

"Evcil Kedi Irkları" Posterini Dergimizle Birlikte...

# Bilim ve Teknik



Aylık Popüler Bilim Dergisi  
Haziran 2016 Yıl 49 Sayı 583  
5 TL

## Hareket Et Mutlu Ol!

**Sanal Gerçeklik Çağına  
Hazır mısınız?**

**İflah Olmaz Hayvan Sevgimiz**

**Elektromanyetizmanın Öyküsü**

**Aziz Sancar:**

**"Ne Yapıyorsanız İyi Yapın,  
Çok Çalışın!"**



“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır” Mustafa Kemal Atatürk



Yaz geldi, havalar ısınmaya başladı. İçimiz kıpır kıpır, enerji doluyuz ve kendimizi dışarı atmak istiyoruz. Uzmanlara göre enerjimizi atmanın en sağlıklı ve keyifli yolu açık havada, temiz havayı içimize çekerek yapılan fiziksel etkinlikler. Pınar Dünder “Hareket Et, Mutlu Ol” başlıklı yazısında spor yapmanın ve hareketli olmanın faydalarının sadece sağlıklı bir yaşama, zinde bir vücuda ve beyne kavuşmakla sınırlı kalmadığını, düzenli ve planlı yapılan egzersizlerin ruh sağlığı üzerinde de çok önemli etkilerinin olduğunu anlatıyor. Madem mutluluğun sırrı sporda, hadi o zaman hep birlikte bu yaza daha keyifli girelim. Sabahın erken saatlerinde ya da güneş tam batmak üzereyken yarım saatlik bir yürüyüşle işe başlayarak daha mutlu ve sağlıklı olmak yolunda basit ama etkili bir adım atalım.

Hayvan sevgisi hayatımızı güzelleştiren, günlük yaşamın yol açtığı stresi, gerginliği ve yorgunluğu azaltan, bizleri daha sevecen, duygusal ve neşeli kılan bir duygu. Kısaca mutlu olmanın bir diğer yolu. İlay Çelik Sezer yazısında insanların hayvanlara yönelik ilgisinin ve iflah olmaz sevgisinin altında yatan nedenlerden söz ediyor. Bu ayki posterimiz de evcil kedi ırklarını ele alıyor.

Özlem Ak Nobel Ödüllü ilk Türk bilim insanı Aziz Sançar’ın geçtiğimiz ay Türkiye’de farklı yerlerde yaptığı ve Türk gençlerine önemli mesajlar verdiği konuşmalarını özetliyor: “Ne yapıyorsanız iyi yapın ve çok çalışın”. Ali Sinan Sertöz bu ayki matematik serüveninde Fermat’ın Son Teoremi’nin yüzlerce yıl sonra nasıl ispat edildiğini anlatıyor. Levent Daşkiran ilginç yazısında sanal gerçekliği gözler önüne seriyor. Enis Yazıcı ise doğanın asırlarca karanlıkta kalmış gizemli yüzünü aydınlatan elektromanyetik kuvvetin öyküsünü anlatmaya başlıyor.

“Metal Parçacıklarından Temiz Enerji”, “İyi Huylu Tümörlerin Kanser Dönüşmesi” ve “Konya Bilim Merkezi” başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz

Nesiller büyüten *Bilim ve Teknik* dergisinin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla beklemenizi umuyoruz. Hepinizin sağlıklı ve mutlu bir yaz geçirmenizi diliyoruz.

Saygılarımızla,  
**Özlem Kılıç Ekici**

**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)

**Editör**  
Dr. Özlem Ak  
(ozlem.ak@tubitak.gov.tr)

**Yayın Danışma Kurulu**  
Prof. Dr. Erol Arcaklıoğlu  
Prof. Dr. Zafer Evis  
Yrd. Doç. Dr. Şule Atahan Evrenk  
Prof. Dr. Gökhan Özyiğit  
Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu  
Prof. Dr. Sinan Sertöz  
Dr. Ahmet Uludağ

**Yazı ve Araştırma**  
Dr. Zeynep Bilgici  
(zeynep.bilgici@tubitak.gov.tr)  
Pınar Dünder  
(pinar.dunder@tubitak.gov.tr)  
Dr. Bülent Gözcelioğlu  
(bulent.gozcelioglu@tubitak.gov.tr)  
Dr. Mahir E. Ocak  
(mahir.ocak@tubitak.gov.tr)  
Dr. Tuba Sarıgül  
(tuba.sarigul@tubitak.gov.tr)  
İlay Çelik Sezer  
(ilay.celik@tubitak.gov.tr)

**Redaksiyon**  
Sevil Kıvan  
(sevil.kivan@tubitak.gov.tr)  
Mehmet Sığircı  
(mehmet.sigirci@tubitak.gov.tr)

**Grafik Tasarım - Uygulama**  
Ödül Evren Töngür  
(odul.tongur@tubitak.gov.tr)

**Teknik Yönetmen**  
Sadi Atılğan  
(sadi.atilgan@tubitak.gov.tr)

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

**Video - Animasyon**  
Selim Özden  
(selim.ozden@tubitak.gov.tr)

**Web**  
Burak Fevzi Sabah  
(burak.sabah@tubitak.gov.tr)

**Mali Yönetmen**  
Kemal Tan  
(kemal.tan@tubitak.gov.tr)

**İdari Hizmetler**  
Mehmet Akif Şenyl  
(mehmet.senyl@tubitak.gov.tr)

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

**Tel**  
(312) 298 95 61  
(312) 468 53 00

**Faks**  
(312) 427 66 77

**Abone İlişkileri**  
(312) 222 83 99  
Faks: (312) 428 32 40  
abone@tubitak.gov.tr

**İnternet**  
www.bilimve.teknik.tubitak.gov.tr

**e-posta**  
bteknik@tubitak.gov.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 5 TL  
Yurtdışı Fiyatı 5 Euro  
Dağıtım: TDP  
http://www.tdp.com.tr

Baskı: APA UNIPRINT  
Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.  
http://www.apa.com.tr/  
Tel (212) 798 28 40

Baskı Tarihi: 30.05.2016

# İçindekiler

22



50



78



16 **Hubble'ın Gözünden Baloncuk Bulutsusu** / Tuba Sarıgül

22 **Aziz Sancar: "Ne Yapıyorsanız İyi Yapın, Çok Çalışın!"** / Özlem Ak  
2015 yılı Nobel Kimya Ödülü'nü alarak Nobel Ödüllü ilk Türk bilim insanı olan Aziz Sancar ödülünü Anıtkabir'e bırakmak için geçtiğimiz ay Türkiye'ye geldi. Bu sırada çeşitli üniversitelerde ve kurumlarda çok anlamlı mesajlar içeren konuşmalar yaptı. Bu konuşmaların bazılarında *Bilim ve Teknik* dergisi ekibi de oradaydı.

28 **İflah Olmaz Hayvan Sevgimizi Anlamaya Doğru** / İlay Çelik Sezer  
İnsanların hayvanlara yönelik ilgisinin ve sevgisinin altında yatan nedenleri anlamak için yapılan bilimsel araştırmalardan bazıları hayvan sevgisinin doğuştan gelen içsel eğilimlerden kaynaklandığını gösteriyor.

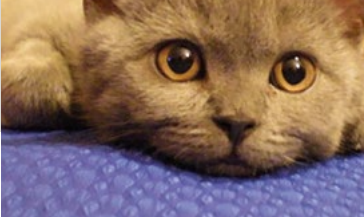
38 **Hareket Et, Mutlu Ol** / Pınar Dünder  
Spor yapmanın ve hareketli olmanın faydaları sadece sağlıklı bir yaşama, zinde bir beyne ve vücuda kavuşmakla sınırlı değil. Sporun ruh sağlığı üzerinde de çok önemli etkileri var.

50 **Elektromanyetizmanın Öyküsü: İlk Kıvılcım** / Enis Yazıcı  
Başlangıcı eski çağlara kadar uzanan, doğanın asırlarca karanlıkta kalmış gizemli yüzünü aydınlatan elektromanyetik kuvvetin öyküsü ilk kıvılcım ile başlıyor.

58 **Metal Parçacıklarından Temiz Enerji** / Mahir E. Ocak  
Gelecekte metal yakıtların çevre dostu alternatif enerji kaynağı olarak kullanılması mümkün görünüyor. Metallerin yakılmasıyla enerji elde etme sürecinde, fosil yakıtların aksine atmosfere sera gazı da salınmayacak.

62 **İyi Huylu Tümörlerin Kansere Dönüşmesi** / Zeynep Bilgici  
Prof. Dr. Murat Günel ve ekibinin gerçekleştirdiği çalışmalarda elde edilen sonuçlar kanserin teşhisine ve tedavisine yeni bir yaklaşım getiriyor.





## 66 Sanal Gerçeklik Çağına Hazır mısınız? / Levent Daşkiran

Yıllardır çoğumuzun rüyalarını süsleyen, defalarca bilim kurgu hikâyelerine konu olan sanal gerçeklik kavramı, teknolojik gelişmelerin yeterli olgunluğa ulaşmasıyla birlikte nihayet kapımıza dayandı. Acaba yeni bir teknolojik milatla mı karşı karşıyayız yoksa bu da gelip geçişi bir hevesten mi ibaret?

## 78 Andrew Wiles: Bir Denklemin Peşinde / Ali Sinan Sertöz

Ortaokulu bitiren herkesin rahatlıkla anlayacağı ve lise bitirmiş herkesin “ben çözerim bunu” dediği Fermat’ın Son Teoremi ancak yüzlerce yıl sonra ispat edilebildi.

## 88 Konya Bilim Merkezi / Özgür Etişken

TÜBİTAK, çocukları ve gençleri bilimle tanıştıracak bilim merkezi projelerine tüm hızıyla devam ediyor. Bu merkezlerde eğlenceli vakit geçirerek eğitici sergileri gezmek, deneyler yapmak, merak edilen konularda eğitim programlarına katılmak mümkün.

## Ek

### POSTER Evcil Kedi Irkları

Hazırlayan: İlay Çelik Sezer

4

Haberler

12

Ctrl+Alt+Del / Levent Daşkiran

18

Tekno Yaşam / Elif Zehra Arslan

36

Ayrıntılar / İlay Çelik Sezer

44

Merak Ettikleriniz / Tuba Sarıgül-Mahir E. Ocak

56

Nasıl Çalışır? / Enis Yazıcı

74

Türkiye Doğası / Bülent Gözcelioğlu

90

İğne Deliğinden Gelecek / Emre Sermetli

92

Gökyüzü / Erdem Aytekin

94

Zekâ Oyunları / Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası / İlay Çelik Sezer





# Labradorların Doymak Bilmez İştahı Genetik Temelli

İlay Çelik Sezer

Labrador retrieveri cinsi köpeklerin diğer köpek ırklarına göre yemeye daha düşkün olduğu sıklıkla gözlemlenir. Yeni bir araştırma, bu köpeklerin aşırı iştahının taşıdıkları genetik bir mutasyonla ilgili olabileceği yönünde bulgular ortaya koydu. Gelişmiş ülkelerde aşırı kilolu köpeklerin oranı %35-59'a ulaşmış durumda. Labradorlar ise obezitenin en sık görüldüğü köpekler.

Labradorların en yaygın beslenen köpek ırkı olduğu İngiltere'deki Cambridge Üniversitesi'nde yapılan çalışmada, özel olarak labradorlarda ve onlarla akraba olan düz tüylü retriever cinslerinde bulunan bir genetik mutasyon aşırı iştahla ilişkilendiriliyor. Mutasyon çeşitli amaçlar için yardımcı köpek olarak seçilen labradorlarda daha sık görülmüş. Araştırmacılar bunun, bu köpeklerin neden ödül mamaları kullanılarak daha iyi eğitilebildiğinin açıklaması olabileceğini söylüyor. Hatta bu mutasyonun, iyi eğitilebilen köpeklerin insanlar tarafından seçilerek çoğaltılması sonucunda yaygınlaşmış olabileceği bile düşünülüyor.

İlk önce 15 obez ve 18 normal labrador retrieverinde, daha önce insanlarda obeziteyle ilişkilendirilmiş üç geni inceleyen

araştırmacılar POMC adlı gende bir mutasyon keşfetti. Daha çok obez köpeklerde görülen mutasyonun, öğün sonrasında açlık hissinin durdurulmasında rol oynayan  $\beta$ -MSH ve  $\beta$ -Endorfin adlı nöropeptitlerin üretimini aksattığı düşünülüyor.

Araştırmacılar daha sonra 310 labrador retrieveri üzerinde yaptıkları incelemede, POMC genindeki mutasyonla ilişkili bir dizi davranış keşfetti. Söz konusu mutasyonu taşıyan köpeklerin hepsi obez değildi ve obez köpeklerin hepsi mutasyonu taşımıyordu. Ancak genel olarak mutasyon fazla kiloyla ilişkili bulundu. Ayrıca köpek sahipleri üzerinde yapılan bir anket çalışmasının sonuçlarına göre mutasyonu taşıyan köpekler yiyecek odaklı daha fazla davranış sergiliyor. Bu köpekler sahiplerinden daha sık yiyecek istiyor, öğün sa-

atleri konusunda daha dikkatli davranıyor ve çevredeki atıkları yiyecek bir şeyler bulmak umuduyla daha çok karıştırıyor.

POMC genini etkileyen bazı yaygın mutasyonların insanda vücut ağırlığıyla ilişkili olduğu biliniyor. Hatta az sayıdaki obez insanın POMC geninde labradorlardakine benzer bir mutasyona rastlanmış. Dolayısıyla labradorlar üzerinde bu konuyla ilgili daha fazla araştırma yapılmasının, insanlardaki obezitenin daha iyi anlaşılmasına da katkı sağlayabileceği düşünülüyor.

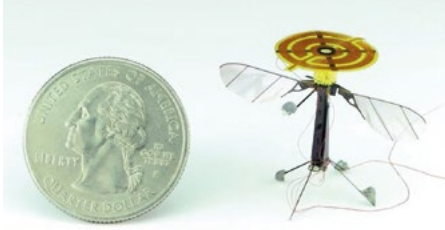


## Haberler

# Bu Robot Arı Hem Uçabiliyor Hem Konabiliyor

Pınar Dündar

Statik elektrik kullanarak yüzeylere yapışabilen, böcek büyüklüğünde, uçan bir robot geliştirildi. RoboBee adı verilen robot, Harvard Üniversitesi'nden Robert Wood ve ekibinin geçtiğimiz ay *Science*'ta yayımlanan çalışmasının ürünü.

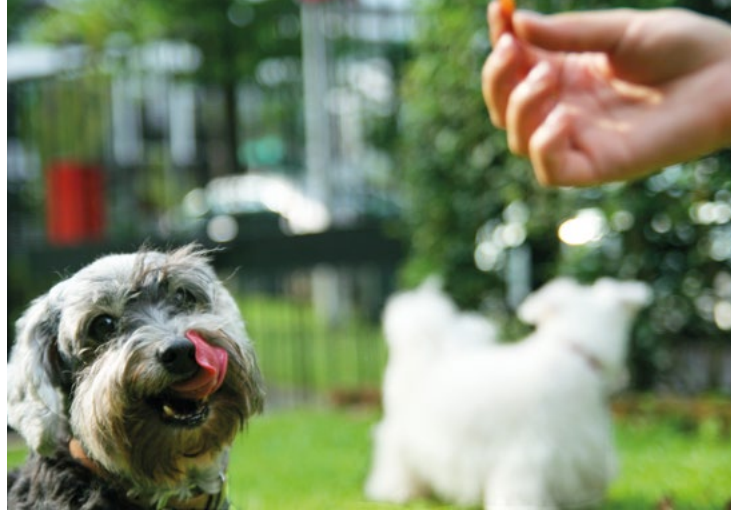


Araştırma ekibi bu tür robotları uçurmanın, konmalarını sağlamaktan daha kolay olduğunu belirtiyor. Bu yüzden konma mekanizması, uçan robotların üretilmeye başlanmasından beri mühendislerin çözmeye çalıştığı bir sorun. Havada süzülen bu küçük robot ise yaprakların altına tutunmak için statik elektrikten yararlanıyor. Bu çalışmada böceğin kafa bölümü, şarj edilebilir elektrotlar içeren bir diskten oluşuyor. Tıpkı bir balonun saça sürüldükten sonra negatif elektrik yüklenerek duvara tutunabilmesi gibi robot da bu elektrotlar sayesinde farklı yüzeylere tutunabiliyor. Elektrotların çalıştırılmasıyla yüzeye yapışan robot arı, elektrotlar kapatıldığında yüzeyden ayrılarak tekrar uçmaya başlıyor.

RoboBee parlak kanatları ve iğne gibi incecik dört bacağıyla uçabilen, bir yüzeye konabilen ve tekrar havalanabilen bu büyüklükteki ilk robot. Tepesindeki disk sayesinde böcek, bir yüzeye konduğunda uçarken kullandığından çok daha az enerji harcıyor.

RoboBee'nin ileride arama ve kurtarma operasyonlarında kullanılması planlanıyor.

RoboBee'nin nasıl çalıştığını görmek için <http://www.bbc.com/news/science-environment-36313958> adresini ziyaret edebilirsiniz.



## Köpek Sahipleri Dikkat!

Özlem Ak

ABD İlaç ve Gıda Dairesi (FDA) köpeklerin sağlığı ile ilgili resmi bir açıklama yaptı. Bu açıklamaya göre evlerde yaygın olarak kullanılan pek çok ürünlerdeki ksilitol, yani yapay tatlandırıcı köpekler için hayli tehlikeli. Ksilitolun köpekler üzerindeki toksik etkisi bir süredir biliniyordu. Fakat ilk kez FDA'dan bu konuda resmi bir açıklama geldi. 2004'te köpeklerde ksilitol kaynaklı zehirlenme vaka sayısı 82 iken, 2014'te bu sayı 3700'e yükselmiş.

Ksilitol şekersiz sakızlarda, bazı unlu mamullerde, öksürük şurubunda, çikolatada, çocuklar ve yetişkinler için olan çiğnenebilir vitamin haplarında, ağız gargarasında ve diş macununda bulunuyor. Eğer köpeğiniz bu ürünlerden herhangi birini tüketirse tatlandırıcı, pankreasın hızlı bir şekilde insülin salgılamasına ve 10-60 dakika gibi kısa bir sürede kan şekerinin tehlikeli seviyelere düşmesine neden oluyor. FDA'nın açıklamasında ksilitolun insanlarda pankreasın insülin salgılamasını tetiklediği, fakat köpek ksilitol içeren bir şey yediğinde ksilitolun kan tarafından çok hızlı emildiği

ve sonuç olarak pankreastan önemli oranda insülin salgılandığı belirtiliyor. Bu da hipoglisemiye neden olabiliyor ki tedavi edilmezse ölümcül sonuçlara yol açabiliyor. Tüketilme miktarına bağlı olarak yan etkiler 12-24 saatte ortaya çıkıyor. Bu süre zarfında kusma, halsizlik, sendeleme, koordinasyon kaybı ve kasılma gibi belirtileri fark etmek ve hemen veterinerine başvurmak hayli önemli. Ayrıca köpekler üzüm, kuru üzüm, alkol, soğan, sarımsak, macademia fıındığı (ceviz), avokado ve kafein içeren ürünler tüketmemeli. Köpek sahiplerine uyarı: Yapay tatlandırıcı içeren tüm ürünleri köpeklerinizden uzak tutun!



# Daha Sıkı Bir Deri İster misiniz?

Pınar Dündar

Kim istemez ki, değil mi?

Peki, bunun için yeni bir malzeme geliştirildiğini biliyor musunuz?



Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, Massachusetts Hastanesi, Living Proof kozmetik ürünler firması ve Cambridge Üniversitesi Olivo Laboratuvarları'ndan uzmanların geliştirdiği bu özel malzeme geçtiğimiz ay *Nature Materials*'ta elektronik ortamda tanıtıldı.

Silikon tabanlı bir polimer olan yeni malzeme deri üzerinde incecik, görünmez bir tabaka oluşturuyor ve genç, sağlıklı bir cildin mekanik ve elastik özelliklerini yansıtıyor. Derinin üzerine kaplanabilen bu "ikinci deri" göz altı torbalarını düzeltiyor ve derinin nemini koruyor.

Araştırmacılar bu yeni malzemenin üretimi için 100'ün üzerinde polimerle çalışmış. Bu polimerlerin hepsi sıralı silikon ve oksijen atomlarından oluşan bir kimyasal yapı olan siloksan içeriyor ve "çapraz bağlı polimer tabakası" (XPL) adı verilen bir ağ oluşturabiliyor. Araştırma ekibi tüm bu polimerleri deneyerek sağlıklı deriye en çok benzeyen ve onun özelliklerini en iyi taşıyan malzemeyi sonunda bulmuş.

Yeni malzemenin deriye uygulanması iki aşamada gerçekleşiyor. İlk olarak deri üzerinde istenilen bölgeye polisiloksan bileşenlerinden oluşan şeffaf bir krem sürülüyor. Ardından bu ilk tabakanın üzerine, polimerin güçlü çapraz bağlar oluşturmasını sağlayan yine kremsi

yapıda bir platin katalizör sürülüyor. Bu iki kimyasal madde arasındaki etkileşim sonucunda deri üzerinde 24 saat bozulmadan kalabilen ince ve pürüzsüz bir "ikinci deri" oluşuyor.

Yaşlandıkça derimiz sıkılığını ve esnekliğini kaybediyor. Güneş ışınlarının verdiği zararlar da cabası. Tüm bunlar deriyi sıcaklık değişimlerine, toksinlere, yaralanmalara, mikroorganizmalara ve radyasyona karşı daha savunmasız hale getiriyor.

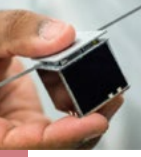
Yaklaşık 10 yıllık bir çalışmanın ürünü olan malzemenin yalnızca daha kırışksız bir görünüm için değil, aynı zamanda ileride yapılacak yeni çalışmalar sonucunda egzama gibi deri hastalıklarının tedavisi için ilaçlar geliştirilmesinde ve güneşin morötesi ışınlarına karşı korunmak için de kullanılması planlanıyor. Sahip olduğu özellikler sayesinde ürün gelecekte hem kozmetik hem de tıbbi uygulamalarda yer alacak gibi görünüyor.

Ürünle ilgili videoyu izlemek için <http://news.mit.edu/2016/polymer-temporarily-tightens-skin-drug-delivery-0509> adresini ziyaret edebilirsiniz.



## Ekonomik Minyatür Uydu Üretildi

Emine Sonnur Özcan



Arizona Devlet Üniversitesi öğrencilerinden oluşan bir ekip 1000 dolara mal olan yani geleneksel uydulardan yüzlerce kat daha ucuz ve uzaya fırlatılabilecek minyatür uydular üretti. Yaklaşık 3 santimetre çapındaki *SunCube FemtoSats* adlı cihazın, uzay araştırmalarının ekonomik şartlarını çok uygun hale getirmesi bekleniyor.

Öğrencileriyle birlikte uzay elektroniğinin küçültülüp minyatür hale getirilmesi konusunda çalıştıklarını söyleyen Arizona Devlet Üniversitesi Dünya ve Uzay Araştırmaları Bölümü'nden Doçent Jekan Thanga, yaklaşık altı ay önce çok ucuza üretim yapabileceklerini keşfetmiş. Güneş enerjisiyle çalışan cihazlarda güç sistemi, minik bir bilgisayar, radyo ve kamera var. Minyatür uydular, fırlatma özelliği olan herhangi bir tesisten fırlatılabiliyor ve bir uydu kümesi içinde ya da tek başına çalışabiliyor.

Thanga, minyatür uydularla ilgili kısa vadeli dört hedefleri olduğunu belirtti. İlk, ortaokul öğrencileri kadar küçük çocukların kendi uydu tasarımlarını üretip uzaya fırlatmasını sağlamak. İkincisi, var olan uydularla gerçekleştirilen araştırmaları minyatür uydularla da gerçekleştirmek. Üçüncüsü, minyatür uyduları, insanlı uzay yolculuklarına ilişkin biyokimyasal ve farmakolojik araştırmalarda kullanmak ve dördüncü olarak da sıradan insanların uzayı keşfetmesini ve Dünya'yı uzaydan seyretmesini sağlamak. Thanga, gelecek yıl ilk prototipin uzaya gönderilebileceğini ve her şey yolunda gittiği takdirde gelecekte bu ürünlerin internet üzerinden bile satın alınabileceğini söyledi.



## Bilim Söyleşilerine Küçük Bir Ara

Özlem Ak

2014 yılında başlayan TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisi bilim söyleşileri 2015-2016 eğitim ve öğretim yılında da devam etti.

Türkiye çapındaki devlet okullarında, bilim ve sanat merkezlerinde ve askeri liselerde yapılan bilim söyleşileriyle 10 binden fazla öğrenciye ulaşıldı. Bilim insanlarıyla öğrencilerin bir araya geldiği bilim söyleşilerinde dünyada ülkemizi başarıyla temsil eden, başarılı araştırmalara imza atmış bilim insanlarının yanı sıra TÜBİTAK Ödüllü bilim insanları öğrencilerin ilgisini çekecek, bilime karşı merak duymalarını sağlayacak örnek hayat hikâyelerini ve araştırma konularını anlattılar.

Bilim söyleşilerimiz 2016-2017 eğitim ve öğretim yılında da devam edecek. *Bilim ve Teknik* dergisi bilim söyleşileri dışında TÜBİTAK'ın diğer popüler bilim dergileri *Bilim Genç*, *Bilim Çocuk* ve *Meraklı Minik* dergilerinin bilim söyleşileri de öğretmenlerle ve kendi yaş gruplarına uygun öğrencilerle sürecek. Bu vesile ile bilim söyleşilerinin kendi okullarında da yapılmasını talep eden öğrencilere, öğretmenlere, okul yöneticilerine ve bilim söyleşilerine katkı yapan tüm bilim insanlarımıza çok teşekkür ederiz.

Bir bilim söyleşisinde görüşmek üzere...



## Çok Gezenin Çok Virüsü Var

Özlem Ak

Bir kişinin sahip olduğu her bir virüs suşu (bir virüsün farklı alt türleri) kişinin nerelerde bulunduğu ile ilişkili. İngiltere ve ABD'den bir grup araştırmacı tek bir kişide farklı herpes virüs suşları bulunduğunu tespit etti. Bilim insanları bu suşların kişinin seyahat ettiği yerlerle ilgili bir çeşit kayıt olduğunu düşünüyor. Eğer öyleyse virüslerin DNA dizilimlerini ortaya çıkarmak gelecekte adli olayların çözümünde bir araç olarak kullanılabilir.

Eğer ABD'de ya da Avrupa'da yaşıyorsanız herpes virüsüne sahip olma ihtimaliniz diğer bölgelerde yaşayanlara oranla %60 daha fazla. *Herpes simplex* virüsü (HSV-1) kişiyi genellikle çocukluk çağında enfekte eder ve dudakta hayat boyu yaygın olarak görülen uçuğa neden olur. Kişinin HSV-1'in hangi suşunu taşıdığı, yaşadığı yere bağlı olarak değişiyor. Araştırmayı yapan ekip öncelikle virüsün Asya, Afrika, Avrupa ve Kuzey Amerika kökenli olması nedeniyle farklı genetik kompozisyona sahip olduğunu gösterdi. Yaptıkları son araştırmada ise ekip ABD'li bir gönüllünün uçuğundan aldıkları örnekten virüsün DNA dizilimini çıkardı. Bu kişinin tek bir suşa değil, iki suşa ev sahipliği yaptığı ortaya çıktı. Bu suşlardan biri

Avrupa ve Kuzey Amerika'da, diğeri ise Asya'da yaygın olarak görülüyor. Araştırmacılar bu kişinin Asya'da yaygın görülen suş ile 1950'de Kore Savaşı'nda asker iken enfekte olduğunu düşündü. Ekibin araştırmacılarından ve Lancaster Üniversitesi'nden Derek Gatherer farklı HSV-1 suşlarını tespit edebilmek için daha hassas dizileme yöntemleri kullanmayı planlıyor. *Virology* dergisinde yayımlanan bu çalışmanın adli araştırmalara ivme kazandıracağı düşünülüyor. Son zamanlarda bilim insanları çürüyen cesetlerdeki bakteri ve küfleri inceleyerek ölüm saatini tahmin edebiliyor. Bu araştırmayla da adli bilim araştırmacıları gelecekte dizilimini yaptıkları virüs DNA'ları sayesinde suç mahalli konusunda ipucu elde edebilecekler.



# İnsülin Salgılayan Beta Hücreleri Sonunda Üretildi

İlay Çelik Sezer

Araştırmacılar ilk defa laboratuvar ortamında insülin salgılayan hücreler üretti. Araştırmanın sonuçlarının Tip I şeker hastalığının tedavisinde çığır açabileceği düşünülüyor.

Kandaki glikoz düzeyinin düzenlenmesini sağlayan bir hormon olan insülin pankreastaki beta hücreleri tarafından salgılanıyor. Beta hücreleri daha önce laboratuvar ortamında kök hücrelerden üretilbilmişse de bu hücrelerin insülin salgılaması sağlanamamıştı. İnsan kök hücreleri laboratuvar ortamında beta hücrelerine dönüştürüldüğünde hücreler ancak belirli bir aşamaya kadar olgunlaşabiliyordu. Bu da glikoza yanıt olarak insülin üretebilen hücreler elde edilmesinin önünde büyük bir engel teşkil ediyordu. Şimdi araştırmacılar hücrelerin laboratuvar ortamındaki olgunlaşma sürecini harekete geçiren bir protein keşfetti.

Kök hücrelerden laboratuvar ortamında farklı hücre tiplerinin üretilmesi için kök hücrelerin başkalaşım sürecinde hangi hücre tipine dönüşeceğini belirleyen çeşitli yol ayrımlarından geçmesi gerekiyor. Ancak kök hücre ile tamamen olgunlaşmış bir hücre arasında pek çok gelişim aşaması bulunuyor. İşte pankreatik beta hücreleri daha önce laboratuvar ortamında üretilmeye çalışılırken erken bir gelişim aşamasında takılıp kalıyordu. Farklı gruplar tarafından yapılan denemelerde bu sorun bir türlü aşılamamıştı.

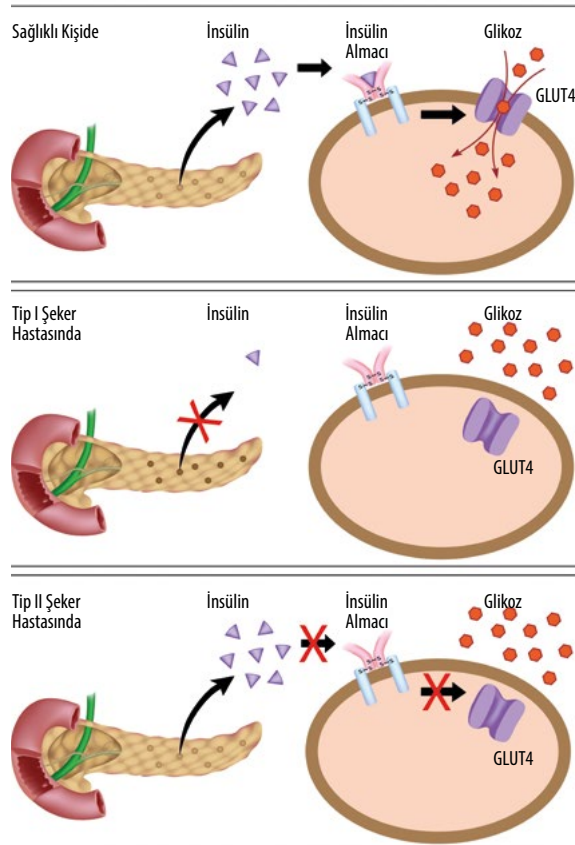
Salk Enstitüsü'nde çalışan Ronald Evans önderliğindeki araştırmacılar, cenine ait beta hücreleri ile yetişkine ait beta hücreleri arasındaki farkları inceleyip beta hücrelerinin tamamen olgunlaşmasını sağlayan etmeni keşfedebilmek için, bir hücrede üretilen bütün proteinler hakkında bilgi veren transkriptom verilerine baktı. Hücrede proteinler DNA'daki genetik bilgiye

dayalı olarak üretilirken DNA'daki bilgi önce transkripsiyon adlı süreçle mRNA adlı bilgi taşıyıcı moleküle aktarılıyor. Daha sonra mRNA'ya aktarılmış olan bu bilgiye dayanarak proteinler üretiliyor. Dolayısıyla hücredeki bütün mRNA moleküllerinin koleksiyonu olan transkriptom, hücrede üretilen proteinlerin tamamı hakkında esaslı bir bilgi kaynağı oluşturuyor. İşte Evans ve ekibi farklı olgunluktaki iki grup beta hücresindeki transkriptomları karşılaştırınca hücre çekirdeğindeki bir almaç protein olan östrojenle ilişkili gama almacının (ERRγ) yetişkinlere ait olgun beta hücrelerinde çok daha fazla miktarda bulunduğunu anladı. Ekip daha önce bu protein üzerinde çalışmıştı. ERRγ'nın kaslarda mitokondri büyümesini artırdığını, şe-

kerlerin ve yağların enerji üretmek amacıyla oksijenle yakılmasını teşvik ettiğini biliyorlardı. Evans, bu düzenleyici proteinin beta hücrelerinde bu kadar çok bulunmasına ilk başta şaşırdıklarını, ancak beta hücrelerinin çok kısa sürede büyük miktarda insülin salgılaması gerektiğini, bununla büyük miktarda enerji gerektiren bir süreç olduğunu belirtiyor.

Araştırmacılar ERRγ üretemeyen fareler yetiştirdiklerinde bu hayvanlardaki beta hücrelerinin kan şekerindeki yükselmelere yanıt olarak insülin üretilmediğini gördü. Ancak laboratuvar ortamında ürettikleri insan beta hücrelerinin bir şekilde daha fazla ERRγ üretmesini sağladıklarında bu hücrelerin kültür ortamında glikoza yanıt vererek insülin salgıladığını gözlemlediler. Araştırmacılar bu defa kültür ortamında olgunlaştırdıkları bu hücreleri şeker hastası farelere aktardı. Hücreler ilk günden itibaren farelerin kanındaki glikoz yükselmelerine yanıt olarak insülin üreterek bu farelerdeki diyabet durumunu hafifletti.

Evans bu araştırmalarının işlevsel beta hücreleri oluşturma çalışmalarında yeni bir dönemin başlangıcı olduğu görüşünde. Araştırmacılar şeker hastalığına yönelik tedavi geliştirmek amacıyla bu süreci daha karmaşık modellerde incelemeyi amaçlıyor.



Tip I şeker hastalığında insülin salgılanamaz. Bu yüzden ilgili hücreler kandan glikoz alamaz. Dolayısıyla kan şekeri düşürülemez. Tip II şeker hastalığında ise insülin salgılanır ancak insülin almaçları insüline karşı duyarlılığını yitirir. Sonuçta yine insülin etkisini gösterememiş ve kan şekeri düşürülemez olur. Kan şekeri normal düzeyde tutulmadığında yıkıcı ve ölümcül sonuçlar ortaya çıkabilir.

# Meyveleri Taze Tutan İpeksi Kalkan

Pınar Dündar

Suyu çekilmiş, pörsümüş, rengi koyulaşmış meyveleri yemeyi kim ister? Mutfak tezgâhında unutulmuş, çürümüş bir meyve tabağı bu yaz günlerinde hiçbirimizin görmek istemeyeceği bir manzara olsa gerek. Ancak size bir müjdemiz var. Yeni bir araştırma sayesinde artık meyvelerin raf ömrü uzayacak.

**M**assachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde görev yapan Benedetto Marelli ve ekibi bunun için fibroin adlı bir proteinden yararlandı. İpeğin yapısında bulunan, çözünmeyen ve biyolojik olarak tamamen parçalanabilen fibroin proteinine batırılan meyvelerin bu sayede daha sulu kaldığını ve biçimlerini koruduğunu gözlemlediler.

Ekip, deney için önce ipekböceği kozalarından elde ettikleri ipekle %1 oranında fibroin içeren bir çözelti hazırladı. Ardından taze çilekleri dört kez bu çözeltiye batırdılar. Daha sonra fibroinle kaplı bu meyvelerin bazıları vakumlu ortamda su buharına maruz bırakıldı ve böylece fibroinin kristalleşmesi sağlandı. Bu vakumlama

ne kadar uzun sürerse kaplama da o kadar dayanıklı oluyordu. Uygulamanın ardından meyveler yedi gün boyunca oda sıcaklığında bekletildi. Bu süre sonunda en iyi görünen çilekler fibroinle kaplandıktan sonra vakumlananlardı. Hiçbir işlem yapılmayan ya da fibroinle kaplandıktan sonra vakumlanmayan meyvelere göre daha şişkin, kırmızı ve suluydular.

Araştırmacılar aynı deneyi muzlar üzerinde de uyguladı. Çürümeye başladıklarında yumuşayan ve rengi kahveye dönen muzların kabuklarının bu yöntem sayesinde daha sarı, pürüzsüz ve sert kaldığı görüldü. Üstelik dokuz gün sonra bile...

Çürüyüp bozulan meyveler dünya çapında büyük bir sorun. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, dünyada hasadı yapılan meyve ve sebzelerin yarısının tedarik zincirinde yok olduğunu, bunun da nedeninin büyük oranda çürüme olduğunu belirtiyor. Araştırmacılar fibroinin meyve ile havada bulunan gazlar arasında bir kalkan görevi yaparak bu gazların meyve ile temasını engellediğini, bunun da meyvenin çürüme hızını azalttığını belirtiyor.



## TRT Çocuk İçin Dijital Karakter Tasarlayın!

Özlem Ak

TRT Çocuk kanalı, Gösterge Bilim ve Sanat Akademisi ile birlikte üniversitelerin de desteğiyle Dijital Karakter Tasarım Yarışması düzenliyor. Üniversite öğrencileri TRT Çocuk ekranlarında hayata geçecek kahramanlar için hazırladıkları tasarımlarla yarışmaya katılacak.

Görsel ve grafik sanatlar, çizgi film, animasyon ve iletişim alanında eğitim gören üniversite öğrencilerine açık olan yarışmada jüri üyelerinin beğenisini kazanan ilk üç tasarımcıyı para ve birbirinden değerli burs ödülleri bekliyor. "Çocuklar için animasyon serisi veya sinema filmi ana kahramanlardan birinin çizimi" konulu TRT Çocuk Dijital Karakter Tasarım Yarışması'nda, her yaştan kesime hitap edebilecek insan, hayvan, yaratık ve süper kahraman tasarımları kabul edilecek. Her tasarımcının tek bir karakter ile katılacağı

yarışmanın başvuruları 12 Mayıs - 17 Haziran 2016 tarihleri arasında yapılabilecek. İsteyen katılımcılar tasarladıkları karakterin özelliklerini ve hikâyesini de ekleyebilecek.

TRT Çocuk Kanal Koordinatörü Bekir Yıldızcı öğrencilerin hayal güçlerini kullanarak görsel, mekânsal ve her türlü tasarımı içeren bir çalışma içine girmelerini amaçladıklarını belirtti.

Detaylı bilgi için [www.trtcocuk.net.tr](http://www.trtcocuk.net.tr) ve

[www.gbsa.com.tr](http://www.gbsa.com.tr) adreslerini ziyaret edebilirsiniz.







## Pehlivan Team: Pistlerden Balkanlar'a Yolculuk

Yunus Emre Kukut-Takım Kaptanı

Trakya Üniversitesi bünyesinde bulunan Pehlivan Team 240 kg ağırlığa ve elektrik hub motor ile yüksek verimliliğe sahip 100 km'de 0,75 ₺ harcayan elektrikli araçları *Pehlivan ElekTrak* ile 20-27 Nisan tarihleri arasında beş ülkeyi ve altı tanıtım noktasını kapsayan bir tur gerçekleştirdi.

20 Nisan günü Gümrük ve Ticaret Bakanı Bülent Tüfenkçi'nin Kapıkule Gümrük Kapısı'ndan çıkış işlemlerini gerçekleştirmesi ile başlayan tur kapsamında Yunanistan'da Selanik Aristoteles Üniversitesi, Makedonya'da Tetova Üniversitesi, Bosna Hersek'te Mostar ve Başçarşı, Karadağ'da Karadağ Teknik Üniversitesi, Arnavutluk'ta Tiran Politeknik Üniversitesi'nde tanıtım yapıldı. Pist-

lerden Balkanlar'a sloganı ile yola çıkan takım ziyaret ettiği üniversitelerde kompozit yapı, vakum infüzyon aşamaları, mekanik, elektronik sistemlerin tasarlanıp üretilmesi hakkındaki bilgi ve tecrübelerini aktararak sorulan sorulara cevap verdi. Pehlivan Team tanıtımı gerçekleştirilen ve PVC köpük destekli sandviç yapı kullanarak ürettikleri *Pehlivan ElekTrak* direksiyonunun bir örneğini ziyaret ettikleri üni-

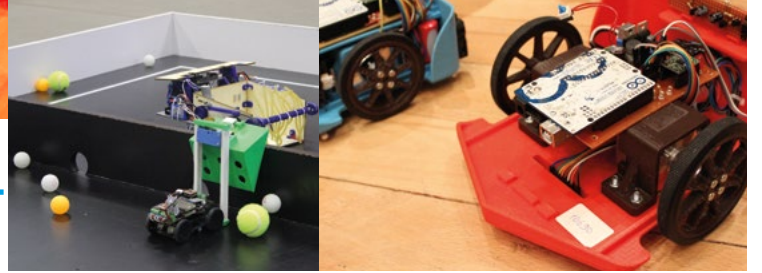
versitelerin rektörlerine ve o ülkelerdeki T.C. Büyükelçilerine hatıra olarak sundu. Pehlivan Team, Pehlivan markasının değerini artırarak Trakya Üniversitesi'ni, Edirne'yi, Türkiye'yi ve paydaşlarını uluslararası platformda en iyi şekilde temsil etmek üzere çıktığı sekiz günlük Balkan Turu sonunda her şeyin başlangıcı olan atölyelerine geri dönerek yolculuğunu tamamladı.





