gök cismi Güneş'in doğuşundan önce güneydoğu ufkunun üzerinde Yay Takımyıldızı'nda olacak. Ancak gök cisimleri ufku üzerinde çok yükselmediğinden gözlemlenmeleri biraz zor.



BİLİM VE TEKNOLOJİ EVİNİZDEN EKSİK OLMASIN DİYE...

Bilim Çocuk dergisinin
yıllık aboneliği 72 TL yerine **50 TL**.

Yıllık Abonelik

50^{TL}

Ücretsiz Kargo



TÜBİTAK

Abonelik için
sitemizi
ziyaret edin.



#BilimOkuyanBilir

www.tubitakdergileri.com

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr

Bir kombinezonun akışında veya bir etüt ya da problemin çözümünde öyle kritik hamleler vardır ki ne amaca hizmet ettiğini ilk başta anlayamayız.

Yapılan hamle pozisyonun dinamiklerine tamamen ters, hatta mantıksız görünebilir.

Bir süre düşündükten ya da çözümü gördükten sonra gözümüzün önündeki sis perdesi dağılır, görüntü netleşir ve bir hayranlık duygusu içimizi doldurur. Hatta kendimizi tutamayız ve “Aha!” deriz.

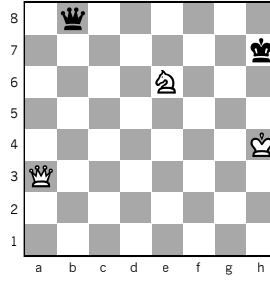


Bu yazıda bu tür “sakin” hamle örnekleri sunacağım.

Sakin Hamleler

İlk örneğimiz etüt sanatının en büyük yaratıcılarından Rus Alexey Troitski'ye (1866-1944) ait. (Diyagram 1)

Diyagram 1



A. Troitski

Şahmatnoe Obosrenie, 1910

Beyaz kazanır.

Piyonsuz Vezir + At/ Vezir finalleri genel olarak beraberlikle sonuçlanır. Ama burada Troitski'nin fark yaratan dokunuşu var:

1. Ve7+ Şg6

1... Şg8, h8, h6? 2. Vg7 mat

2. Af8+ Şf5

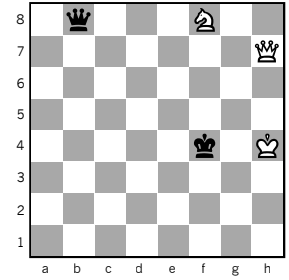
3. Vh7+! Şf4

3...Şf6, e5? 3. Ad7+ ve kazanır (çatal). Kritik an geldi. Beyaz ne oynamalı? (Diyagram 2)

Fırtınadan önceki sessizlik: Beyaz arka arkaya şah çektikten sonra sakince bir hamle yapıyor. Burada gö-

rülmesi zor bir tehdit var: 5. Ag6 mat! Açık tahtada beklenmedik bir mat pozisyonu.

Diyagram 2



4. Vd3!!

4... Vxf8

5. Vf1+

Ve arkasından 6. Vxf8 ile kazanır. Troitski'nin görece basit, ama yine de zihinlerde yer eden bir etüdü.

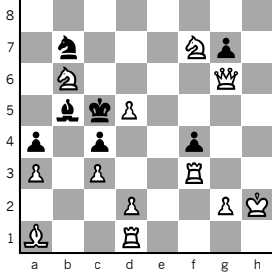
Satranç problemlerinde anahtar hamlenin “sakin” olması beklenir. Problem çözmede az çok deneyimli olanlar özellikle iki üç hamlelik problemlerde şah çekilen ya da rütbeli taşın yendiği “gürültülü” anahtar hamlelerin çok nadir olduğunu öğrenmiştir. Sonraki örneğimizde ise anahtar hamle “sakin ötesi” diyebileceğimiz özellikte. (Diyagram 3)

Frank Healey
(1828-1906)

“Problemler aslında
satrancın şiiiridir.”



Diyagram 3



Frank Healey, 1861
Bristol Turnuvası, 1. Ödül
Üç hamlede mat

Çözüm: **1. Kh1!!**

Bütün zamanların en ünlü
anahtar hamlelerinden biri!
Kale adeta sürgüne yollanıyor.
Orada ne işi var?

1... Fd7 ya da Fe8

2. Vb1! Fb5

Zorunlu, çünkü beyaz 3. Vb4
mat ile tehdit ediyordu.