## MUFE Robotics Team

Filiz Dalıp - Marmara Üniversitesi Robot Kulübü Yönetim Kurulu Başkanı -  
Marmara Robot Olimpiyatları Genel Koordinatörü



**2010'da kurulan Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Robot Kulübü'nün (MUFE Robotics Team) temelleri, robotik teknolojilere meraklı mühendislik fakültesi öğrencilerinin hobi olarak yaptığı çalışmalara dayanıyor. MUFE Robotics Team çevresinden aldığı destek ve özverili çalışma ile ürettiği ilk robotu Mini Sumo'yu kısa sürede yarışacak hale getirdi ve ilk derecesini 2011'de Uludağ Robot Günleri'nde kategori üçüncüsü olarak aldı.**

Yazılım ve elektronik konusunda tecrübeli kulüp üyeleri tarafından verilen eğitimlerle ve Marmara Üniversitesi'nin bir laboratuvar tahsis etmesiyle hız kazanan çalışmalar böylece ilk meyvelerini vermeye başlamış oldu. Gün geçtikçe daha iyi işler ortaya çıkaran kulüp en son bilimsel ve teknolojik gelişmeleri takip ediyor ve bunun karşılığını alıyor.

MUFE Robotics Team'in başarı kriteri özgün ve yenilikçi bir kulüp olmanın yanı sıra Ar-Ge bilincine sahip, rekabete hazır, toplum ihtiyacına cevap veren bireyler yetiştirmek. Bunun için en son bilimsel ve teknolojik gelişmeleri takip ederek her türlü çalışma ve yarışma için eğitim ve araştırma amaçlı robotlar tasarlar. Akademik

programın getirdiği bilgi birikimi ile robot teknolojisiyle topluma artı değer katmayı ve toplumda robot teknolojisi bilincini oluşturmayı ise kendine ödev bilir. MUFE Robotics Team, tüm bu amaçlar ve ödevler doğrultusunda bilgi ve becerisini takım çalışması ve birlik ruhu ile bütünleştiriyor.

Ders dışı etkinliklerle yetinmeyen MUFE Robotics Team, yetkin mühendisler de yetiştiriyor. Üyelerinin yenilikçi fikirlerini her zaman önemseyen ve bunları yeni projelerle destekleyen bir okul olarak görebileceğimiz kulüpte, öğrenciler özgirişim ve kendin yap hareketi odaklı çalışıyor. Üyeler takım çalışmasının yanı sıra daha önce kulüpte görev almış mezunlarla da bağlarını koparmayıp onların da desteğini alıyor. Kısacası oturmuş bir sistemle üyelerini ve mezunlarını bir arada tutuyor.

Öğrencilerin kulübe üye olabilmeleri için her senenin başında MUFE Robotics Team'in tecrübeli üyeleri tarafından verilen proglamlama ve temel robotik (sensörler, motorlar, piller, elektronik devreler gibi) eğitimlerine katılmaları ve bu eğitimlerin sonunda yapılan yazılı ve uygulamalı sınavlardan geçmeleri gerekiyor. Ti-

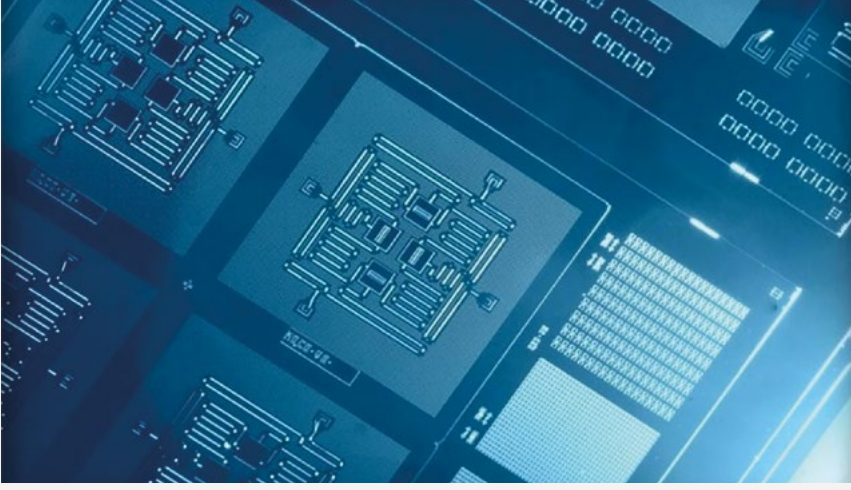
tizlikle yürütülen bu süreçte yeni üyelerini seçen MUFE Robotics Team hız kesmeden çalışmalarına devam ediyor.

Tüm bu çalışmalarını sergilediği ve diğer kulüplerle buluşup yarışma imkânı bulunduğu organizasyonlarda ise farkını ortaya koyuyor. Gittiği hiçbir yarışmadan eli boş dönmeyen MUFE Robotics Team diğer kulüpler tarafından ilgiyle izleniyor.

MUFE Robotics Team İTÜRO'nun Serbest, Renk Seçen ve Autodesk, OD-TÜ Robot Günleri'nin Serbest ve Labirent Çözen, Yıldız Savaşları'nın Serbest (2015), İTÜRO'nun Merdiven Çıkan, IZ-TECH ROBOLEAGUE'in Arazi, Akdeniz Üniversitesi Robot Yarışması'nın Yangın Söndüren kategorilerinde (2014) ve IZTECH ROBOLEAGUE'in Yangın Söndüren kategorisinde (2012) birincilik elde etti. Bunların yanı sıra on yedi yarışmada da ikincilik ve üçüncülük elde etti. MUFE Robotics Team, 27-28 Şubat 2016 tarihlerinde Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü'nde bu sene ilkinin düzenlediği Uluslararası Marmara Robot Olimpiyatları'na da ev sahipliği yaptı. (olimpiyat.muferobotics.org)



## IBM'in Kuantum Bilgisayarı, Denemeniz İçin Parmaklarınızın Ucunda



IBM Quantum Experience sayesinde basit bir kayıt işleminin ardından ilk kuantum bilgisayarınızı kurcalamaya başlayabilirsiniz.

Geleneksel bilgisayarların bilgi işlemeye yönelik mevcut sınırlarını ortadan kaldıracak alternatiflerden biri olarak gösterilen kuantum bilgisayarlar ne yapacak, nasıl olacak merak ediyorsanız, hatta merakın ötesinde bir tane olsa da kurcalasam diyorsanız size

güzel bir haberimiz var: IBM Research, kuantum bilgi işlem platformunu ilk kez tüm internet kullanıcılarının erişimine açtığını duyurdu. IBM'in bulut bilişim altyapısı üzerinden sunulan ve IBM Quantum Experience adı verilen bu servis, kullanıcıların mevcut

hesaplamalarını kuantum bilgisayar üzerinde denemelerine ve sistemin farklı özelliklerini keşfetmelerine izin veriyor. IBM ayrıca bu projeye şu an için dünyada bir örneği olmayan, ancak önümüzdeki 10 yıl içinde üretilebileceği düşünülen evrensel kuantum bilgisayar kavramının temellerini kullanıcılarından gelen geri bildirimler eşliğinde olgunlaştırmayı hedefliyor. Kısaca özetlemek gerekirse, kuantum bilgisayarlar veriyi işlemek için çağdaş bilgisayarlarda olduğu gibi sadece 0 ve 1 pozisyonunda yer alabilen transistörlerden değil 0, 1 veya hem 0 hem 1 pozisyonunda bulunabilen "qubit" adlı bileşenlerden oluşuyor. Bu daha fazla olasılığa sahip temel bilgi işlem bileşenleri, kuantum bilgisayarların diğer özellikleriyle bir araya geldiğinde günümüz bilgisayarlarının altından kalkmadığı bazı hesaplamaların görülmemiş bir hızda tamamlanması mümkün hale gelecek. Detaylar için [research.ibm.com/quantum](https://research.ibm.com/quantum) adresini ziyaret edebilirsiniz.

## Akıllı Telefonunu Elden Bırakmayanlara Özel Işıklandırma Geliyor

Geçtiğimiz ay Common Sense Media adlı araştırma şirketi, 12-18 yaş aralığındaki gençlerin %59'unun akıllı telefonlarına aşırı bağımlı olduğunu ortaya koyan bir araştırmanın sonuçlarını yayımladı ([bit.ly/tee-](https://bit.ly/tee-naddict)

naddict). Diğer yandan bu alışkanlık, yolda yürürken dikkatini yola vermek yerine elindeki ekrana odaklanan kişilerin günlük hayatını da tehlikeye atıyor. Kalabalık bir caddede yolun karşısına geçerken durup me-

saj yazmaya odaklanan, hatta kendi fotoğrafını çekmeye yeltenenlere bizzat rastladım. Peki ne yapmalı? Bu konunun çözümüne dair ilk girişim Almanya'nın Augsburg kentinden geldi. Augsburg Belediyesi, yürürken akıllı telefonundan kafasını kaldırmayan kullanıcıların yayalara kırmızı yanarken yola girmesini önlemek için yol kenarına kırmızı LED ışıklar yerleştirmeye başlamış. Böylece başınız öne eğik yürürken en azından yerde parlayan bir kırmızı ışık demetinin gözünüze batacağını umuyorlar. Belediyeye bu kararı aldırın şey ise, maalesef 15 yaşında bir kızın kulağında kulaklık ve elinde telefonla caddeye atlayıp tramvayın altında kalarak hayatını kaybetmesi. Detayları [bit.ly/ledtraf](https://bit.ly/ledtraf) adresinde bulabilirsiniz.

Almanya'daki Augsburg kenti, yürürken gözünü akıllı telefonundan ayıramayanlar farkında olmadan yola atlamasınlar diye yaya geçitlerine LED ışıklar döşemeye başlamış.

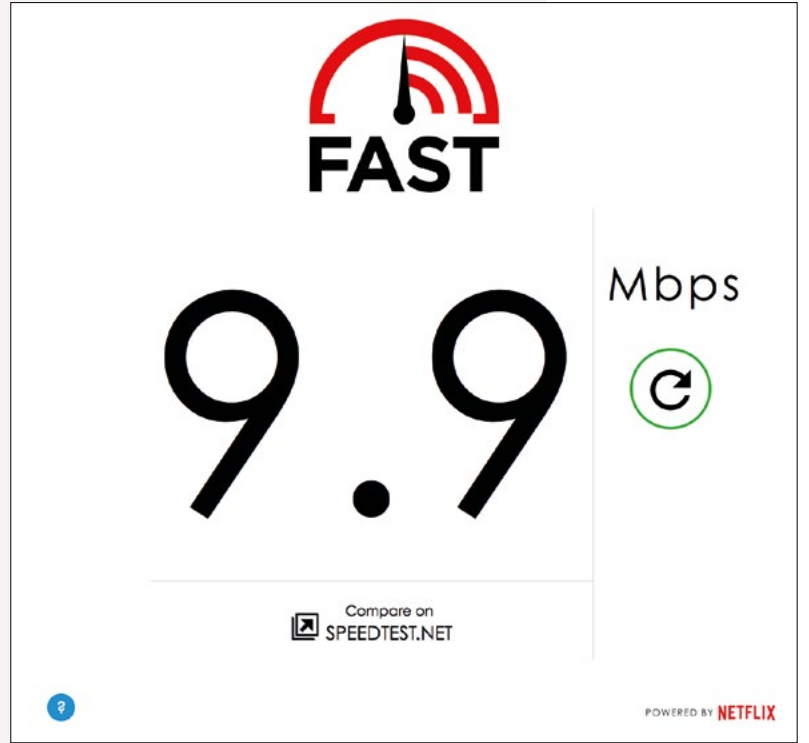




## İnternet Hızınızı Test Etmenin En Kolay Yoluyla Tanışın

İnternet üzerinden televizyon hizmeti veren ve yaptığı işin doğası gereği yavaş internet hızlarından nefret eden Netflix, internet hızınızı en kısa yoldan ölçmenizi sağlayan yeni bir site hayata geçirdi. İnternet tarayıcınızı açıp fast.com sitesine gittiğinizde, internet indirme hızınızı ekranda beliren kocaman rakamlar sayesinde saniyeler içinde görebiliyorsunuz. Servis speedtest.net adresindeki gibi yükleme hızı ve sunucu cevap hızı gibi parametreleri vermiyor. Ama çok daha hızlı ve pratik. Üstelik internet hız testi yapacağım diye bol keseden veri harcamıyor ve mobil tarayıcılarda da gayet güzel çalışıyor. Böylece Netflix "vaat ettiği hızları gerçekte sunamayan internet servis sağlayıcınızı tespit edip hakkınızı arayabilirsiniz" diyor. Laf aramızda, geçtiğimiz 1 Nisan'da 4.5G mobil internet hizmetinin devreye girmesiyle birçok kişi hız testi sitelerine saldırmış ve sadece hız testi yapmak için mobil internet kotalarının önemli bir bölümünü harcamıştı. Keşke bu site o zaman çıksaymış. Denemek için fast.com adresini ziyaret edebilirsiniz.

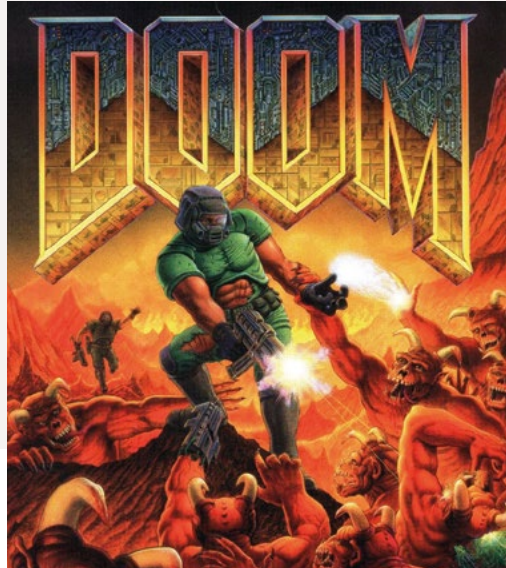
Netflix'in fast.com adresinde sunduğu internet hız testiyle bağlantı hızınızı kolayca ölçebilirsiniz.



## Ortalama Web Sitesi Boyu Doom'a Yetiştii

1994 yılında üç boyutlu bir dünyada gerçek zamanlı olarak serbestçe dolaşabildiğiniz ve bugünkü FPS adı verilen oyun türünün ilk örneklerinden olan Doom piyasaya çıktığında, insanlar heyecandan ve şaşkınlıktan neredeyse küçük dillerini yutuyordu. Doom'un ortaya çıkışından 22 yıl sonra yeni bir dönüm noktasına geldik. Artık ziyaret ettiğiniz ortalama bir web sitesi ilk Doom oyunundan daha fazla yer kaplıyor. Orijinal Doom'un deneme sürümünün kurulum dosyaları sıkıştırılmış haliyle 2,39 megabayt tutarken, internetteki web sitelerinin barındırdığı ortalama veri miktarı 2,3 megabaytı geçti. Peki bu ne demek? Rakamları ortaya koyan HTTP Archive web sitesinin yazılım mühendisi Roman Cremin'e göre bu internetteki gereksiz şişkinliğin en belirgin göstergelerinden biri. "1994 yılında detaylı dünyaların üç boyutlu olarak canlandırıldığı, birçok bölümden oluşan, onlarca farklı düşmanla karşı karşıya geldiğiniz bir oyunun ihtiyaç duyduğu alana bugün tek bir web sitesi sığdırmakta zorlanıyoruz" diyor Cremin. Tüm bunlar internet hızının artması ve bilgisayar-

ların hızlanmasıyla birlikte, geliştiricilerin kodlarını optimize etmeye uğraşmak yerine işin yükünü makinele ve kullanıcıların internet bağlantısına yıkmasının bir sonucu. Oysa diğer yandan dünyada internete son derece yavaş bağlanmak zorunda kalan milyarlarca insan var. Detaylı analizi [mobiforge.com/research-analysis/the-web-is-doom](http://mobiforge.com/research-analysis/the-web-is-doom) adresinde okuyabilirsiniz.



1994 yılında pek çok bölümle ve düşmanla birlikte kapsamlı bir deneyim sunan Doom adlı oyunun kapladığı yere bugün sıradan bir web sayfası zor sığıyor.

## Dünyanın En Pahalı Araçları 20 Yıllık Bilgisayarlara Emanet

Bundan 15 yıl önce elimizde floppy disk olmadan bilgisayarımıza işletim sistemi kuramazdık, şimdi kayıt simgesi görseli haricinde floppy disk göremiyoruz. Teknolojik gelişim çok şeyi geride bırakıyor, birçok cihaz ve standart, çağdaş alternatiflerin karşısında kaybolup gidiyor. Ama işte öyle anlar geliyor ki, o yitip gitti dediklerinize muhtaç kalıyorsunuz. Bunun en güzel örneklerinden biri de geçtiğimiz aylarda ortaya çıktı. Dünyanın en ünlü performanslı araç üreticilerinden McLaren'in 1992-1998 yılları arasında toplam 106 adet ürettiği, bugün hala 100 tanesi yollarda olan ve 10 milyon doların üzerinde fiyata alıcı bulan McLaren F1 modelleri, bakım için 1990'ların başından kalma Compaq LTE 5280 dizüstü bilgisayarlara ihtiyaç duyuyor. Hatta McLaren'in bu bilgisayarlara sahip olmak ve elinde tutabilmek için hayli yüksek miktarda parayı gözden çıkardığı söyleniyor. Neden? Çünkü motordaki elektronik aksam, DOS işletim sistemiyle birlikte yal-

nızca bu bilgisayarda kullanılabilen CA (Conditional Access - Koşullu Erişim) kartına ihtiyaç duyuyor. Sadece söz konusu bu kart motor ve yazılım arasındaki doğrulamayı sağlayarak müdahale izni verdiği için başka türlü aracın programına erişmek mümkün değil. Benzer sorunlar pek çok endüstri için geçerli. 40-50 yıllık bankacılık uygulamalarını çalıştırmak için işler halde tutulması gereken ana bilgisayarlardan tutun da, 40 yaşındaki uçakların bakımına kadar pek çok alanda unutulmuş ve terk edilmiş teknolojilerin izleri var. Haberin detayını [bit.ly/mclarencompaq](http://bit.ly/mclarencompaq) adresinde bulabilirsiniz.

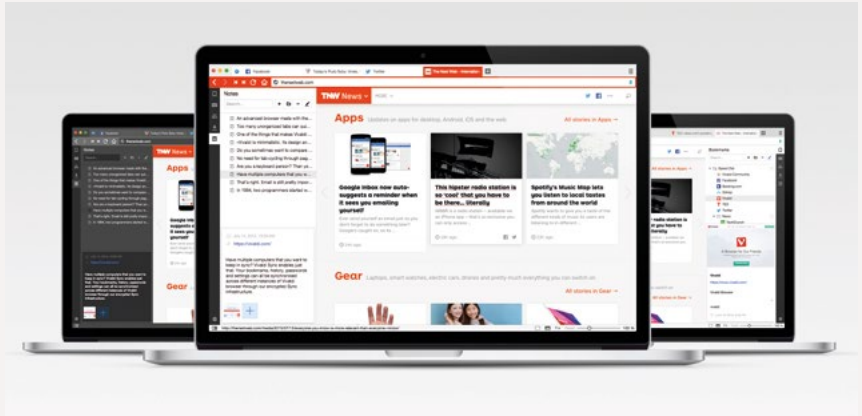


McLaren'in her birine 10 milyon dolar üzerinde değer biçilen 100 adet F1 aracı, bakım için 25 yıllık Compaq dizüstü bilgisayarlara ihtiyaç duyuyor.



## Vivaldi Web Tarayıcı Son Derece İddialı

Zaten o kadar alternatif varken şu an ihtiyacınız olan en son şeyin yeni bir web tarayıcı olduğunu düşünebilirsiniz. Ama eski Opera geliştiricilerinin yeni tarayıcısı Vivaldi en azından bir göz atılmayı hak ediyor. Alıştığınız tarayıcılardan farklı olarak tamamen özelleştirilebilir bir yapıya sahip olan Vivaldi ile sekmeleri, renkleri, adres çubuğunun yerini, aklınıza gelen her unsuru keyfinize göre farklılaştırabiliyorsunuz. Tarayıcı birçok web sayfasını yan yana gösterebilme, sekmeleri gruplayabilme, renk temasını mevcut web sitesine otomatik olarak uydurabil-



Vivaldi internet tarayıcı, alışlageldik web tarayıcılara kıyasla sunduğu kullanışlı özellikler ve özelleştirme seçenekleriyle öne çıkıyor.



me ve sayfa içinde not alabilme, çok kullanılan fonksiyonlara klavye ve fareyle hızlı erişim gibi ilginç ve kullanışlı özellikler de sunuyor. Özellikle mevcut web tarayıcılarda özelleştirme ve sekme yönetimi konusunda

beklediğiniz esnekliği bulamıyorsanız, mutlaka bir göz atmanızı öneririm. Vivaldi internet tarayıcısı [vivaldi.com](http://vivaldi.com) adresinden ücretsiz olarak indirebilirsiniz.



## İnternetli Arazi Araçları Hayat Kurtarmaya Geliyor



Avustralya yerleşimin en seyrek olduğu yerlerden biri. Bu da koca ülkede, hatta kıtada diyelim, kaybolmayı çok ciddi bir sorun haline getiriyor. Avustralya Flinders Üniversitesi eğitimcilerinden Paul Gardner-Stephen, bu sorunun çözümü için Toyota'nın Land Cruiser araçlarını acil durum iletişim merkezi haline dönüştürmek amacıyla bir proje başlatmış. Neden Land Cruiser dersenez, bu araçlardan kıtada yarım milyondan fazla var ve özellikle de taşra bölgesinde pazar payı yer yer %90'ı geçiyor. Projede Toyota ile birlikte yaratıcı reklam ajansı Saatchi&Saatchi de yer alıyor. Özel olarak tasarlanarak araçlara yerleştirilen acil durum iletişim cihazlarının yaklaşık 25 kilometrelik bir kapsama alanı var. Arazide kaybolmanız durumunda özel uygulama sayesinde bu menzil içinde denk geldiğiniz ilk

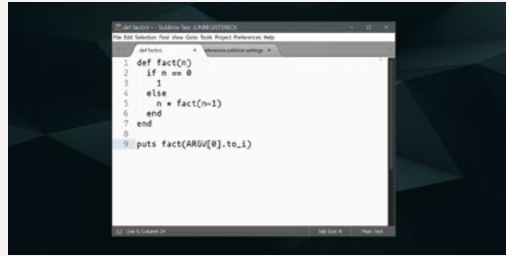


Land Cruiser'a bağlanıyorsunuz, o da sizin mesajınızı bir diğer Land Cruiser'a iletiyor ve bu zincir size yardımcı olabilecek birilerinin kulağına gidene kadar devam ediyor. Aslında dünyada bu kadar araç varken interneti de bu şekilde dağıtmak drone veya balonla dağıtmaktan daha kolay olacak gibi. Sistem şimdilik ön tasarım aşamasında ve testleri devam ediyor. Detayları [saatchi.com/en-in/work/toyota-landcruiser-emergency-network](http://saatchi.com/en-in/work/toyota-landcruiser-emergency-network) adresinde bulabilirsiniz.

Avustralya Flinders Üniversitesi eğitimcilerinden Paul Gardner-Stephen, Toyota ve Saatchi&Saatchi ile birlikte Land Cruiser araçları üzerinden çalışacak bir acil durum iletişim sistemi kurguluyor.

## Programcılar İçin Özel Font: Mononoki

İyi bir program yazmak için programlama beceriniz ve çalıştığınız derleyici kadar, kullandığınız fontun da önemli olduğu aklınıza gelir miydi? Matthias Tellen adlı tasarımcı bunun önemli bir nokta olabileceğini düşünmüş ve hem program yazmayı, hem de yazılan programı kontrol etmeyi kolaylaştıran yeni bir font (karakter seti) tasarlamış. İki boyutlu bir ortamda detayları daha kolay seçmek üzere tasarladığı fonta da Mononoki adını vermiş. Fontun tüm renk düzenlerinde ve hem yüksek, hem düşük çözünürlüklü ekranlarda gayet iyi sonuç verdiği belirtiliyor. Beğenirseniz yazı yazmak için de kullanabilirsiniz. Mononoki fontunu normal, italik, kalın ve kalın italik olmak üzere dört farklı biçimiyle ücretsiz olarak indirmek ve nasıl göründüğünü incelemek için [madmalik.github.io/mononoki](http://madmalik.github.io/mononoki) adresini ziyaret etmeniz yeterli.



Programcıların detayları daha iyi görebilmesi için özel olarak tasarlanan Mononoki isimli fontu ücretsiz olarak indirebilirsiniz.



# Hubble'ın Gözünden Baloncuk Bulutsusu

**Baloncuk Bulutsusu'nun (NGC 7635) bu görüntüsü Şubat ayında Hubble Uzay Teleskopu tarafından çekildi. Dünya'dan 7100 ışık yılı uzaktaki bulutsu Kraliçe Takımyıldızı'nda yer alıyor.**

Baloncuk Bulutsusu'nun merkezinde, kütlesi Güneş'inkinden yaklaşık 45 kat daha büyük olan genç bir yıldız bulunuyor. Yıldızdan saatte 6,5 milyon kilometre hızla uzaya yayılan yüksek enerjili parçacıklar, yıldızlararası ortamda bulunan düşük sıcaklıktaki gazları ve toz parçacıklarını dışarı doğru itiyor ve sıcaklıklarının artmasına neden oluyor. Fotoğraftaki renkler farklı sıcaklıktaki gazlardan yayılan farklı dalga boylarındaki ışınlardan kaynaklanıyor. Yıldızlararası ortamdaki farklı

yoğunluktaki bölgeler nedeniyle sıcak gazların yayılımı simetrik olmadığından, genç yıldız baloncunun tam merkezinde görünmüyor. Yaklaşık 4 milyon yaşındaki devasa yıldızın 10-20 milyon yıl içinde süpernova olarak patlayacağı tahmin ediliyor.

1787 yılında İngiliz gökbilimci William Herschel tarafından keşfedilen Baloncuk Bulutsusu'nun bu görüntüsü, 24 Nisan 1990'da fırlatılan Hubble Uzay Teleskopu'nun 26. yaş kutlamalarının simgesi olarak seçildi.











## Bisiklet Sürerken Telefonunuzu Yönetebilmenizi Sağlayan Akıllı Bir Çözüm

Project Jacquard adını verdikleri bir çalışma kapsamında bir araya gelen Google ve dünyanın önde gelen tekstil firması Levis akıllı kot ceket Commuter'ı geliştirdi. Kullanıcının akıllı telefonundan yapabildiği şeyleri, üzerindeki dokunmaya ve baskıya duyarlı sensörler sayesinde çok daha kolay bir şekilde yapmasını sağlayan ceket, bir kulaklık üzerinden kullanıcıya yapılacak işlemlerle ilgili komutlar veriyor. Sol kolunda yer alan sensörler yardımıyla gelen aramaları yanıtlatabildiğimiz, yol tarifi alabildiğimiz, dinlediğimiz müziği değiştirebildiğimiz ve yakınlardaki mekânları öğrenebildiğimiz akıllı ceket hareketlerimizi algılayan bir asistana benziyor. Hedef kitlesi bisiklet ve motosiklet sürücüleri olan ve akıllı telefon bağlantısını Bluetooth teknolojisi üzerinden kuran ceketin, özel tasarımlar ve renklerle 2017'de raflarda yer alması bekleniyor.

<http://www.gq.com/story/google-levis-commuter-jacket>

## Dünyanın İlk Akıllı Mandalı

Avustralya merkezli ünlü deterjan firması OMO, günlük yaşamımızda kullandığımız birçok ürünün akıllanmaya başladığı şu günlerde teknoloji dünyasına yepyeni bir ürün kazandırdı: Peggy. Üzerinde Wi-Fi modülü, ısı, ışık ve nem sensörleri bulunan Peggy, havadaki sıcaklığı ve nem oranını ölçerek kullanıcısına çamaşır yıkamak ve kurutmak için en ideal zamanı bildiren, çamaşırlar kurduğunda ve yağmur yağma ihtimali olduğunda çamaşırların toplanması için akıllı telefondaki uygulamasına bildirim gönderen bir akıllı mandal.

Benzer başka uygulamalar da olduğunu düşünürsek, satış fiyatı henüz belirlenmeyen ve test aşamasında olan Peggy günlük yaşamda kullanılamayacak kadar lüks görünüyor.

<http://www.engadget.com/2016/04/19/peggy-smart-clothes-peg/>





# Akıllı Çocuk Telefonu ile Gözünüz Arkada Kalmasın

Çocuğunuzu an be an takip edip ondan haber almanızı sağlayan akıllı telefon Wiky Watch, New York merkezli bir teknoloji firması tarafından geliştirildi. Çocuğunun daha cep telefonu kullanamayacak kadar küçük olduğunu düşünen anne babalar için geliştirilen telefon ve uygulaması sayesinde anne babalar çocuklarını her an takip edebiliyor,

kimlerin onlarla telefon üzerinden iletişim kurabileceğini belirleyebiliyor ve çocuk belirlenen alanın dışına çıktığında bir mesajla uyarılıyor. Tüm bunların yanı sıra telefonda yer alan etkinlik ölçen sensörler sayesinde çocuğun gün içinde ne kadar yürüdüğü ve kaç adım attığı ölçülerek ebeveynlere rapor halinde bildiriliyor. 2G teknolojisi ve 2G uyumlu SIM kart kullanan akıllı telefonun rehberine anne babaların belirlediği en fazla on kişi kaydedilebiliyor. En önemlisi de çocuklar belirlenen kişilerin dışındaki kişilerle görüşme yapamıyor. Telefonda yer alan bas konuş özelliği sayesinde çocuklar tuşa basılı tutarak diledikleri kişiye ses kaydı gönderebiliyor.

Acil durumlarda çocuklar SOS tuşuna basarak ebeveynlerine ve daha önceden belirlenen kişilere konumlarını bildirebiliyor ve sesli mesaj gönderebiliyor. Mavi, pembe, yeşil ve gümüş renk seçenekleri bulunan saat 499 TL'ye satılıyor. [www.wikywatch.com](http://www.wikywatch.com)





## Dünyanın İlk Sürücüsüz Akıllı Bebek Arabası

New York merkezli bir teknoloji firması tarafından, bebeğini güvenle ve rahatça taşımak isteyen teknoloji sever annelerin ihtiyaçlarına çözüm olarak geliştirilen Smartbe, akıllı bir bebek arabası. Yokuş yukarı çıkarken, alışveriş yaparken veya koşarken bebek arabasını zorlanmadan sürmeyi hayal eden annelere

büyük bir kolaylık getiren bebek arabası kendi kendini otomatik olarak itebiliyor, bebeğin biberonunu ısıtabiliyor, müzik çalabiliyor ve telefon şarj edebiliyor. Sensörleri sayesinde sürüş esnasında kullanıcı ile belli bir mesafeyi koruyan araba, yoldaki engelleri algılayarak sürüş hızını düşürüyor veya artırıyor. Akıllı bebek arabası otomatik modda iken elle kontrol edilmeksizin kullanıcının önünde belli bir mesafede ilerliyor ve iOS ve Android uyumlu uygulaması üzerinden kullanıcının hareketlerini algılayarak o yavaşladığında yavaşlıyor, hızlandığında hızlanıyor, durduğunda duruyor ve geri

gittiğinde geri gidiyor. Yarı otomatik modda iken ise sürücünün enerji sarf etmesini gerektirmeden yalnızca elle yönlendirme sayesinde araba yine kendisi hareket ediyor. Manuel modda da araba sadece kullanıcının kontrolünde oluyor. Seyahat esnasında bebeğin görüntülenebilmesi için küçük bir kamerası olan arabada, bebek uyandığı zaman sesinin duyulmasını sağlayan bir mikrofon da var. Dolu batarya ile yaklaşık altı saat otomatik modda kullanılabilen akıllı bebek arabası, 2017 yılının Nisan ayında 3199 dolardan satışa sunulacak.

<http://www.smartbe.co/>







## Şaşırtıcı Ama Gerçek

Barcelona merkezli teknoloji firması Arkyne Technologies, fotosentez ile açığa çıkan enerjiyi elektriğe dönüştürerek akıllı telefonların şarj edilebilmesini sağlayan bir saksı olan BiooLite'ı geliştirdi. Çoğu insanın günde en az bir kere yaptığı telefon şarj etme işlemini bitkilerin fotosentezi esnasında açığa çıkan enerji ile gerçekleştirmeyi hedefleyen akıllı saksı, şarj etme esnasında daha az elektrik ve daha temiz enerji kullanılmasını sağlıyor.



Prizleri ve kırılıp bozulan şarj aletlerini bir kenara iten saksı, içindeki bitkinin fotosentez yapması sonucu oluşan organik bileşiklerin bakteriler tarafından parçalanmasıyla ortaya çıkan elektrik enerjisini, elektronların hareketi ile saksının üzerinde yer alan USB girişine iletiyor. Gün boyunca elektrik depolayan saksı ile beş yıl boyunca günde en fazla üç kere akıllı bir telefonu şarj etmek mümkün.

Saksının daha fazla enerji üretebilmesi için bitki olarak kaktüs kullanılmaması ve ekilen bitkinin güneşli ortamda tutulması tavsiye ediliyor. Satış fiyatı hakkında henüz bilgi verilmeyen saksının 2016 yılının Aralık ayında raflarda yer alması bekleniyor.

<https://www.indiegogo.com/projects/bioo-charge-your-phone-with-the-power-of-a-plant#/>



## Hesabını Bilmeyenlere Haddini Bildiren Teknoloji

İngiltere merkezli teknoloji firması Intelligent Environments, parasının hesabını bilmeyen kullanıcıları gereğinden fazla harcama yapıldığı zaman elektroşok ile uyararak akıllı bileklik Pavlok'u geliştirdi. Akıllı telefona yüklenen Pavlok uygulaması ile Bluetooth 4.0 teknolojisi üzerinden bağlantı kuran bileklik, kullanıcının uygulamada belirlediği aylık bütçeye göre yapılan harcamaları takip ediyor ve harcama miktarı belirlenen bütçeyi aştığında 255 voltluk bir elektrik akımı ile kullanıcıyı uyarıyor.

Yeme içme, giyim, teknoloji, spor, eğlence gibi kategorilerde ayrı ayrı bütçe belirlenmesine imkân sağlayan uygulaması ile tüketicileri fazla harcama yapma alışkanlığından kurtarmayı hedefleyen akıllı bileklik, tüketici için bir otokontrol sistemi olarak sunuluyor. Henüz herhangi bir bankanın destek vermediği bileklik 250 dolardan satılıyor.

<http://pavlok.com/>



# Aziz Sancar

---

“Ne Yapıyorsunuz  
İyi Yapın,  
Çok Çalışın!”

7 Ekim 2015 tarihinde, o tarihten yaklaşık bir ay önce açılışı yapılan iBG-izmir’in (Uluslararası Biyotıp ve Genom Merkezi) başkanı Prof. Dr. Mehmet Öztürk ile görüşmeye ve merkezi gezmeye İzmir’e gitmiştim. Görüşme sırasında Prof. Öztürk’ün çalan telefonundan Aziz Sancar’ın 2015 Nobel Kimya Ödülü’nü aldığının müjdesi geldi. Aziz Sancar hem iBG’nin bilimsel danışma kurulu üyesi hem de Prof. Öztürk’ün çok eski ve yakın arkadaşıydı. Benim için ne büyük şanstı ki bu müjdeyi ilk duyanlardan biriydim, sonrasındaki coşkuyu anlatmaya gerek yok.

O tarihten beri tüm Türkiye, tüm Türk dünyası büyük bir gurur yaşıyor. Ödül açıklandıktan kısa bir süre sonra Prof. Sancar ödülünü 19 Mayıs 2016’da Anıtkabir’e bırakacağını söylemişti. Mayıs ayının ikinci haftasında Aziz Sancar Türkiye’ye geldi. İzmir’de, Ankara ve İstanbul’da çeşitli üniversitelerde, kurumlarda Nobel Ödül töreni sırasında verdiği dersi, ödülü aldığını öğrendiği andan itibaren yaşadıklarını ve hissettiklerini anlattı, çok anlamlı mesajlar içeren konuşmalar yaptı. Bu konuşmaların bir kaçında *Bilim ve Teknik* dergisi ekibi de oradaydı.

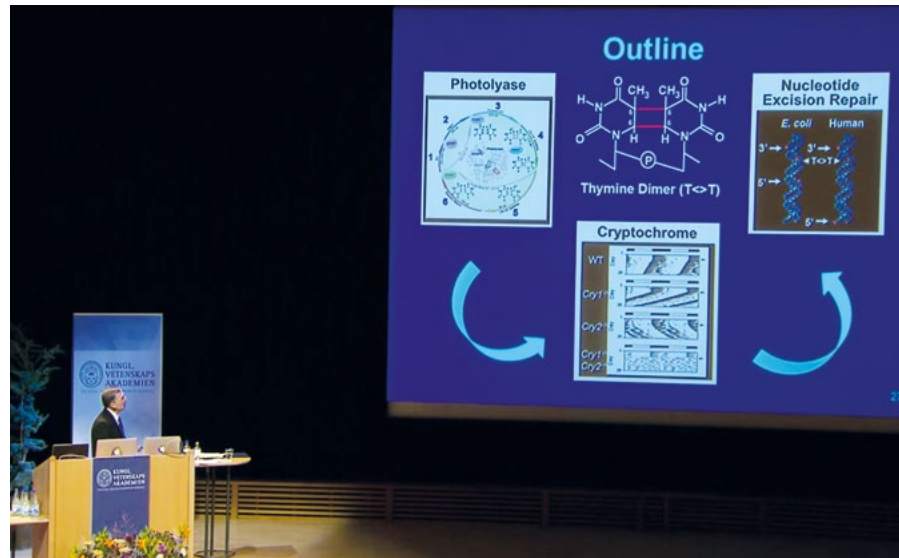


Lisedeyken bir kimya öğretmeninden etkilenen Aziz Sancar'ın kimya ile ilişkisi o yıllarda kuruluyor. Prof. Mehmet Öztürk, Aziz Sancar'ın çalışma disiplini babasından, zekâsını annesinden aldığını söylüyor. Gönünde kimya okumak yatsa da arkadaşlarının ısrarıyla tıp fakültesine giren Aziz Sancar Güneydoğu'dan gelen bir öğrenci olarak tıp fakültesinde başarısız olmaktan çok korkuyor. Bu nedenle gece gündüz ders çalışıyor ve hiç bir sosyal etkinlikte yer almıyor, futbolu çok sevmesine rağmen tek bir maça bile gitmiyor.



**A**ziz Sancar 2015 yılı Nobel Kimya Ödülü'nü Thomas Lindahl ve Paul Modrich ile paylaştı. Tıp ya da Kimya Nobel Ödülü insanlar arasında paylaşıldığı zaman bunun iki nedeni olabilir, diyor Aziz Sancar. İlk neden bu kişilerin aynı konuya değeri birbirinden ayırt edilemeyen katkılar yapmış olması. İkinci neden ise aynı konuda ama her biri bağımsız olarak o konunun alt alanlarına katkı yapmış olmaları. Aziz Sancar'ın durumu ikinci şıkka uyuyor. Çünkü DNA onarımı için önemli beş mekanizma var: Doğrudan tamir (fotolizaz ile tamir), nükleotid kesip çıkarmayla tamir, baz çıkarmayla tamir, yanlış eşleşmenin tamiri ve rekombinasyon ile tamir mekanizması. Beşinci mekanizmaya daha önce ödül verilmişti. 2015 Nobel Ödülü'nü diğer dört mekanizma aldı. Aziz Sancar doğrudan tamir ve nükleotid kesip çıkarmayla ilgili çalışmalarıyla, Thomas Lindahl baz çıkarma mekanizmasıyla ilgili çalışmalarıyla, Paul Modrich de yanlış eşleşen DNA'nın tamir mekanizmasıyla ilgili çalışmalarıyla Nobel Ödülü'ne layık görüldü. Aziz Sancar Nobel Ödül konuşması sırasında gösterdiği slaytı gösteriyor bize de. Bu slaytın ortasında güneş ışınlarındaki UV ışınının DNA üzerinde yaptığı hasarı gösteren kimyasal bir şema var. Bu hasarı doğrudan onaran ve Aziz Sancar'ın kırk yılını alan fotolizaz enzimi sol tarafta.

Yirmi yılını alan nükleotid kesip çıkarma tamir mekanizması ise sağ tarafta yer alıyor. Bakterilerde ışıkla etkinleşen ve DNA'yı tamir eden fotolizaz enzimi insanlarda ve memeli hayvanlarda yok. Ancak Aziz Sancar insanda fotolizaz benzeri genlerle kodlanan proteinlerin, gün ışığı döngüsüyle uyumlu 24 saatlik ritmimizi ayarlayan sirkadyan saat ile ilişkisi olabileceğini düşündü. Slaytın alt orta bölümünde de kriptokrom 1 (CRY 1) ve kriptokrom 2 (CRY2) adını verdiği genleri anlatan bir şema bulunuyor.