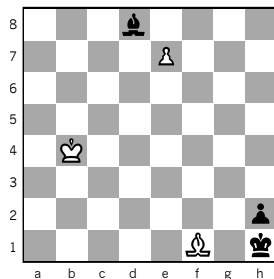
3. Vg1 mat!

Şimdi anlıyoruz ki başlan-
gıçta d1’de duran kale beyaz
vezirin yolu üzerindedir ve
1. Kh1!! hamlesi aslında “yol
verme” hamlesinden başka
bir şey değildir. Bu proble-
min teması “Bristol tema-
sı” olarak bilinir: Doğrusal
hareketli bir taş, belirli bir
hat üzerinde hareket ede-
rek daha sonra aynı hat üze-
rinde hareket edecek ikinc-
ci bir taşın yolundan çekilir.

İngiliz Frank Healey’in
bu problemi zamanın-
da satranç kamuoyunda
sansasyonel bir etki yarat-
mıştır. Anahtar hamleyi ya-
pan kalenin mat pozisyo-
nunda hiçbir aktif görevi ol-
maması nedeniyle eleştiril-
miştir de. Ama “saf” Bristol
temasının esprisi de budur:
Yol açan taşın, yol açmak dı-
şında hiçbir işlevinin olma-
ması gerekir. Bu temayla
sayısız problem kurulmuş-
tur ve kurulmaya da devam
ediyor. Bunlar kurgu tekniği
açısından daha başarılı olsa-
lar bile çok azı çözenler üze-
rinde Healey’in probleminin
etkisini uyandırıyor. Siz de
bu problemi bir arkadaşınıza
sorun. Büyük bir ihtimal-
le makul bir sürede çöze-
yecektir. Anahtar hamleyi
gösterdiğinizde ise yüzün-
de hem bir şaşkınlık hem de
hayranlık ifadesi belirecektir.

Finlandiyalı tanınmış etütçü
Julius Gunst’un (1896-1958)
etüdünde de yine böyle
“sessiz” hamleler var, hem
de daha ilk hamleden itiba-
ren (Diyagram 4):

Diyagram 4



Julius Gunst, 1946
Finlandiya Yarışması,
1. Ödül
Beyaz kazanır.

Çözüm: **1. e8=V!**

Neden fırsat varken raki-
bin filini de alarak vezir çık-
mıyor? Fırsat zannettiğimiz
şey bazen bir tuzaktır: 1.
exd8=V? Şg1 2. Vd4+ Şxf1 3.
Ve4 Şg1 4. Vg4+ Şf2 5. Vh3
Şg1 6. Vg3+ Şh1 7. Vf2 pat.
Atalarımız ne demiş: Aza ta-
mah eden çoğu bulamaz.

1...Fe7+!

Siyah kendi filinin başa dert
olduğunun farkında ve on-
dan kurtulmaya çalışıyor.
Eğer fili tahtada tutmaya
kalkarsa kaybeder: 1... Şg1?
2. Ve3+ Şxf1 3. Vf3+ Şg1 4.
Vg3+ Şh1 5. Vf2! (tehdit 6.
Vf1 mat) 5. ... Fb6 6. Vf1+
Fg1 7. Vf3 mat.

2. Vxe7!

2. Şc4? oynamak ve fili yi-
ne reddetmek bu kez beya-
za bir şey kazandırmaz: 2...
Şg1 3. Fg2 Şxg2 4. Va8+ Şg1
5. Va1+ Şg2 6. Vb2+ Şg1 7.
Vd4+ Şg2 8. Vg4+ Şf2 9. Vh3
Fd6! Dikkatli oynamak ko-
şuluyla siyah hayatta kalmayı
başarır. Yine de beyazın ilk
hamlede reddettiği fili şim-
di neye güvenerek aldığını
anlamak güç. Bu kez farklı
olan ne?

2...Şg1

3. Fa6!!

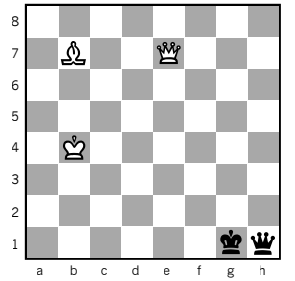
Sessiz bir fil hamlesi...
Hem de gidebileceği en u-
zak noktaya!