## 7 Ekim 2015, Saat: 05.00

İşte tam bu tarihte ve saatte Sancar ailesinin telefonu çaldı. Telefonu açan Sancar'ın eşi Gwen'e telefondaki kişi ısrarla Aziz Sancar ile görüşmek istediğini söyledi. Bu saatte aranılmaktan son derece rahatsız olan Gwen eşini uyandıramayacağını ve ne söyleyeceklerse kendisine söylemelerini istedi. Ancak karşı taraf ısrara devam ediyordu. Tam Gwen telefonu kapamak üzereydi ki, telefonun diğer ucundaki ses "Stockholm'den arıyoruz" dedi. Gwen konunun ne olduğunu tahmin etti ve eşini uyandırdı. Aziz Sancar bu saatte gelen telefonu önce hayra yormadı pek. Türkiye'deki akrabalarının bir sağlık sorunu mu vardı? Bu sorularla geçti telefonun başına. Telefondaki ses "Aziz Bey tebrik ederiz, Nobel Ödülü aldınız, yarım saat içinde hazırlanın ve ofisinize gidin, basın gelecek, bu süre zarfında da bu bilgiyi lütfen kimseyle paylaşmayın, biz duyuracağız." dedi. Aziz Sancar o an telefondaki kişiye "uyku sersemi" ne söylediğini hatırlamıyor. Yarım saat içinde Sancar hazırlandı ancak bu bilginin kimseyle paylaşılmaması kuralını da bozdu. Yıllardır her görüşmelerinde "Aziz ne zaman Nobel'i alıyorsun" sorusunu soran yakın arkadaşı Orhan Bursalı'ya son zamanlarda "artık bu soruyu sorma" diyordu.



Bu haberi almayı ilk hak edenlerden biri olduğunu düşünerek hemen Bursalı'yı aradı. Ardından da Sancar'ın Nobele giden yolculuğunun en önemli taşlarını oluşturmada büyük rolü olan 96 yaşındaki doktora hocasını aradı. Laboratuvarına vardığında gördüğü ilgi kendisini çok şaşırttı. Bu hem Türkiye hem de ABD için çok mutlu edici bir haberd. Türkiye'den ilgi ve çok olumlu tepkiler bekliyordu, ancak tepkiler beklediğinin çok üzerindeydi. Laboratuvarda kendisini bekleyen çok sayıda Türk basın mensubunu görünce hayli şaşırdı. Önce gelen telefonlara yanıt vermeye başladı, ancak baktı olacak gibi değil çözümü telefonun fişini çekmekte buldu. Bu sırada North Carolina Türk Amerikan Derneği Başkanı telefonlara yanıt verme konusunda imdadına yetişti. Bu ilgiden çok memnun olan Sancar'ı en çok tüm Türkiye'den gelen tebriklere ek olarak Türk dünyasından - Kosova, Kırgızistan, Azerbaycan, Kazakistan'dan ve Almanya'da yaşayan Türklerden- gelen tebrik telefonları, mesajları mutlu etti ve duygulandırdı.





Başarılı bir bilim insanında bulunması gereken üç temel özellik:

Bilgiye dayalı yaratıcılık,  
sıkı çalışmak ve  
başarısızlık karşısında  
pes etmemek.

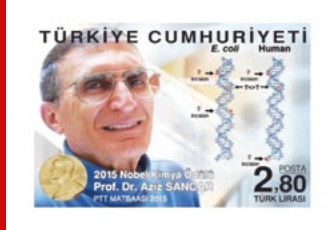


## “Hayatımın En Güzel Dersini Verdim”

Aziz Sancar 10 Aralık 2015'te, Stockholm'de Thomas Lindahl ve Paul Modrich ile Nobel Ödülü'nü aldı. Ancak ödül töreninden bir hafta önce Nobel kutlamaları başlıyor. Bu nedenle de Aziz Sancar, eşi ve törene davet edilenler bu kutlamalar için ödül töreninden bir hafta önce Stockholm'e gitti. Çok yoğun geçen bir haftanın sonunda hayli yorgun düşen Sancar ödül töreni günü Stockholm Belediye Sarayı'nın bekleme salonunda töreni beklerken uyuduğunu ifade ediyor. Bu yorgunluk aylardır yaşadığı stresin de son noktasıydı. Çünkü Nobel Komitesi'ne ödül aldığı konuyla ilgili, bu ödülü almayı hak ettiğini ispat edecek ve onları ikna edecek bir ders vermesi gerekiyordu. Sancar bu dersi en mükemmel bir şekilde vermek istiyordu. Kendi adına, ailesi adına daha da önemlisi ülkesi adına bu konuşma mükemmel olmalıydı. İşte bu nedenle, 7 Ekinde başlayan gerginlik dersi verene dek sürdü. Kurallarla dolu ödül töreninde 45 yılın özeti 30 dakikaya sığdırmak zorundaydı. Konuşmacılar alfabetik sırayla konuşmalarını yapacaktı ve Sancar üçüncü konuşmacıydı. Sahneye çıkana kadar, üç konuyu yani fotoliyazı, nükleotid kesip çıkarma mekanizmasını ve sirkadyan saati otuz dakikaya sığdırma endişesiyle son derece gergin olan Sancar sahneye çıkınca bütün heyecanını ve gerginliğini bir yana bırakmıştı. Süre tutan kişiye farkına varmadan hafifçe sırtını dönmesiyle kalan süreden hiç haberi olmadı, böylece elli dakika rahatça konuştu. Son konuşmacı olmanın avantajıyla süreyi aşmıştı.

Nobel Ödülü verilirken birkaç cümleyle ödülün gerekçesi belirtiliyor. Sancar'ın ödülünün gerekçesinde daha çok Sancar'ın yirmi yılını verdiği nükleotid kesip çıkarma tamir mekanizmasından söz ediliyordu. Bu nedenle Sancar konuşma süresinin yarısını kırk yılını adadığı fotoliyaz çalışmalarına ayırdı ve “hayatının en güzel dersini” verdi.





Aziz Sancar Nobel Ödülü'nü alınca Türkiye PTT'si anı pulu bastırmak istiyor ve kendisinden bir görsel istiyor. Aziz hoca da görsel olarak nükleotid çıkarım mekanizmasının anlatıldığı pulun da sol köşesinde bulunan görseli gönderiyor. Kendi adına yapılmış bir posta pulunda biyokimyanın çok temel bir mekanizmasını anlatan bu görselin olmasını özellikle istemiş. Çünkü Nobel Komitesi ödülü, biyoloji ve biyokimya kitaplarına geçmiş bu mekanizmaya vermişti.

Aziz Sancar öncelikle Türk çocuklarının bu görsele bakarak onur duymasını ve "bunu bir Türk keşfetti, ben de böyle şeyler keşfedebilirim, ben belki daha da iyisini yapabilirim" diye düşüncelerini, hayat görüşlerini oluştururken onlara örnek olmayı istiyor. "Aziz Sancar Mardin'de, sıradan bir ailenin çocuğu olarak dünyaya gelip bilime bu kadar katkı yapabiliyorsa başka Türk çocukları ve gençleri de aynı katkıyı hatta daha iyisini yapabilir" mesajını vermek onun en büyük arzusu.

**DNA'nın yapısı**

• Timin + Adenin  
• Guanin + Sitozin

Bir hücrede çift sarmallı bir DNA vardır. DNA dört farklı bazdan oluşan nükleotitlerden meydana gelir. Adenin her zaman timin ile, guanin ise sitozinle eşleşir. Beraber "baz çiftleri" oluştururlar. Hücredeki kromozomun yaklaşık 6 milyar baz çiftine denk gelir.

DNA sarmalı  
Kromozom

Yeni DNA zinciri

Yeni DNA zinciri

Hücre bölünmesinde, tüm kromozomlar kopyalanır. DNA replikasyon makinesi DNA sarmalını açar ve iki yeni DNA sarmalı daha oluşturur. Eski sarmallar, şablon olarak kullanılır. Adenin timine, guanin sitozine eşleşir.

Nobelprize.org,  
©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

## Nobel'den Sonra

Kendisine sık sık ödül almayı bekleyip beklemediği soruluyordu. Sancar bu soruyu "Benim çalışmam Nobel'i hak ediyordu, eğer Nobel Ödülü bir gün DNA onarımı konusunda verilecekse o ödülü bana da verirler diye düşünüyordum" diye yanıtlıyor ve ekliyor: "Benim için önemli olan Nobel Ödülü almaktan çok bilime yaptığım katkı. Ben her zaman çalışmama ve kendime güvendim."





Nobel Ödülü'nü aldıktan sonra çok farklı kesimlerden tebrikler ve hediyeler aldığını belirten Sancar için bu çok onur vericiydi. Özellikle İsveç Türk İşçi Sendikası'nın verdiği ve ofisinde sakladığı plakette geçen, "Dr. Sancar çok çalıştınız, iyi sonuçlar elde ettiniz ve Nobel Ödülü'nü aldınız" ifadesi çok çalışmanın ve emeğin önemini vurguladığı için Aziz Sancar açısından çok önemliydi.



Aziz Sancar'ı dinlemek, mütevaziliğine ve içtenliğine tanık olmak salondaki herkes için muhteşem bir tecrübe olsa gerek. Konuşmanın sonuna doğru Sancar eşiyle beraber aldıkları kararları ve gerekçelerini açıkladı. Para ödülünü Türkiye'den giden gençlerin geçici olarak kalabildiği ve aynı zamanda Türk Kültür Merkezi olan Türk Evi'ne bağışladığını belirtti. Ardında da Nobel Madalyası'nı 19 Mayıs'ta Anıtkabir'e bırakacağını söyledi. Kendisi için bundan daha doğal bir şey olmadığını şu sözlerle ifade etti: "Bu madalyanın yeri Anıtkabir'dir. Çünkü bu madalya Aziz Sancar'a değil Türkiye Cumhuriyeti'ne ve Atatürk'e verilmiştir. Bu ödül Cumhuriyet sayesinde, Atatürk sayesinde alındı". Ve dakikalarca süren alkışlar...



Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak imzamızı da aldık

# İflah Olmaz Hayvan Sevgimizi

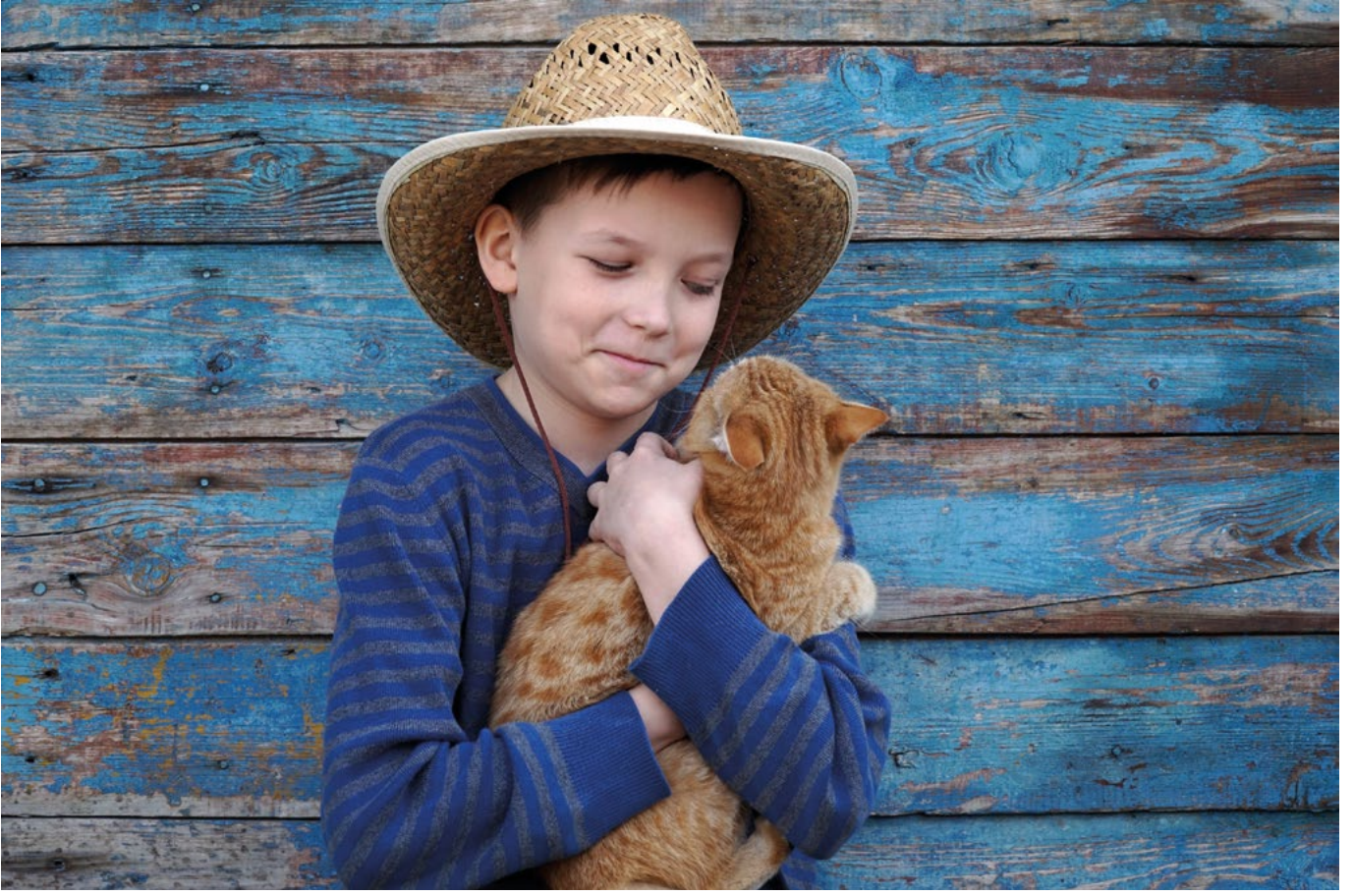




# Anlamaya Doğru

Birçoğumuz  
evimizi bir ev hayvanıyla paylaşıyoruz.  
Bazılarımız sokak hayvanlarına düzenli olarak yemek veriyor.  
Sosyal medyada hayvan videosu paylaşımları çılgınlık düzeyinde.  
Yavru bir kedinin kalbini fethedemeyeceği  
herhalde az sayıda insan var.  
Peki biz insanları başka türlerin bireylerine bu kadar yakın hissettiren,  
hatta bazılarını büyük maliyetler karşılığında  
hayatımızın bir parçası haline getirmeye iten acaba nedir?  
Giderek artan sayıda bilimsel araştırma  
bu iflah olmaz hayvan sevgimizin altında yatan nedenleri  
gün yüzüne çıkarmaya çalışıyor.





**E**v hayvanları günümüzde özellikle de modern şehir hayatının vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiş durumda. Ev hayvanları sevimli görünüşleri ve bizi kimi zaman güldüren kimi zaman duygulandıran davranışlarıyla günlük hayatımızda ve özellikle son yıllarda sosyal medyada önemli bir yer tutuyor. Pek çok hayvan sahibi hayvanını aileden biri olarak kabul ediyor. Başka canlılarla bu tür bir ilişki kurmaya neden ihtiyaç duyduğumuz ve nasıl bu kadar yakın bağlar kurabildiğimiz ise hâlâ büyük ölçüde yanıtlanamamış sorular. Her birimiz kendi gerekçelerimizi ve yanıtlarımızı üretebiliyor olsak da araştırmacılar bu sorulara insan psikolojisinin derinliklerinde ve insanlığın geçmişinde genellenebilir yanıtlar arıyor.

Başka hayvan türlerine maddi bir çıkar ilişkisi gözetmeksizin ilgi gösteren ve onları sadece kendisine arkadaş olması için yaşamına dahil eden tek türüz. Hayvanları arkadaş olarak benimseyebilmemizin nedenlerinden bazıları doğuştan gelen içsel eğilimlerimizden kaynaklanıyor. Bunun böyle olduğunu sağduyuyla fark etmek de mümkün, ancak yapılan bazı araştırmalar da bu yönde bulgular ortaya koyuyor. Örneğin Rutgers Üniversitesi'nden psikolog Vanessa LoBue ve ekibinin 2013'te yaptığı araştırmada, seçme hakkı verilen 1-3 yaş arası bebeklerin cansız bir oyuncığa göre bir hayvanla (balık, hamster, yılan, örümcek ya da kertenkele fark etmeksizin) daha uzun süre etkileşmeyi tercih ettiği görüldü. Nitekim hemen hemen tüm çocukların küçük yaşlardan itibaren çeşitli hayvanlara olan ilgisi dikkat çekicidir. Seattle'daki Allen Beyin Bilimi Enstitüsü'nden Christof Koch liderliğindeki bir ekibin bulgularıysa hayvanlara yönelik içsel ilginin beynimizde bile izlerine rastlanabildiğini gösterdi. Araştırmacılar beynin duygularla ilintili bölümü olan amigdalada seçici olarak hayvan görüntülerine tepki veren nöronlara rastladı. Bu da hayvanların bizde yarattığı duygusal tepkilerin sinirsel bir temele de dayandığını düşündürüyor.







### “Bebek Şeması”nın Çekiciliği

Hayvanlara yönelik ilgimizdeki önemli bir güdüleyici de bize sevimli gelmeleri. Bu aynı zamanda bebeklerin sahip olduğu ve yetişkinlerin iyi ebeveynlik yapmasına yardımcı olan bir özellik. İnsanların genel olarak bebeklerin özelliklerine sahip hayvanlara yönelik olumlu bir yaklaşımı olduğu biliniyor. Bu düşünce ilk olarak 1943 yılında ünlü araştırmacı Konrad Lorenz tarafından kuramlaştırıldı. Buna göre “bebek şeması” olarak adlandırılan, iri gözler, geniş alın, kafa/vücut oranının büyük olması gibi bir dizi ortak anatomik özellik, başka hayvanların yavrularını da kendi yavrularımız gibi sevimli bulmamızı sağlıyor.

Hiroshima Üniversitesi’nden Hiroshi Nitto ve ekibi sevimliliğin insanlarda tam olarak nasıl tepkiler oluşturduğunu daha yakından incelemek amacıyla bir dizi deney yaptı. Deneylerde 132 üniversite öğrencisi bir sayı matrisinde belirli bir sayıyı aramak ve minik nesneleri küçük bir deliğin içinden cımbızla çıkarmak gibi görevleri yerine getirdi. Daha sonra aynı işleri ikinci kez yaptırmadan önce öğrencilere bir dizi fotoğraf gösterildi. Öğrenciler kendilerine gösterilen yavru hayvan fotoğraflarını sevimli olarak niteledi, ancak yetişkin hayvan ve yiyecek fotoğraflarını hoş buldıkları halde sevimli olarak nitelemedi. Sonuçta yetişkin hayvan ve yiyecek fotoğraflarının gösterilmesi aynı işlerin iki denemesi arasında fark yaratmadı. Ancak kendilerine sevimli hayvan yavrusu fotoğrafları gösterilen öğrenciler cımbızla nesne çıkarma görevini çok daha hızlı ve ustalıkla yaparken sayı arama işinde de daha hızlıydı. Bu sonuçlar sevimli canlılarla karşılaşmanın odaklanmayı ve dikkati desteklediğini düşündürüyor. Araştırmacılar bu durumu hassas, küçük bebeklere dikkatlice yaklaşmaya yönelik içsel eğilimimizin ortaya çıkması olarak yorumluyor. Görünüşe göre hayvan yavruları bebeklerin oluşturduğuna benzer içgüdüsel tepkiler oluşturuyor.



## Hayvanlar Sağlığımız İçin Faydalı mı?



Çoğu hayvan sahibi bir evcil hayvana sahip olmanın kendilerini daha iyi hissettirdiğini dile getirse de kısa yoldan böyle bir yargıya varmak zor. Bu konudaki çalışmaların sadece bir kısmında evcil hayvan sahiplerinin diğer insanlardan daha mutlu olduğu yönünde bulgular elde edilmiş. Pennsylvania Üniversitesi'nden Erika Firedmann'ın 1980-1992 yılları arasında yaptığı araştırmada ise hayvan sahiplerinin kalp krizi sonrasında bir yıl hayatta kalmasının diğer insanlara göre daha olası olduğu görülmüş. Ancak bu tür araştırmaların sonuçlarının yorumlanması pek kolay değil. Çünkü hayvan sahibi olan insanların diğer insanlardan farklı ortak özellikleri olabilir ve bu durumda hayvan sahibi olmanın bir etmen olarak değerlendirilmesi çok sağlıklı olmayabilir. Araştırmacıların ev hayvanlarının sağlığa olan etkisini daha iyi anlayabilmek için ev hayvanı olmayan rastgele bir grup insana ev hayvanı edindiren ev hayvanı olmayan insanlarla karşılaştırmalar yapması gerekiyor. Buffalo Üniversitesi'nden Psikolog Karen Allen'in Santa Barbara'daki California Üniversitesi'nden psikolog James Blascovich ile yaptığı araştırmada katılımcılar stresli bir görevi yerine getirirken (örneğin zor bir aritmetik sorusuyla uğraşırken) en sevdikleri ev hayvanları yanlarındaysa tansiyonlarında ani yükselme olmadığı görüldü. Yanlarında bir arkadaşları olduğunda ise aynı etki görülmedi. Bu deneye ek olarak araştırmacılar stresli bir hayat yaşayan, yüksek tansiyon hastası borsa-

Ünlü biyolog ve yazar E. O. Wilson hayvanlara karşı doğuştan gelen ilgimizi "biyofili" olarak adlandırdığı olguya ilişkilendiriliyor. Biyofili yaşama ya da yaşam benzeri süreçlere odaklanma eğilimimizi ifade ediyor. Bunun en bariz örneklerinden biri her türlü bitki örtüsünün bizde hayranlık uyandırması. Aynı şekilde akrep ve tarantula gibi en sıra dışı hayvanların bile ev hayvanı olarak benimsenebilmesi de yine biyofiliyle ilişkili olabilir.

Öte yandan araştırmalar insanların kedi ve köpeklerle olan özel ilişkisinin hayli eskiye dayandığına işaret ediyor. Köpeklerin, kurt atalarının bir şekilde insanların avlanması sırasında yararlık gösterdiği için evcilleştirilmesi sonucunda ortaya çıktığı düşünülüyor. 2015 yılında yayımlanan bir araştırmaya göre, kurtların insanlar tarafından evcilleştirilerek değişime uğraması ve bugünkü köpeklerin atası haline gelmesi 27.000 yıl öncesine uzanıyor olabilir. 10.000 yıl kadar önce insan hayatına girdiği düşünülen kedilerin de insanların yiyeceklerini kemirgenlere karşı koruyarak yine insanlara fayda sağladığı için evcilleştirildiği tahmin ediliyor.



Evcil hayvanların günlük hayatımızdaki varlığına, kedi ve köpeklerin çok eskiye dayanan birliğimiz nedeniyle uyum göstermiş, içsel özelliklerimiz olabileceği, yani onları doğamız gereği de kabul ediyor ve benimsiyor olabileceğimiz düşünülüyor.



cıların rastgele bir kısmına bir kedi ya da köpek edindirdiğinde bu kişilerin diğerlerine göre daha düşük tansiyonlu olduğu gözlemlendi. Bu sonuçlar ev hayvanı edinmenin stresi azalttığını ve tansiyonu düşürdüğünü düşündürüyor, ancak örneğin bunun nedeni ya da tercih edilen başka bir uyarının aynı etkiyi oluşturup oluşturmayacağı hakkında fikir vermiyor. Dolayısıyla deneylerde gözlemlenen bu tür etkilerin yorumlanması hiç de kolay değil.

Evcil hayvanların sağlığa olan etkileriyle ilgili daha tartışmalı olan konu ise hayvan destekli tedavilerin (HDT) işe yarayıp yaramadığı. HDT bir hayvanın doğrudan tedavi amacıyla ya da var olan başka bir tedaviye destek amacıyla kullanılması olarak tanımlanıyor. Atlar, köpekler, kediler, tavşanlar, kuşlar, balıklar, bazı kemirgenler ve yunusların da dâhil olduğu pek çok hayvan HDT amacıyla kullanılıyor. HDT'nin kullanıldığı psikolojik sorunlar da çok çeşitli. Şizofreni, klinik depresyon, kaygı bozuklukları, yeme bozuklukları, dikkat eksikliği/hiperaktivite bozuklukları, otizm ve kimi gelişim bozuklukları bunlar arasında.

HDT büyük ölçüde 1960'larda Yeshiva Üniversitesi'nde çocuk psikoloğu olan Boris Levinson tarafından gündeme getirilmiş. Levinson, sorunlu ve sosyal olarak dışlanmış çocukların Levinson'un köpeği Jingles ortamda olduğu zaman tedavi konusunda daha hevesli olduğunu gözlemlemiştir.

HDT'nin etkileri söz konusu olduğunda, hayvanların eğlence ve tedavi amacıyla kullanılması arasında ayırım yapmak gerekiyor. Hayvanların insanların iyi vakit geçirmesine ve geçici olarak daha mutlu hissetmesine yardımcı olduğuna pek kimse itiraz etmiyor. Ancak HDT'nin işe yaradığının gösterilmesi için hayvanların insanların psikolojik sağlığı üzerinde kalıcı bir iyileşme sağladığının anlaşılması gerekiyor.

HDT'de en yaygın kullanılan hayvanlar yunuslar. Yunuslar daha çok çocuklarda otizm ve başka bazı gelişim bozukluklarının tedavisinde kullanılıyor. Yunus merkezleri yunusların kullanıldığı tedavilerin etkinliği konusunda genellikle çok iddialı beyanlarda bulunuyor. Araştırmacılar Scott O. Lillienfeld ve Lori Marino yunusların kullanıldığı tedaviler konusundaki araştırmaların sonuçlarını ele alan iki değerlendirme makalesi üzerindeki incelemeleri sonunda, bu tedavilerin etkinliği konusunda yeterince kanıt bulunmadığı sonucuna vardı. Araştırmaların bir kısmında çocuklarda bazı psikolojik ölçütler açısından gelişme görüldüyse de bu etkilerin yunusların kullanılmasından mı kaynaklandığı yoksa sadece zamanla mı olduğu net olarak anlaşılamıyor. Bir kısmında ise etkilerin ruh halindeki geçici iyileşmeleri mi yoksa semptomların kalıcı olarak yok edilmesini mi gösterdiği belirsiz. Sonuç olarak HDT'nin etkinliği konusunda bilimsel literatürde yeterince destekleyici bilgi yok.

## Kültürel Etmenlerin Etkisi

Her ne kadar hayvanlara olan yakınlığımız birtakım içsel eğilimlerimizden besleniyorsa da ev hayvanı beslemenin kültürel yanları olduğu da kabul ediliyor. Biyofili fikrinin babası Wilson bile hayvanlara olan ilginin kişisel ve kültürel deneyimlere de dayandığını vurguluyor. Bu konudaki uç bir fikir ise Western Carolina Üniversitesi'nden psikolog Harold A. Herzog'a ait. Herzog ev hayvanı beslemenin temelde kültürel bir olgu olduğu görüşünde.

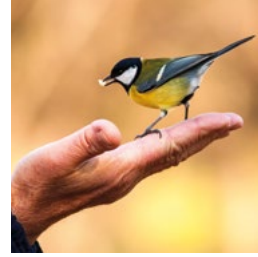
Altmış ülkenin incelendiği kültürlerarası bir araştırmada 52 ülkede insanların köpek beslediği ancak bu ülkelerin sadece 22'sinde köpeklerin bir karşılık beklenmeyen ev hayvanları olarak beslendiği görülmüş. Antropolog Jared Diamond Yeni Gine'deki bir kabileden beslenen hayvanlara vahşice davranıldığını gözlemlemiştir. Kenya'daki Kiemba kabilesinde ise köpeklerin sadece güvenlik için tutulduğu, kabilenin dilinde evcil hayvan karşılığı bir kelimenin bile bulunmadığı, ayrıca hiçbir şekilde insanların köpeklere sarılmadığı ve köpeklerin evlere alınmadığı görülmüş.

Herzog'a göre tüm bu farklılıklar ev hayvanı beslemenin tamamen kültürel olduğunu gösteriyor. Herzog, evcil hayvan beslemenin "sosyal olarak bulaşıcı" olduğunu, yani insanların başka insanlar da sahip olduğu için ev hayvanı edindiğini savunuyor. Her ne kadar hayvanlara yönelik içsel bir ilginiz, hayvan yavrularını sevimli bulmaya yönelik bir eğilimimiz varsa da, örneğin ABD'de çok sevimli bulunan bir yavru köpeğin Kore'de bir öğün olarak algılandığını, dolayısıyla ev hayvanı beslemenin kendi popülerliğini sürekli pekiştiren kültürel bir eğilim olduğunu düşünüyor. Herzog ABD'deki bir kulübe ait 48 milyon yavru köpek kaydı üzerindeki bir incelemeye de dikkat çekiyor. Bu inceleme farklı köpek cinslerinin hızlı bir şekilde popüler olup sonra hızla gözden düşebildiğini gösteriyor. Herzog bu değişimleri giyim modasında görülen döngülere benzetiyor.





Araştırmacılar insanların hayvanlarla olan bağının hormonal düzeyde yansımaları da olduğunu keşfetti. İsveç'teki Skövde Üniversitesi'nden Linda Handlin ve ekibi 2012'de yayımlanan araştırmalarında köpek sahiplerinde bağlanma hormonu olan oksitosin ile stres hormonu olan kortizol düzeylerini inceledi. Labrador retriever cinsi köpek sahibi on kadını inceleyen araştırmacılar hormon düzeyi sonuçlarını, köpek sahiplerinin köpekleriyle olan ilişkileri hakkında bilgi verdiği anketlerin sonuçlarıyla karşılaştırdı. Sonuçlara göre oksitosin düzeyi daha yüksek, kortizol düzeyi daha düşük olan köpek sahiplerinin köpekleriyle daha yakın ilişkileri olduğu görüldü. Örneğin köpeklerini sık sık öpen kadınlarda daha yüksek düzeyde oksitosin görülürken köpeklerinin ölmesinden korktuğunu bildiren kadınlarda daha düşük düzeyde kortizol görüldü.



## İnsan İlişkileriyle Benzerlikler

Evcil hayvan sahibi olma konusunda kültürel eğilimler etkili olabiliyorsa da kendilerine sorulduğunda pek çok insan ev hayvanını sadece kendisine arkadaşlık etmesi için istediğini ileri sürüyor. Aslında evcil hayvanlarla olan ilişkimizle insan ilişkileri arasında benzerlikler olduğunu gösteren araştırmalar da var. Örneğin 2014 yılında Massachusetts Genel Hastanesi'nden veteriner Lory Palley ve ekibinin yaptığı araştırmada 14 anne üzerinde bir deney yapıldı. Deneyde annelere kendi çocuklarının ve kendi ev hayvanlarının resimleri ile tanımadıkları çocukların ve tanımadıkları ev hayvanlarının fotoğrafları gösterildi ve bu sırada fMRI (işlevsel manyetik rezonans görüntüleme) ile beyinleri görüntülendi. Sonuçta annelerin beynindeki etkinleşme örüntülerinin kendi çocuklarına ve kendi hayvanlarına bakarken benzer olduğu ve bu örüntülerin yabancı çocuklara ve hayvanlara bakarken oluşan örüntülerden farklı olduğu görüldü. Muhtemelen çoğumuzun evcil hayvanlarımıza "kızım" ya da "oğlum" diye seslenmesi ve onları çocuğu gibi görmesi de buna benzer bir olgu.







Hayvan davranış bilimcisi Takefumi Kikusui evcil köpeklerin sahipleriyle sık sık göz teması kurmasından yola çıkarak bir deney tasarladı. İnsanlar üzerinde yakın zamanda yapılan çalışmalar bebekler ile anneleri arasındaki bağın oluşumunda oksitosin hormonunun etkili olduğunu gösterdi. Bir anne bebeğiyle göz teması kurduğunda bebekteki oksitosin düzeyi yükseliyor, buysa bebeği de annesinin gözüne bakmaya yönlendiriyor. Bunun sonucunda da annede daha fazla oksitosin salgılanıyor. Bu geri besleme döngüsünün bebeğin kendini başka türlü ifade edemediği erken dönemlerde bebek ile annesi arasında güçlü bir duygusal bağ oluşturduğu düşünülüyor. İşte Kikusui benzer bir döngünün köpekler ile sahipleri arasında da olup olmadığını merak etti.

Kikusui ve ekibi yaptıkları deneyde 30 köpek sahibi ile birkaç kurt sahibini inceledi. Bu kişiler hayvanlarıyla bir odada yarım saat kadar zaman geçirdi. Bu süre boyunca hayvanlarını okşadılar, onlarla konuştular ve bazıları birkaç dakika bazılarıysa birkaç saniye boyunca hayvanlarıyla göz teması kurdu. Kurtlar sahipleriyle pek göz teması kurmadı. Bu süre sonunda hem hayvanlardan hem de sahiplerinden idrar örnekleri alındı. Sonuçta uzun süre göz teması kuran hem dişi hem erkek köpeklerde oksitosin düzeyinde %130'luk, hem kadın hem erkek sahiplerde ise oksitosin düzeyinde %300'lük artış görüldü. Kısa süre göz teması kuran köpekler ile kurtlarda ve onların sahiplerinde ise oksitosin artışı görülmedi. Deneyin ikinci kısmında köpeklerin bir kısmına bir burun spreyi yardımıyla oksitosin verildi. Oksitosin verilen köpeklerin sahipleriyle göz teması kurma süresi %150 arttı. Buna yanıt olarak o köpeklerin sahiplerinde de %300 oksitosin artışı görüldü. Kikusui bu pozitif geri besleme döngüsünün köpeklerin evcilleşmesi sırasında önemli bir rol oynamış olabileceği görüşünde.

## Evcil Hayvanlarla İlişkimiz Bizi de Anlatıyor

İnsanların evcil hayvanlarla olan ilişkisi üzerindeki araştırmalar henüz başlangıç düzeyinde sayılır. Bu konudaki araştırmalar hayvan davranış biliminde olduğu kadar insan psikolojisi alanında da ufuk açıcı olabilir. Çünkü ev hayvanlarıyla ilişkimize ilişkin kendi değerlendirmelerimiz, onların davranışlarını kimi zaman onların niyetlerinden bağımsız olarak yorumlayıp anlamlandırışımız ve onlardan beklentilerimiz hep kendi iç dünyamıza ilişkin ipuçları taşıyor. Bu alandaki araştırmaların empati, şefkat ve karar verme gibi konularda insan zihninin işleyişinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacağı umuluyor.

Evcil hayvan sahibi olmanın insanlar için net bir faydası var mıdır henüz tam olarak bilinmese de tüm dünyada milyonlarca insan köpekten kediye, tavşandan keçiye, bukaletimandan tarantulaya çok geniş bir yelpazedeki türlerin bireylerini yaşamına dahil etmeye, ailelerinin bir parçası olarak benimsemeye ve onlar için maddi-manevi türlü fedakârlıklar yapmaya gönüllü. Bize de, insanların evcil hayvanlara yönelik bu ilgi, sevgi ve fedakârlığının giderek doğanın canlı ve cansız tüm unsurlarına da yönelmesini umut etmek düşüyor.

### Kaynaklar

- Yuhas, D., "Pets: Why Do We Have Them?", *Scientific American*, Special Collector's Edition, s. 6-14, Fall, 2015.
- Yuhas, D., "Can Animals Aid Therapy?", *Scientific American*, Special Collector's Edition, s. 24-25, Fall, 2015.
- <http://www.bbc.co.uk/guides/zc8bgk7>
- <http://www.bbc.com/earth/story/20150530-why-do-we-love-our-pets-so-much>
- <http://www.sciencemag.org/news/2015/04/how-dogs-stole-our-hearts>







## Kediler

Son günlerde çok az kişi komik, sevimli bir kedi videosu izlemeden bir gün geçiriyor olmalı. Kimimiz onlara evimizin başköşesini ayırıyoruz, kimimiz siyah bir kedi ile karşılaşmak istemiyoruz.

Ayrıntılar köşemizin bu ayki konuğu kediler. İşte kediler hakkında az bilinenler.



! Kediler aç olmasalar bile avlanırlar. Georgia Üniversitesi'nin KittyCam projesi kapsamında serbest dolaşan 60 kedi kamera takılarak izlendi ve avlarının sadece %28'sini tükettikleri görüldü. Öldürdükten sonra avlarının yarısını avladıkları yerde bırakıyor, diğer yarısını da sahiplerinin evine götürüyorlar.

! Kedilerin karanlıkta bile avlanabilecek kadar gelişmiş olan gözleri vücutlarına oranla hayli büyüktür. John Bradshaw *Kedi Algısı* isimli kitabında gözlerinin büyüklüğü nedeniyle kedilerin yakına ve uzağa odaklanırken çok zorlandığını belirtiyor. Bu yüzden göz kasları da bu duruma bağlı olarak gelişiyor. Örneğin sokak kedileri uzağı iyi görebilirken yakını pek iyi göremiyor, ev kedilerinin büyük çoğunluğu ise uzağı iyi göremiyor.

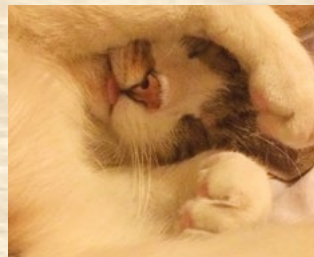
! Kedilerin gözleri çok büyük olduğundan kendilerine yaklaşık 40 cm'den daha yakın herhangi bir şeye odaklanamazlar, bu konuda bıyıklarından yardım alırlar, bıyıkları sayesinde net göremedikleri nesneleri algırlarlar.



! Kedilerin mükemmel bir koku alma duyusu vardır. Avustralya New South Wales Üniversitesi'nde 2010 yılında yapılan bir araştırmada yabancı kedilere fare kokulu kumaş parçaları koklatıldı. Altı gün sonra bile kokuyu hâlâ algılayabildikleri tespit edildi.

! Kediler sapan kemiği organları (vomeronazal organ) ile koku moleküllerini algılayarak çevreleri hakkında -yakınlarındaki kedilerin durumları da dahil olmak üzere- pek çok ipucu edinir.

! Ancak kedilerin koku alma duyuları kadar etkileyici bir tat alma duyuları yok. 2006 yılında yapılan bir çalışmaya göre kediler şekerli besinleri algılamak için tat almaçıları olmayan bir kaç memeliden biri. Bunun nedeni kedilerin şekerden çok ete ihtiyaç duyması olabilir. Kedilerin enerjilerini karbohidratlardan değil de proteinlerden aldıkları için etobur olduğu düşünülüyor.



! 2014 yılının Ocak ayında yayımlanan ve kedilerin etobur olmasıyla ilgili bir çalışmada Çin'de bulunan, iki kediye ait 5300 yıllık kemikler incelendi. Kedilerden birinin tahıl bakımından zengin beslendiğini tespit eden araştırmacılar, bunun kedinin insanlar tarafından beslendiğine dair bir ipucu olduğunu belirtti. Bu ipucu da düşündüğümüzden daha eskiden beri Çin'de evcil kediler olduğunu gösteriyor.





! Dünyanın en zengin kedisi de 2012 yılında satış ve telif geliri 1 milyar doları aşan Japonya'nın çizgi film kahramanı Hello Kitty olsa gerek. Yapılan birkaç çalışmaya göre psikologlar Hello Kitty'yi bu kadar popüler yapan şeyin şirinliği olduğunu düşünüyor. Hello Kitty'nin gözlerinin birbirinden ayrı olmaları ve ağzının olmaması, ürkütücü olmayan ve sevgiye ihtiyaç duyan bir karakter izlenimi doğuruyor.

! Hello Kitty kadar şirin olmasa da, Mısır'da 4400 yıllık bir gömütte bulunan tasmalı bir kedi çiziminin bilinen en eski evcilleştirilmiş kedi görseli olduğu belirtiliyor.

! Ancak araştırmada sözü edilen kedi, bir ev kedisi olmayabilir. 2014 yılının Mart ayında yapılan başka bir araştırma, Çinli kedilerin evcil olmaktan çok ortakçı yani insanlarla karşılıklı yarar sağlayan hayvanlar olabileceğine dikkat çekti.

! Evcil olsun ya da olmasın sözü edilen bu Çinli kedilerin tüm evcil kediler gibi *Felis silvestris lybica* isimli yabani kedi türünden geldiği bir gerçek.



! 2007 yılında yapılan bir araştırmada *F. s. lybica*'nın en az 9000 yıl önce, Orta Doğu'da tahıl tarımının giderek yaygınlaştığı ve çiftçilerin kemirgenlere karşı bir çözüm arayışı içinde olduğu bir dönemde evcilleşmiş olabileceği sonucuna varıldı.

! Kedilerle insanlar arasındaki ilişkinin en eski arkeolojik kanıtı yaklaşık 9500 yıl önce Kıbrıs'ta bir insanın yanına gömülmüş olan kedi yavrusu. Ancak o dönemde tekneler kaçak yolcu alamayacak kadar küçük olduğundan, araştırmacılar kedi yavrusunun oraya belli bir amaçla getirilmiş olabileceğini düşünüyor.

! Kedilerle denizciler arasındaki ilişki de çok eskilere dayanıyor. Yüzyıllar boyunca kediler kemirgenleri yok etmeleri ve şans getirmeleri için denizcilerle seferlere çıktı.



! Gemiyle sefere çıkan bu kediler arkalarında iz de bırakmış. ABD'nin New England'tan Nova Scotia'ya kadar olan kıyı şehirlerindeki kedilerin %10'undan çoğunun fazladan bir parmağı var. Araştırmacılar bu şehirlerin tarih boyunca sahip oldukları ticari ağı incelediklerinde, 18. yüzyılın ortalarına kadar uzanan dönemde ticaret gemilerinden karaya çıkan birkaç polidaktil (çok parmaklı) kedinin bu duruma neden olduğunu düşünüyor.



! Çok kısa bir süre sonra kedilerin eksiksiz genetik profilini öğreneceğiz. 2014 yılının Ocak ayında "99 Lives Cat Whole Genome Sequencing Initiative" isimli proje kapsamında dünyanın her köşesinden kedi DNA'sı örnekleri toplanmaya başlandı.

! Açık erişimli ve bulut tabanlı 99 Lives veri tabanı, kedileri insanlara benzer biçimde etkileyen şeker hastalığının da aralarında yer aldığı, hem kedilere hem insanlara özgü hastalıkların incelenmesine yardımcı olacak.

<http://discovermagazine.com/2014/sept/20-20-things-you-didnt-know-about-cat>



# Hareket Et, Mutlu Ol

Bir kii, bir kii, bir kii!  
Kolları kaldır, şimdi biraz hızlan, işte böyle!  
Evet, havalar ısınmaya başladı.  
Böyle havalarda hem daha enerjik oluyor hem de dışarıda  
daha çok zaman geçirmek istiyoruz.  
Enerjimizi atmanın en sağlıklı yolu da spor.

Spora başladığımız andan itibaren sağlıklı bir yaşama  
ve zinde bir vücuda doğru adım atmış oluyoruz.  
Ancak sporun bize sağlayacağı yararlar bunlarla bitmiyor.  
Aynı zamanda ruh sağlığımız üzerinde de  
önemli bir etkisi var.

Peki, sporun ruhumuzu nasıl iyileştirdiğini  
biliyor musunuz?





Vücudumuz tıpkı bir makineye benzer.  
Çalıştırılmadığında verimi düşer ve aynı paslanmış  
bir makine gibi işlev göremez hale gelebilir.  
Yani sağlıklı çalışması için hareket etmesi şarttır.  
Ancak sağlıklı olmak yalnızca hasta olmamak  
anlamına gelmiyor. Aynı zamanda zihinsel  
ve ruhsal bakımdan da sağlıklı olmaya  
karşılık geliyor.







Sporun obezite, kalp rahatsızlıkları gibi pek çok sağlık sorununa iyi geldiğine yönelik bilgilendirmelerle sıkça karşılaşıyoruz. İlkokul çağından yaşlılığa kadar sporun ne kadar önemli olduğunu duyuyoruz. Buna karşın spor bir çoğumuz için yalnızca bir dönem yaşamımıza girmeyi başarabilen bir heves ya da kulak asılmayan bir gerçek olarak kalıyor. Bu gerçeğin stresi ve strese bağlı hastalıkları azaltmak konusunda hiç de azımsanamayacak etkileri var.

Bu konudaki araştırmalar arasında ergenler üzerinde yapılan çalışmalar önemli bir yer tutuyor. Ergenlik dönemi hepimizi baş etmesi zor durumlarla karşı karşıya getiren, belki bir çoğumuzun ailesi için eziyet haline gelen bir dönem. Bu dönemde hem vücudumuzda oluşan biyolojik değişiklikler hem de olgunlaşmayla birlikte ortaya çıkan bilişsel yetiler bizi sorgulamalara ve değişken bir ruh haline iter. Ancak pek çok araştırma bir program doğrultusunda, belli bir amaca yönelik etkinliklere ve organize sporlara katılmanın ergenin ruh sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiş.

Örneğin ülkemizde yetiştirme yurtlarında kalan 13-16 yaş aralığındaki 166 ergenin fiziksel etkinlik düzeyi ve ruhsal durumları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek üzere bir araştırma yapılmış. Bu araştırmanın sonucunda sporla uğraşanların sigara, alkol, madde ve ilaç kullanma sıklıklarının ve depresyon puanlarının daha düşük, birine zarar verme ve bir şeyleri kırıp dökme isteklerinin daha az olduğu tespit edilmiş.





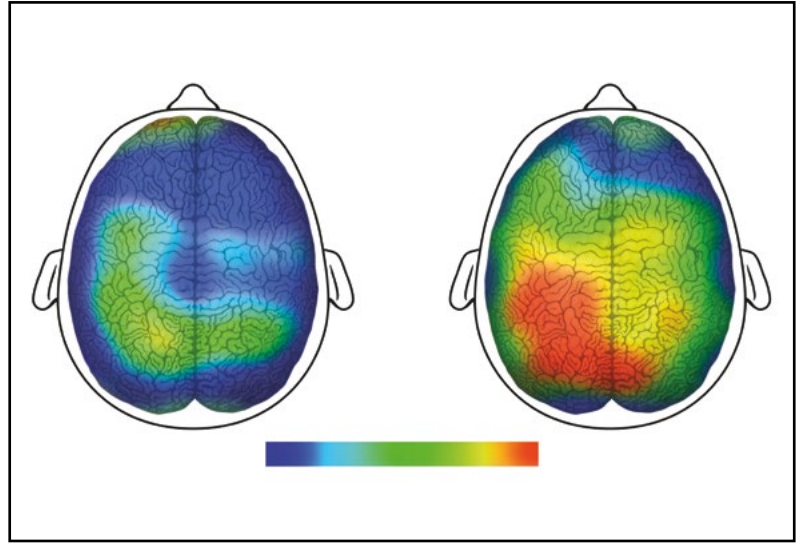
Benzer şekilde Almanya'da 2002 yılında, spor yapan ve yapmayan 14-18 yaş aralığındaki 1000 lise öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, spor yapanların yapmayanlara göre daha olumlu kendilik imajına sahip olduğu, daha az oranda alkol ve madde kullandığı, daha düşük depresyon ve anksiyete skorlarına sahip olduğu saptanmış.

Avrupa'da 15-20 yaş aralığındaki yaklaşık 10.000 öğrenciyle yapılan bir çalışmada ise sık aralıklarla spor yapan katılımcıların diğerlerine göre daha az kaygılı ve daha enerjik olduğu gözlenmiş. Araştırmada elde edilen ilgi çekici başka bir sonuç ise spor yapan gruptaki öğrencilerde üzüntü, depresyon, umutsuzluk gibi ruh hallerinin daha nadir görülmesi ve bu öğrencilerin intihara meyillerinin daha düşük olmasının yanı sıra arabada emniyet kemeri takma oranlarının da daha yüksek olması.

Tayland'da 2005 yılında yapılan, fiziksel egzersizin depresif belirtiler ve stres hormonları üzerindeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada orta-ağır derecede depresif belirtisi olan 18-20 yaş aralığındaki bir grup kadın sekiz haftalık, düzenli egzersiz programına alınmış. Programın başlangıcındaki ve sonundaki depresyon ölçümleri karşılaştırıldığında ise başlangıç seviyesine göre anlamlı bir düşüş olduğu saptanmış. Ayrıca uygulanan program sonunda katılımcıların dinlenme anındaki nabızlarının daha düşük olduğu, akciğer kapasitelerinin de arttığı gözlenmiş.



Tüm bu araştırmalar egzersizin mutlulukla dolaylı da olsa ilişkili olduğu görüşünü destekliyor ve fiziksel olarak aktif insanların depresyonu daha kolay atlattığını gösteriyor. Peki, spor bunu nasıl başarıyor dersiniz?



Sporun en etkileyici işlevlerinden biri beynimizin öğrenme ve hafızadan sorumlu merkezi hipokampüste yeni nöronların oluşumunu sağlaması. Her ne kadar bu işlemin nasıl gerçekleştiğine ilişkin çalışmalar halen devam ediyor olsa da spor sırasında oluşan hafif derecede stresin kalsiyum akışını tetiklediği, bunun da hipokampüste yer alan nöronlardaki kopyalama faktörlerini harekete geçirdiği düşünülüyor. Hareket etmeye başladığınızda beyniniz bunu bir stres işareti olarak yorumluyor. Kalbiniz daha hızlı atmaya başladığından birazdan bir kavgaya gireceğinizi ya da kaçacağınızı düşünüyor. Bunun üzerine stresten korunmak için kopyalama faktörleri yoluyla nöronların gelişiminde önemli rol oynayan BDNF (beyin türevli nörotrofik faktör) genini harekete geçiriyor ve BDNF proteinlerinin salgılanmasını sağlıyor.

BDNF proteinleri yalnızca nöronların üretiminde değil onarımında da etkili. Bu onarıcı etkinin hayli önemli bir yeri var, çünkü insan beyni 30 yaşından itibaren sinir dokularını kaybetmeye başlar. Egzersizler ise dendrit sayısını artırarak sinirler arası bağlantıları güçlendirir. Böylelikle daha yoğun bir ağ oluşturarak beynimizin bilgiyi daha iyi işlemesini ve saklamasını sağlar. Bu da nöron kaybına bağlı olarak gelişen Alzheimer ve Parkinson gibi hastalıklara karşı koruyucu ve iyileştirici etkiye sahiptir. Nitekim Parkinson hastalığı olan fareler üzerinde yapılan bir çalışmada egzersizin dopamin içeren nöron kaybını azalttığı gözlenmiş.

2009 yılında Illinois Üniversitesi'nden araştırmacıların fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme tekniği (fMRI) kullanarak yaptığı bir çalışmaya ait görüntü. Solda dinlenme halindeki bir insanın beyni, sağda ise aynı kişinin 20 dakikalık bir yürüyüşten sonra beyninde etkin hale gelen bölgeler görülüyor.

BDNF depresyon durumunda da etkin bir gen. Yalnızlık hissi ve depresyon, serotonin ve norepinefrin gibi sinir hücreleri arasındaki kimyasal iletilerin seviyesinin azalmasıyla ilişkili bir durumdur. Egzersiz sempatik sinir sistemini uyarak bu kimyasal iletilerin konsantrasyonunu artırır. Ayrıca serotonin BDNF ile karşılıklı etkileşim halindedir. BDNF serotonin üretimini tetiklerken, serotoninin harekete geçmesi de BDNF salınımı tetikler. Ortaya çıkan bu döngü egzersizin ruh hali üzerindeki etkisi bakımından hayli önemlidir. Bu nedenle antidepresan ilaçların bir çoğu serotonin üretimine odaklanarak işlev görür.

Spor sırasında salgılanan önemli bir başka kimyasal madde ise endorfindir. Stres, acı ve ağrı durumunda hipofiz bezinden salgılanan endorfin spora başladıktan sonra yaklaşık 30 dakika içinde salgılanmaya başlar. Endorfinin egzersizin yarattığı rahatsızlığı azaltarak rahatlatma sağladığı, huzursuzluk ve depresyon hissini dindirdiği biliniyor. Endorfin ve rahatlatma arasında ne tip bir sürecin işlediği halen araştırılıyor olsa da endorfin salgılanması bağımlılık etkisi yaratıyor.

Uzun süredir spor yapanların belirli bir rahatlatma seviyesine ulaşmak için giderek daha fazla spor yapma gereği duyması da bundan. Spor sırasında salgılanan kimyasal maddeler sayesinde kendimizi daha zinde, algılarımızı daha açık hissediyoruz. Diğer bir deyişle bilgisayarını yeniden başlatıyoruz.



Yalnız, sporun bize ne kadar iyi geldiğini bu kadar vurguladıktan sonra bir çok insan -özellikle de sporla pek arası olmayanlar- hiç olmadığı kadar spor yapma isteğiyle dolabiliyor. Ancak gaza gelip de balık tutmaktan kamp kurmaya, yüzmekten dağa tırmanmaya kadar her alanda spor malzemeleri alıp bir köşeye yığmanıza gerek yok. Evet, bütün ekipmanı hazır etmek insanı bir an için spor yapmış kadar rahatlatabiliyor. Ama siz de biliyorsunuz ki sözünü ettiğimiz rahatlatma bu değil. Önemli olan düzenli ve planlı fiziksel etkinlikler. Bu yüzden de açık havada yarım saatlik bir yürüyüşle işe başlamak, daha mutlu olmak için atacağınız en basit ama en etkili adım olabilir.

#### Kaynaklar

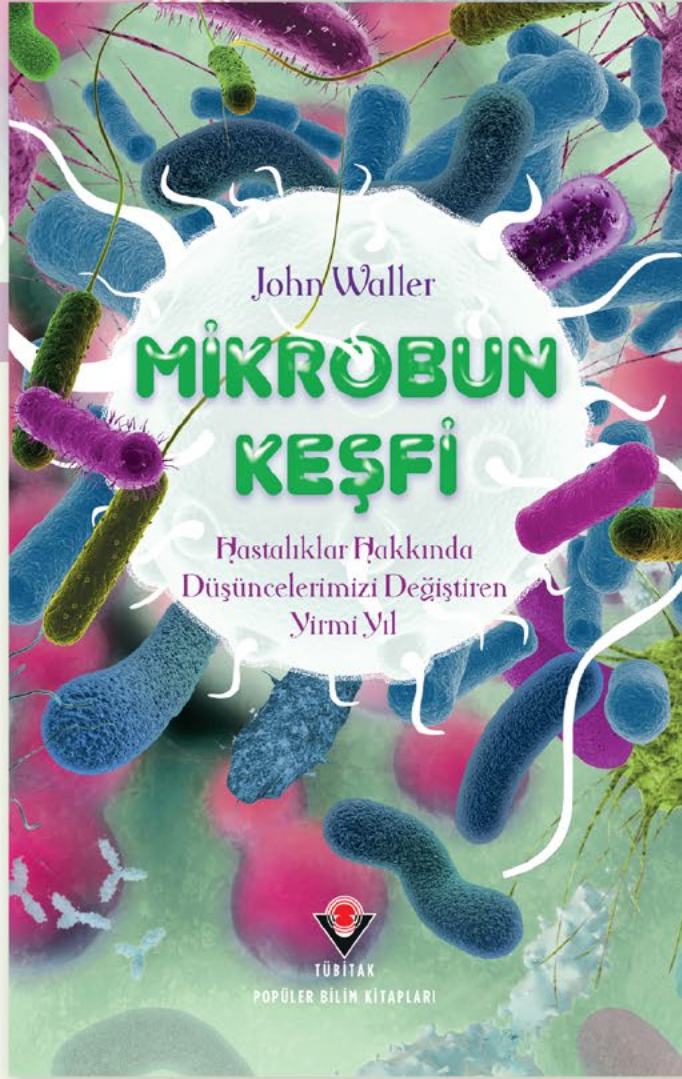
- Alpaslan, A. H., "Ergen Ruh Sağlığı ve Spor", *Kocatepe Tıp Dergisi*, Cilt 13, Sayı 3, s. 181-185, 2012.
- Er, G. vd., "Spor etkinliklerinin çocuk ve ergenlerde davranış ve sosyal gelişim üzerine etkileri", *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, Cilt 3, Sayı 3, s. 29-38, 1999.
- Ferron, C., Narring, F., Caudey, M., Michaud, P. A., "Sport activity in adolescence: associations with health perceptions and experimental behaviours", *Health Education Research*, Cilt 14, Sayı 2, s. 225, 1999.
- Fox, K.R., "The influence of physical activity on mental well-being", *Public Health Nutrition*, Cilt 2, Sayı (3a), s. 411-418, 1999.
- Çaman, K. Ö., Özcebe, H., "Ankara'da Yetiştirme Yurtlarında Yaşayan Ergenler: Ruhsal Belirtileri, Fiziksel Etkinlik Düzeyi ve İlişkili Etkenler", *Türk Psikiyatri Dergisi*, Cilt 22, Sayı 2, s. 93-103, 2011.
- Nabkasorn, C. vd., "Effects of physical exercise on depression, neuroendocrine stress hormones and physiological fitness in adolescent females with depressive symptoms", *European Journal of Public Health*, Cilt 16, Sayı 2, s. 179-184, 2006.
- Steptoe, A., Butler, N., "Sports participation and emotional wellbeing in adolescents", *Lancet*, Cilt 347, Sayı 9018, s.1789-1792, 1996.
- <http://explore.brainpickings.org/post/58068822469/fmri-scan-indicating-increased-brain-activity>
- <http://www.scientificamerican.com/article/why-do-you-think-better-after-walk-exercise/>
- <http://lifehack.com/5938216/what-happens-to-our-brains-during-exercise-and-why-it-makes-us-happier>
- <http://serendip.brynmawr.edu/bb/neuro/neuro05/web2/mmcgovern.html>
- [http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/pe/exercise/0\\_exercise\\_health\\_rev1.shtml](http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/pe/exercise/0_exercise_health_rev1.shtml)
- [http://www.huffingtonpost.com/thai-nguyen/hacking-into-your-happy-c\\_b\\_6007660.html](http://www.huffingtonpost.com/thai-nguyen/hacking-into-your-happy-c_b_6007660.html)
- [http://www.ualberta.ca/~bhumphre/class/HuangHumphreys\\_v2.pdf](http://www.ualberta.ca/~bhumphre/class/HuangHumphreys_v2.pdf)





"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 pastörizasyonuna 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.

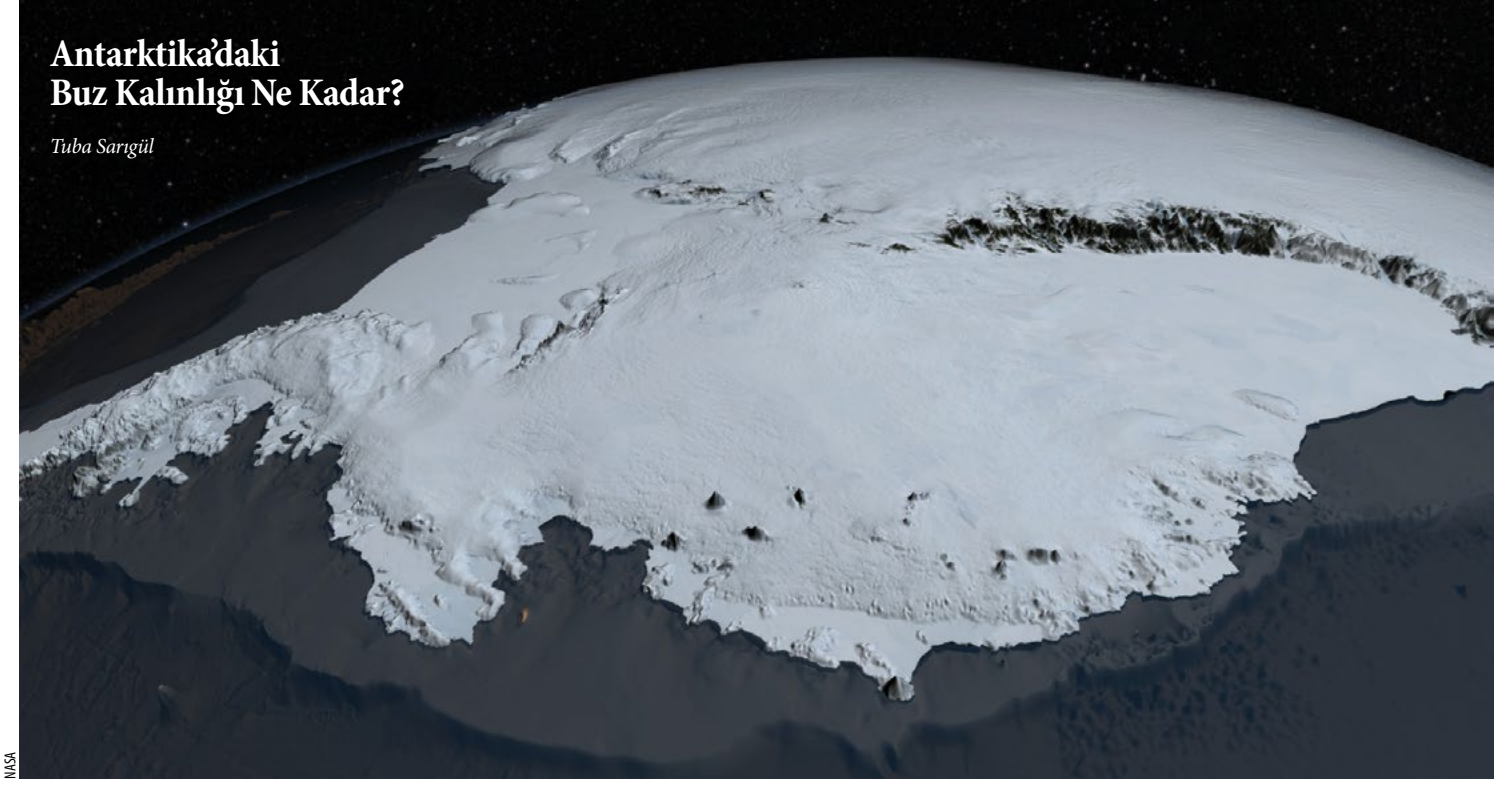


Kitaplarımızı, [esatis.tubitak.gov.tr](http://esatis.tubitak.gov.tr) sayfasından,  
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere Ankara adresindeki  
TÜBİTAK Kitap Satış Bürosu'ndan ve  
kitabevlerinden satın alabilirsiniz.



### Antarktika'daki Buz Kalınlığı Ne Kadar?

Tuba Sarıgül

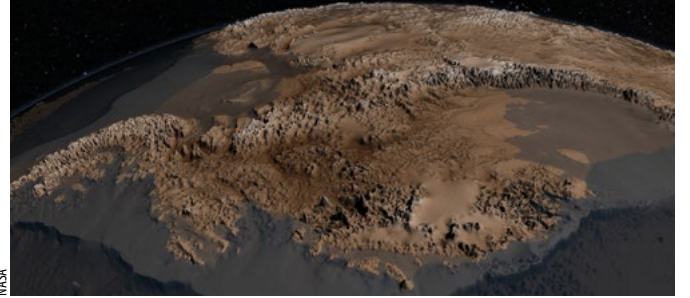


Antarktika'nın neredeyse tamamı (buzla kaplı olmayan kısmının oranı sadece %0,4) buz tabakası ile kaplı. Dünya üzerindeki buzulların yaklaşık %90'ı Antarktika'da bulunuyor. Antarktika'daki buz tabakasının tamamının erimesi durumunda dünya genelinde deniz seviyesinin 60 metreden fazla yükseleceği tahmin ediliyor. Kıtayı kaplayan buz tabakasının ortalama kalınlığı yaklaşık 2160 metre. Ancak buz kalınlığı bazı noktalarda 4800 metreye yaklaşabiliyor. Buz tabakasının kalınlığındaki değişkenliğin sebebi, kıtadaki buz hareketleri ile yağış miktarındaki ve buz tabakasının altında bulunan yer şekillerindeki farklılıklar.

Antarktika'daki buz kütlesi, kar yağışlarının milyonlarca yıl boyunca birikmesiyle oluşmuştur. Ancak kıtadaki buzlar hareket halindedir.

Kar yağdıkça altta kalan kar, yeni yağın karın ağırlığının etkisiyle sıkışarak buz tabakasının alt kısımlarına doğru hareket edebilir. Taban kısmına ulaştıktan sonra ise buz tabakasının kenarlarına doğru hareket ederek okyanusa ulaşabilir. Bu süreç 100.000 yıl sürebilir.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 2013 yılında yayımladığı raporda Antarktika'da buzullardaki erimenin son yıllarda hızlanarak arttığı belirtilmişti. Ancak sonuçları 2015 yılında *Journal of Glaciology* dergisinde yayımlanan araştırma Antarktika'nın genelinde biriken kar miktarının, buzulların erimesi sonucu gerçekleşen buz kaybından fazla olduğunu yani buz tabakasının kalınlığının arttığını gösteriyor.



### Yeryüzünde Kurulu Teleskoplar Neden Çoğunlukla Radyo Dalga Boyunda Gözlem Yapar?

Tuba Sarıgül

E vrenle ilgili bilgilerimiz uzaydaki nesnelerden yayılan ışınların gözlemlenmesine dayanıyor. Bu nesneler elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerine denk gelen dalga boylarında ışık yayabiliyor.





## Orman Yangınlarının Ekosistem İçin Faydaları Olduğu Doğru mu?

Tuba Sarıgül

Yangınlar, ormanların yok olmasına yol açmaları ve biyoçeşitliliği tehdit etmeleri gibi çevre üzerindeki zararlı etkileri ile bilinir. Ancak doğal bir süreç olan orman yangınlarının aslında ekosistemde meydana gelen değişimler üzerinde önemli rolü vardır. Çünkü ormanlar doğal süreçlerdeki değişimlere (örneğin kuraklık, sel ve hastalıklar) uyum sağlayabilen dinamik sistemlerdir.

Örneğin bazı tohumların kabukları ancak yüksek ısı etkisiyle açılabilir. Bu nedenle orman yangınları bu tür bitkilerin tohumlarının serbest kalmasına yardımcı olur. Orman yangınları orman tabanındaki çalılışların ve kurumuş ağaçların temizlenmesine neden olur. Bu durum bitkilerin güneş ışığına daha kolay ulaşmasını sağlar. Yangınlara karşı dayanıklılıklarını artıran kalın kabuklara sahip ağaç türleri yangınlardan daha az etkilenir.

Yangınlar aynı zamanda organik maddelerin parçalanarak bitkilerin besin olarak kullanabileceği daha basit yapıdaki kimyasal maddelere dönüşme sürecini başlatır ve toprağın besin açısından zenginleşmesini sağlar. Böylece yeni tohumlar daha hızlı büyür. Dolayısıyla yangınlar ormanların yenilenmesine yardımcı olur.



Ancak çok büyük ve yoğun yangınlar tohumlara zarar verebilir ve dolayısıyla yeni ağaçların büyümesini engelleyebilirler. Küresel ısınma ve insan kaynaklı etkinlikler nedeniyle görülen orman yangınlarındaki artış, yangınların ekosistemde meydana gelen doğal değişimler üzerindeki etkisini bozabilir.

Bu ışınlar radyo, kızılötesi, görünür bölge, morötesi, X-ışınları gibi farklı dalga boylarında gözlem yapabilen teleskoplar kullanılarak tespit edilebiliyor.

Ancak Dünya'nın atmosferi morötesi dalga boyundan daha yüksek enerjili ışınları (örneğin X-ışınları ve gama ışınları), morötesi ve kızılötesi dalga boylarındaki ışınların büyük kısmını ve belirli bir dalga boyu aralığı (yaklaşık 1 mm - 10 m)

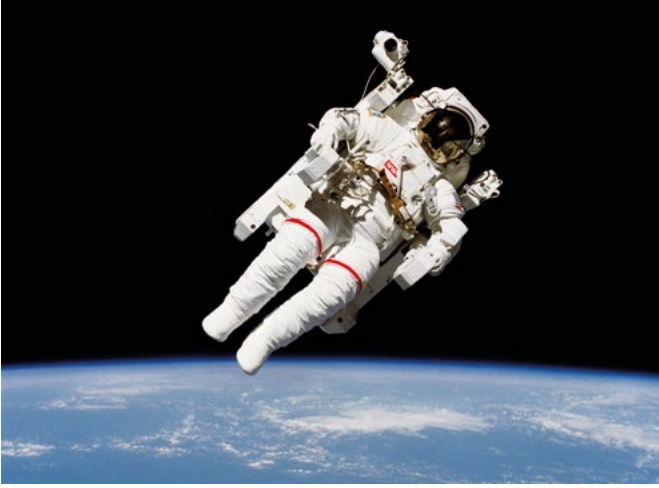
dışındaki radyo dalgalarını engeller. Bu nedenle yeryüzünde kurulu teleskoplar genellikle görünür bölge ve radyo dalga boyunda gözlem yapabilir.

Ancak görünür bölge, yeryüzüne ulaşan radyo dalgalarıyla kıyaslandığında çok dar bir dalga boyu aralığıdır. Ayrıca görünür dalga boyundaki gözlemler sadece geceleri bulutsuz havada yapılabilir. Radyo dalga boyundaki ışınlar,

atmosferdeki parçacıklarla daha az etkileşime girdikleri için, hava koşullarından etkilenmeksizin gündüz ya da gece gözlemlenebilir.

Radyo dalgalarını algılayan teleskoplar kullanılarak yapılan gözlemler sonucu "gördüklerimiz", görünür dalga boylarında "gördüklerimizden" çok farklıdır. Örneğin yıldızlar radyo dalga boyunda ışık yayan güçlü

kaynaklar değildir. Radyo dalga boyunda yapılan gözlemler sayesinde yıldızların olduğu bölgeler, gaz bulutları, süpernova patlamaları sonucu yayılan maddeler, kuasarlar ve pulsarlar tespit edilebilir. Ayrıca radyo dalga boyundaki ışınlar yıldızlararası ortamdaki toz parçacıklarıyla daha az etkileşime girdiği için, toz bulutlarının ardındaki radyo dalgası kaynakları bu yöntemle gözlemlenebilir.



### Nasıl Astronot Olunur?

Tuba Sarıgül

**A**stronotlar insanlı uzay araştırmalarında görev yapan kişilerdir. Astronotların sorumluluklarının uzayda yapmaları gereken işlerle sınırlı olduğunu düşünebilirsiniz. Ancak bu kişiler astronot olmadan önce uzun ve zorlu bir eğitim sürecinden geçer.

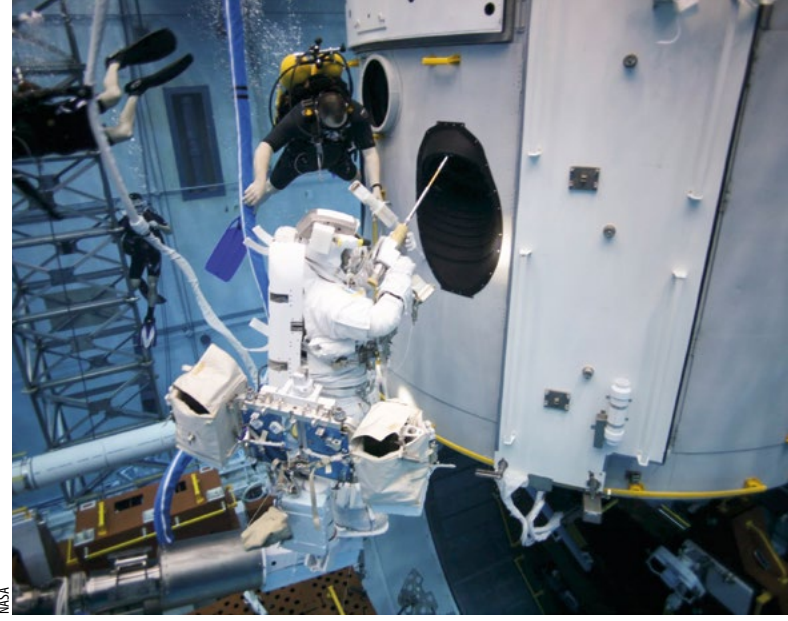
Uzay araştırmaları denildiğinde aklımıza çoğunlukla ABD ve Rusya gelse de Avrupa Uzay Ajansı (ESA), Japonya Uzay Araştırmaları Ajansı (JAXA), Kanada Uzay Ajansı (CSA) gibi farklı ülkelerin uzay araştırmalarından sorumlu kuruluşları da uzaya astronot gönderiyor. Bu nedenle astronot olmak için gerekli şartlar ülkeden ülkeye değişebilir.

Astronot olmak için mühendislik, temel bilimler (fizik, kimya, biyoloji, matematik) ve bilgi teknolojileri alanında en az lisans derecesinde eğitim almış olmak gerekiyor. Astronotların çoğunun bu alanlarda yüksek lisans ya da doktora derecesi var.

Astronotların aynı zamanda uzaydaki zorlu koşullara (ağırlıksız ortam koşulları, ani basınç değişimleri gibi) dayanabilmesi için fiziksel ve psikolojik olarak sağlıklı olmaları gerekiyor.

Astronotların uzayda gerçekleştirecekleri görevlere göre sahip olmaları gereken özellikler değişebiliyor. Örneğin uzay araçlarını ve Uluslararası Uzay İstasyonu'nu (ISS) komuta eden astronotların belirli bir uçuş süresi tecrübesi olması gerekiyor. Örneğin NASA'da en az 1000 saat kaptan pilot tecrübesine sahip olma şartı bulunuyor. Ayrıca görme keskinliklerinin 20/20 olması (belirli büyüklükteki bir nesnenin 20 feet yani yaklaşık 6 metre uzaktan görülebilmesi), oturma durumunda tansiyonlarının 140/90 mmHg değerini aşmaması ve boylarının 1,60m-1,90m arasında olması gerekiyor.

Uluslararası Uzay İstasyonu'nda görev yapacak astronotların iyi derecede İngilizce ve Rusça bilmesi tercih sebebi. Astronotların genellikle asker kökenli olduğu zannedilse de aslında astronot olmak için böyle bir koşul yok.



NASA

Astronot olmak için gerekli temel koşulları sağlayanlar başvuru yapabiliyor. Başvurusu kabul edilen adaylar psikolojik ve fiziksel bazı testlerden geçirildikten sonra mülakata alınıyor. Bu aşamaları geçen adaylar yoğun bir eğitim programına başlıyor. NASA'da eğitim süreci yaklaşık 2 yıl sürerken, ESA astronot adaylarının 40 aylık bir eğitim sürecini tamamlaması gerekiyor.

ESA'nın temel eğitimi yaklaşık 16 ay sürüyor ve bu süreçte astronot adayları aerodinamik, ağırlıksız ortam araştırmaları, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun üzerindeki sistemler, robot uygulamaları hakkında eğitim alıyor. Yaklaşık 1 yıl süren ileri düzey eğitimlerde ise ISS'ye kenetli farklı modüllerin ve ISS'ye mürettebat ve malzeme taşıyan Soyuz uzay araçlarının nasıl kullanılacağını ve kontrol edileceğini öğreniyorlar. Bunun dışında astronotlar belirli bir göreve özgü eğitimler de alabiliyor.

NASA'nın ve ESA'nın astronot başvurularıyla ilgili sırasıyla [astronauts.nasa.gov/astro\\_lp.htm](https://astronauts.nasa.gov/astro_lp.htm) ve [esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/European\\_Astronaut\\_Selection](https://esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/European_Astronaut_Selection) adreslerinden bilgi alabilirsiniz.



NASA





## Nükleer Denemeler Nasıl Tespit Ediliyor?

Tuba Sarıgül

Nükleer silah denemeleri yeraltında, atmosferde ve suyun altında gerçekleştirilebilir. İlk nükleer bomba denemesi 16 Temmuz 1945'te patlatılan 20 kilotonluk (20.000 tonluk TNT'ye eşdeğer) *Trinity* isimli atom bombasıydı. 1945-1996 yılları arasında 2000'den fazla nükleer silah denemesi gerçekleştirildi. Bu denemelerin yaklaşık %50'si ABD'ye, %35'i Rusya'ya, %10'u ise Fransa'ya ait.

Atmosferde ve suyun altında gerçekleştirilen nükleer silah denemeleri, açığa çıkan nükleer atıkların zararlı etkileri nedeniyle 1963 yılında yasaklandı. Bugüne kadarki nükleer silah denemelerinin yaklaşık %75'ini oluşturan yeraltı denemeleri ise nükleer atıkların yerin yüzeyine ulaşması durumunda oluşturduğu tehlike nedeniyle 1996'da engellendi. Ancak dünya üzerinde yapılacak nükleer denemeleri kim tarafından, hangi amaçla ve hangi ortamda gerçekleştirildiğine bakılmaksızın yasaklayan Nükleer Denemelerin Yasaklanması Antlaşması, nükleer teknolojiye sahip ülkelerin tamamı tarafından imzalanmadığı için henüz yürürlüğe girmedir.

Günümüzde gerçekleştirilen nükleer denemelerin takibi ise Uluslararası Görüntüleme Sistemi (IMS) tarafından yapılıyor. Bu amaçla kullanılan teknolojilerden biri sismik görüntüleme yöntemi. Bu yöntemde nükleer silah denemeleri sırasında açığa çıkan enerji nedeniyle yeraltında oluşan sismik dalgalar tespit ediliyor. Bu ölçümler dünya genelinde kurulu 150'den fazla istasyonda yapılıyor.

Tespit edilen sismik dalgaların kaynağının nükleer denemeler olup olmadığını belirleyebilmek için

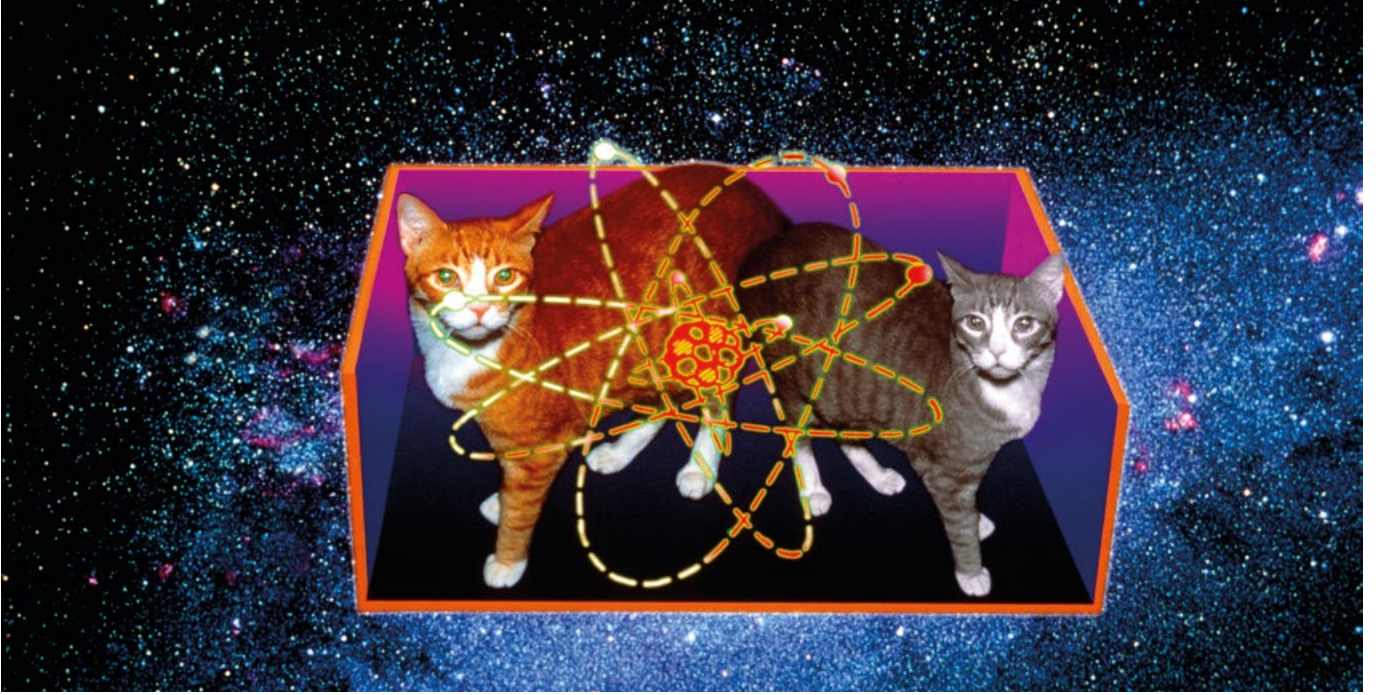
(örneğin depremler de sismik dalgalar oluşturur) dalgaların özellikleri inceleniyor. Sismik dalgaların farklı türleri vardır. Ortaya çıkan bu dalga türlerinin güçleri ve yoğunluk oranları kaynağına bağlı olarak değişir. Bu farklılıklardan yararlanarak sismik dalgaların kaynağı belirlenebilir.

Nükleer denemelerin takibinde kullanılan diğer bir yöntem suda yayılan ses dalgalarının ölçülmesidir. Ses dalgaları suda uzun mesafeler boyunca yayılabilirdi için, suyun altında ve atmosferin okyanuslara yakın alt katmanlarında yapılan nükleer denemeler bu yöntemle belirlenebilir. Bütün depremlerin yaklaşık %70'i suyun altında gerçekleşse de depremler su altında güçlü ses dalgaları oluşturmaz.

Nükleer denemelerin tespitinde kullanılan yöntemlerden biri de insanların algılayabileceğinden çok daha düşük frekanslardaki ses dalgalarının ölçülmesidir. Bu frekanslardaki ses dalgaları, atmosferdeki parçacıklarla daha az etkileştiği için, havada daha uzun mesafeler boyunca ilerleyebilir. Bu nedenle atmosferde gerçekleştirilen nükleer denemelerin tespitinde kullanılabilirler.

Zincirleme çekirdek tepkimeleri sonucu oluşan radyoaktif maddeler nükleer denemelerin tespitinde sıkça kullanılır. Katı ya da gaz halde bulunabilen bu maddeler atmosferde çok uzak mesafeler boyunca taşınabilir. Çok derinlerde gerçekleştirilmeyen yeraltı ve sualtı denemeleri de bu yöntemle tespit edilebilir.

Yerin ve suyun altında gerçekleştirilen ancak radyoaktif maddelerin yerin yüzeyine ulaşmadığı nükleer denemelerin tespitinde patlama sonucu açığa çıkan soygazlar kullanılır. Soygazlar yeraltındaki kayalarla etkileşmediği için yerin yüzeyine ulaşabilir ve patlama bölgesinden binlerce kilometre uzakta bile tespit edilebilirler.



### Paralel Evrenler Nedir?

Mahir E. Ocak

**P**aralel evrenler, kuantum mekaniğinin çoklu dünyalar yorumuyla ilgili bir kavramdır. Tam olarak açıklanabilmesi için öncelikle kuantum mekaniğinin standart yorumu ve çoklu dünyalar yorumu arasındaki farkların ele alınması gerekir.

Kuantum mekaniğinin temelinde dalga fonksiyonu olarak adlandırılan bir fonksiyon ve Schrödinger denklemi vardır. Dalga fonksiyonu, sistemin durumunu temsil eder ve sistemin özellikleri hakkında bilgi verir. Schrödinger denkleminiye dalga fonksiyonunun zamanla değişimini belirler. Dalga fonksiyonunun herhangi bir andaki durumu biliniyorsa Schrödinger denklemini kullanarak gelecekteki ya da geçmişteki durumlarını hesaplamak mümkündür. Ancak klasik mekaniğin aksine kuantum mekaniği, sistem üzerinde yapılan ölçümlerin sonuçlarının ne olacağını kesin olarak söylemez. Dalga fonksiyonu, sistem üzerinde yapılacak ölçümler sonucunda elde edilebilecek çeşitli sonuçların ne olduğunu ve bu sonuçların hangi olasılıklarla elde edileceğini söyler. Örneğin kuantum mekaniğini kullanarak bir ölçümün sonucu için iki ayrı ihtimal olduğunu ve bu ihtimallerin gerçekleşme olasılığının 0,4 ile 0,6 olduğunu hesaplayabilirsiniz. Çok sayıda özdeş sistem üzerinde ölçümler yaparak bu hesaplar doğrulanabilir.