3...h1=V

4. Fb7!

Yukarıdaki sorunun cevabı:
e7 karesindeki beyaz vezir
hem b7’ye gelen fili koruya-
biliyor hem de siyah vezirin
h4’ten şah çekmesini engel-
liyor. (Diyagram 5)

Diyagram 5



4...Vh3

Vezir h5, h6 ya da h8’e gi-
derse beyaz 5. Ve1+ Şh2 6.
Vh1+ ve arkasından veziri
alarak kazanır. Ya da 5. ...
Vh2 oynarsa bu kez 5. Ve1
mat var. Açık tahtada siyah
vezirin bu kadar kısıtlanabi-
leceğini önceden hesapla-
mak çok zor.

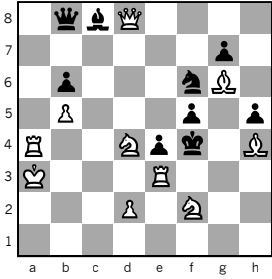
5. Ve1+ Vf1

6. Vg3+ Vg2

7. Vxg2 mat!

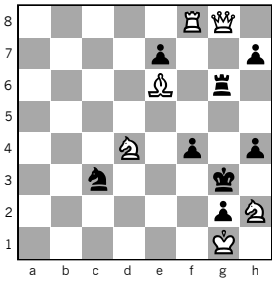
Ayın Soruları

Diyagram 6



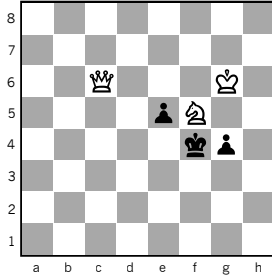
Frank Healey
Chess Monthly, 1885
Birinci Ödül
İki hamlede mat

Diyagram 7



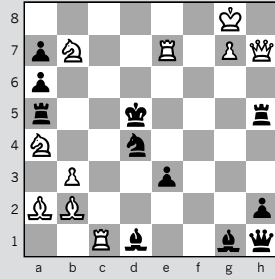
Otto Wurzburg
The Atlanta Journal, 1939
İki hamlede mat

Diyagram 8



Louis H. Jokisch
The Nashville
Daily American, 1888
Üç hamlede mat

Diyagram 9



Godfrey Heathcote
Hampstead and
Highgate Express,
1905
Birinci Ödül
İki hamlede mat

1.Kcc7! (2.Ac3 mat)

Şimdi, siyah şaha kaçış yeri yaratmak için d4'teki atın yapabileceği sekiz farklı savunma hamlesi var. (Bir atın yapabileceği maksimum hamle sayısı) Ama her seferinde siyahın durumunda bir zayıflık yaratıyor ve beyaz bundan yararlanarak mat ediyor.

- 1...Ab5 2.Kc5 mat
- 1...Ae2 2.Vxh5 mat
- 1...Ae6 2.Ked7 mat
- 1...Af3 2.Ve4 mat
- 1...Af5 2.Ke5 mat
- 1...Ac2 2.b4 mat
- 1...Ac6 2.Kcd7 mat
- 1...Axb3 2.Vd3 mat

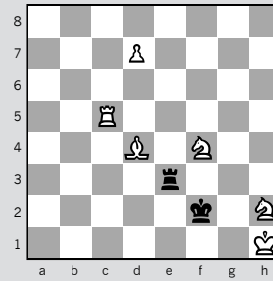
At açısından tam bir trajedi: Züccaciye dükkânına girmiş fil misali, hangi hareketi yapsa bir zarar veriyor!

2017 Aralık sayısında sorulan problemlerin çözümleri:

Yirminci yüzyıl başlarının en iyi kurgucularından İngiliz Godfrey Heathcote'un (1870-1952)"atçarkı"(knight wheel) temasına dayalı bu yapıtı problem sanatının doruklarından biri

Şe1 2. Fxe3 Şd1 3. Kc1 mat. Terfi ile ortaya çıkan atın mat pozisyonuna hiç bir katkısı yok. Yalnızca zarar vermeme görevini yerine getiriyor.

Diyagram10



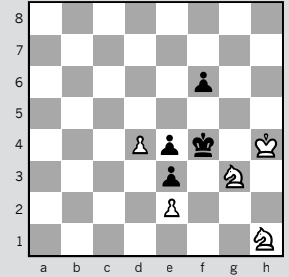
Hans Erik Lohk
Nordwestdeutsche Zeitung,
1935
Birinci Ödül
Üç hamlede mat

Sıra siyahta olsaydı beyazın kolayca mat edeceği görülüyor. Örneğin 1...Şg3 2. Fxe3 Şh4 4. Ff2 mat. Ya da 1...Şe1 2. Fxe3 Şd1 2. Kc1 mat. Demek ki bir bekleme hamlesi yapması yeterli olacak. Ama bunu yapabilecek tek taşı terfi etmek üzere d7'de bekleyen piyon. Hangi taşı terfi edeceği çok önemli: Örneğin 1. d8=F? Şg3! 2. Fxe3 pat! Ya da 1. d8=K? Şe1! 2. Fxe3 ve yine pat.

O halde:

- 1. d8=A! Şg3 2. Fxe3 Şh4 3. Ff2 mat. Ya da: 1...

Diyagram 11



Gerd Rinder
Die Schwalbe,
1973
Dört hamlede mat

Beyaz g3'teki atın tahtada hiç olmamasını isterdi. Çünkü o zaman h1'deki atıyla 1. Ag3! oynar ve siyahı zugzwang'a düşürdü: 1...f5 2. Ah5 mat. O halde g3'teki attan kurtulmak gerekiyor:

- 1. Ah5+ Şf5
- 2. Af4! Şxf4
- 3. Ag3 f5 (tek hamle)
- 4. Ah4 mat

BİLİM VE TEKNOLOJİYİ SEVEREK BÜYÜSÜN DİYE...

Meraklı Minik dergisinin
yıllık aboneliği 72 TL yerine **50 TL**.



Yıllık Abonelik

50^{TL}

Ücretsiz Kargo



TÜBİTAK

Abonelik için
sitemizi
ziyaret edin.

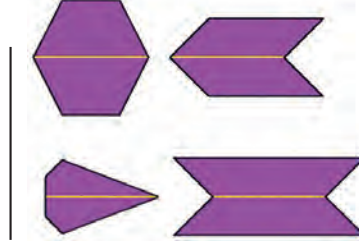


#BilimOkuyanBilir

www.tubitakdergileri.com.tr

Zekâ Oyunları

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



Göz Aldanması

Gözümüze farklı görünebilir, ama şekillerdeki sarı çizgilerin dördü de aynı uzunlukta.

2018 Soruları

Soru 1

1'den 7'ye kadar olan rakamların tamamını birer kez kullanarak ve sadece toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri uygulayarak 2018 sayısını elde ediniz.

- Rakamlar küçükten büyüğe doğru, sıraları bozulmadan kullanılacaktır.
 - Rakamlar yan yana getirilebilir.
 - İstenildiği kadar parantez kullanılabilir.
- (İki çözüm var.)

Soru 2

Birinci soruyu 1'den 8'e kadar olan rakamlar için parantez kullanmadan çözünüz.

(Üç çözüm var.)

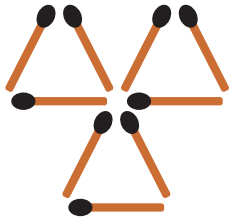
Soru 3

Birinci soruyu 1'den 9'a kadar olan rakamlar için parantez kullanmadan çözünüz.

(Dört çözüm var.)

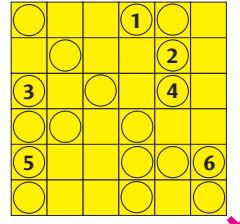
Tüm sorularda çarpma ve bölme işlemleri toplama ve çıkarma işlemlerine göre önceliklidir.

Kibritler



Üç kibritin yerini değiştirerek üç eşkenar dörtgen elde ediniz.

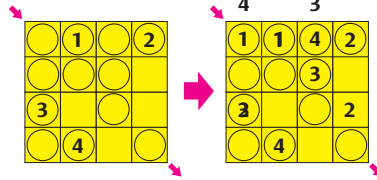
Üçgenler



Boş dairelere 1'den 6'ya kadar olan sayıları öyle yerleştirin ki, aynı sayıların bulunduğu dairelerin merkezlerini birleştirdiğinizde altı ikizkenar dik üçgen oluşsun.

- Üçgenlerin alanları farklı olacak.
- Diyagonaldeki altı sayı farklı olacak.

Örnek:



Soru 4 üçgen için sorulsaydı çözüm şekilindeki gibi olacaktı.