Kuantum mekaniğinin çoklu dünyalar yorumunun yaygın olarak kabul gören Kopenhag yorumundan hangi açılardan farklı olduğunu anlamak için Schrödinger'in kedisi düşünce deneyini ele alalım. Bu düşünce deneyinde bir kedi kapalı bir kutunun içine konulur. Kutunun içinde radyoaktif bir madde ve bu radyoak-

tif maddenin ışıma yapması durumunda çalışacak bir zehirleme mekanizması vardır. Bir süre beklendikten sonra kutunun kapağı açılır ve kedinin canlı mı yoksa ölü mü olduğuna bakılır. Eğer radyoaktif madde ışıma yapmışsa kedinin ölü olduğu, ışıma yapmamışsa kedinin canlı olduğu görülecektir. Kuantum mekaniği kullanılarak bu iki ihtimalin hangi olasılıkla ortaya çıkacağı hesaplanabilir. Örneğin dalga fonksiyonunun kedinin %50 olasılıkla canlı, %50 olasılıkla ölü olduğunu söylediği durumu ele alalım. Eğer Schrödinger'in kedisi deneyi 100 kez tekrarlanırsa kedi 50 kez canlı olarak, 50 kez de ölü olarak bulunacaktır. Peki, bu deneyi nasıl yorumlamak gerekir? Gerçekte olup biten nedir?

Kopenhag yorumuna göre kedinin canlı ya da ölü olmasına sebep olan şey ölçümdür. Kutunun kapağı açılmadan önce kedi ne tam olarak canlıdır ne de tam olarak ölüdür. Bu yoruma göre dalga fonksiyonu ölçüm anında elde edilen sonuca karşılık gelen duruma "çöker". Örneğin kedinin canlı olduğu bulunmuşsa dalga fonksiyonu "canlı" durumuna çökmüştür. Yakın gelecekte aynı sistem üzerinde yapılacak ikinci bir ölçümün "ölü" sonucunu verme ihtimali ortadan kalkmıştır.

Kopenhag yorumunun en önemli özelliği, Schrödinger denklemi kullanılarak yapılan deterministik hesapların ölçüm anında kesintiye uğramasıdır. Ölçüm sonuçları olasılığa dayalı olduğu için ölçümden önceki dalga fonksiyonu kullanılarak ölçümden sonraki dalga fonksiyonu hesaplanamaz. Ölçümden önceki deterministik hesaplarla ölçümden sonraki deterministik hesapları birbirine bağlamanın bir yolu yoktur.

Çoklu dünyalar yorumuna göreyse Schrödinger'in kedisi deneyinde olup biten çok daha farklıdır. Bu yorumda dalga fonksiyonu çökmesi diye bir şey yoktur, ölçüm süreci bir ağacın dallara ayrılmasına benzetilir. Başlangıçta sadece bir dal (bir evren)



vardır ancak ölçüm süreci bu dalın kollara ayrılmasına (çok sayıda evren oluşmasına) sebep olur. Örneğin Schrödinger'in kedisi deneyinde ölçüm iki paralel evrenin oluşmasıyla sonuçlanır. Bu evrenlerden birinde kedi ölüdür, diğerindeyse diridir. Çoklu dünyalar yorumuna göre paralel evrenlerin her biri fiziksel gerçekliğe sahiptir ve aralarında bir iletişim olmayan bu paralel evrenler giderek farklılaşır.

Çoklu dünyalar yorumunun en önemli özelliği, gözlemciye atfedilen özel rolü ortadan kaldırmasıdır. Kuantum mekaniğiyle ilgili neredeyse tüm paradoksların (EPR paradoksu, Schrödinger'in kedisi paradoksu, dalga-parçacık ikililiği, ...) temelinde gözlemciye atfedilen özel rol olduğu için çoklu dünyalar yorumu tüm bu paradokslara bir çözüm getirir. Ayrıca bu yorumda dalga fonksiyonunun deterministik evrimi bir çökme ile kesintiye uğramaz. Gözlemci ve sistem bir bütündür, birbirlerinden ayrı olarak ele alınamazlar.

Çoklu dünyalar yorumunun bir diğer özelliği, Kopenhag yorumuna göre daha basit olmasıdır. Kopenhag yorumunda deneysel sonuçları açıklamak için deterministik süreçleri kesintiye uğratan çökme varsayımı yapılıyor ve gözlemciye özel bir rol veriliyor. Çoklu dünyalar yorumunda ise ne çökme varsayımı ne de gözlemcinin özel bir rolü var. Bu durum kuramı daha basit bir hale getiriyor.

Çoklu dünyalar yorumu 1957 yılında, o sıralar Princeton Üniversitesi'nde doktora öğrencisi olan Hugh Everett III tarafından geliştirilmişti. Ancak 1960'larda ve 1970'lerde Bryce DeWitt'in yaptığı çalışmalara kadar fizikçiler arasında fazla ilgi görmedi. Bugünse kuantum mekaniğinin en popüler yorumları arasında yer alıyor. Hatta çoklu dünyaların sadece bir yorum olarak değil, bir kuram olarak ele alınması gerektiğini düşünenler bile var. Ancak çoklu dünyalar yorumu aynı zamanda pek çok yönden eleştiriliyor da. Bu eleştirilerin en önemli sebebi, iddia edilen fikirleri deneyler yoluyla doğrulamanın ya da yanlışlamanın zor olması. Çoklu dünyalar yorumunun öne sürdüğü, aralarında iletişim olmayan paralel evrenlerin gerçekten var olup olmadığı nasıl test edilebilir? Everett kuantum mekaniği yanlışlanabilir bir kuram olduğu için çoklu dünyalar yorumunun da yanlışlanabilir olduğunu düşünüyordu. Daha sonraları çoklu dünyalar yorumu üzerine çalışmalar yapan bilim insanlarıysa çoklu dünyalar yorumunun doğruluğunu test etmek için deneyler öne sürdü. Ancak bu deneylerin tamamı henüz geliştirilememiş karmaşık teknolojilerin varlığını gerektiriyor.



# *Elektromanyetizmanın Öyküsü*

## *İlk Kuvvolum*

Bu öykü, başlangıcı eski çağlara kadar uzanan, doğanın asırlarca karanlıkta saklanmış gizemli yüzünün aydınlatılmasının öyküsüdür. Evren denen kozmik ağacın en güzel meyvesi olan yaşamı en derinden etkileyen, hatta yaşamlarımızı borçlu olduğumuz elektromanyetik kuvvetin öyküsü... Üstelik bu kuvvet tüm fiziksel kavramlar arasında hakkında en çok şey bildiğimiz, en kolay kontrol ettiğimiz ve modern çağın şekillenmesinde en etkili olan bilimsel olgu.

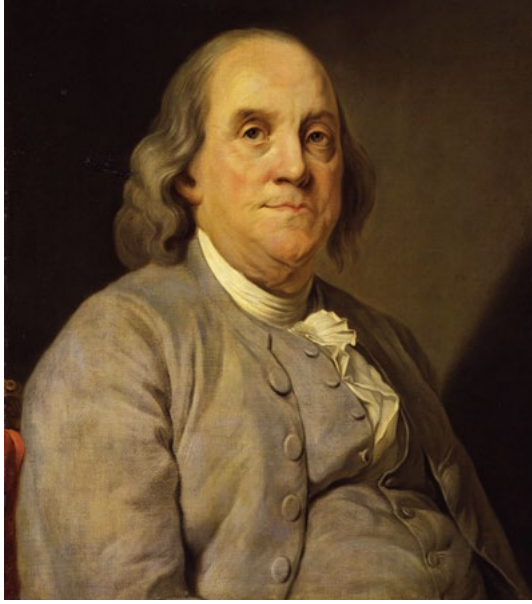




**M**ilattan öncesine kadar giden uzun bir dönem boyunca Yunanlar kehribarın bir kumaş parçasına sürtünmesiyle küçük nesneleri çekme yeteneği kazandığını biliyordu. Bunun nedeni yüzlerce yıl bir sır olarak kaldı. 1600'lerde William Gilbert kehribar anlamına gelen Yunanca ἤλεκτρον (elektron) sözcüğünden esinlenerek "elektrik" sözcüğünü üretmişti. 1700'lere gelindiğinde ise Batı Avrupa'da -özellikle İngiltere'de- statik elektrik üreten basit aletler ile gösteriler yapan sokak illüzyonistleri türemişti. Kıvılcımlar oluşturuyor, hafif cisimleri hareket ettiriyor, vakumlu cam tüpleri elektrikle yükleyip ellerini yaklaştırarak elleriyle tüp arasında garip ışıkların yayılmasını sağlıyorlardı. Kendine elektrikçi diyen bu yeni meslek erbabından birisi, ürettiği statik elektriği metal tellerle farklı yerlere aktarabileceğini bile keşfetmişti. İşi daha ciddiye alan ve elektriğe akademik bir hevesle yaklaşan kimileri, elektrik denilen şeyin su gibi akışkan bir varlık olduğuna hükmetti. Bunlardan birisi Hollandalı Musschenbroek idi. Madem elektrik akışkan bir şeydi, pekâlâ su

gibi depolanabilirdi. Leiden'de uzun uğraşlar sonucu statik elektriği içi su dolu bir kavanozda depolamayı başarmıştı (1745). Tarihe ilk kapasitör olarak geçen bu basit buluş, suyun içine sarkıtılmış metal bir tel ve kavanozun iç ve dış yüzeylerini kaplayan ince metal iki tabakadan ibaretti. Ancak o güne dek hiç görülmemiş şekilde, elektrik günlerce o kavanozun içinde saklanabiliyor ve güçlü kıvılcımlar oluşturmak gibi masum deneylerde kullanılabiliyordu. Musschenbroek'un buluşu, o güne dek görülmemiş bir hızla dünyanın dört bir yanına yayıldı. Teknolojinin küreselleşmeye yatkınlığı ta o günlerde kendini belli etti. Artık elektriği sokaktaki performans sanatçıların elinden alıp üniversitelerin kürsülerine taşıma zamanı çoktan gelmişti. Farklı ortamlarda elden ele dolaşan bu basit icat, elektriğin başka özelliklerini de gün yüzüne çıkarttı. Örneğin kap ile toprak bir şekilde temas ettirildiğinde, elektrik kıvılcımları daha şiddetli oluyordu. Nasıl olurdu da kabın içindeki elektriğin yere akmasına izin verildiğinde ortaya daha büyük elektrik yükü çıkardı?





Benjamin Franklin

Elektrik demişken Benjamin Franklin'e uğramadan edemeyiz. Yeni kıtanın, diplomatlıktan sivil aktivistliğe, bilim insanlığından mucitliğe pek çok kimliği bünyesinde eritmeyi başaran bu parlak beyni, gökyüzünde gördüğümüz şimşekleri bulutlar arasında akan devasa elektrik arkları olarak tanımlamıştı (1750). Hatta bunun için birtakım deneyler de önerdi. Onun adını duyunca hemen gözümüzde canlanan bir resim var: Elinde uçurtmasıyla yıldırım kovalayan Franklin. Aslında bu bir efsane olsa da, yine de bu olgunun fikir babası Franklin'dir. Deney ise 1752'de Fransa'da gerçekleştirildi. François Dalibard ve Comte de Buffon Paris'in kuzeyindeki evlerinin bahçesine 12 metre uzunluğunda metal bir çubuk dikti. Şayet yıldırım Franklin'in düşündüğü gibi saf elektrik ise, metalin altına kurulan düzenele Leiden kavanozlarını elektrikle dolduracaktı. Sabırlı bir bekleyişin ardından bir yıldırım yakalamayı başardılar ve tam da umdukları gibi, elektrik şişelerde depolandı. Böylece tarihteki ilk yıldırımsavarın uygulaması da gerçekleşmiş oldu. Yüzyıllardır ulvi anlamlar yüklenen yıldırım, sürtünmeyle oluşan elektrikten başka bir şey değildi! Bu durum akıllı bir bilim insanının gözünde şimşek ve yıldırım gibi doğa olaylarını küçültmez; aksine şevkle bu olguların gizemlerini çözmek için laboratuvara yönlendirir.

Benjamin Franklin, elektriğin depolanabileceği fikriyle birden kendini çok mutlu hissetmişti. Kim bilir belki de ekonomi bilgisinin de etkisiyle, elektriğin pozitif veya negatif olarak biriktirilebileceğini düşündü. Tıpkı bankaya para yatırmak (pozitif durum) veya bankaya borçlanmak (negatif durum) gibi.

Böylece tarihte ilk defa elektrik için artı ve eksi yük terimlerini kullanan kişi oldu. Franklin'in o sırada elektrik yükünü taşıyan parçacık kavramından neredeyse 150 yıl uzakta olduğunu düşünürsek, bu ufku çok geniş bir dehaya işaret eder. Franklin bir adım öteye giderek, elektrik yükünün korunduğunu öne sürdü ve bunu Leiden kapları kullanarak deneylerle ispatladı. Fizikte pek çok yerde karşımıza çıkan korunum yasalarının ilki de böylece deneysel temel kazanmıştı.

Sonraki yıllarda Güney Avrupa'da elektriğin hayvan vücutları üzerindeki etkisine kafa yoran bilim insanları ortaya çıktı. Örneğin Bologna'da anatomi uzmanı olan Luigi Galvani, kurbağalar üzerinde yaptığı deneylere dayanarak canlıların da elektrik ürettiğini söylüyordu. Galvani'ye göre bu bildiğimiz anlamda bir elektrik değil, hayvan elektriği olarak adlandırdığı başka bir şeydi. Kilisenin de etkisiyle bunu ruhla ve metafizikle ilişkilendirmekten çekinmedi. Galvani'nin çalışmaları, Pavia Üniversitesi'nden Alessandro Volta'yı -kendisi de Katolik olmasına rağmen- rahatsız etmişti. Kurbağa üzerinde yapılan deneyleri inceledi ve farklı metaller arasında oluşan ilginç bir bağlantı keşfetti. Galvani kurbağa deneylerini yaparken farklı metaller kullanmıştı. Hangi dürtüyle yaptı bilemiyoruz ama Volta farklı metallerin tadına bakmaya başladı. Bir çözeltinin içinde farklı iki metal arasında çok zayıf da olsa elektrik üretilbildiğini gördü. Bu zayıf elektriğin, nasıl Leiden kabındaki gibi güçlü bir etkiye sahip hale getirilebileceği üzerine odaklandı. Çözümü ise gazetelerde bahsini okuduğu, elektrik üreten balıklarda buldu. Torpedo balıklarını incelediğinde sırtlarındaki bölmeli kısım dikkatini çekmişti. Hemen bakır ve çinko parçalarından oluşan ve çözeltiyle ayrılmış, birbirini tekrar eden katmanlar oluşturdu. Elde ettiği elektrik hem çok güçlü, hem de uzun süreliydi. Galvani'nin iddia ettiği gibi hayvan elektriği diye bir şey değildi bu. Farklı metaller arasında görülen bir özellikti. Galvani'nin hayvan vücutlarının ürettiğini sandığı şeyi, aslında farklı metaller arasındaki potansiyel fark ürettiyordu. (Daha sonraları Volta'nın hatırasını yaşatmak için elektrik potansiyel farkı birimi Volt olarak adlandırıldı.) Volta insanlık tarihindeki en büyük keşiflerden birini yapmıştı. Mekanik enerji gerektirmeden elde edilebilecek saf bir elektrik kaynağını, tarihteki ilk pili icat etmişti. Volta'nın icadı kimyada da devrime yol açtı. Örneğin suya Volta pili ile elektrik verildiğinde su iki farklı bileşene ayrılarak farklı iki gaz (oksijene ve hidrojene) dönüşüyordu. Yeni kimyasal elementler, endüstride farklı uygulamalar, güç ve zenginlik: Alessandro Volta, her şeyi değiştirdi.

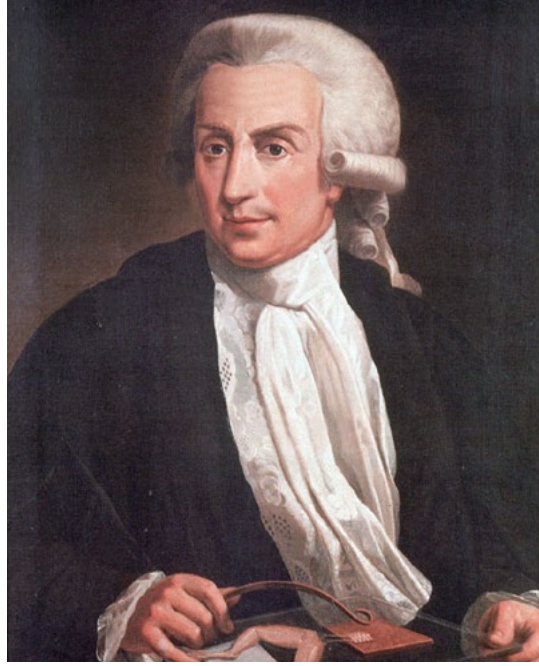


Volta'nın ürettiği ilk kimyasal pil





Alessandro Volta



Luigi Galvani

19. yüzyıla girerken Volta pilleri bilim insanlarının yeni gözdesi oldu. 1808 yılında İngiltere'de devrinin en meşhur bilim insanlarından Humphry Davy, yüzlerce Londralının önünde o güne dek hiç görülmemiş bir gösteri yaptı, Asitler ve metaller kullanarak yaptığı, genişçe bir salon büyüklüğünde bir alanı kaplayan dev bir Volta pili ile iki karbon çubuktan oluşan deney düzeneğiyle müthiş parlak bir elektrik arkı oluşturdu. Elleriyle tuttuğu karbon çubuklara elektrik verip onları birbirine değdirdiğinde insanoğlunun o güne dek üretebildiği en parlak manzara ortaya çıktı. Âdetâ gökteki şimşekleri iki elinin arasına hapsedivermişti. Gökyüzünün görkemli şimşekleri öfkeli meleklerin kırbaçları olmaktan çıkmış, insanoğlunun kontrol edebileceği bir olgu oluvermişti. Davy bu gösteriyle belki de farkına varmadan bizleri yepyeni bir çağa götüren bir adım attı. Elektrik çağı başlıyordu. Orada bulunan, İngiltere'nin kalburüstü sınıfından yüzlerce insan, işte o an elektriğin gücüne inanmıştı. O günün insanı elektrikten o kadar etkilenmişti ki, sözgeli mi elektrik verilen cansız vücutların hareket etmesi elektriğin diriltici gücü olduğuna inanmalarını bile sağlamıştı. 1818 yılında henüz 20 yaşında olan Mary Shelley tarafından yazılan Frankenstein öyküsünün kaynağı da tam olarak buydu.

Her şeye rağmen insan türünü bekleyen en büyük sürprizlerden biri henüz gerçekleşmemişti. O güne dek doğada keşfedilen garip bir madde özellikle coğrafi keşiflerde büyük rol oynamıştı. Kadim Çin'de bile bilinen bu siyah madde kuzey ve güney kutupları gösteriyordu, ama yaygın olarak bir ci-

hazda kullanılması coğrafi keşiflerin hemen öncesine denk geldi. Mıknatıs olarak bildiğimiz bu maddenin iki parçası yan yana getirildiğinde aynı kutbu gösteren uçlar birbirini itiyor, zıt kutupları gösteren uçlar ise birbirini çekiyordu. 1780'lerde Fransız fizikçi Charles Coulomb hem elektrik kutupların hem manyetik kutupların fiziksel özelliklerini incelemiş, meşhur Coulomb yasasını kalem almıştı ama bu ilginç iki doğal olgunun bağlantılı olabileceği nedense hiç kimse tarafından düşünülmemişti. Ta ki 21 Nisan 1820'ye kadar. O gün, Danimarkalı kimyager ve fizikçi Hans Oersted, bir ders esnasında akım taşıyan bir telin yakınındaki pusulanın kımıldadığını fark etti. Gerçi Oersted'den birkaç yıl önce İtalyan araştırmacı Gian Romagnosi'nin elektrik ile manyetizmanın ilişkili olduğuna dair iddiaları İtalyan gazeteslerinde yer almıştı, fakat dünya bu bağlantının keşfini akademik disiplin çerçevesinde Oersted'e borçludur. Romagnosi asıl uzmanlığı felsefe ve iktisat olan, meraklı bir adamdı. Statik elektriğin pusulayı saptırdığını gözlemiş ve bunu çevresine anlatmıştı. Oersted ise yıllarca mıknatıslarla elektrik akımı taşıyan teller üzerine yoğunlaşmıştı. Önceleri elektrik akım taşıyan tellerin tıpkı etraflarına ısı yaymaları gibi, manyetik bir alan da yaydıklarını düşündü. Dikkatli gözlemleri sonucu, oluşan manyetik etkinin şeklinin dairesel olduğunu gördü. Tam da o yıllarda, Paris'te bir matematikçi olan André-Marie Ampère'e bir arkadaşı Oersted'in çalışmalarını göstermişti. Elektrik ile manyetizma arasında da bir bağlantı olması Ampère'i derinden etkiledi.

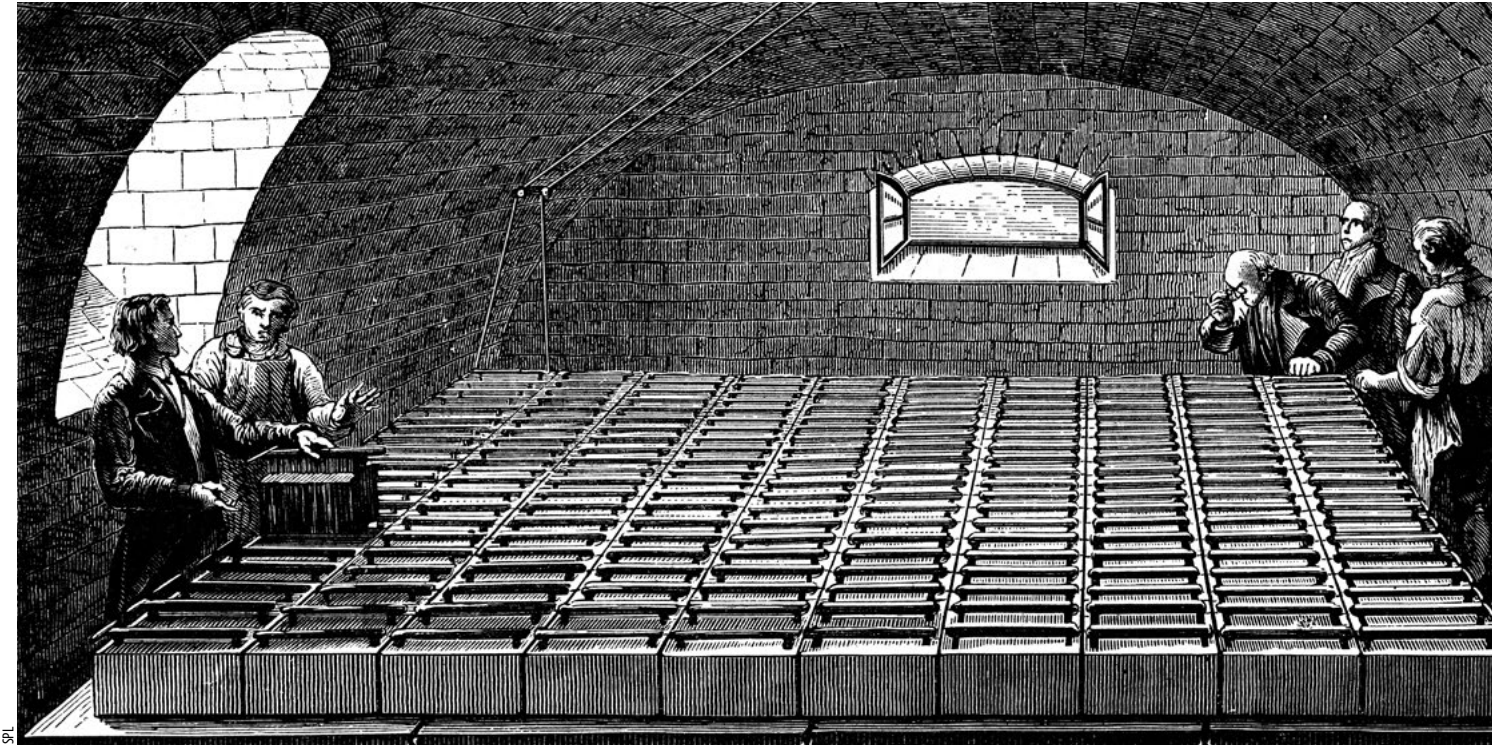


William Gilbert



Humphry Davy





Davy'nin gösterisinde kullandığı dev Volta pilil

Nadir rastlanan yeteneğiyle bu ilişkinin matematiksel bir altyapısı olması gerektiğini hemen anlamıştı. Hatta deneysel fizik konusunda kollarını sıvadı ve akım taşıyan iki telin birbirlerine tıpkı mıknatıslar gibi çekme-itme kuvveti uyguladığını keşfetti. Bu, hayatlarımızı esir alacak elektrodinamiğin ayak sesleriydi. Kullandığı büyülu matematik dilinin ve deneylerinin birleşmesiyle ortaya çıkan sonuç, kendi adıyla anılan, Ampère yasası diye bildiğimiz fizik ilkesi oldu.

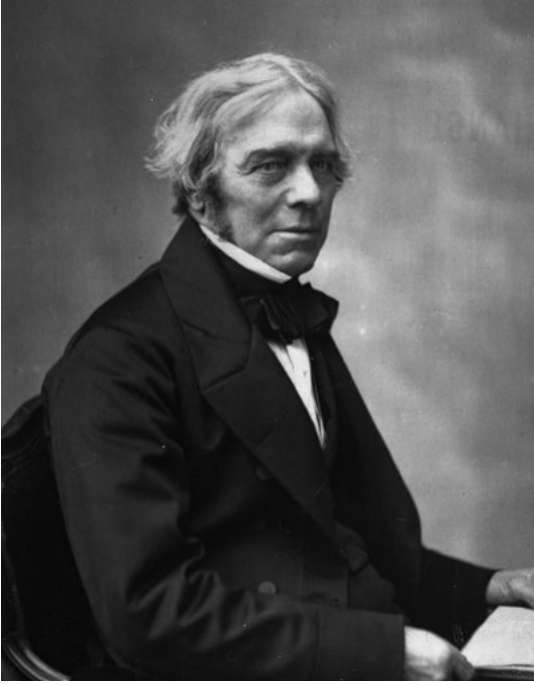
Ampère'le birlikte modern elektrik biliminin temelleri atılıyordu, fakat insan dehasının en nadide örnekleri henüz sahne almamıştı. 1812 yılında İngiltere Kraliyet Enstitüsü'ne 20 yaşında bir genç gelmişti. Doğru düzgün bir üniversite eğitimi görmemiş bu genç dâhi, bilime tutkuyla bağlıydı. Michael Faraday isimli bu delikanlı, yıldırım adam Humphry Davy'nin deneylerini görmüş ve büyülenmişti; her nasılsa kendini ona yakın bir asistanlık konumunda buldu. Davy'nin etkisiyle kimyanın hemen hemen her alanında çalıştı. Davy sadece elektrik arkı oluşturup eğlenceli gösteriler yapmakla kalmıyordu, kimyanın pek çok alanında usta bir bilim insanıydı. Farklı metallerden alaşımlar üretmek konusunda da mahirdi. Ama Faraday'ın nefesini kesen konular tabii ki görünmez kuvvetler olan elektrik ve manyetizmaydı. Faraday, Oersted'in elektrikle manyetizmayı ilişkilendiren deneyini İngiltere'de tekrarladığında henüz 20'li yaşlarını doldurmamıştı. Daha ileri gidip basit bir metal halka, cıva ve elektrik akımı taşıyan bir kablo kullanarak tarihin ilk elektrik akımı

kullanan motorunu da üretmeyi başarmıştı. Elektrikten mekanik hareket elde etmek müthişti. Birbirinden tamamen bağımsız üç kavramın oluşturduğu bir üçgende buluverdi kendini: Elektrik, manyetizma ve hareket. Faraday'ın bu noktadan sonra tek hedefi manyetizma ve hareketi kullanarak elektrik üretmektir. Bu, Volta'nın başarısından sonraki en heyecan verici bilimsel meydan okumaydı. 1831'de bir iletken bobinin içinde mıknatısı hareket ettirince, bobinde elektrik akımı oluştuğunu gördü. Bu kuşkusuz bilim tarihinin en önemli anlarından biriydi. Bu deneyin farklı versiyonları üzerinde çalıştı. Manyetik alan içinde döndürdüğü metal diskin dış yüzeyi ile merkezi arasına bağladığı telde akım üretmeyi başarmıştı. Bu, bildiğimiz anlamda ilk elektrik jeneratörüyüdü. Volta'nın kimyasal elektrik kaynağının yanı sıra artık Faraday'ın mekanik elektrik kaynağı da vardı. Ne yazık ki buhar çağını yaşayan o günün girişimcileri Faraday'ın elektrik enerjisine yatırım yapacak kadar öngörülü olamadı. Bu iş için dünya Tesla gibi sıradışı bir girişimciyi beklemeliydi. Ama elektrik ile manyetizma arasındaki bağlantı kullanılarak ilk elektromıknatıslar üretildi ve telgrafın icadı bu basit nesnelere dayandı. Enerjide olmasa bile iletişimde yeni bir dönem başlamıştı. Elektromıknatıslar birbirinden kilometrelerce uzak iki nokta arasında 1840'larda Samuel Morse'un icat ettiği haberleşme diliyle anında iletişim kurulmasını sağladı. 1850'lerin sonunda Yeni Dünya ile Avrupa arasına okyanus boyunca kablolar döşendi. Kraliçe Victoria'nın ABD Başkanı'na

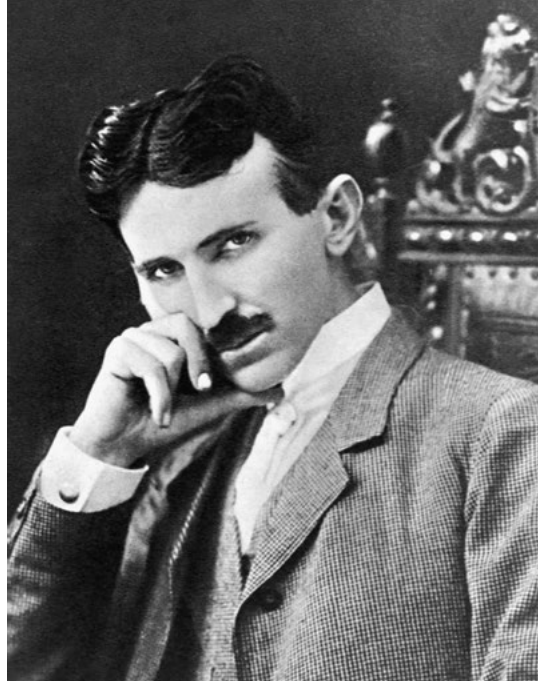


Oersted'in manyetizma ile elektriğin ilişkisini gözlemlediği an





Michael Faraday



Nikola Tesla

deniz aşırı ilk mesajı yaklaşık 100 kelimeden oluşuyordu ama bu mesajın iletilmesi 16 saat sürmüştü! Bugünün her biri akıllı telefon uzmanı olan gençlere gülünç gelse de, aylar süren iletişimi sadece birkaç saate düşüren bu yöntem tüm insanlığı değiştirecek çapta bir başarıydı.

Michael Faraday'a gelince... O tarihin gördüğü en muhteşem deneycilerden biri olarak şükranla anılmayı hak ediyor. Yaptığı deneylerle elektrik ve manyetizma arasındaki muhteşem bağlantıya dikkat çekmeyi başardı. Hareket ve elektromanyetizmanın birbirine dönüşebileceğini gösterdi. Hatta deneysel fizikte öyle aşkın bir konumdaydı ki, çok erken bir dönemde manyetik alanın ışığı doğrudan etkilediğini keşfeden ilk kişi oldu. Elektroliz üzerine yoğun çalışmalar yaptı. Anot, katot, elektrot ve iyon gibi terimlerin yaygınlaşmasını sağladı. Kimyasal keşifleri (örneğin benzen) ve kimyasal tepkimeler konusunda yürüttüğü çalışmalar, akademik başarılarının içinde küçük ayrıntılar olarak kalıyor. Yaptığı buluşların bilim ve sanayideki ağırlığını düşününce, tüm zamanların en büyük bilim insanlarından birisi olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz. İyi bir matematik bilgisinin olmaması tek kusuruydu. Elektromanyetizma hakkında elde ettiği veriyi matematikle yorumlamayı başaramadı. Tüm notlarında ve çizdiği sembolik elektromanyetik alan çizgilerinde bir matematik dehası beklentisini sezmemek mümkündü; sanki tüm çalışmalarını kendinden sonra gelecek dâhi bir mirasçının hünerli ellerine emanet eder gibiydi.

Çünkü bilim dünyasında gerçek bilgelik, deneysel sonuçları matematiksel bir dille açıklamayı başarmakta gizlidir.

Michael Faraday'ın Londra Kraliyet Enstitüsünde verdiği bir ders



#### Kaynaklar

- Lienhard, J. H., *Engines of Our Ingenuity*, Bölüm 741, <http://www.uh.edu/engines/epi741.htm>
- Al-Khalili, J., *Shock and Awe: The Story of Electricity - The Age of Invention*, BBC Four, 6 Kasım 2011.
- Seeger, R. J., "Michael Faraday and the Art of Lecturing", *Physics Today*, Cilt 21, Sayı 8, s. 30, 1968.
- Martins, R. A., Resistance to the discovery of electromagnetism, <http://ppp.unipr.it/Collana/Pages/Libri/Saggi/Volta%20and%20the%20History%20of%20Electricity/V&H%20Sect3/V&H%20245-265.pdf>
- Thidé, B., Electromagnetic Field Theory, <http://www.physics.irfu.se/CED/Book/index.html>
- Uçurtma deneyi, [http://ethw.org/Kite\\_Experiment](http://ethw.org/Kite_Experiment)

# Elektromanyetizma

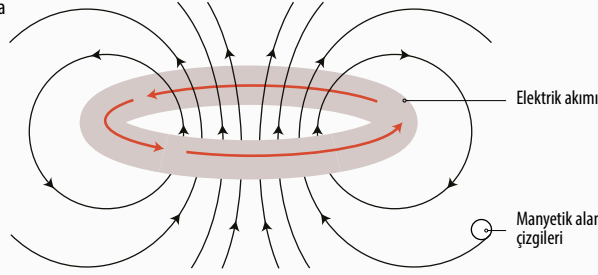
19. yüzyıl boyunca elektrik akımı ile manyetik alan arasında sıkı bir ilişki olduğunu gösteren geniş çaplı araştırmalar yapıldı. Bu çalışmalara göre değişken manyetik kuvvet ile elektrik akımı üretilebiliyor, elektrik akımı ile de manyetik kuvvet üretilebiliyordu. Birbiriyle sıkıca bağlı olduğu ortaya çıkan bu iki kavramın birleştirilmesiyle, ışığın da doğasını açıklayan “elektromanyetik alan” bilimi doğdu. Uygarlığımızı kökten etkileyen radyo, TV, telefon ve özellikle transistör gibi devrimsel icatlar da bu kavrayışın ürünü oldu.

## Elektromanyetik Alan

Michael Faraday'ın muhteşem deneyleriyle ve James Clerk Maxwell'in matematiksel altyapısını oluşturmasıyla uzun ve verimli bir süreç sonunda doğası anlaşıldı. Bu tamamen yeni bir bilim dalına ve öngörülemez uygulama alanlarına kapı açtı.

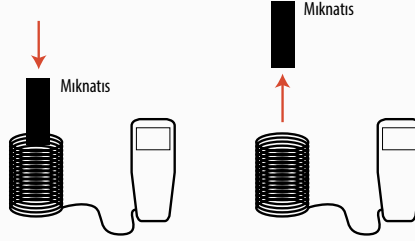
## Elektrik Manyetik Alan Üretir

Danimarkalı fizikçi Hans Oersted (1777-1851) akım taşıyan bir iletkenin etrafında, tıpkı mıknatıslar gibi, manyetik alan oluştuğunu keşfetti.



## Manyetik Alan Elektrik Üretir

Oersted'in çalışmalarından yola çıkan İngiliz fizikçi ve kimyager Faraday (1791-1867) süreci tersinden okuyarak değişken manyetik alan uyguladığı bir iletkenle elektrik akımı üretmeyi başardı.



## Elektromanyetik Alan

İskoç fizikçi J. C. Maxwell (1831-1879) birbirinin tersi olan bu iki süreç için matematiksel temeller inşa etti. Oluşturduğu denklemlere göre, elektrik yüklerinin etrafındaki elektrik alan ile mıknatıslar etrafındaki manyetik alan aslında bir olgunun iki ayrı yüzüydü. Bir ortamdaki elektrik alan şiddeti değiştirildiğinde o ortamda değişimin hızıyla orantılı bir manyetik alan yaratılıyordu. Bunun tersi de doğrudur. Bu iki kavramı ayrı şeyler gibi ele almanın anlamı yoktu. Ortada tek bir gerçeklik vardı ve o da elektromanyetik alan diye anıldı. Elektromanyetik alanlar, Maxwell denklemlerine göre uzayda enine dalgalar halinde yayılıyordu. Bu elektromanyetik dalgaların yayılma hızı ise tam olarak ışık hızına eşitti.



## Heinrich Rudolf Hertz

Maxwell'in elektromanyetik alanların uzayda dalgalar halinde yayıldığına dair öngörüsünü deneysel olarak doğrulayan Hertz (1857-1894) aynı zamanda daha sonraları Albert Einstein tarafından fotoelektrik etki olarak adlandırılan fiziksel olgunun da keşifçisi. Hertz'in anısına, Uluslararası Birim Sisteminde (SI) frekansın birimi Hertz olarak isimlendirildi.

## Dalgalar

Elektromanyetik alan boşlukta bile dalgalar halinde ilerler. Tüm dalgalar ilerlemek için bir ortama ihtiyaç duyduğu halde, elektromanyetik dalgalar ilerlemek için herhangi bir ortamın varlığına muhtaç değil. Her elektromanyetik dalganın, dalga boyuna göre farklı fiziksel özellikleri vardır. Bizim ışık olarak bildiğimiz şey de aslında elektromanyetik dalgadır. Farklı renkler, farklı dalga boylarındaki elektromanyetik dalgaları farklı algılamamızdan kaynaklanır.

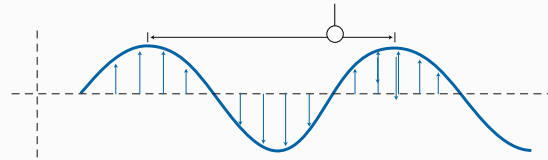
## Dalga Boyu (λ)

Elektromanyetik dalganın iki tepe noktası arasındaki uzaklık (elektrik alan şiddetinin maksimum olduğu iki nokta arasındaki uzaklık) dalga boyunu verir. Dalga boyu ne kadar büyükse, elektromanyetik dalga birim zamanda o kadar az titreşir, dolayısıyla o kadar düşük enerjilidir.

## Frekans (f)

Bir saniyede bir noktadan geçen dalga sayısını veren niceliktir. Dalga boyu ile frekans, birbirleriyle ters orantılıdır.

Elektromanyetik dalgayı oluşturan elektrik ve manyetik alan, dalganın ilerleme yönüne dik bir düzlemde salınır. Elektromanyetik dalganın (veya ışığın) yayılma hızı boşlukta saniyede 300.000 km'dir. Madde içinde ise ışık daha yavaş ilerler. Bu yüzden az yoğun ortamdan çok yoğun ortama giren ışık yavaşlar ve dışarıdan bakan biri ışığın ortam değiştirirken kırıldığını gözlemler.



## Hertz (Hz)

Bir dalganın uzayda belli bir noktadan bir saniyede kaç kere geçtiğini ifadeden ölçüdür. (1 Hz=1 s<sup>-1</sup>)

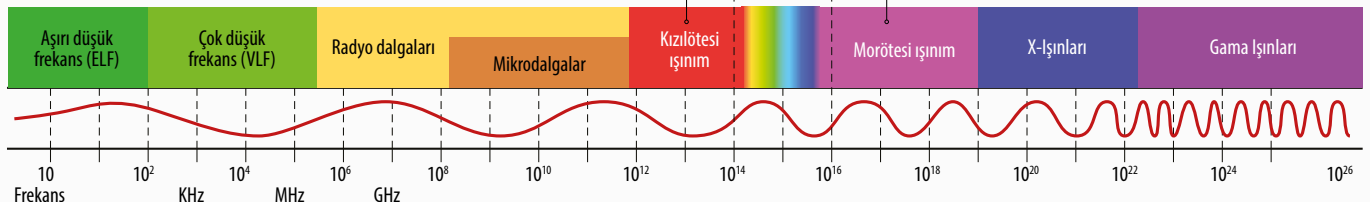
## Elektromanyetik Tayf

Elektromanyetik dalgaları dalga boylarına göre sınıflandıran ölçüte tayf denir. Her bir dalga boyu, kendine has bir renkte görünür ve tüm renklerin bulunduğu bir gösterim elektromanyetik tayfı temsil eder.

Kırmızı rengin dalga boyundan daha uzun dalga boylarındaki tayf kızılötesi diye adlandırılır. İnsanlar göremese de, kızılötesi tayfı görebilen hayvan türleri vardır.

## Görünür ışık tayfı

Mor rengin dalga boyundan daha kısa dalga boylarındaki tayf morötesi olarak adlandırılır. Morötesi ışınları bazı hayvan türleri, örneğin anılar görebilir.