(4'lerden oluşan üçgenin ikizkenar dik üçgen olduğuna dikkat ediniz.)

Toplama

$$\begin{array}{r} AB \\ CD \\ + EF \\ \hline GHJ \end{array}$$

Her harfin 1'den 9'a kadar farklı bir rakama karşılık geldiği bu toplama işleminde sonuç (GHJ) en fazla kaç olabilir?

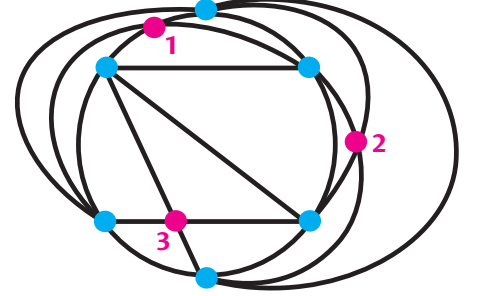
Sekiz Nokta

Bir kâğıda 8 nokta yerleştirecek ve bunların tümünü birbirlerine çizgilerle bağlayacaksınız.

Bu çizgilerin birbirleriyle kesişim noktalarının sayısı en az kaç olabilir?

Notlar:

- Her iki nokta arasında bir çizgi bulunacak.
 - Bir kesişim noktasında en fazla iki çizgi kesişebilir.
 - Bu 8 nokta kesişim noktası olarak kabul edilmeyecek.
 - Çizgilerin düz olması gerekmiyor.
- Aynı soru 6 nokta için sorulsaydı cevap 3 olurdu.



Palindromların Toplamı

10 ile 1000 arasındaki üç farklı sayının hem kendileri hem de toplamları palindromdur.

Bu üç sayının çarpımı en fazla kaç olabilir?

- Sayılar 0 ile başlayamaz, örneğin 010 geçerli bir sayı değildir.
- Düzden ve tersten aynı olan sayılar palindromdur. Örnekler: 11, 101, 292

Alfabetik Değer

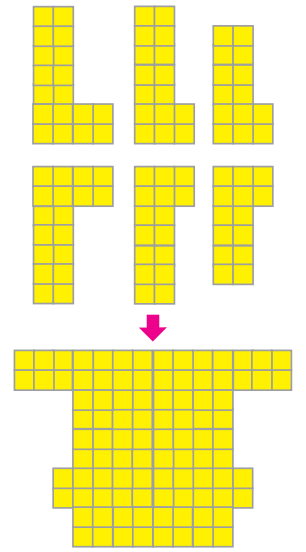
Beş rakamlı pozitif tam sayılar arasında alfabetik değeri en büyük olan sayı hangisidir?

Alfabetik değer: Bir sayı yazıyla yazıldığında, onu oluşturan tüm harflerin alfabedeki sıralarının toplamı Örnek 1 sayısının alfabetik değeri 35'tir.
BİR → B'nin alfabedeki sırası 2, İ'nin alfabedeki sırası 12, R'nin alfabedeki sırası 21
2+12+21=35

Altı "L"

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

Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



Geçen Sayının Çözümleri

Alfabetik

"ANLA"nın değeri en fazla 1651 olabilir.

Bu sonucu veren iki çözüm:

$$\begin{array}{r} 713 \\ + 938 \\ \hline 1651 \end{array} \quad \begin{array}{r} 913 \\ + 738 \\ \hline 1651 \end{array}$$

Aynı Toplam

7967/1.069.335

İki rakamlı iki farklı sayının toplamının 21, 22, 196, 197 olduğu
1'er durum, 23, 24, 194, 195 olduğu
2'şer durum, ...,
107, 108, 110, 111 olduğu 44'er durum ve 109 olduğu
45 durum vardır.

İkinizin de aynı toplamı elde ettiği durumlar toplam durum sayısına bölünerek olasılık bulunabilir.

$$\begin{aligned} & (4 \times (1^2 + 2^2 + \dots + 44^2) + 45^2) / \\ & (4 \times (1 + 2 + \dots + 44) + 45)^2 = \\ & (4 \times 44 \times 45 \times 89 / 6 + 2025) / (4 \times 44 \times 45 / 2 + 45)^2 \\ & = (2 \times 44 \times 15 \times 89 + 2025) / (2 \times 44 \times 45 + 45)^2 \\ & = 119.505 / 16.040.025 = 7967 / 1.069.335 \end{aligned}$$

Karesinin Yarısı

985.432.107

Beşgenler

138

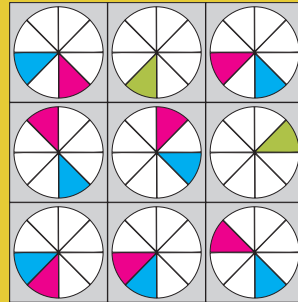
Aritmetik - Geometrik

5, 10, 15, 20, 40

Aritmetik dizi: 5, 10, 15, 20

Geometrik dizi: 5, 10, 20, 40

Daireler



Her sıradaki üç daire için:

Kırmızılar saat yönünde, maviler ise saatin tersi yönde ilerliyor.

İki renk üst üste gelirse yeşil oluyor.

Gizli Sözcük

BRONŞİT

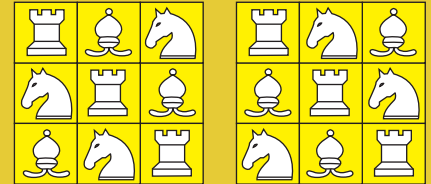
5, 231, 19, 10, 65, 827, 4

BEŞ, İKİ YÜZ OTUZ BİR, ON DOKUZ, ON, ALTMİŞ BEŞ, SEKİZ YÜZ YİRMİ YEDİ, DÖRT

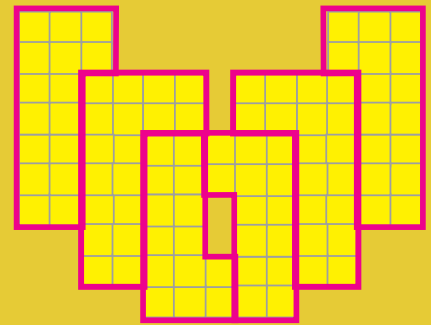
Kale, Fil, At

A. 36

B. 2



Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Kim, Neyi, Ne Zaman İcat Etti

David Ellyard

Çeviri: Uğur Mutlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, Yetişkin Kitaplığı, 2017

Kim Neyi Ne Zaman İcat Etti

ateşli silahlardan paraşüte, patates cipsinden bilgisayara, icatlar tarihinin 500 yıllık serüvenini okurlarıyla buluşturan bir çeşit başvuru kitabı.

Kitapta küçük ya da büyük, yaşamlarımızı etkileyen tüm bu icatlar mucitlerinin de hünerleri ve kararlılıkları, başarıları ve trajedileri ile beraber anlatılıyor. Ayrıca konularına göre sıralamayı bozmadan uygulama alanlarına göre gruplara ayırıyor.

Böylece, en çok ilgilendiğiniz teknoloji alanındaki temel gelişmeleri ayrıntılı olarak inceleyebilirsiniz.



Bir Girişimcilik Yolculuğu - Değer Yaratımı ve Girişimci Düşüncenin Temelleri

Prof. Dr. Mehmet Başar, Tuğberk Seçkin

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 12 yaş +, 2017

Bireylerin özgüvenlerini geliştirmeyi amaçlayan bu kitap, ilköğretim çağındaki çocukların gelecekteki yaşamlarında girişimci düşünceye sahip bireyler olmasına yardımcı olacaktır.

Kitapta başarının tesadüf olmadığı, planlama anlayışının çok çalışma ile birlikte başarıya ulaşmada en önemli araç olduğu mesajları veriliyor. Fayda-maliyet, tasarruf, bütçe, yönetim, takım olma ve pazarlama gibi kavramların yer aldığı kitapta girişimci düşüncenin temelleri anlatılıyor.



En Muhteşem Şey

Ashley Spires

Çeviri: Özlem Köroğlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 5 yaş +, 2017

Bir gün küçük bir kızın aklına harika bir fikir gelir. En muhteşem şeyi tasarlayacaktır. Nasıl görüneceğini, nasıl çalışacağını çoktan düşünmüştür. Çok kolay olacaktır! Ne var ki işler tahmin ettiği gibi gitmez.

Herkesin kendinden bir şeyler bulabileceği bir deneyimi zekice tasarlanmış, eğlenceli ve içten bir anlatımla sunan ödüllü yazar Ashley Spires bu öyküsünde hem çocuklara hem de büyüklere aslında en muhteşem şeyin “bakış açısı” olduğunu söylüyor.