### Yeni Bir Dönemin Başlangıcı

Elektromanyetik tayfın farklı bölgeleri için, çok farklı amaçlara yönelik değişik kullanım alanları var:

### Radyo

Elektromanyetik dalgalar metal bir antene ulaştığı zaman, anten üzerinde elektromanyetik dalgaların frekansı ile orantılı akımlar oluşur. Radyo, vericiler tarafından üretilen elektromanyetik dalgaları algılayarak elektrik akımına çeviren cihazdır. Elektromanyetik dalgada taşınan bilgi, elektrik akımlarıyla hoparlöre iletilir.



## 700 nanometre

Kırmızı ışığın dalga boyu 700 nm mertebesinde (1 milimetrenin binde birinden daha kısa).

Görünür ışık bölgesi yaklaşık 400-700 nm aralığındadır.

## X-Işınları

19. yüzyılda keşfedildi. Klinik teşhis yöntemlerinde çığır açıcı bir etkisi oldu. Pek çok hastalığın ameliyatsız tespiti X-Işınları ile sağlanır.

### Telekomünikasyon

Cep telefonlarıyla baz istasyonları, TV vericileri ve antenler, uydular vb. hepsi elektromanyetik dalgalar aracılığıyla bağlantı kurar.

### Transformatör

Değişken akım taşıyan iletkenlerin etrafında oluşan elektromanyetik dalgalar, demir çekirdek ile başka bir konuma aktarılır ve farklı bir kabloda yeni bir değişken akım oluşması sağlanır. Bu sayede bir akım kaynağının gerilimi başka bir ortama aktarılabilir ve gerilim miktarı istendiği gibi ayarlanabilir. Bu tip cihazlara transformatör denir. Transformatörler ile santrallerde üretilen elektriğin gerilimi binlerce volt artırılarak çok az enerji kaybıyla kilometrelerce uzağa elektrik iletilir.

### Dinamo

Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. Güçlü bir manyetik alan içinde hareket ettirilen iletken üzerinde akım oluşması ilkesiyle çalışır.

### Elektrik Bobini

Manyetik alan ile enerji depolayan cihazlardır. Otomotiv sektöründen elektronik devrelere kadar pek çok uygulama alanı vardır.

### Radar

Herhangi bir cisme çarpan elektromanyetik dalga, tıpkı ses dalgalarının yansıması gibi geri yansır. Bir kaynaktan elektromanyetik dalgalar gönderilir, yansıyan elektromanyetik dalgalar analiz edilerek hareketli veya durağan cisimlerin konumu ve hızı hakkında bilgi edinilir. Bu yöntemi uygulayan cihazlara radar denir.



### Taşıyıcı dalgalar



GM (Genlik Modülasyonu) dalga  
Taşıyıcı dalga, frekans sabit kalacak şekilde modüle edilir.



### Taşıyıcı dalgalar



FM (Frekans Modülasyonu) dalga  
Taşıyıcı dalga, genlik sabit kalacak şekilde modüle edilir. Atmosferdeki değişkenlikten bağımsız olarak yüksek doğrulukta iletim sağlar.



# Metal Parçacıklarından Temiz Enerji

Her yıl yeni bir sıcaklık rekoru kırılıyor ve bu durum sanayi ve teknolojinin gelişmesiyle beraber atmosfere salınan karbondioksit miktarındaki artışla ilişkilendiriliyor. Bir sera gazı olan karbondioksit, yeryüzünden uzaya yayılan ısıyı geri yansıtarak Dünya'nın ortalama sıcaklığının yükselmesine neden oluyor. Dünya'nın günümüzdeki ortalama yüzey sıcaklığı Sanayi Devrimi öncesindekinden yaklaşık 1°C daha yüksek. Gelecekte atmosfere salınan karbondioksit miktarının azaltılması gerekiyor.



Günümüzde atmosfere salınan karbondioksitin ana kaynağı, sanayide ve taşıma sistemlerinde enerji elde etmek için kullanılan fosil yakıtlar. Bu yakıtların kullanıldığı süreçlerde karbondioksit oluştuğu için gelecekte fosil yakıtların yerini daha temiz ve çevre dostu yakıtların alması gerekiyor. Ayrıca fosil yakıtlar yenilenebilir bir enerji kaynağı olmadığından uzun vadede kullanılmaları zaten imkânsız. Dolayısıyla gelecekte dünyanın ihtiyacını karşılayabilecek yenilenebilir yakıtların geliştirilmesi zaten bir gereklilik.

Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji ve termonükleer enerji ilke olarak elektrik üretiminde fosil yakıtların yerini alabilir. Ancak fosil yakıtlar sadece elektrik üretmek için kullanılmıyor. Örneğin motorlu taşıtlarda hâlâ yaygın olarak fosil yakıtlar kullanılıyor. Her ne kadar elektrikle çalışan taşıtlar olsa da elektriği depolamak, bir yerden başka bir yere aktarmak ve ticaretini yapmak fosil yakıtlar kadar kolay değil. Dolayısıyla günümüzde kısmen kullanılan rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve diğer yenilenebilir temiz enerji kaynakları elektrik üretiminde fosil yakıtların yerini alsın bile hâlâ taşıma sistemlerinde kullanılabilecek, depolanması ve aktarılması kolay, çevre dostu yeni yakıtlara ihtiyacımız var.



## Alternatif Enerji Kaynakları

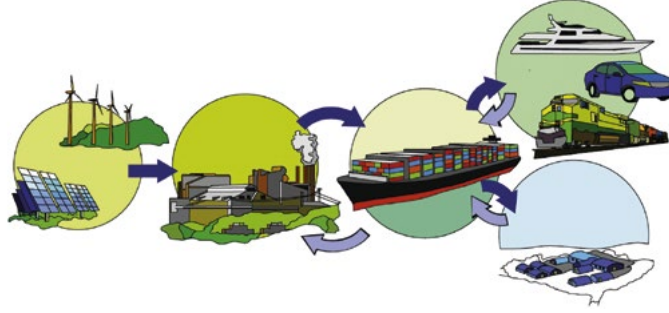
Fosil yakıtlara alternatif olabilecek enerji kaynakları arasında biyoyakıtlar sayılabilir. Ancak fotosentezle güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesiyle üretilen biyoyakıtların, özellikle havacılıkta ve çeşitli ulaşım araçlarında en iyi seçenek olsa da, tek başına fosil yakıtların yerini almasının imkânsız olduğu tahmin ediliyor. Çünkü fotosentezin güç yoğunluğu (birim zamanda ve birim hacimde elde edilen enerji miktarı) düşük.

Günümüzde bataryalar üzerine pek çok araştırma yapılıyor. Ancak bataryaların enerji yoğunluğu, fosil yakıtlarının onda birinden daha az. Bu cihazların sağladığı enerji ancak küçük binek araçların ihtiyacını görece kısa mesafeler için karşılayabilecek düzeyde. Bataryaların enerji yoğunluğu lokomotifleri, gemileri, yük araçlarını, iş makinelerini ve ağır askeri araçları çalıştırmak için yeterli değil. Bu durumun birkaç sebebi var. Öncelikle geleneksel bataryalar hem yakıtı hem de bu yakıttan enerji elde etmek için gerekli oksijeni içeriyor ve bu durum sistemde depolanan enerji yoğunluğunun düşük olmasına neden oluyor. İkincisi, bataryalarda meydana gelen kimyasal tepkimeler oda sıcaklığında (düşük bir sıcaklıkta) gerçekleştiği için enerji yavaş bir hızla elde ediliyor. Diğer taraftan, fosil yakıt kullanılan içten yanmalı motorlar, yüksek sıcaklıklarda çalışıyor ve yakıt yakmak için havadaki oksijeni kullanıyorlar. Oksijenin depolanmasının gerekmemesi sistemdeki enerji yoğunluğunun yüksek olmasını sağlıyor. Ayrıca yanma tepkimesinin yüksek sıcaklıkta ve yakıt-oksijen karışımının yoğunluğunun optimum seviyede olmasını sağlayan yüksek bir basınç altında gerçekleşmesi, güç yoğunluğunun da yüksek olmasını sağlıyor.

Geleneksel bataryalara alternatif olabilecek, havadaki oksijeni kullanan metal-hava bataryaları var. Alüminyum, çinko, demir veya lityum içeren bu bataryalar, hem oksijenin sistemde depolanmasının gerekmemesi hem de metallerin sağladığı

yüksek enerji yoğunluğu sebebiyle, geleneksel bataryalardan daha yüksek enerji ve güç yoğunluğuna sahipler. Fakat bu bataryaların düşük sıcaklıklarda çalışması kimyasal tepkimelerin yavaş ilerlemesine sebep oluyor ve pahalı katalizörlerin (kendisi tepkimede harcanmadan tepkimenin hızını artıran maddelerin) kullanılmasını gerektiriyor.

Bir diğer temiz enerji kaynağı alternatif, hidrojen gazı. Bu gazın pek çok özelliği enerji elde etmek için kullanılmaya çok uygun. Örneğin özgül enerjisi yüksek,



tepkimelere girmeye istekli ve yakıldığında çevreye zararlı gazlar oluşmuyor. Ayrıca hidrojen gazı, içten yanmalı motorlardan gaz türbinli motorlara kadar pek çok teknolojiyle uyumlu. Ancak hidrojen gazının fosil yakıtların yerini almasının önünde iki önemli engel var. Birincisi sıkıştırılmış hidrojen gazının yoğunluğunun çok düşük olması. Daha yüksek yoğunluğa sahip olması için çok düşük sıcaklıklarda depolansa bile hidrojen gazının yoğunluğu hidrokarbon yakıtlarının onda birinden daha az. Ayrıca hidrojen gazının sıkıştırılması ve depolanması enerji gerektiren bir süreç. Uzun zamandır hidrojen gazı depolama üzerine yapılan çalışmalara rağmen, yakın gelecekte depolanmış hidrojenin yoğunluğunun sıvı hidrojeninkinin üzerine çıkarılabileceği düşünülmüyor. Hidrojen gazının fosil yakıtların yerini almasının önündeki diğer önemli engelse hidrojenin yanıcı ve patlayıcı bir gaz olması. Hidrojen gazını güvenli bir biçimde depolamak ve kullanmak fosil yakıtlara göre çok daha zor.

Hidrojen gazını üretmek ve depolamak ile ilgili sorunlar, metal-su tepkimelerinden yararlanılarak aşılabılır. Metaller,

suyla tepkimeye girdikleri zaman yüksek miktarda enerji açığa çıkarken metal oksitler (metal ve oksijen atomlarından oluşan bileşikler), metal hidroksitler ve hidrojen gazı oluşur. Bu durum metal-su tepkimelerinden, gaz türbinli motorlarda ve yakıt gözelerinde enerji elde etmek için kullanılabilecek hidrojen gazını üretmede yararlanılabileceği anlamına gelir. Böylece hidrojen gazının depolanması ve düşük enerji yoğunluğundan kaynaklanan sorunlar da aşılmış olur. Ancak metal-su tepkimeleri, sıcaklık ve basıncın düşük ya da orta seviyede olduğu ortamlarda hayli yavaş ilerliyor. Bu yüzden metal-su tepkimelerini kullanarak yüksek güç yoğunluğu elde etmek kolay değil. Bu amaçla kullanılabilecek bir motor geliştirmek çok zor.

Araştırmacılar tarafından üzerinde yoğun çalışmalar yapılan alanlardan biri de havadaki karbondioksit ve hidrojeni ham madde olarak kullanarak hidrokarbon yakıtları sentezlemek. Bu yöntemde enerji kaynağı olarak güneş ışığı ya da elektrik kullanılıyor ve elde edilen ürünler genellikle solar yakıt olarak adlandırılıyor. Hidrokarbonların fiziksel ve kimyasal özellikleri zaten içerisinde çeşitli hidrokarbonlar bulunan fosil yakıtlara benzediği için, solar yakıtlar günümüzde kullanılan teknolojilerle ve taşıma sistemleriyle uyumlu. Bu yakıtların elde edilmesiyle ilgili en önemli sorun atmosferdeki karbondioksit derişiminin düşük olması. Atmosferin hem ham madde kaynağı hem de atıkların içine bırakıldığı bir havuz görevi gördüğü bu yöntemin verimli bir biçimde enerji elde etmede kullanılabilmesi için pahalı altyapı yatırımlarının yapılması gerekiyor. Esasen atmosferdeki karbondioksit yerine sanayi kuruluşlarında üretilen karbondioksitin kullanılması durumunda, solar yakıtları daha ekonomik bir biçimde elde etmek mümkün olabilir. Ancak solar yakıtların motorlu araçlarda kullanılması atmosfere karbondioksit salımıyla sonuçlanacağı için, üretimleri sırasında temiz enerji kullanılsa bile, çevre dostu oldukları söylenemez.

## Metal Tozları

Metallerin açık havada ve yanma ürünleri içinde yanabildiği yüzyıllardır biliniyor. Örneğin roket yakıtlarında ve havai fişeklerde metal tozları kullanılıyor. Ayrıca demir ve çeliği kesmek için de yaygın olarak metallerin yanmasından yararlanılıyor. Kesici aletleri bilerken ortaya çıkan kıvılcımlar da etrafa saçılan metal parçalarının havada yanmasıyla oluşur. Ancak metallerin yanmasıyla ilgili bilimsel araştırmaların gerçek anlamda 20. yüzyılın ortalarından sonra başladığı söylenebilir.

Metaller oksijenle tepkimeye girdiğinde metal oksit bileşikleri oluşur ve yüksek miktarda enerji açığa çıkar. Metal oksit bileşikleri -örneğin  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  - kararlı bileşiklerdir. Büyük çoğunluğu insan sağlığı için zararsız olan bu maddeler, normal koşullar altında katı halde bulundukları için toplanmaları ve geri dönüştürülmeleri kolaydır. Günümüzde bor, yüksek enerji yoğunluğu sebebiyle patlayıcılar da ve iticilerde katkı maddesi olarak zaten kullanılıyor. Berilyum da enerji yoğunluğu yüksek olan metallerden, ancak berilyum oksit insan sağlığına zararlı olduğu için yakıt olarak kullanılabileceği düşünülmüyor. Doğada çok bol miktarda bulunan alüminyum, magnezyum, silisyum ve demir metallerinin enerji yoğunluğu da hayli yüksek. Bu metallerin gelecekte yakıt olarak kullanılması mümkün olabilir.

Metallerin yakıt olarak kullanıldığı bir dünyada enerji trafiği özetle şu şekilde işleyebilir: Metal tozları, temiz enerjinin bol olduğu bölgelerde üretilebilir ve daha sonra diğer bölgelere taşınabilir. Metal tozları özel olarak tasarlanan cihazların içinde yakılarak enerji elde edilebilir. Yanma sonucunda oluşan katı metal oksit bileşik-

leri toplanabilir ve daha sonra çevre dostu enerji kaynakları kullanılarak geri dönüştürülebilir. Tüm bu süreçler sırasında sera gazları ya da çevreye zararlı herhangi bir ürün oluşmaz. Üstelik metal oksit bileşikleri, hidrokarbonlar kadar güvenli bir biçimde depolanabilir ve taşınabilir. Ayrıca nemden ve havadan korunacak biçimde depolandıklarında, metal tozlarının raf ömrü sınırsızdır. Bu senaryonun gerçeğe dönüşmesinin önündeki en önemli engel şu an metal tozlarındaki kimyasal enerjiyi yüksek hızlarla açığa çıkaracak bir motorun olmaması.

Esasen metal-hava yanmalı motorları tasarlamak, düşük sıcaklıklarda çalışan bir metal-su yanmalı motoru tasarlamaktan daha zor. Ancak eğer geliştirilebilirlerse, yüksek güç yoğunluğuna ihtiyaç duyulan işlerde üstün performans gösterebilirler. Üstelik söz konusu olan motorlu araçlar olduğu zaman, metal-su motorlarında hem metal hem de su, sistemin ağırlığını artırarak performansının düşmesine sebep olacaktır. Metal-hava motorlarında ise metal dışında bir ağırlık yok. Yanma için gerekli olan hava atmosferden doğrudan sağlanacağı için güç yoğunluğu hidrokarbon yakıtların kullanıldığı motorlarınkine yakın metal-hava motorları geliştirmek mümkün olabilir. Ayrıca bu motorlarda metal-su motorlarında kullanılmaya uygun olmayan metaller de -örneğin demir- kullanılabilir.

Geçmişte metal yakıtların içten yanmalı motorlarda enerji elde etmek için kullanılabileceği öne sürülmüştü. Ancak, metal tozlarının özellikleri içten yanmalı motorlarla uyumlu değil. Yanma sonucunda ortaya çıkan metal oksit bileşikleri hem içten yanmalı motorların tasarımına uygun değil hem de motorla-

rı aşındırabilir. Dolayısıyla metal yakıtlardan enerji elde edebilmek için dıştan yanmalı motorlara odaklanılması gerekiyor.

Dıştan yanmalı motorlar günümüzde pek çok alanda enerji elde etmek için kullanılıyor. Fosil yakıtlar, jeotermal enerji, nükleer enerji ya da güneş enerjisiyle çalışan bu motorların metal yakıtlarla çalışabilecek hale getirilmesi mümkün olabilir.

Taşıma sistemleri göz önüne alındığında, modern dıştan yanmalı motorların verimliliği, Sanayi Devrimi döneminde kullanılan ilkel, kömürle çalışan dıştan yanmalı motorlarınkinden çok daha yüksek. Hatta günümüzde dıştan yanmalı motorların verimliliği ve güç yoğunluğu içten yanmalı motorlarınkini geçmeye başladı. Ayrıca dıştan yanmalı motorlar, hibrit-elektrik güç aktarma aksamalarının parçaları olarak da iyi performans göstermeye aday.

Dr. J. M. Bergthorson ve arkadaşları, *Applied Energy*'de yayımladıkları bir makalede metallerin yakılmasıyla yenilenebilir enerji elde edilmesi konusunu ele alıyor. Sonuçlar, metal tozlarının hidrokarbon yakıtlara yakın hızlarla yakılabileceğini gösteriyor. Yakıcı gazın bileşimi ve sıcaklığı değiştirilerek arzu edilen yanma hızları ve metal oksit parçacıklarının büyüklükleri kontrol edilebiliyor. Elde edilen yüksek ısı, sanayide ve konutlarda ısı gerektiren işlerde kullanılabileceği gibi mekanik ve elektriksel güç elde etmek için de kullanılabilir.

Yandaki sayfada Dr. J. M. Bergthorson ve arkadaşlarının öne sürdüğü, metal yakıt kullanılan dıştan yanmalı motorla ilgili bir çizim görüyorsunuz. Sistem bir metal yakıt tankı, bir toz dağıtma sistemi ve katı metal oksitlerin toplandığı bir tankla bağlantılı bir yanma gözesinden oluşuyor. Böyle bir motorla metal yakıtlardaki kimyasal enerji, yüksek hızlarla ısı enerjisine dönüştürülebilir ve çeşitli amaçlarla (bkz. yan sayfadaki çizim) kullanılabilir. Örneğin bu ısı enerjisi doğrudan sanayide ya da konutlarda ısıtma amacıyla veya mekanik enerjiye dönüştürülerek lokomotifleri, otomobilleri ve gemileri hareket ettirmek için kullanılabilir. Üstelik, içten yanmalı motorların aksine, dıştan yanmalı motorları daha büyük boyutlarda imal ederek kapasitelerini artırmak çok kolay.





Metal tozlarının fiziksel özellikleriyle kömür tozlarındakilerin birbirine benzemesi, günümüzdeki kömür termik santrallerinin kolaylıkla metal tozlarından enerji elde etmek için kullanılabilecek hale dönüştürülebileceğini gösteriyor. Bu durum metal yakıtların kullanılmaya başlaması için gerekli yatırımların maliyetini düşürecektir. Ayrıca güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi gibi temiz enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin depolanması ve ticareti bakımından da metal yakıtlar, hidrojen gazı ve geleneksel bataryalara göre çok daha avantajlı.

Araştırmacılar tarafından önerilen metal yakıtlı enerji sistemlerinin; metallerin yüksek enerji yoğunluğu, ölü ağırlığın (enerji elde etmede kullanılmayan ağırlığın) düşük olması ve yakmanın yüksek sıcaklıklarda gerçekleştiği için tepkime hızlarının yüksek olması sebebiyle yüksek performansla sahip olacağı söylenebilir. Enerji elde edilirken atmosfere hiçbir şey salınmaması ve yanma ürünlerinin etkin bir biçimde geri dönüştürülebilmesi, oluşan katı metal oksitlerin tamamının toplanmasıyla mümkün oluyor. Ancak yanma tepkimesi sonucunda oluşan metal oksitler ham madde olarak kullanılan metalden daha ağır olduğu için metal oksit tankları aynı zamanda sistemin ağırlığının işletim sırasında giderek artmasına da neden olacaktır. Bu durum durağan sistemlerde sorun olmasa da ulaşım sistemlerinin performansını azaltacaktır.

Gelecekte geliştirilmesi muhtemel metal-hava motorlarında kullanılabilecek yakıtlar arasında demir öne çıkıyor. Günümüzde metalürji ve kimyasal elektronik endüstrilerinde her yıl milyonlarca ton demir tozu zaten üretiliyor. Bu metali yaklaşık 2200 Kelvin sıcaklıkta dıştan yanmalı motorlarda yüksek verimle yakmak mümkün. Üstelik bu sıcaklık hem demirin kaynama sıcaklığından daha düşük (dolayısıyla demir tozları bu sıcaklıklarda depolanabilir) hem de demir oksitlerin ayrışma sıcaklığından daha yük-

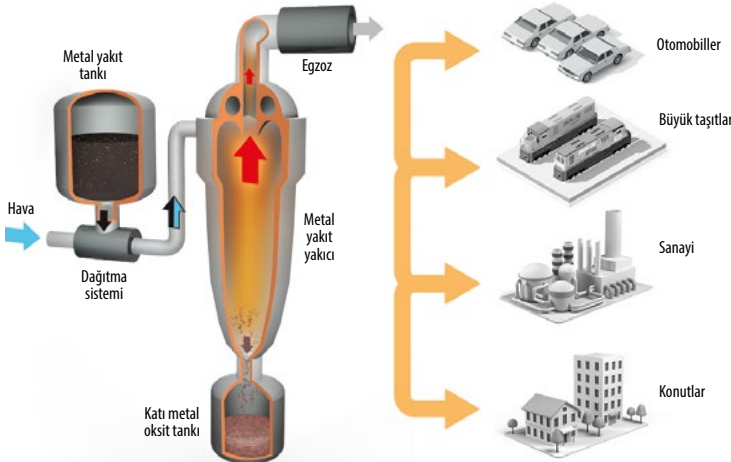
sek (dolayısıyla demir oksit kolayca toplanabilir). Demirin önemli bir özelliği, geri dönüşümü ile ilgili zaten bilinen verimli yöntemler olması. Demir oksitleri 1000°C'nin altındaki sıcaklıklarda hidrojen ile tepkimeye sokarak demir elde etmek mümkün. Dolayısıyla temiz kaynaklardan elde edilen hidrojen kullanılarak yanma sonucunda oluşan demir oksitler geri dönüştürülebilir. Ayrıca hidrokarbon yakıt kullanılan enerji santrallerinde ortaya çıkan karbondioksitin atmosfere salınmasını engellemek için kurulmuş reaktörlerde de demir oksitler kullanılıyor. Dolayısıyla yakıt olarak demir kullanılan dıştan yanmalı motorlar, çeşitli süreçler sonucunda oluşan karbondioksitin atmosfere salımını engellemek için de kullanılabilir.

Dıştan yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılabilecek bir diğer element silisyum. Silisyumun yanmasıyla oluşan ve camın da ana maddesi olan silisyumdioksit hem çevre dostu hem de ev atıkları için kurulmuş tesislerde kolaylıkla geri dönüştürülebilir. Ancak şu ana kadar silisyumun yakılmasıyla ilgili yapılmış yeterli çalışma yok.

Özet olarak, Dr. J. M. Bergthorson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalar, metal yakıtların enerji elde etmek için kullanılabileceğini gösteriyor. Metallerin yakılmasıyla elde edilen enerji hem doğrudan ısınma amacıyla kullanılabilir hem de dıştan yanmalı motorlar yardımıyla hareket enerjisine dönüştürülebilir. Metallerin yanma süreci henüz hidrokarbon yakıtlarınki kadar iyi anlaşılmış değil. Ancak şu anki bilgilerimiz gelecekte dünya genelinde metal yakıtların kullanılmasının mümkün olabileceğini gösteriyor. Bunun gerçekleşmesinin önündeki en önemli engel metal yakıtların kullanıldığı motorların henüz geliştirilmemiş olması. Eğer metal yakıtlar, fosil yakıtların yerini alabilirse bunun çevre açısından da çok yararlı sonuçları olacaktır. Çünkü hidrokarbon yakıtların aksine metal yakıtların kullanıldığı süreçler atmosfere sera gazı salımıyla sonuçlanmıyor.

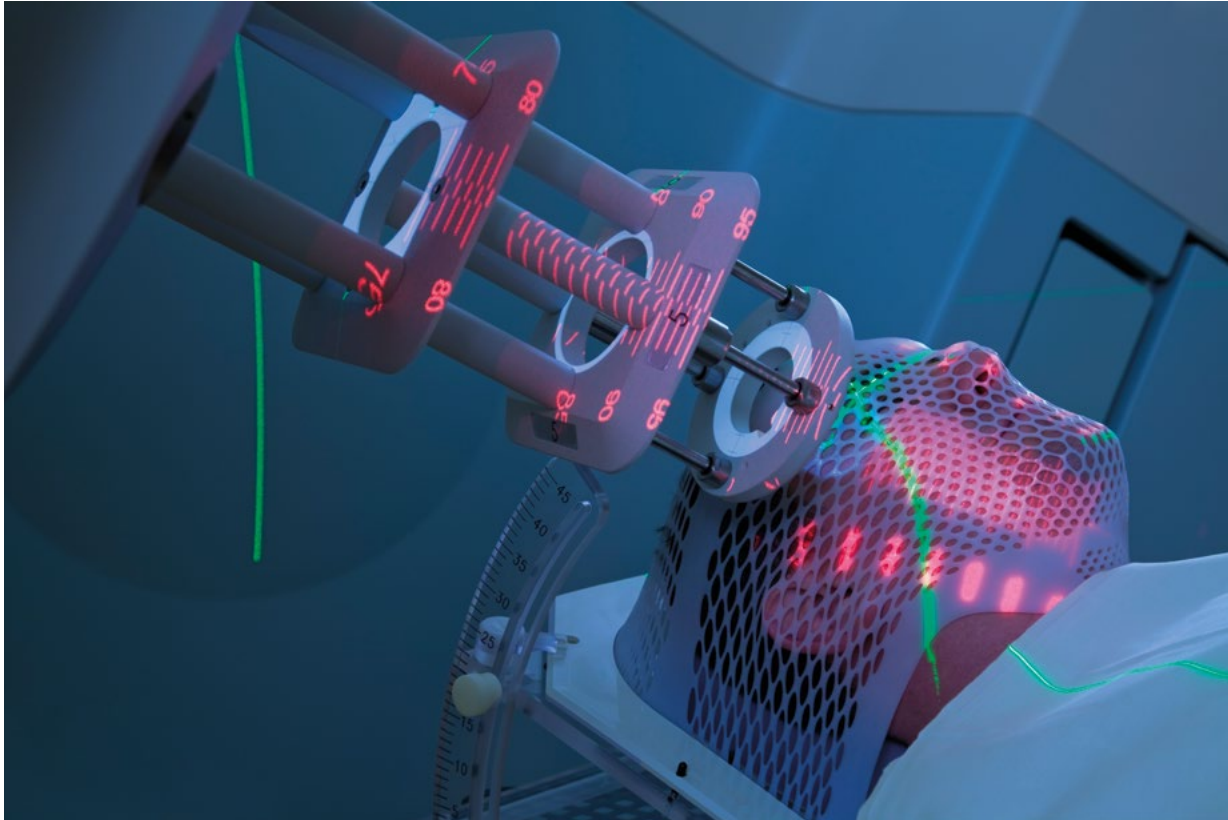
#### Kaynak

- Bergthorson, J. M. ve ark., "Direct combustion of recyclable metal fuels for zero-carbon heat and power", *Applied Energy*, Cilt 160, s. 368-382, 2015.



# İyi Huylu Tümörlerin Kansere Dönüşmesi

Tümör vücudun herhangi bir dokusunda veya organında hücrelerin kontrolsüz olarak, normalden fazla çoğalmasıyla oluşur. Gliomlar genellikle beyin ve omurilikte başlayan ve merkezi sinir sistemindeki destek hücrelerinde (glial hücreler) ortaya çıkan tümörlerdir. Beyinde daha sık görülen bu tümörler, hücrelerin kontrolsüz bir şekilde büyümesi sonucu beyni infiltre ederek (beyin dokusu içinde yayılarak) veya beyne baskı yaparak beynin işlevlerini bozabilir. Hücrelerin yoğunluğu, çekirdeklerindeki anormallikler, mitotik indeks (bir hücre grubundaki mitoz bölünme geçiren hücrelerin toplam hücre sayısına oranı) gibi özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılabilen gliomlar, Dünya Sağlık Örgütü tarafından kabul edilen bir sınıflandırma sistemine göre I'den IV'e kadar derecelere ayrılır. Bu sınıflandırmada en tehlikeli tümörler IV. derece olarak kabul edilir.

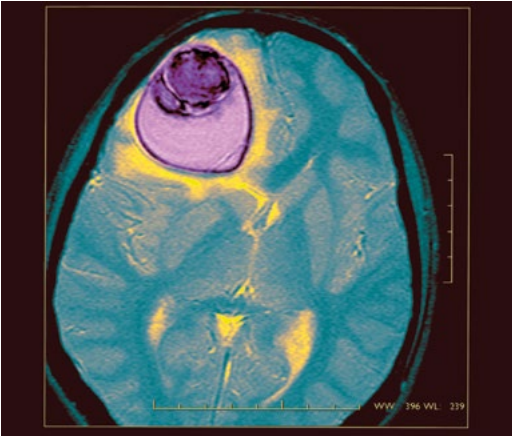




**G**liomlar genç yaşlardaki hastalarda genellikle iyi huyludur. Yavaş büyüyen ve bulunduğu bölgenin dışına çıkmayan bu tümörler zamanla daha yüksek dereceli yani kötü huylu tümörlere dönüşebilir. En yüksek dereceli yani IV. derece gliomlar, glioblastom (GBM) olarak adlandırılır. Eskiden glioblastome multiforme olarak da adlandırılan bu ölümcül kanser hastalığına yakalanan hastaların yaşam süresi tedavilere bağlı olarak ortalama 9-18 ay arasında değişir.

Tüm tıbbi gelişmelere rağmen hâlâ önüne geçilemeyen GBM'lerin yaklaşık %20'si daha düşük dereceli gliomlardan kaynaklanır. Bu nedenle tümör iyi huyluyken operasyonla çıkarmak GBM ile başa çıkmak için bir çözüm olarak değerlendirilebilir. Ancak tümörlerin beyin gibi hassas bir bölgeden tamamen temizlenmesi her zaman mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda kalan tümör parçaları kötü huylu tümörlere dönüşme riski taşır.

**Prof. Dr. Murat Günel**  
Türkiye'deki pek çok üniversite ile ortak çalışmalar yürütüyor.



Her tümör kanser değildir. Tümörler, hücrelerin normalden fazla çoğalmasıyla oluşan kitlelerdir. Büyüme hızı, yayılma gibi özelliklerine göre iyi huylu veya kötü huylu olarak sınıflandırılır. Hızlı büyüyen ve vücudun farklı bölümlerine de yayılabilen yani kötü huylu olarak bilinen tümörler kanser olarak adlandırılır. Bu arada bağ doku ve kemiklerden köken alan kötü huylu tümörler de sarkom olarak adlandırılır.

## Prof. Dr. Murat Günel Kimdir?

Kadıköy Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan (1984) sonra lisans eğitimine İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi'nde devam etti. Uzmanlığını Yale Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde (ABD) beyin ve sinir cerrahisi konularında tamamlayıp (1997) yine aynı üniversitede öğretim üyeliğine başladı. 2003'te doçent, 2008'de profesör oldu. Yale Üniversitesi Nixdorff-German Profesörü unvanına sahip Dr. Günel'in araştırmaları özellikle beyin gelişimine ve hastalıklarına yoğunlaşıyor.

Moleküler biyoloji ve genetik alanında sürdürdüğü araştırmalarda tümör, beyin kanaması ve anevrizma gibi hastalıkların moleküler yapısının anlaşılmasına ve bu hastalıklara yönelik yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapıyor. Başarılı pek çok çalışmaya imza atan Dr. Günel, Yale Beyin Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanlığı görevini de yürütüyor. Yale Üniversitesi tarafından fahri yüksek lisans (2010) ve Bahçeşehir Üniversitesi

tarafından fahri doktora unvanlarına layık görülen Dr. Günel, önemli akademik ödüllerin de sahibi. Bu ödüller arasında Amerikan Epilepsi Topluluğu'nun verdiği Genç Araştırma Ödülü (1999) ile T.C. Sağlık Bakanlığı'nın Bilimsel Başarı Ödülü de (2010) sayılabilir. 2015'te ABD Ulusal Tıp Akademisi üyeliğine seçilen Dr. Günel, TÜSEB ve Yale Üniversitesi tarafından ortak yürütülen Türk Kanser Gen Projesi kapsamında Yale Üniversitesi'nde gerçekleştirilecek çalışmaların başında yer alıyor.



## Türk Kanser Gen Projesi

Türk Kanser Gen Projesi, Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) ve Yale Üniversitesi arasında yakın zaman önce imzalanan bir proje. Yale Üniversitesi'nden Prof. Dr. Murat Günel önderliğinde yürütülen bu projede gen analizi yapılarak kişinin hangi kanser türüne meyilli olduğu veya hangisine yakalanma riski taşıdığı konusunda veriler elde edilecek. Proje kapsamında ülkemizin kanser gen haritası çıkarıl-

rak bölge, yaş ve genetik durum gibi faktörlerin yer aldığı hastalık şemaları hazırlanacak. Bütün bu sonuçlara bağlı olarak ülkemizde yaygın görülme potansiyeli olan kanser türlerine yönelik yeni teşhis ve tedavi yöntemleri ile ilgili çalışmalar yapılabilecek. Bu sayede kişiye özel tedavi ve ilaç geliştirileceği ve kanserle mücadelede önemli gelişmeler elde edileceği öngörülmüştür.

GBM hastalığıyla ilgili etkin teşhis ve tedavi yöntemleri geliştirmeye yönelik farklı çalışmalar yapılıyor. Yale Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Prof. Dr. Murat Günel ve ekibi de araştırmalarını bu alanda sürdürüyor. Şimdiye kadar önemli sonuçlar elde edilen bu çalışmaların son bulguları *Nature Genetics* dergisinin Ocak sayısında yayımlandı. Prof. Dr. Günel önderliğinde gerçekleştirilen çalışmada iyi huylu tümörün kansere dönüşmesine neden olan mekanizma incelendi. ABD'den bilim insanlarının Türkiye ve Almanya ile ortaklaşa gerçekleştirdiği bu uluslararası araştırmada 41 hasta yer aldı. Hastaların tamamı, II. veya III. derece beyin tümörleri zamanla IV. dereceye dönüşen hastalar arasından seçildi.

Tümörlerin genetik kodları üzerinde yoğunlaşan bu çalışmada gliomların kansere dönüşmesinin altında yatan mekanizmanın anlaşılabilmesi için hastaların iyi huylu ve kimi onlarca yıl sonra oluşan kötü huylu tümörlerinden örnekler alındı. Bu tümörlerin genetik kodları karşılaştırmalı olarak birçok yönden incelendi. Çalışmada, kötü huylu tümör oluşumunda kromozomal parçalardaki ve gen ifadesindeki değişimlerin yanı sıra DNA zincirinde protein kodlayan bölgelerin dışında oluşan ancak ifade-

sini etkileyen değişimlerin de etkin olduğu anlaşıldı. Ayrıca bu dönüşüm sürecinde gliomların yapılarına yeni bazı anormallikler eklenirken bazı anormalliklerin ise yok olduğu gözlemlendi. Bununla birlikte kötü huylu tümörlerin oluşmasında işlevleri şimdiye kadar tam olarak bilinmeyen bölgelerin de etkin olduğu gösterildi.

Bütün bu sonuçların farklı temel anlayışlara dayalı, yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine önayak olabileceği öngörülmüştür. Öyle ki, bu sonuçlar dikkate alınarak özellikle protein kodlamayan bölgeleri hedefleyen yeni ilaçlar geliştirmeye yönelik çalışmalar başlamış durumda. Hâlihazırda hücre seviyesinde başarılı sonuçlar veren bu ilaçların hayvan ve insan deneylerinin de kısa zamanda başlaması planlanıyor.

Bu araştırma son dönemde üzerinde çalışılan, kişiye özgü tedavi geliştirme açısından da büyük önem taşıyor. Çalışmada, iyi huylu tümörlerin kansere dönüşümü sırasında belli yollar ve haberleşme mekanizmalarını kullandığı gösteriliyor. Bu mekanizmalar kişiden kişiye değişiklik gösterebiliyor. Araştırmacılara göre tümörler oluşurken hangi sinyal sisteminin etkinleştiği anlaşılırsa kişiye özel ilaç geliştirilebilir. Buna bağlı olarak hastalığın tedavisinde etkisiz kalabilecek ilaçlar kolayca elenip hasta için en doğru ilaçlar belirlenebilir. Böylece kısa sürede ölümle sonuçlanabilen bu tehlikeli hastalığın tedavisinde çok kritik olan zaman da verimli şekilde kullanılabilir.

İyi huylu tümörlerin kansere dönüşme mekanizmasında şimdiye kadar açıklanamamış noktaların önemli bir kısmını tamamlayan çalışma kanserin teşhisine ve tedavisine yeni bir yaklaşım getiriyor. Bu yönüyle, aynı konuda yeni araştırmalara ışık tutacağı öngörülmüştür.

## Dünya Sağlık Örgütü sınıflandırmasına göre gliomlar dört dereceye ayrılır.

- I. Derece : İyi huyludur, yavaş büyür ve teşhis edildiğinde cerrahi müdahale ile iyileşme şansı yüksektir.
- II. Derece : Yavaş büyür ancak çevre beyin dokusuna yayılabilir. Yüksek dereceli tümörlere dönüşebilir.
- III. Derece : Aktif olarak bölünebilir, yüksek dereceli olarak tekrarlamaya meyillidir. Çevre beyin dokularına sızabilir.
- IV. Derece : En tehlikelidir. Çok hızlı bir şekilde büyür ve bölünür. Beyin dokularında ve dokuları meydana getiren hücrelerde istenmeyen hücre ölümüne (nekroz) neden olur.

### Kaynak

Bai, H. ve ark., "Integrated Genomic Characterization of IDH1-Mutant Glioma Malignant Progression", *Nature Genetics*, Sayı 48, s. 59-66, 2016.



# Tıpta Çığır Açan Buluşların Küçük Kitabı

Dr. Naomi Craft

## Tıpta Çığır Açan Buluşların Küçük Kitabı

Dr. Naomi Craft

*Tıpta Çığır Açan Buluşların Küçük Kitabı*'nda tıp tarihini şekillendirmiş 100'den fazla etkileyici buluş, keşif ve kuram açıklanıyor. Yazar, tıpta çığır açan en önemli buluşları kapsamlı bir şekilde sunarken Eski Mısır'da kullanılan yapay uzuvlardan günümüzdeki X ışınlarına, bağışıklık kazandırmadan sıhhi tesisata kadar pek çok farklı konuyu ele alıyor.

Tıp uzmanı Dr. Naomi Craft konuları kronolojik bir sırayla, düşündürten ve merak uyandıran bir üslupla anlatıyor.

İster ara ara göz atabileceğiniz, isterseniz de baştan sona okuyabileceğiniz *Tıpta Çığır Açan Buluşların Küçük Kitabı* kadim zamanlardan günümüze tıp dünyasının kapsamlı bir tanıtımını içeriyor.



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



# Sanal Gerçeklik Çağına Hazır mısınız?

## Rüyaların Satılığa Çıktığı Yeni Bir Dönem Başlıyor

Yıllardır çoğumuzun rüyalarını süsleyen, defalarca bilim kurgu hikâyelerine konu olan sanal gerçeklik (*virtual reality*) kavramı, teknolojik gelişmelerin yeterli olgunluğa ulaşmasıyla nihayet kapımıza dayandı. Acaba dokuz yıl önce akıllı telefonların ortaya çıkmasına benzer, teknolojik bir milatla mı karşı karşıyayız yoksa bu da gelip geçici bir hevesten mi ibaret?





### “Koş” diye bağırdı biri arkamdan...

Daha birkaç saniye önce sinema salonunun içindeyken, birden perdeden geçerek kendimi filmin içinde bir karakter olarak buldum. Birileri arkama bile bakmadan koştumamı söylüyordu. Önümdeki engelleri aşmak için gövdeyi sağa sola çevirirken, dönüp beni kovalayanın ne olduğuna baktım. Arkamdan gelen bir silüet vardı ama hatlarını pek seçemiyordum. Koşmanın gerçekten de iyi bir fikir olduğuna karar verdim. Ta ki koridorun sonunda bir pencereyle karşılaşana kadar. Elimi uzatıp pencereyi açtım. Şansa bakın ki önünde durduğum pencereyle karşı binanın penceresi arasına uzun ince bir tahta yerleştirilmişti. Beni kovalayan şey her neyse, kurtulmak için bu tahtanın üzerinde yürümem gerekiyordu.

Kollarımı iki yana açarak yavaşça adım atmaya başladım. Küçük bir adım, bir adım daha. Fena gitmiyordu. Ta ki asla yapmamam gereken şeyi yapana, aşağı bakana kadar. O zaman bir binanın 10. katı yükseklikte yürüdüğümü fark ettim. Bunun getirdiği panikle bir anda dengemi kaybettim. Dengemi toplamak için diğer tarafa biraz fazla eğilince tahtanın üzerinden kayverdim.

Hızla düşüyordum. Az önce üzerinde yürüdüğüm tahta gözümde giderek küçülürken binanın kat pencereleri hızla yanımdan geçiyordu. Düşerken iki kişinin sıkıya koluma yapıştığını hissettim.

Gözümdeki gözlüğü çıkardılar. Bir teknoloji fuarındaki küçük bir standın ortasında duruyordum. Biraz önce standın ortasına kapaklanmamı önleyen görevliler de yanımdaydı. Ne hissettiğimi sordular. “Düştüm” diye cevapladım. Daha önce merak, heyecan ve korku gibi duyguları içimde hiç bu kadar net uyandıran bir platformla karşılaşmamıştım.

**Sanal gerçeklikle ilk tanışmam böyle oldu.**

İlk sanal gerçeklik deneyimlerinden olan Vectrex 3D Imager adlı cihaz 1984'te Vectrex video oyun konsolunun aksesuarı olarak piyasaya sürüldü. Gözlüğün önüne, oynanacak oyunla uyumlu olarak yarısi siyah, yarısi renkli ve şeffaf bir renk çemberi yerleştiriliyordu. Çember hızla döndürülüyor ve her tur sonunda aynı kare hafif kaydırılarak iki kez görüntüleniyordu. Böylece üç boyutlu derinlik algısı oluşturuluyordu.

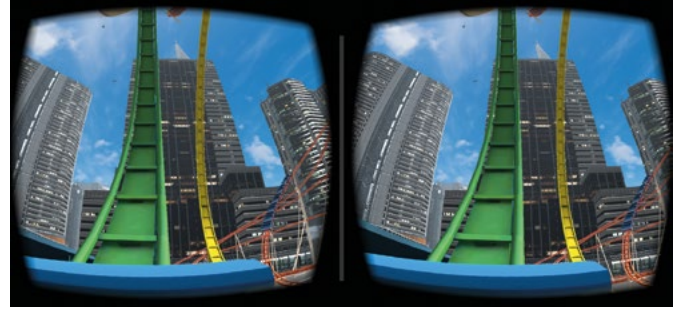


## Yepyeni Dünyaların Kapıları Aralanıyor

Peki tam olarak neyin nesi bu sanal gerçeklik? Alıştığınız klasik monitörler yerine gözünüzün önüne yerleştirilen ekranlar yardımıyla dış dünyadan tamamen koparak, sanal bir dünyanın merkezinde yer aldığınızı hayal edin. Başınızı ne tarafa çevirseniz etrafınızdaki görüntünün perspektifi de tıpkı gerçek hayattaki gibi değişiyor. Üstelik kontrol cihazları yardımıyla bu sanal dünyanın içinde gezinebiliyor, gördüklerinizle etkileşim kurabiliyorsunuz. Sanal gerçeklik en basit tanımıyla böyle bir şey.

Sandığınızın aksine yeni de sayılmaz. 1980'lerin başından beri zaman zaman deneniyordu. Hatta 1990'larda, medyadaki haber furçasının da etkisiyle hayatın içine girecek gibi bile olmuştu. "5 yıl içinde yaygınlaşıp dünyayı değiştirecek" diye öngöründe bulunanlar vardı. Ama sanal gerçekliğin tüketiciye ulaşacak olgunluğa erişebilmesi için 2016 yılına kadar beklememiz gerekti. Tıpkı akıllı telefonların gerçeğe dönüşebilmesi için 2007 yılına kadar yani yüksek çözünürlüklü ekranların, mobil internet ağının, yüksek kapasiteli pil teknolojisinin ve düşük güç tüketen bilgi işlem yongalarının yeterince gelişmesini beklemek zorunda kalmamız gibi. Bazı fikirler insanları ne kadar heyecanlandırırsa da zamanı gelmeden olmuyor.

Neden bu kadar beklemek zorunda kaldığımızı anlamak için sanal gerçeklik gözlüklerinin nasıl çalıştığını biraz anlatmakta fayda var. Taktığınız andan itibaren yıllardır her köşesini ezberlediğiniz odanızı Mars yüzeyine çevirebilen bu teknoloji üç temel parçadan oluşuyor: Tam gözünüzün önüne sabitlenen bir ekran (bu ekran akıllı telefonunuz da olabilir), ekrandaki uygulamanın çalıştırılmasını sağlayacak güçlü bir bilgi işlem aygıtı (PC, oyun konsolu veya yeni nesil bir akıllı telefon) ve kontrol cihazı.



Sanal gerçeklikte görüntü, üç boyutlu derinlik hissi oluşturmak için sağ ve sol göze iki ayrı perspektiften yansıtılıyor. Görüntünün yanlarındaki deformasyonlar mercekten bakınca düzeliyor.

Bu üçünü kafanızın hareketlerini sağ sol, yukarı aşağı ve yatay olmak üzere tüm eksenlerde hassas bir şekilde algılayabilen algılayıcılarla bir araya getirdiğinizde, hele bir de konumsal ses destekli bir kulaklık takarsanız görüş açınıza yerleşen dünyanın bir parçası olmanıza engel kalmıyor. Bu arada görüntüler her iki göz için iki farklı şekilde oluşturulduğundan, gördüğünüz her şeyi üç boyutlu olarak algıladığınızı yeri gelmişken not düşelim.

Gelelim neden bu kadar beklediğimiz konusuna. Sanal gerçeklik gözlükleri, küçük bir ekran üzerinde oluşturulan görüntüleri mercekler yardımıyla büyütürken gözünüze yansıtıyor. Böylece görüntünün bakış açınızın neredeyse tamamını kaplamasını sağlıyor. Diğer yandan, yansıtılan görüntünün büyütülmesi nedeniyle ekrana bakarken görüntüleri oluşturan pikselleri fark etmemeniz için bu ekranların olabildiğince yüksek çözünürlüklü olması şart. Dahası masaüstü uygulamalarda saniyede 30 kare gibi sayılar yeterli olurken, sanal gerçeklikte kullanıcının yaptığı hareketlerle görüntü arasındaki gecikmeyi hissetmemesi için saniyede en az 60, hatta mümkünse 90 karenin altına inmemeniz gerekiyor.

## Bulantıyla Mücadele Yöntemleri: Elektrik Şoku, Sanal Burun





Bunun üzerine bir de üç boyutlu görüntüleme için her seferinde iki göz için iki ayrı kare oluşturmak zorunda olmayı ekleyin.

Son olarak tüm bunları kafanın hareket etmesinden itibaren en geç 50 milisaniyede gerçekleştirmek zorundasınız. Aksi halde beyin gerçek bir ortamda olmadığının farkına vararak baş dönmesi ve mide bulantısı gibi hoş gitmeyecek bir dizi tepkime tetikliyor.

Bu nedenle sanal gerçeklik teknolojisini ilk kullananlar arasında yer almak istiyorsanız kesenin ağzını açmanız gerekiyor. 599 dolara satılan Oculus Rift veya 799 dolara satılan HTC Vive sanal gözlükleri en az 1000 dolarlık PC'lerle bir araya getirmeniz veya bu işi akıllı telefonla halletmeyi düşünüyorsanız bugün için en az 2000 lirayı gözden çıkarmanız lazım. Nvidia'nın tahminlerine göre, milyarlarca PC olan pazarda yıl sonuna kadar Oculus Rift çalıştıracak yetenekte olanların adedi 13 milyona ancak ulaşacak. O nedenle sanal gerçeklik üst sınıf bir uğraş olmaktan çıkıp tabana yayılana kadar Samsung Gear VR en iyi, Google Cardboard en ulaşılabilir alternatif olmaya devam edecek.



Oculus Rift için geliştirilen EVE: Valkyrie gibi oyunlarla kendinizi bir anda kilometrelerce uzunlukta uzay gemilerinin arasında savaşırken bulabilirsiniz (üstte). Yükseklik korkusu olanların Crytek'in geliştirdiği The Climb isimli oyunu denemeden önce bir kez daha düşünmesinde fayda var (sağda).



Sanal gerçeklik iyi hoş, ama gülün dikeninden de bahsetmek lazım. Bazıları sanal gerçekliği baş ağrıtan ve mide bulandıran bir deneyim olarak tanımlıyor. Bu durum özellikle ilk örneklerde sıkça yaşıyor, hâlâ da yaşıyor. Bu durum, aynı zamanda dengeden de sorumlu olan iç kulağın aslında hareket etmediğiniz halde görüntü nedeniyle hareket ettiğinizi "düşünmesinden" kaynaklanıyor. Bu nedenle özellikle yoğun harekete dayalı sanal gerçeklik uygulamalarında rahatsızlık yaşama riski daha yüksek. Özellikle serbest uçuş gerektiren çoğu sanal gerçeklik deneyiminde aslında bir kokpitte veya koltukta oturuyor olacaksınız. Yani çevrenizdeki dünya sürekli hareket halinde olsa da sabit bir yerde oturduğunuz görmeyi, eğilip ellerinize ve bacaklarınıza bakmak sizi rahatlatılabilir.



## Hayal ve Gerçek Arasındaki Ayrım Ortadan Kalkarsa

Bu yazıyı hazırlamak için yaptığım araştırmalarda pek çok haberde sanal gerçekliğe dair son derece ilginç uygulamalarla karşılaşım. Eğlence merkezlerinde sanal gerçeklik gözlükleriyle hız treni sistemleri kurmuşlar, kısa film festivali düzenlemişler. Hatta sanal gerçeklik yardım kuruluşları tarafından, olumsuz koşullar nedeniyle açlık ve sefillik çeken insanların hayatını "göstermek" için bile kullanılmış. Psikolojik rahatsızlıkların tedavisinde yine sanal gerçeklikten yardım alınmış. Nisan ayında gerçekleştirilen bir ameliyat sanal gerçeklik üzerinden yani tıpkı doktorun yanında operasyonu izliyormuşsunuz gibi canlı yayımlandı. Uyuşturucu kullananların dünyayı nasıl gördüğünü gösteren simülasyonlar bile çıktı. Tüm bunlar önümüzdeki 5-10 yıl içinde sanal gerçekliğin birçok sektöre öyle veya böyle etki edeceğini gösteriyor.



Diğer yandan bu hisle başa çıkmak için daha ilginç yöntemler de var. Mayo Klinik araştırmacıları, sanal gerçeklik gözlüklerinin farklı noktalarına elektrotlar yerleştirerek kafanıza görüntüdeki harekete bağlı olarak küçük elektrik akımları vermek yoluyla bulantı hissinin önüne geçebildiklerini iddia ediyor. Hatta vMocion adlı bir şirkete bu teknolojinin lisansını vermişler. Mide bulantısı ile kafaya elektrik akımı yemek arasında tercih yapmak zorunda kalmak da zor.

Purdue Üniversitesi araştırmacıları ise kulağa biraz daha makul gelen bir çözümü, görüntüye sanal bir burun eklemeyi öneriyor. O zaman görüntü hareket etse de sabit ve aşına olunan bir referansa sahip olmak, deneye katılanların tahammülünün biraz daha arttığını gösteriyormuş. Olası tüm senaryolarda kullanıcının etrafına bir kokpit çizemeyeceğinize göre, mantıklı gibi.

## Deneyim Raporu: Hangi Sistem Ne Durumda?

Sanal gerçeklikle ilgilenen hemen hemen herkes bu deneyimin ne kadar etkileyici olduğundan bahsederken, mevcut ürünlerin henüz olgunlaşma aşamasında olduğunu da belirtmeden geçmiyor. Ben de ulaşabildiğim kadar çok sanal gerçeklik çözümünü bizzat deneyerek izlenimlerimi topladım. İşte notlarım:



**Google Cardboard:** Biraz arayınca tanesi 7-8 liraya bulunabilen bir "cihaz". Katlanabilir bir karton düzenek, iki optik lens, küçük bir mıknatıs ve bir parça lastikten oluşuyor. Tarif edildiği gibi katlayıp lensleri yerleştirdikten sonra akıllı telefonunuzu öndeki bölüme yerleştirerek en basitinden bir sanal gerçeklik deneyimi yaşayabiliyorsunuz. Hemen hemen tüm akıllı telefonlarla uyumlu olmakla birlikte, yaşayacağınız deneyim cihazın hızına ve ekran çözünürlüğüne bağlı olarak değişiyor. Derinlik hissi, cep telefonu ekranının enlemesine iki bölüme ayrılması ve her bölümde iki ayrı göz için iki ayrı görüntü olmasıyla sağlanıyor. Hareket, cep telefonunda zaten var olan hareket algılayıcılar yardımıyla algılanıyor. Cihazı kutuya yerleştirdikten sonra ekrana bakarken kontrollere ulaşmak mümkün olmadığı için "geri" ve "menü" gibi fonksiyonlar yandaki mıknatısı hareket ettirerek gerçekleştiriliyor. O kadar basit ve ucuz ki bazı yiyecek ve içecek firmalarının paketlerini bozup kendi Cardboard'unuzu yapabileceğiniz promosyonlara dönüştürdü. Web sitesinde sanal gerçekliği kullanarak ürettiği özgün içerikler için kategori açan *New York Times* 1 milyondan fazlasını gazeteyle bedavaya dağıttı. Sanal gerçekliğin ne olduğunu göstermek için yeterli olsa da, tüm alternatifler arasında en basit deneyimi sunan çözüm.

**Samsung Gear VR:** Firmanın yeni nesil akıllı telefonlarıyla çalışmak üzere tasarlanan bu cihazı özel olarak tasarlanmış bir Cardboard gibi düşünmek mümkün. Kendine özgü bir platform olmanın getirdiği önemli avantajları var. Mesela kendi çok fonksiyonlu dokunmatik kontrol arayüzünü oyunlarda veya sanal ortamlarda gezinirken kullanabiliyorsunuz. Üzerindeki gelişmiş hareket algılayıcılarla pozisyon takip işini cep telefonunun üzerinden alıyor ve harekete karşı çok daha gerçekçi tepkiler veriyor. Yapısı itibarıyla uyumlu olduğu telefonları tam olarak kav-



rayacak şekilde tasarlandığı için ışık sızması, telefonun kayıp düşmesi gibi durumlar söz konusu değil. Dahası, uyumlu olduğu telefon modellerinin tamamı Quad HD dediğimiz 2560x1440 çözünürlükleri desteklediği ve gelişmiş bir işlem gücüne sahip olduğu için, sanal gerçeklik deneyiminin kalitesini bir noktaya kadar güvence altına alıyor. Uygulama, işlem gücü ve görüntüleme cep telefonu tarafından sağlandığı için herhangi bir kablo ya da bilgisayar bağlantısına ihtiyaç yok. Sunduğu deneyim şimdiki neslin gayet tatmin edici olarak nitelendirilebileceği düzeyde. Hâlihazırda Türkiye piyasasında da bulabileceğiniz bir ürün olduğundan ulaşması kolay. Özellikle de elinizde uyumlu bir telefon varsa size maliyeti hayli düşük olacaktır. Şu an için sanal gerçeklik deneyimi yaşamanın en ulaşılabilir ve mantıklı yolu bu cihaz. Sistemin yazılım kütüphanesi Oculus tarafından destekleniyor. Bu arada ben bu yazıyı yazarken öncelikle Çin pazarı için Huawei'nin de benzer bir ürünü duyurduğu haberi geldi. Yakında seçenekler çeşitlenecek gibi.



**Oculus Rift DKII:** Oculus Rift'in ürünlerinin son halini deneme fırsatım olmasa da, 2. nesil geliştirici sürümü olan DKII ile bolca haşır neşir oldum. Oculus Rift, Google'ın ve Samsung'un çözümlerinden farklı olarak kendi algılayıcılarının yanı sıra her iki göz için iyi ayrı bağımsız ekran içeriyor. Ancak cihazın kendi işlem gücü olmadığı için görüntüyü oluşturu-



ma konusunda hayli sağlam konfigürasyonlu PC'lere bağımlı. Farklı eksenlerdeki kafa hareketlerinin yanı sıra önünüze yerleştirilen bir kamera yardımıyla sanal ortamda da hareket edebiliyorsunuz. DKII sürümünün bilgisayarda 3 adet USB portuna ihtiyaç duyması da tercihte zorlayıcı bir etken olabilir. Kullanırken kafanızın tepesinden sarkan kablolarla hazır olun. Deneyim konusuna gelince... Açıkçası cihazın sunduğu deneyim Samsung'un sunabildiğinden aman aman daha iyiymiş gibi gelmedi. Cihazın son halinde, cihaza göre optimize edilen yeni nesil yazılımlarla bu durum değişmiş olabilir. O nedenle yorumumu yapıyorum, ama çekimserliği de koruyorum.



**HTC Vive:** Bu cihazın da henüz son halini kullanma fırsatım olmasa da, BAU VR First Lab'da denediğim örnek aklıma başımdan almaya yetti. Oculus'a göre daha yüksek çözünürlüklü ekranlarla donatılmış olan bu sistem, yine görüntü oluşturmak için sağlam konfigürasyonlu bir bilgisayara ihtiyaç duyuyor. Sizi saran kablolar da cabası. Odanın iki köşesine yerleştirilen lazer algılayıcılarla pozisyon takibi yapabilen sistem gözünüzün önündeyken, beş-on adımlık bir boşlukta yaptığınız tüm hareketler oyunun içine aynen yansıyor. Eğer algılayıcılarla ayrılmış alanın dışına çıkacak olursanız gözünüzün önünde beliren sanal çizitler sizi uyarıyor. Böylece kafanızı duvara çarpmaktan kurtuluyorsunuz. Gerçeklik hissi o kadar kuvvetli ki HTC "sanal mobilyalar gerçek değildir, üzerlerine oturma-  
yın" uyarısı koymak zorunda kalmış. Kontrolleri de bir o kadar etkileyici. Elimdeki kılıçla üzerime atılan çeşit çeşit meyveleri kesmeye çalışırken kılıcın keskin olmayan tarafı denk geldiğinde meyvenin kesilmeyip sopayla vurulmuş gibi görüş alanımın dışına sektiğini görünce hayli şaşırmıştım. Üstelik tüm bunlar yine üretim öncesi bir cihazla yaşadığım deneyimler. Eğer 799 dolarlık cihaz bedelini ödemeye ve üzerine 1000 dolarlık PC yatırımı yapmaya hazırsanız, biraz da beklemeyi göze alırsanız şimdilik denediğim en iyi cihazın bu olduğunu rahatlıkla söyleyebilirim.

**Sony PlayStation VR:** Bu cihazı deneme fırsatım olmadı, ama sahip olduğu özellikler ve sunduğu deneyim açısından Oculus Rift ve HTC Vive benzeri olacağı söyleniyor. Kontrolcü olarak PlayStation Move kumandaları, gözlüğün üç boyutlu uzayda takibi için PlayStation Kamera kullanılacak. Kasım ayında 399 dolara satışa çıkması beklenen cihazın şu an piyasadaki 35 milyon PlayStation 4 konsoluyla uyumlu olacağı belirtildi.

Yani elinizde konsol varsa cihaz için ek yatırım yapmanız gerekmeyecek. Çıkışına aylar olmasına rağmen ABD'de ön siparişe açılan ürünün dakikalar içinde tükendiğini de not düşelim.



**Microsoft HoloLens:** Microsoft sanal gerçeklik olayına doğrudan girmek yerine, HoloLens adını verdiği cihazla işin artırılmış gerçeklik tarafında durmaya karar verdi. Bu gözlük, önünde yer alan şeffaf ekrana görüntü yansıtarak çevrenizdeki gerçek dünyayla bağlantınızı koparmadan etkileşimli üç boyutlu nesneleri gerçek dünyanın bir parçasıymış gibi eklemeyi hedefliyor. Geliştirici sürümü 3 bin dolardan piyasaya sürüldü. Ne zaman piyasaya çıkacağı belli değil. Hele ki Türkiye için yakın dönemde fazla ümitlenmeyin.



**Apple:** Son numarası iPhone 6S donanımını iPhone 5 kasasına koyup satmak olan şirketin sanal gerçekliğe dair bir planı olup olmadığını kimse bilmiyor.



Mesela toplantı ve telekonferans alışkanlıklarımız tamamen değişebilir. E-ticarete bir şeyi satın almadan önce sanal gerçeklikte görmek, incelemek, hatta denemek mümkün olabilir. Sınıf eğitimi niteliğindeki eğitimler her ortama kolayca taşınabilir. Eğlenceye, sinemaya, oyuna, çalışmaya olan bakışımız değişebilir. Endüstriyel tasarımdan mimarlığa, egzersizden sağlığa pek çok alanda mekân kısıtlamalarının ortadan kalkmasıyla yepyeni deneyimlerin kapıları açılabilir.

Ama uzmanlar önce sanal gerçekliğin kendine özgü anlatım dilini, arayüzünü tasarlamak gerektiğini düşünüyor. 2007'de iPhone çıkmadan önce de akıllı telefonlar vardı, ama masaüstünde kullanılan işletim sisteminin bir benzerinin telefona aktarılmasına çalışılıyordu. iPhone'un bu dünyaya öğrettiği en önemli şey, her yeni yaklaşımın kendine özgü bir kullanım şekli olması gerektiğidir. Şu an sanal gerçeklik de masaüstünde kullanılanlara benzer menülerle ilerliyor. Belli ki burada da farklı bir yaklaşıma ihtiyaç var. Daha da önemlisi, bu yeni mecrada hikâyelerin yeni nesli etkileyecek şekilde nasıl anlatılacağını anlamaya ve keşfetmeye ihtiyaç var. Sizi uzakta tutan değil merkezine alan, izleyeni değil kahramanı olduğunuz bir dünya söz konusu.

Belki bu noktada biraz da dikkatli olmak gerekiyor. Çok yakında size etrafınızı çevreleyen sanal bir dünyada dilediğiniz hayatı yaşama imkânı sunulacak. Gerçek dünyaya paralel olarak yaşadığınız bu yeni dünyada, hayattan beklediğiniz her neyse sahip olma fırsatı bulacaksınız. Belki bazıları bu hayatı gerçek olana tercih edecek, sanal bir uyuşturucu gibi içine çekecek. Endişelenmek için henüz erken, ama bir "acaba" orada duruyor.

## Geçici Bir Heves Olarak mı Kalacak, Dünyayı mı Değiştirecek

En başta sorduğumuz soruya geri dönelim: Sanal gerçeklik dünyayı değiştirecek bir teknoloji mi, yoksa yalnızca bir hevesten mi ibaret? Ben bunun insanların teknolojiye bakışını değiştirecek yeni bir başlangıç olacağına inanıyorum. Şu an bu işin ilk adımlarına şahitlik ediyoruz. 1992'de bugünkü 3 boyutlu bilgisayar oyunlarının atası olan Wolfenstein 3D'nin nasıl görüldüğünü hatırlayın.

Sanal gerçeklikte yaşanan paralel hayatın insanı esir alacağını ve gerçek hayata tercih edileceğini düşünenler de yok değil.



O günden beri bilgisayarların görsel gerçekliği yansıtmada konusunda ne kadar yol aldığını düşünün. Şimdi yine benzer bir başlangıcın eşiğindeyiz. Bugün fiyatı yüzünden yanına yaklaşmadığımız, sanal gerçekliğe hazır üst sınıf bilgisayarlar birkaç yıla kadar süpermarket raflarında satılmaya başlanacak. Üç beş yıla kadar gözümüzün önündeki görüntüyü gerçeğinden ayırt edemez hale geleceğiz. 10-15 yıla kadar dışarıdan bakan biri güneş gözlüğü mü, sanal gerçeklik gözlüğü mü taktığımızı anlayamayacak.

Bu gözlüklerle birlikte bize rüyalarımızı satacaklar. Olmak istediği kişi olan, yaşamak istediği maceraları yaşayan, görmek istediklerini gören kişilere dönüşeceğiz. Fırsat buldukça kendi vahalarımıza, cennetlerimize çekileceğiz. Belki de Ernest Cline'in *Başlat (Ready Player One)* adlı romanında çizdiği dünyadaki gibi, adım adım kendini tüketen karanlık bir gelecekte kaçabileceğimiz tek yer orası kalacak. Kim bilir...

Cihazımda yüklü uygulamalara bakıyorum da... Biri topluluk karşısında konuşurken kendinizi gergin hissetmemeniz için alıştırma yapmak üzere kurgulanmış. Bir diğeri yükseklik korkunuza azaltmaya çalışıyor. Biri Van Gogh'un tablolarında resmettiği mekânların içinde gezinmemi sağlıyor. Bir diğesinde dağ tepe seyahat ederek çoktan kaybolmuş bir uygarlığın sırlarını ortaya çıkarmaya çalışıyorum. Bir tuşa basınca üzerime yağmur yağıyor, diğerine bastığımda güneş açıyor. Karşımdaki minik konseri canımın istediği koltuktan seyredebiliyorum. Daha 10 dakika önce Akrep Takımyıldızı'nın kalbindeki kırmızı dev Antares'in yörüngesinde dolaşıyordum. Şimdi odamda oturmuş bunları yazıyorum.



Mixed reality yani karma gerçeklik teknolojisi gerçek dünyadaki objeler üzerine etkileşimli sanal görüntüler yerleştirme ilkesine dayanıyor.







2014'te Oculus'u satın alan Facebook'un CEO'su Zuckerberg, bu yıl Barselona'daki Dünya Mobil Kongresi'nde sahneye çıkarken sanal gerçeklikle oluşturulmuş bir kurgu kendisine eşlik ediyordu.

Nintendo'nun 1996'da piyasaya sürdüğü Virtual Boy, başlangıçta bir sanal gerçeklik konsolu olarak tasarlanmak istenirken çeşitli endişeler ve teknik zorluklar nedeniyle hilkat garibesine dönüşüncü şirketin en büyük hayal kırıklıkları arasındaki yerini aldı.



Sanal gerçeklik kavramı olgunlaştıkça ilginç pek çok uygulama ve tartışmayı beraberinde getirecek gibi görünüyor. Gerçi sanal gerçekliğin ötesinde sanal gerçeklik cisimleriyle gerçek dünyada etkileşim kurabildiğiniz, şu aralar yıldızı giderek parlayan karma gerçeklik (*mixed reality*) diye bir kavram da öne çıkmaya başladı. Ama artık o da başka bir yazının konusu olsun.

### Bilgisayarınız Sanal Gerçekliğe Hazır mı?

Şu anda kullandığınız bilgisayarın işlem gücünün ve grafik yeteneklerinin sanal gerçeklik deneyimi için ne ölçüde uygun olduğunu merak ediyorsanız, HTV Vive ve Oculus Rift için hazırlanan performans testlerini bilgisayarınıza indirip çalıştırabilirsiniz. HTC Vive uyumluluk testi için [store.steampowered.com/app/323910](http://store.steampowered.com/app/323910), Oculus Rift uyumluluk testi için [www.oculus.com/en-us/rift](http://www.oculus.com/en-us/rift) adresini ziyaret edebilirsiniz.

#### Kaynaklar

- <http://www.wareable.com/vr/how-does-vr-work-explained>
- <http://readwrite.com/2016/03/09/vr-changing-business>
- <http://www.wired.com/2016/03/everything-need-know-buying-vr-headset>
- <http://arstechnica.com/gaming/2016/01/oculus-founder-your-crappy-pc-is-the-biggest-barrier-to-vr-adoption>
- <https://www.wired.com/2016/04/magic-leap-vr>

## İstanbul Bahçeşehir Üniversitesi'nde Sanal Gerçekliğe Yolculuk



Crytek ve Bahçeşehir Üniversitesi'nin VR First Lab sanal gerçeklik laboratuvarında bu yeni teknoloji için fikir ve uygulama geliştiriliyor.

Sanal gerçeklik sistemlerinin ne ölçüde başarılı olduğunu bizzat görmek için farklı cihazlara ulaşabilmek amacıyla araştırma yaparken, 2016 yılının Ocak ayında Crytek ve Bahçeşehir Üniversitesi işbirliğiyle hayata geçirilen VR First Lab'e denk geldim. Bahçeşehir Üniversitesi Dijital Pazarlama Müdürü Akın Moroğlu beni son derece ilgiyle karşıladı ve laboratuvarı anlatmaya başladı: "Sanal gerçeklik çok yeni bir alan ve Türkiye nüfusunun yüzde 55'i genç. Dolayısıyla hem fikir hem uygulama alanında önemli bir potansiyele sahip olduğumuzu düşünüyorum. Günümüzde teknolojik bilgi birikimini katma değerli ürün haline dönüştürmek büyük fırsatları ve kazançları beraberinde getiriyor. Henüz olgunlaşma aşamasındayken sanal gerçeklik teknolojisini anlayarak, kullanarak, sanal gerçeklik ürünleri geliştirerek dünyayla aynı seviyeyi yakalayabileceğimiz düşüncesiyle bu merkezi hayata geçirdik."

Bahçeşehir Üniversitesi'nin İstanbul Karaköy yerleşkesinde yer alan laboratuvar iki bölümden oluşuyor. İçerideki ana laboratuvar kısmında çeşitli sanal gerçeklik cihazları ve geliştirme platformları var. Crytek, AMD, MSI ve Samsung gibi şirketlerin destek

verdiği bu ortamda dilediğiniz ürünü yakından tanıma şansınız var. Laboratuvarın dışında ise geniş bir sosyalleşme alanı var. Herkese açık olan bu bölümde katılımcılar başka geliştiricilerle sohbet edebiliyor, zaman zaman düzenlenen eğitimlere katılabiliyor, fikir alışverişinde bulunabiliyor.

Laboratuvar proje çağrıları da yapıyor. "7'den 70'e her kesimden heyecan verici fikirler geldi" diyor Moroğlu. "Şu an teknoloji hâlâ ürün bazlı. Donanımların olgunlaşması ve fiyatlarının daha ulaşılabilir seviyeye gelmesi biraz zaman alacaktır. Daha fazla ürünün geliştiricilerin eline geçmesiyle Türkiye'de de dünyayla yarışabilecek örnekler ortaya koyabileceğimize inanıyorum. Laboratuvarımızın kapısı sanal gerçeklikle tanışmak isteyen herkese açık."

Dahası, bu teknolojileri kendi eğitim kurumlarında ilköğretim seviyesine indirmişler. "Kimsenin düşünmeyeceği en ilginç fikirler çocuklardan çıkıyor" diyor Moroğlu. "Çocukların sanal gerçeklik ve diğer teknolojilerle tanışması, yeni pek çok fikrin ve olasılığın kapısını açıyor. Geleceğe yön verecek çocukların, geleceğe yön verecek heyecan verici teknolojilerle tanışmasını bu nedenle önemsiyoruz."

Ziyaret etmek isterseniz, 444 2864 numaralı telefondan veya [vrfirst@bau.edu.tr](mailto:vrfirst@bau.edu.tr) e-posta adresi üzerinden Bahçeşehir Üniversitesi VR First Lab ile iletişime geçebilirsiniz.



# Türkiye Likenleri

Likenler, mantarların ve fotosentetik mikroorganizmaların (mikro algler) bir araya gelerek oluşturduğu ortak yaşam birlikleridir. Mantarlar fotosentetik mikroorganizmaların fotosentezi sonucu oluşan maddeleri besin olarak kullanırken, fotosentetik mikroorganizmalar da mantarın sağladığı sudan, minerallerden ve güvenli yaşam ortamından yararlanır.



Mantarları genelde %98 oranında kese mantarları (Ascomycetes), fotosentetik mikroorganizmaları da %90 oranında Chlorophyta, %10 oranında da siyanobakteriler oluşturur. Liken birliğinin kütlelerinin büyük kısmında mantarlar daha baskındır. Fotosentetik mikroorganizmalarsa mantar dokularının arasında yer alır. Likenler genelde soğuğa ve kuraklığa dayanıklı canlılardır. Tropik bölgelerden kutuplara kadar geniş bir alanda yayılış gösterirler. Havadaki toksik etkilere karşı dayanıksızdırlar. Ayrıca havada düşük yoğunlukta bulunan elementleri bünyelerinde biriktirebilirler. Bu nedenle hava kirliliği izlenmesinde sıklıkla kullanılırlar. Sisli ve nemli bir havada kendi ağırlıklarının on katı kadar su depolayabilirler. Su içeriği %65-%75 olduğunda fotosentez başlar. Kuru iklimlerde fotosentez durur. Likenler böyle durumlarda çok yavaş büyür. Dayanıklı canlılar olmalarına karşın hava kirliliğine karşı hassastırlar. Mineralleri yağmur suyundan ve nemli havadan pasif olarak aldıkları için hava kirleticilerden (örneğin kükürt dioksit) doğrudan etkilenirler. Bu nedenle bir alanda likenlerin ölmeye başlaması hava kalitesinin düştüğünü gösteren bir erken uyarı işareti olarak kabul edilir. Yapraksız, dalsı, kabuksu ve pulsu yapılarla olabilen likenler çok çeşitli yerlerde, örneğin kaya, taş ve toprak yüzeylerde, ağaçlarda ve kurumuş ağaçlarda yaşayabilir. Dünyada 25.000 ülkemizde ise yaklaşık 1600 civarında liken türünün yaşadığı biliniyor.

*Usnea sp.*



# Çövenler

Türkiye florasında yer alan bitki türleri arasında ekonomik değeri olan türlerin sayısı azımsanmayacak kadar çoktur. Bu bitkiler peyzajda, çiçekçilikte, kozmetik endüstrisinde, boya maddesi eldesinde, ilaç hammaddesi olarak tıbbi amaçlarla, gıdalara koku ve tat vermek için aromatik bitki olarak çok eskiden beri kullanılıyor.

*Gypsophila oblencoelata*



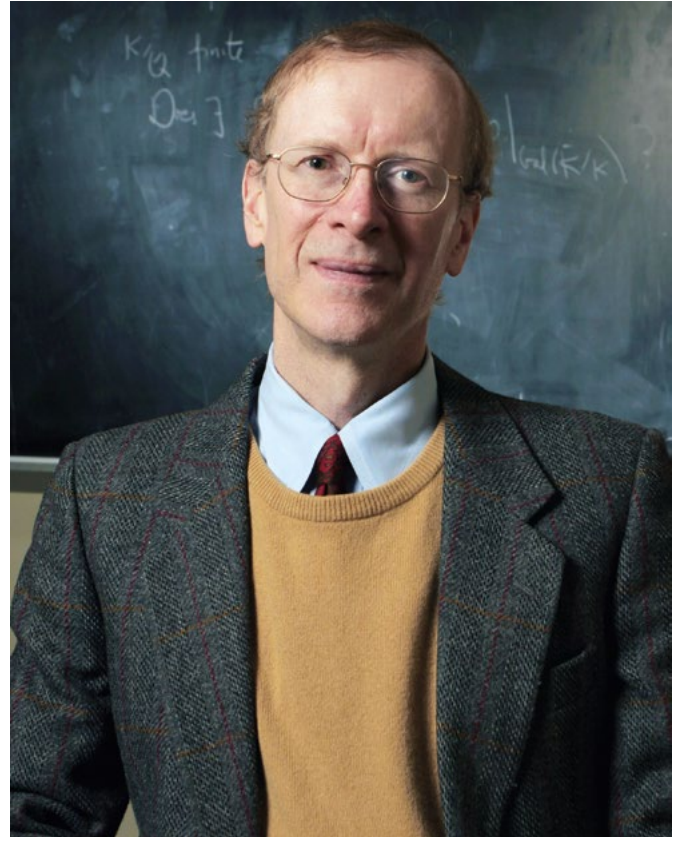
Çöven olarak bilinen bitkiler de gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılan bitkilerdendir. Çöven köküyle birlikte kullanılan bir bitkidir. Özellikle tahin helvası yapımında kullanılır. Çövenler saponin denen, ekonomik değeri çok fazla olan biyokimyasal bir madde içerir. Saponinler tahin helvası, paşa lokumu, kerebiç gibi tatlılarda katkı maddesi olarak kullanılır. Çöven ülkemizde altı *Gypsophila* (dar yayıllı *G. bicolor*, *G. perfoliata*, *G. venusta* türleri ile endemik *G. arrostii* var. *nebulosa*, *G. eriocalyx*, *G. graminifolia* türleri) ve bir *Ankyropetalum gypsophiloides* cinsi bitkinin köklerinden elde edilir. Bunlar içinde *G. bicolor* (Van Çöveni, Tarla Çöveni) en fazla kullanılan ve ekonomik değeri en fazla olan türdür. Van ve çevresinde uzun yıllardan beri toplanmaktadır. En fazla saponin bu türden elde edilir. Çöven özütü elde etmek için her yıl doğadan çok fazla miktarda çöven kökü, yaprağı ve çiçeği toplanıyor. Bu durum doğal çöven bitkisi popülasyonlarını tehlikeye atıyor. Bunu engellemek için kültüre alma ve yetiştiricilik çalışmaları yapılmalı ve doğal popülasyonlar korunmalıdır.





*Gypsophila oblanceolata*

Fotoğraflar: Dr. Bülent Gözcelioğlu



# ANDREW WILES BİR DENKLEMİN PEŞİNDE

*Hanc marginis exiguitas non caperet.*

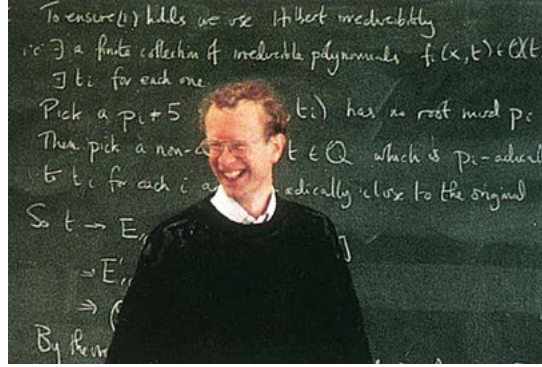
Yazarının, sayfa kenarında uzun uzun yazacağı kadar boş yer olmamasından yakındığı, Latince bir cümle. Eğer yeteri kadar yer olsaydı oraya ne yazılacaktı?

Matematiğin zaten rengârenk olan dünyası bir de bu sorunun peşinden koşan matematikçilerin oluşturduğu ayrı bir öyküye tanık oldu geçtiğimiz 379 yıl.

“O kitabın sayfalarının kenarına bugün olsa ne yazardık” sorusunun cevabını bulan Andrew Wiles son yirmi yıldır artık mutlu ve huzurlu uyuyor.

Ama bizim hâlâ “1637 yılında olsaydık oraya ne yazardık” sorusuyla uykularımız kaçıyor. Yüzlerce yıldır süren dram dolu bir maceranın öyküsüdür anlatacağımız.





Andrew Wiles Cambridge'teki tarihi konuşmasını bitirirken. Yıl 1993.

Öykümüze söz konusu kitabı anlatarak başlayalım. *Arithmetica* adını taşıyan bu kitap üçüncü yüzyılda İskenderiye'de yaşayan Yunanlı matematikçi Diophantus'un eseridir. İçinde 130 matematik problemi ve çözümü vardır. Matematğin bugün sayılar kuramı adını verdiğimiz dalının bu kitapla başladığı kabul edilir. İçindeki problemler genellikle “şu özellikleri sağlayan sayıları bulmak” şeklinde ifade edilmiştir. Diophantus'un sayı derken düşündüğü ya tam sayı ya da rasyonel sayıdır ve hangisini düşündüğünü bazen problemin soruluş şeklinden bazen de çözümünü okurken fark edersiniz. Her ne kadar bugün sayılar kuramında Diophant denklemini dendiğinde tam sayı çözüm bekleyen denklemler düşünülse de, Diophant *Arithmetica*'da rasyonel sayıları da düşünmüştür.

Zaten Eski Yunan'da sayı denilince sadece tam sayılar ve onların oranları düşünülürdü. Pythagoras bir eşkenar dik üçgenin hipotenüsünün “sayı” olmadığını gösterince, o çeşit uzunluklara “akıl dışı” yani “irasyonel” dedi. Bu gelenekten gelen Diophantus'un da kitabında sayı derken aklında ne olduğu bellidir.

Diophantus kitabını muhtemelen papirüs rulolarına yazdı. Birkaç yüzyıl *Arithmetica* papirüs yazarları tarafından çoğaltıldı. Beşinci yüzyılda Mısırlılar bugünkü kitap formatını icat edince kütüphanelerde dünya kadar yer kaplayan papirüsler kitap formatına geçirilip atıldı. O yüzden bugün eski bir papirüs bulursanız bir servet kazanırsınız.

Diophantus'un kitabı da bundan sonra kitap formatında elle çoğaltıldı. *Arithmetica* on üç cilt olarak yazılmıştır. Bugüne yalnız altı cildi kalmıştır. Yakın zamanda İslam bilimleri profesörü Fuat Sezgin, İran'daki bir kütüphanede *Arithmetica*'nın Arapça yazılmış dört yeni cildini daha bulmuştur. Yeni bulunan bu kitaplar henüz tercüme edilmedi, ama Ankaralı Yenimahalle'deki Fuat Sezgin meydanına gidip bu eski dünyaların rüzgârından esinlenmeyi deneyebilir.

Gelelim *Arithmetica*'nın ikinci kitabındaki 8. problem. Bu soruda Diophantus “verilen bir sayının karesini başka iki sayının karelerinin toplamı olarak nasıl yazarız” diye sorar. Kısacası dik üçgen teoremiyle ilgili bir sorudur bu.



Fermat'ın okuduğu baskıda kitabın kenarına yazdığı not, *Arithmetica*'nın 1670'te yayımlanan bu baskısında metin arasında verilmiş, “OBSERVATIO DOMINI PETRI DE FERMAT” başlığıyla verilen kısa paragrafta Fermat'ın notu okunabilir.

## Dik Üçgen Teoremi

Bu teoremi ilk kimin bulduğunu bilemiyoruz. Eski Çin’de, Eski Hint yazılarında ve hatta Babil tabletlerinde dik üçgenlerin kenarları arasındaki bu ilişki açıkça verilmiştir. Eski Mısır uygarlığında bunun bilinmediğini düşünmek mümkün değil. Ama Batılı tarihçiler dik üçgen teoremini bulan kişi olarak Babil’e ve Hindistan’a seyahat ettiği bilinen, Mısır medeniyetinin burnunun dibinde yaşamış olan Pythagoras’ı öne sürer. Üstelik Pythagoras’ın bu konuda yazılı bir eseri yoktur. Kendisine atfedilen ispatı meslektaşı Öklid *Elemanlar* adlı 13 ciltlik eserinin birinci cildinde 47. önerme olarak vermiş ve bir kaynak belirtmemiştir.

*Elemanlar*’dan altı yüz yıl sonra yazılan *Arithmetica*’da da dik üçgenlerle ilgili bu soru ve cevabı kaynak belirtilmeden verilmiştir. Normal bir insan bu problemi okuyup cevabını anlayınca bir sonraki probleme geçer. Ama tarih uyumsuz insanlar tarafından yazılır.

## Pierre de Fermat

Fermat, asıl mesleği hukuk olan amatör bir matematikçidir. Otuzlu yaşlarına girerken Toulouse yüksek mahkemesinde hâkim olmuştur. Uzun davalarda sıkıldıkça gömleğinin kollarında matematik problemleri çözdüğü söylenir. Okuduğu kitapları da rahat bırakmaz, fikirlerini sayfaların kenarlarındaki boşluğa yazarmış. Nitekim öldüğünde oğlu babasının gömleklerini temizleyiciden toplayıp üzerlerinde yeni bir matematik buluşu var mı diye bakmış olabilir. Oğlunun matematik dünyasına katkısı babasının okuduğu *Arithmetica*’nın Bachet çevirisini, sayfa kenarlarındaki notları da ekleyerek babasının ölümünden sonra 1670 yılında yayımlamasıdır.

Bu yeni baskıdan öğreniyoruz ki Fermat 1637 yılında, dik üçgenlerin kenarları arasındaki ilişkinin anlatıldığı sayfayı okuduktan sonra “bunu pekâlâ anladım, şimdi öbür sayfaya geçeyim” demek yerine “Neden bu adam kenarların karelerini alıp duruyor? Küplerini, dördüncü kuvvetlerini hatta daha yüksek kuvvetlerini alsa kıyamet mi kopar?” diye düşünmüş olmalı ki sayfanın kenarına “Bir küpü iki küpe, bir dördüncü kuvveti iki dördüncü kuvvete ya da genel olarak ikiden büyük herhangi bir kuvveti aynı dereceden ikiye bölmek mümkün değildir. Bunun için harika bir ispat buldum, ama ...” der ve şu tarihi notu düşer:



Pythagoras (MÖ 570 - MÖ 495)

*“Hanc marginis exiguitas non caperet.”*

Yani “sayfanın kenarındaki boşluk yetersiz”.

Ah biz ne çektik ve hâlâ çekiyoruz o boşluğun küçüklüğünden!

Oysa papirüs formatından kitap formatına geçilmeye başlandığında sayfaların kenarlarında cömertçe boşluk bırakma geleneği de başlamıştı. Bir papirüs okuyucusunun okudukları hakkında yapacağı bilimsel yorumları başka bir papirüse yazmak zorunda olması ve sonra bu papirüsleri eşleştirme sorunu, kitap formatında sayfa kenarlarında boşluk bırakılarak kendiliğinden çözülecekti. Ama Fermat’ın ispatının ne kadar yer tutacağını önceden kim ve nasıl bilebilirdi ki!

Fermat’ın sayfa kenarına küçük bir not olarak iliştiirdiği ve insanları yüzlerce yıl uğraştıracak iddia şudur. Eğer  $n$  ikiden büyük bir tam sayıysa:

$$x^n + y^n = z^n$$

denklemini sağlayacak, sıfırdan büyük  $x$ ,  $y$  ve  $z$  tam sayıları bulunamaz.



## Fermat'ın Son Teoremi

Fermat daha sonra başka yazılarında bu probleme dönüp  $n=4$  için iddiasını kanıtlayan bir ispat vermiştir. Hatta onun bu ispatındaki fikirler kullanılarak dörde bölünebilen her  $n$  için Fermat'ın iddiasının doğru olduğu gösterilebilir. Fakat Fermat başka hiçbir yerde buradaki iddiasıyla ilgili bir şey yazmamıştır. Buna bakarak, Fermat'ın iddiasını ispatlayacağını düşündüğü yöntemde bir hata gördüğünü ve onu düzeltmeyi beklerken ömrünün bittiğini iddia edenler vardır.

Fermat'ın tüm iddiaları, bu iddia hariç, zaman içinde doğru ya da yanlış olarak bir sonuca bağlanmıştır. Evet, Fermat'ın da yanlış olduğu durumlar olmuştur. Örneğin eğer  $m=2^n$  ise,  $2^m + 1$  şeklinde yazılan her sayının asal olacağını iddia etmiş ve bunu  $n=0, 1, 2, 3$  ve  $4$  için göstermişti ve diğer  $n$ 'ler için de doğrudur deyip noktayı koymuştu. Fermat o kadar saygın bir matematikçiydi ki ölümünden sonra yüz yıl kimse  $n=5$  yazıp denemeyi aklından bile geçirmede. Bunu ilk deneyen elbette Euler oldu. Gördüğünüz gibi "büyük adamlar" boşuna büyük adam olmuyor! Yüz yıl sonra Euler, Fermat'ın formülünde  $n=5$  yazınca 4.294.967.297 sayısını buldu ve bunun asal olmadığını gördü. Bugün akıllı telefonu-muza başvurarak bu sayının çarpanlarını hemen bulabiliriz. Euler bu işi elle yaptı!

Sonunda Fermat'ın sonuca bağlanmamış tek iddiası olarak yukarıdaki iddia kaldı. Her ne kadar bu iddianın bir ispatı o zaman yoktuysa ve ispatlanmamış hiçbir iddiaya teorem denemezse de, Fermat'ya duyulan saygıdan dolayı bu iddia Fermat'ın Son Teoremi olarak adlandırıldı ve kısaltılmış hali olan FST her matematikçinin yüreğini hoplatan bir terim olarak yüzlerce yıl binlerce kitapta ve makalede tekrarlandı durdu.

Diophantus'un *Arithmetica*'sının ikinci kitabının 8. problemine not bırakan tek kişi Fermat değildir. On dördüncü yüzyılın sonlarında yaşayan Bizanslı rahip ve matematikçi John Chortasmenus, bu problemlerin zorluğuna sinirlenip "Allah belanı versin Diophantus!" diye yazmaktan kendini alıkoyamamıştı.

## Herkes Anlar Ama Herkes Yapabilir mi?

FST ortaokulu bitiren herkesin rahatlıkla anlayacağı ve lise bitirmiş herkesin "Ben yaparım bunu yahu!" dediği bir ifadedir. Üstelik bu ifadeyi ortaya atan kişinin profesyonel bir matematikçi bile olmayışı meydanın bilen bilmeyen herkese açık olduğunun bir göstergesidir. O meydana kimler çıkmadı ki!

Matematik tarihinde üzerinde en çok uğraşılıp da en çok yanlış ispatın yapıldığı başka bir problem yoktur. Üstelik Fermat'ın amatör bir matematikçi olmasını "bilgisiz" olduğu şeklinde yorumlayan, matematik bilgisi yetersiz binlerce meraklı hevesle o meydana çıktı.

## Profesyonel, Amatör ve "Acemi"

Kimlere profesyonel deneceği konusunda bir fikir ayrılığı yoktur sanırım. Peki, amatör olmak ne demektir? Elbette bir konuya meraklı olup kör cahil olmak sizi amatör seviyesine çıkarmaz. Amatör demek o işi profesyonel olarak yapmayan ama profesyonellerin ne yaptığını takip eden, hatta o ala-

na ciddi katkılar yapabilen kişi demektir. Bir amatör, tıpkı bir profesyonel gibi, aslında çok az şey bildiğini, durmadan yeni şeyler öğrenmesi gerektiğini bilir. Bir amatör, tıpkı bir profesyonel gibi, problemle-rin sadece zekâ ile çözülemeyeceğini, yeni bilgiler olmadan ilerlenemeyeceğini bilir.

Bir amatör tarihte gelmiş geçmiş zeki insanların kapasitelerinin farkındadır. Onların sahip olduğu bilgilerden başka bir bilgi kullanmadan ama onlardan daha fazla zekâ kullanarak bir prob-

lemi çözmenin mümkün olup olmayacağı sorusunu kendisine sormaz bile.

Nerede kalmış bunu iddia etmek. Oysa tarih boyunca FST için Fermat döneminde var olan bilgileri, yani lise bilgilerini ve kendi zekâlarını kullanarak bu probleme bir çözüm getirdiğini iddia eden ve "Ben de amatör matematikçiyim" diyen binlerce kişi oldu. Biz bu yazıda onlardan kibarca acemi diye söz edelim.



Fermat'ın doğum yeri olan Beaumont-de-Lomagne'da adına yapılan anıt



Pierre de Fermat

## Modular elliptic curves and Fermat's Last Theorem

By ANDREW WILES\*

For Nada, Clare, Kate and Olivia

*Cubum autem in duos cubos, aut quadratoquadratum in duos quadratoquadratos, et generaliter nullum in infinitum ultra quadratum potestatem in duos ejusdem nominis fas est dividere: cujus rei demonstrationem mirabilem sane detexi. Hanc marginis exiguitas non caperet.*

Pierre de Fermat

### Introduction

An elliptic curve over  $\mathbb{Q}$  is said to be modular if it has a finite covering by a modular curve of the form  $X_0(N)$ . Any such elliptic curve has the property that its Hasse-Weil zeta function has an analytic continuation and satisfies a functional equation of the standard type. If an elliptic curve over  $\mathbb{Q}$  with a given  $j$ -invariant is modular then it is easy to see that all elliptic curves with

Andrew Wiles'in FST'yi ispatladığı tarihi makale.

Girişteki Latince paragraf Fermat'ın Arithmetica kopyasına yazdığı kenar notu. Bu makalenin 109 sayfa olduğuna dikkat edin.

ABD'li matematikçi Dudley Underwood *Mathematical Cranks* adlı kitabında acemilerle olan maceralarını ballandırarak anlatır. Bu maceralardan ben de nasibimi bolca aldım.

## Yeni Gelenin Kaderi

Acemilerin FST ispatları genellikle bir defter sayfasının yarısını geçmez. Yüzlerce yıl amatör ve profesyonel matematikçilerin tüm bilgi ve emekleriyle çözemediği bir problemi kendi üstün zekâlarıyla şıpın işi çözdüklerine inanırlar. Çözümü yazdıkları kâğıdı önce notere onaylatırlar. Her sayfanın altına adlarını yazar ve imza atarlar. Her yere daire içine yazılmış bir C harfi ilişitirirler. Belki anlamazsınız diye yanına "Copyright" yazarlar.

Böyle yarım sayfalık bir FST çözümü bana TÜBİTAK'ın Gebze'deki araştırma merkezinde işe yeni başladığım bir dönemde geldi. "Sen yenisin, buna sen cevap ver" dediler. Ben de oturdum kibar bir mektup yazıp kâğıda dökülmüş olan ifadelerin FST için bir çözüm oluşturmadığını anlattım.

Bu yarım sayfa çözümün sahibi benim cevabıma çok sinirlenip dönemin cumhurbaşkanına şikâyet mektubu yazmış. "Ben burada Türkiye'ye gurur getirecek bir buluş yapıyorum, ilgilenmiyorlar" demiş. Cumhurbaşkanı ilgilenilmesi için YÖKe göndermiş. YÖK ilgilenilmesi için üniversite rektörlerine göndermiş. Rektörler de ilgilenilmesi için matematik bölümü başkanlarına göndermiş. O sıralar ben de Gebze'den ayrılp üniversiteye yeni geçmiştim. Bir gün bölüm başkanı elinde bir mektupla geldi. "Sen yenisin, buna sen cevap ver" dedi.

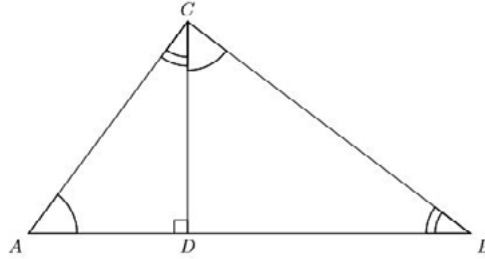
## Bilim ve Teknik'te Fermat

Andrew Wiles'in Cambridge konuşmasının hemen ardından o dönem TÜBİTAK başkanı olan Tosun Terzioğlu bu haberi *Bilim ve Teknik* okuyucularına derginin 309. sayısında hemen duyurur. Ortalık yatıştıktan sonra da 1997 yılında derginin 355. sayısında, öğrencim olduğumu gururla ekleyeceğim Han Nazmi Özsoylev sadece iki sayfa içinde Fermat'ın ispatının anlaşılabilir ayrıntılarını büyük bir ustalıkla anlatır.

Ve elbette *Bilim ve Teknik* dergisi de yanlış ispatlardan nasibini alır. Derginin 451. sayısında 80. sayfada bir okuyucu mektubu yayımlanır. Bu mektupta okuyucu kısa bir paragraf içinde FST ispatı vermek ve bunun değerlendirilmesini istemektedir. İspatta büyük bir hata vardır ama mektuba cevap veren kişi çok kibar bir şekilde, bu hatayı görmezden gelsek bile devamında FST'nin ispatının çıkmadığını açıklar.

Dergiye abone olursanız tüm bu eski sayıları arşivden okuyabileceğinizi hatırlatıp hikâyemize bıraktığımız yerden devam edelim.

Fermat'ın meşhur iddiasına ilham veren dik üçgen teoreminin kısa bir ispatı:



C köşesi dik olan  $ABC$  üçgeninde  $AC^2 + BC^2 = AB^2$  olduğunu göstermek istiyoruz.

$ADC$  ve  $ACB$  üçgenleri benzer olduğundan, önce  $\frac{AD}{AC} = \frac{AC}{AB}$  bulur, buradan da  $AD = \frac{AC^2}{AB}$  buluruz.

Aynı şekilde  $BDC$  üçgeniyle  $BCA$  üçgenlerinin benzer oluşundan  $DB = \frac{BC^2}{AB}$  buluruz.

$AD + DB = AB$  olduğundan, yukarıda bulduğumuz  $AD$  ve  $DB$  değerlerini yerine koyar ve her iki tarafı  $AB$  ile çarparsak göstermek istediğimiz eşitliği buluruz.

**Fermat'ın ilk düşündüğü muhtemelen şudur:** Eğer  $n$  ikiden büyük bir tam sayıysa,  $AC^n + BC^n = AB^n$  eşitliğini sağlayacak ve kenarları tam sayı uzunlukta olan hiç bir  $ABC$  üçgeni, dik veya değil, bulunamaz.

Daha sonra bu uzunlukları bir üçgenden alma şartını dahi kaldırabileceğini düşünmüştür. O durumda FST şu hali alır:

$x, y, z, n$  tam sayı ve  $n > 2$  ise,  $x^n + y^n = z^n$  eşitliğini sağlıyorsa  $xyz = 0$  olur.



## Sadece Zekâ Niye Yetmiyor

Fermat'nın iddiasının matematik dünyasına tatıldığı 1670 yılından sonra pek çok saygın profesyonel matematikçi, amatör matematikçi ve acemi bu problemle şu veya bu şekilde uğraştı. Bugün FST için hâlâ zekâ gücü ve lise bilgisiyle çözüm üretmeye çalışanlara kısa bir liste vermek isterim: Pascal, Newton, tüm Bernoulli ailesi, Euler, Lagrange, Laplace, Fourier, hatta Gauss ve Riemann, Cauchy, Poincare ve Hilbert. Bu isimler arasında takdir ettiğiniz ve "benim kadar zeki olabilir" dediğiniz bir isim mutlaka vardır. O kişi sizin lise bilgilerinize ve daha fazlasına sahipti ve bu problemi çözemedi. Demek ki onlardan daha zeki olmak değil, onların bilmediği bir şeyi bilmek gerekiyor onların çözemediği FST'yi çözebilmek için.

## Gelelim Ciddi Denemelere

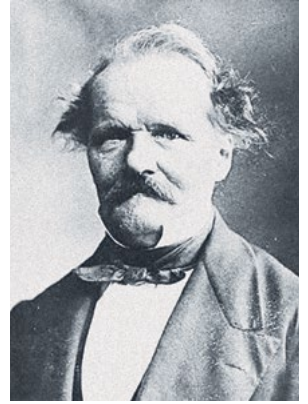
Yirminci yüzyıla kadar olan FST çalışmaları problemi çözme yönünde başarısız kalsalar da matematiğe yepyeni kavramlar ve teknikler kazandırılması yönünde başarılı oldular. Bu iki yüzyıl boyunca FST kendisini yakalamaya çalışanlara kuyruğunu bırakıp kendi kaçan bir kertenkele gibi davrandı. FST ile uğraşanlar eli boş dönmediler, ama ellerindeki umdukları değildi. 19. yüzyılda FST ile uğraşırken en fazla yan ürün elde edenlerden biri de Ernst Eduard Kummer'dir. Örneğin bugün matematiğin vazgeçilmez kavramlarından biri olan idealler kuramının sonuçsuz kalan FST çözümü denemelerinden birinin yan ürünüdür. Kummer'in on üç çocuğu olduğunu da hatırlarsak, verimliliğine şaşmayız.

On dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru artık FST çok naz âşık usandırır misali gözden düşmek üzereydi. Ama iyileşecek hastanın doktor ayağına gelirmiş. O doktor Paul Friedrich Wolfskehl adlı zengin bir Alman amatör matematikçiydi. Sonu istediği gibi bitmeyen bir gönül macerasından sonra artık daha fazla yaşamının bir anlamı olmayacağını düşündü. Biraz matematiğe bulaşmış olduğu için intiharını planladı. Tüm dünyevi işlerini bir düzene sokmak, yalnız kalmak ve kendini öldürmek için bir zaman cetveli hazırladı. Her şey planlandığı gibi gitti. İntiharına birkaç saat kala tüm işlerini tamamlamıştı ve planladığı son için hazırды. Kalan vaktini geçirmek için Ernst Eduard Kummer'in FST hakkında yazdığı bir makaleyi eline aldı ve okumaya başladı. Derken makalede bir hata gördü. Bu hata üzerine biraz düşündü, uğraştı ve hatanın nasıl düzeltileceğini buldu, bir kenara yazdı.

Fakat o da ne! İntihar saatini kaçırmıştı. Böyle bir disiplinsizliği kabul edemezdi. Derhal zaten bozulmuş olan intihar planını iptal etti. Ölümünden sonraki yüz yıl içinde FST'yi çözen kişiye verilmek üzere büyük bir ödül tesis etti. 1906 yılında öldüğünde milyon dolar düzeyinde olan bu ödül Almanya'nın geçirdiği iki Dünya Savaşı ve ekonomik krizler nedeniyle epey azaldı. 1997 yılında Andrew Wiles bu ödülü aldığı anda miktar sadece 50.000 Amerikan dolarıydı.

## FST'nin Altın Yüzyılı

Yirminci yüzyılda FST ile ilgili çalışmalar biraz da Wolfskehl Ödülü nedeniyle tüm canlılığıyla sürüyordu. Fakat matematiğin içinde olanlar artık bu problemin zekâ ile değil, Fermat'nın zamanında olmayan yeni tekniklerle çözülebileceğini düşünmeye başlamıştı. Ben de öğrenciyken her öğrendiğim yeni tekniği önce FST'ye sonra da tez problemime uygulamaya çalışırdım. Tez problemim dayanamadı çözüldü, ama FST dayandı!



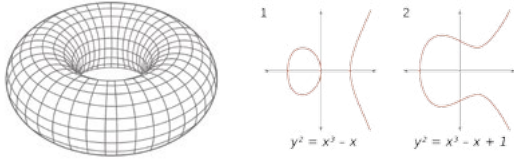
Ernst Eduard Kummer



Paul Wolfskehl

Aranan yeni fikir ve teknik 1950'li yıllarda geldi. Yutaka Taniyama matematiğin tamamen farklı görünen bazı dalları arasında bir bağ olduğunu söylemeye başladı arkadaşlarına. En yakınındaki matematikçi Goro Shimura böyle uçuk sözlerle hemen kanmayan, her şeyi dikkatli bir şekilde yazmaya önem veren biriydi.

Beraberce yanıla düzele bir iddia ortaya attılar. Taniyama-Shimura sanısı adını alan bu çılgın fikir sayılar kuramı, cebirsel geometri, topoloji ve karmaşık analizi birbirine bağlıyordu.



Bir defter sayfasının karşılıklı uzun kenarlarını birbirine yapıştırın, sonra da açıkta kalan yuvarlak uçları birbirine yapıştırın. Kâğıt yırtılmaz da esnerse bir cankurtaran simidi elde edersiniz. Bu kesme ve yapıştırmaya bazı makul şartlar eklerseniz epey değişik yüzeyler elde edersiniz. Şekilleri simide benzer yüzeylerin çoğu da bu yöntemle elde edilebilir. Taniyama ve Shimura'nın dedikleri ise şekli simide benzer her yüzeyin böyle elde edileceği idi. Bunu söylediklerinde nasıl ispat edileceği ya da iddianın nasıl çürütüleceği hakkında kimsenin bir fikri yoktu. Taniyama-Shimura sanısı çılgın ve uçuk bir iddia olarak başladı. Gerçek hayatta bir işe yaraması (henüz) beklenmiyordu, ama bari kuramsal matematik dünyasında ilginç olmaktan öte bir değeri olsaydı. Görünürde o ihtimal bile yoktu.

Bu arada 1958 yılında Yutaka Taniyama arkasında gizemli bir mektup bırakarak 31 yaşında intihar etti. Geleceğe ve kendisine olan inancını yitirdiğini ve yorgun olduğunu yazmıştı. "Ölümüm bazılarını üzücü gelebilir, ama lütfen bunu atlatın" diye yazmıştı. Bir ay sonra nişanlısı yine arkasında bir mektup bırakarak intihar etti. "Birbirimizden ayrılmayacağımıza söz vermiştik. Yanına gitmem en doğrusu olur" diye yazmıştı mektubunda.

Taniyama'nın ardından arkadaşı Shimura şunları söyledi:

"Yutaka dikkatsiz bir matematikçiydi. Çok sık hata yapardı. Ama hataları hep doğru yönde olurdu. Ben de zaman zaman onu taklit etmeye çalışırdım. Ama doğru hatalar yapmak çok zor."

1975 yılında, tüm hayatı boyunca FST ile ilgili işler yapmış olan bir Fransız matematikçi Yves Hellegouarch, eğer Fermat yanıldıysa ve gerçekten  $a^n + b^n = c^n$  denklemini sağlayan  $a, b, c, n$  pozitif tam sayıları varsa ve  $n$  ikiden büyükse, o zaman  $y^2 = x(x - a^n)(x - c^n)$  denkleminin çözümlerine bakayım, dedi. Bu denklemin çözümleri simit şeklinde yüzeyler verir. Tanıdık geldi mi? Hellegouarch bu çözümün pek çok özelliğini bulduysa da vermeyince Mabud neylesin Mahmud misali elindeki cevherin değerini takdir edemedi.

1985 yılında Gerhard Frey bu denklemin çözümlerinin Taniyama-Shimura sanısı için karşı-örnek oluşturacağını fark etti. Yani bu çözümü veren yüzey yukarıda anlatılan kes-yapıştır yöntemiyle elde edilemeyen bir *simit* olacaktı. Oysa eğer Taniyama ve Shimura haklıysa, tüm bu çeşit çözümler kes-yapıştır yöntemiyle elde edilebilecek ve  $y^2 = x(x - a^n)(x - c^n)$  denklemini bir çözüm vermeyecek, yani böyle  $a, b, c$  sayıları olamayacaktı. Özetle Frey diyordu ki eğer Taniyama-Shimura sanısı doğruysa FST doğrudur. Bu elbette bir sansasyon doğurdu. Bir de Frey'in makalesinde bir hata olmasaydı!

Yirminci yüzyıl matematiğinin her dalında parmağı olan Jean-Pierre Serre bu konuya da el attı ve Frey'in doğru ispatını veremediği iddiasını "neredeyse" ispat etti. Kalan kısmını da Kenneth Alan Ribet tamamladı. Yıl 1986 olmuştu. Wolfskehl Ödülü'nün süresinin dolmasına 21 yıl kalmıştı.



Jean-Pierre Serre 1954 yılında Fields Madalyası'nı alırken, sol başta. O sırada 27 yaşındadır ve bu madalyayı bugüne kadar en genç yaşta alan matematikçi unvanını hâlâ korumaktadır. Serre şimdi 90 yaşında.



Yutaka Taniyama (1927-1958)



Goro Shimura'nın Taniyama ile çalıştığı yıllarda çekilen bir resmi. Şimdi 86 yaşında. Ortak sanıların ispatlandığı haberini getirenlere verdiği cevap: "Demiştim ben size."



Gerhard Frey



Kenneth Ribet. Andrew Wiles'in FST üzerine çalışmaya başlaması onun Taniyama-Shimura sanısıyla FST arasındaki son baği ispatlaması sayesinde oldu.



have to be modular, and this is accomplished by Theorem 0.4. We have then (finally!):

**THEOREM 0.5.** *Suppose that  $u^p + v^p + w^p = 0$  with  $u, v, w \in \mathbb{Q}$  and  $p \geq 3$ , then  $uvw = 0$ .*

Andrew Wiles'in FST'yi ispat ettiği makalede FST (nihayet!) Theorem 0.5 olarak yerini buluyor.

## Nihayet Andrew Wiles

O sıralar Princeton'da olan Andrew Wiles yaptığı çalışmalarla matematik dünyasında haklı bir saygınlığı olan, ama henüz sayılar kuramı dünyası dışında kimsenin tanımadığı "sıradan" bir matematikçiydi. Ribet'in ispatını duyunca artık zamanın geldiğine karar verdi.

Ne üzerine çalıştığını karısından başka kimseye söylemeden yedi yıl sürecek ve tek başına gece gündüz çalışacağı bir döneme girdi. Taniyama-Shimura sanısının FST için yeterli olacak kısmını ayıklayıp sadece o kısmı ispat etmeye çalışıyordu.

Bir matematik araştırması nasıl sürer? Andrew Wiles'in ağzından öğrenelim:

"Karanlık bir odaya girersiniz. Hiçbir şey görünmez. Amacınız odada hangi eşyalar olduğunu ve nerede olduklarını öğrenmektir. Önceleri yürürken diziniz bir şeye çarpar, canınız yanar, orada bir sehpa olduğunu tahmin edersiniz. Böyle böyle eşyaların yerleri ve cinsleri hakkında kısmi izlenimler elde edersiniz. Aradan aylar geçer. Altı ay kadar sonra bir gün elektrik düğmesinin yerini bulursunuz. Düğmeye basarsınız ve her şey aydınlanır."

Andrew Wiles 21 Haziran 1993 günü Cambridge Üniversitesi'ndeki Isaac Newton Matematiksel Bilimler Enstitüsü'nde üç gün sürecek bir seminere başladı. Konuşmasının başlığı ve içeriği kendi uzmanlık alanına yakın konulardı. Ama havada olağan dışı bir şeyler olacağına dair bir elektrik vardı. Seminere katılanların sayısı her gün arttı. Son gün konuşmaya gelenler tarihi bir ana tanıklık edeceklerini hissetmiş olacaklar ki fotoğraf makineleriyle geldiler. Konuşmanın sonunda Wiles, Taniyama-Shimura sanısının gerekli yerlerini kanıtladığını ve bunun da FST'yi çözdüğünü söyledi ve "sanıyorum burada duracağım" dedi.

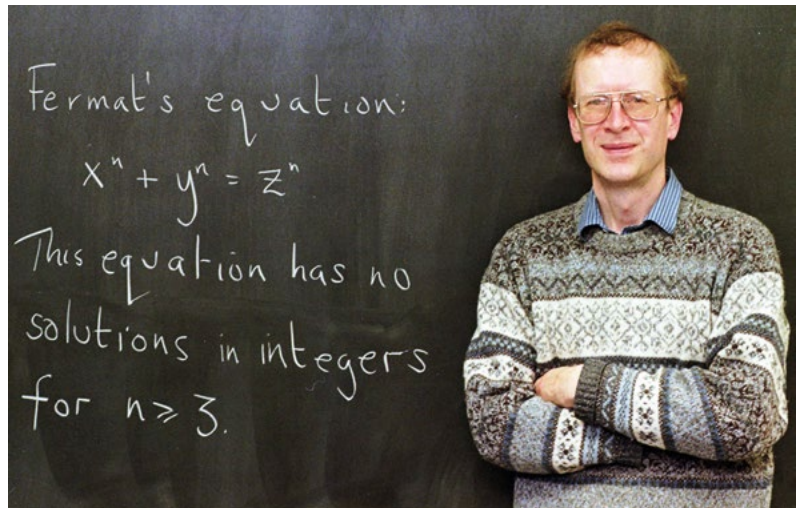
O sıralar TÜBİTAK başkanı bir matematikçiydi ve biz de bundan istifade o hafta sonu için Antalya'da bir Cebirsel Geometri Yaz Okulu planlamıştık. Bunun için TÜBİTAK'tan para isterken doldurmamız gereken resmi formlarda "bu okulun amacı nedir" diye soran yerlere "gelecekte FST'yi çözecek Türk öğrencileri yetiştirmek" diye yazmıştık.

Çarşamba akşamı ofisten çıkıp Antalya'ya gitmeden önce son kez e-postamı kontrol ettiğimde Andrew Wiles'in FST'yi çözdüğü haberini okudum. Çok sevinimsiz bir yaz okulu olmuştu.

## FST'nin Laneti Devam Ediyor

Fakat gelenek bozulmadı. Andrew Wiles'in ispatında da hata çıktı. Bir dergiye gönderilen bir makale normalde bir veya iki hakeme gönderilir. İşgüzar dergiler üç hakeme gönderirler, bakın ne çok çalışıyoruz demek için. Andrew Wiles'in makalesi tarihi önemi nedeniyle altı hakeme gönderildi ve bir hata bulundu.

Matematik dünyasının en prestijli ödülü olan Fields Madalyası'nı kazananlar ödülün verileceği yılın 1 Ocak'ında 40 yaşının altında olan matematikçiler arasından seçilir. FST'yi çözmek elbette doğrudan bir Fields Madalyası hak eder. Andrew Wiles 11 Nisan 1953 doğumlu olduğu ve her dört yılda bir verilen ödül de 1994 yılında verileceği için yaş sınırını kıl payı kaçıırıyordu ama belki ispatı yaptığında 40 yaşının altında oluşuna bakarak onun için bir *iyilik* düşünebilirlerdi. Fakat FST de tam olmamıştı ki.



## Kurtarma Operasyonu

Bundan sonra Andrew Wiles yanına eski öğrencisi Robert Taylor'ı alarak tüm matematik dünyasının sabırsız bakışları altında ispatını kurtarma çalışmasına girdi. Çok yakın bir iki arkadaşı ve öğrencisi Taylor'dan başka kimseyle konuşmadı. İspatı kurtarma operasyonunun nasıl gittiğini gün be gün arkadaşları "Bugün Andrew nasıldı, gülümsüyor muydu?" sorularının cevaplarında aradı. Bu arada 1994 yazında Fields Madalyaları genç sahiplerini buldu. Andrew Wiles ise ispatı üzerinde çalışmaya aralıksız devam ediyordu.

19 Eylül 1994 Pazartesi sabahı bir yıldır her gün olduğu gibi Andrew Wiles yine masasının başına oturdu ve o efsanevi ilham perisi, acımış olacak ki, nihayet çıkageldi. Andrew Wiles ispatını nasıl kurtaracağını bulmuştu. Çözümü kâğıda yazdı, hakikaten doğru mu diye tekrar tekrar baktı. Kalktı dışarı çıktı. Binanın etrafında birkaç tur attı geldi. İspat hâlâ orada mı diye baktı. Oradaydı.

Daha sonra Simon Singh'in BBC için yaptığı *Horizons* belgeselinin girişinde Andrew Wiles o anı şöyle anlatmaya çalışır:

"O sabah bu masada oturmuştum. Birden bire hiç beklenmedik bir şekilde ilham geldi. *[Boğazı düğümlemişti. Bir süre sessiz durur. Kendini toparlamaya çalışır. Elleri titremektedir. Yine de devam etmeye karar verir.]* Hayatımın en önemli anıydı. *[Bu cümleyi kekeleyerek zor bitirir. Elleri daha çok titremektedir. Uzun bir sessizlik olur. Devam etmeye çalışır]* Bundan sonra yapacağım hiç bir iş *[cümlesini bitiremez]* özür dilerim *[kafasını çevirir ve ağlar.]*"

Macellan'ın 28 Kasım 1520'de gemisinin pruasında Pasifik'i gördüğü zaman döktüğü göz yaşlarıdır bunlar.

## Mutlu Son

Andrew Wiles'in FST ispatı matematik dünyasının en prestijli dergilerinden *Annals of Mathematics* dergisinde 1995 yılında yayımlandı. Kullanılan teknikler tamamen yirminci yüzyılın ikinci yarısında keşfedilen tekniklerdi. Fermat'ın bu bilgilere sahip olması imkânsızdı. Her ne kadar profesyonel ve amatör matematikçiler Fermat'ın, o hepimize sık sık gelen yalancı "buldum" duygusuna kapılıp o sözleri yazdığını düşünse de acemileri ikna etmek mümkün değil. Onlar Fermat'ın aklında olduğuna inandıkları ispatı aramaktan vaz geçmeyecek.



Andrew Wiles'a Dünya Matematikçiler Birliği tarafından 1998'de Berlin'de verilen gümüş plaket. Üzerindeki Latince sözler Fermat'ın 1637'de *Arithmetica*'nın bir sayfasının kenarına yazdığı sözden alıntı.

Andrew Wiles Fields Madalyası'nı kıl payı kaçırdı ama bir sonraki Dünya Matematikçiler Kongresi'nde onun için bir ayrıcalık yapıp sadece onun için hazırlanmış olan bir gümüş plaket aldı.

Andrew Wiles 1995 yılından sonra beklenenin aksine hâlâ aktif olarak araştırma yapıyor. Sık sık bir bahane uydurup ona ödül veren ülke ve kurumlar çıkıyor, o da bu ödülleri kabul ediyor. Yirmi yıl önce olmuş bir olayı bugün yeniden gündeme getirip anlatmamızın nedeni de Andrew Wiles'in bu yılın başında Norveç Akademisi'nin verdiği hem prestiji hem de para ödülü yüksek olan Abel Ödülü'nü almış olmasıdır.

Peki Norveçliler niye bu ödülü yirmi yıl önce yapılan bir çalışmaya veriyor? Çünkü bir ödülü önemli kılan iki öge vardır. Birincisi elbette parası, ikincisi ve daha önemlisi ise o ödülü daha önce kimlerin aldığıdır. Adınızı o listedekilerin arasında görmek size gurur verecekse o ödül önemli demektir. Norveçliler de yeni kurdukları bu ödülün önemsenmesi için matematik dünyasının yıldızlarına teker teker ödül veriyor. Andrew Wiles'in yirmi yıl sonra tekrar gündeme gelmesi bundan.

Öte yandan üç yüz elli yıl kimsenin çözemediği bir problemi çözen birisinin de yirmi yıl "saltanatı" olmasını yadırgamamak ve hatta kıskanmamak gerekir.

Yazımızı acemilere bir not ile bitirelim: FST çözümlerinizi bana göndermeyin!



### Kaynaklar

- Wikipedia'nın ilgili başlıkları
- BBC Horizon-Fermat's Last Theorem, Belgesel, Yönetmen: Simon Singh, [http://www.dailymotion.com/video/x3wrbsb\\_1996-bbc-horizon-fermat-s-last-theorem\\_tv](http://www.dailymotion.com/video/x3wrbsb_1996-bbc-horizon-fermat-s-last-theorem_tv)
- Singh, S., Fermat's Last Theorem, Fourth Estate Ltd, 1997.
- Wiles, A., "Modular elliptic curves and Fermat's last theorem", *Annals of Mathematics*, Cilt 141, Sayı 3, s. 443-551, 1995.
- Schappacher, N., *Diophantus of Alexandria: a text and its history*, 2005, [http://www-irma.u-strasbg.fr/~schappa/NSch/Publications\\_files/1998cBis\\_Dioph.pdf](http://www-irma.u-strasbg.fr/~schappa/NSch/Publications_files/1998cBis_Dioph.pdf)
- Heath, T. L., *Diophantus of Alexandria; a study in the history of Greek algebra*, Cambridge University Press, 1910.
- Sertöz, S., *Matematik'in Aydınlik Dünyası*, TÜBİTAK Yayınları, 1996.
- Terzioğlu, T., "Fermat'ın Son Teoremi", *Bilim ve Teknik*, Sayı 309, s. 574-575, Ağustos 1993.
- Özsoylev, H. N., "Küçük bir not: Fermat'ın Son Teoremi", *Bilim ve Teknik*, Sayı 355, s. 102-103, Haziran 1997.





TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Klavyenin tınısı piyanonunkinden neden farklıdır? Hatta bir piyanodaki orta Do ile bir akort çatalındaki, bir trombondaki veya bir flütteki orta Do birbirlerinden neden farklıdır?

*Güçlü Titreşimler, Müziğin Fiziği'nde* anlaşılabilir fizik kuramları ve matematiksel ifadelerle yazılmış bir metin değil, günlük yaşamdan örneklerle müziğin her yönüne değinen bir fizikçinin sohbetini bulacaksınız. Ses ve ses dalgaları, müziğin yapı taşları, çalgılar, yeni teknolojiler ve akustik olarak dört ana başlık altında yazılmış bu kitap, farklı altyapı ve ilgi alanlarına sahip her tür okuyucunun zevkle okuyacağı ve faydalanacağı bir kaynak niteliğinde.

# GÜÇLÜ TİTREŞİMLER

Müziğin Fiziği

Barry Parker



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

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



# Konya Bilim Merkezi

Kalp atış ritminizi dinlemek, 9 şiddetindeki bir depremi tecrübe etmek, rüzgârdan enerji elde etmek, tıpkı bir bilim insanı gibi laboratuvarında deney yapmak, dijital periyodik tablo yardımıyla bileşikler oluşturmak, elektrik devresi kurmak, planetaryumda bilimsel gösterilere katılmak ve gözlem kulesinden gökyüzüne bakmak ister misiniz? Tüm bunları ve daha fazlasını Konya Bilim Merkezi'nde yapabilirsiniz.



TÜBİTAK, çocukları ve gençleri bilimin sıcak yüzüyle tanıştıracak bilim merkezi projelerine tüm hızıyla devam ediyor. Bu kapsamda, ön açılışı 2014 yılının Nisan ayında yapılan Konya Bilim Merkezi bir yandan ziyaretçilerini kabul ederken bir taraftan da TÜBİTAK tarafından sağlanan yeni sergilerini açıyor. TÜBİTAK destekli kurulan Türkiye'deki ilk bilim merkezi olma özelliği taşıyan merkezdeki sergi sayısı her geçen gün artıyor. Serüvenine “Dünyamız” ve “Bilimin Sultanları” başlıklı sergilerle başlayan bilim merkezinin son üyeleri “Vücudumuz” ve “Temel Adımlar” başlıklı sergiler de 2015 yılının Ağustos ayından itibaren ziyaretçilerini kabul ediyor.

“Vücudumuz” ve “Temel Adımlar” sergileri ile birlikte 146 sergi ünitesi içeren bilim merkezinde depremlerden temel fizik deneylerine, enerji türlerinden periyodik tabloya, iklim çeşitliliğinden filli su saatine, insan vücudundaki sistemlerden ilk trigonometrik çalışmalara kadar birçok konu ele alınıyor. Bunlarla sınırlı kalmayan, birçok konunun işlendiği merkez her yaştan ve her kesimden ziyaretçiye hitap ediyor.





**Vücutumuz:** “Organların, hücrelerin ve moleküllerin gelişime, hayata ve sağlığa yardımcı olması” ana temasıyla tasarlanan “Vücutumuz” sergisinde etkileşimli, öğretici ve eğlenceli otuz bir sergi ünitesi var. 400 m<sup>2</sup> alana kurulan vücutumuz sergisi, “temel ihtiyaçlar, dolaşım sistemi, solunum sistemi, sinir sistemi, kas-iskelet sistemi, sindirim sistemi, cenin gelişimi, hücre türleri, bağışıklık sistemi hücreleri, DNA, genetik hastalıklar, kanser, insan genomu” gibi konularda sergi üniteleri içeriyor.

Örneğin “Hastalıklardan Kaçınmak” başlıklı sergide mikropplardan ve çevremizdeki tehlikeli kimyasal maddelerden korunmanın yolları eğlenceli bir şekilde ziyaretçiye aktarılıyor. Ziyaretçiyi girişte hapsiryan bir model karşılıyor, elinizi kapıya değdiğinizde bıraktığınız izler ise dokunduğunuz her yerde var olan mikroppları size hatırlatıyor, etkileşimli bir projeksiyonda hapsiryan olarak yanınızdaki kişiye nasıl hastalık bulaştırdığınızı görüyorsunuz. Morötesi ışınların altından geçerek geldiğiniz mutfak bölümünde sizi çürüten yiyecekler karşılıyor. Ayrıca bu sergi alanında sigaranın zararları da unutulmamış. Atıkların çevreyi nasıl kirlettiğini gösteren videolar ise çöplerinizi dışarıya atmadan önce bir kez daha düşünmenizi öneriyor. Çevreyi kirleten egzoz dumanları ve alerjinizi tetikleyebilecek polenler ile ilgili bilgi edindikten sonra kendinizi bu ilginç sergi odasının dışında buluyorsunuz.

**Temel Adımlar:** İçinde bulunduğumuz çevreyi, yaşadığımız evreni, atomaltı dünyayı ve daha birçok konuyu daha iyi anlamak için temel bilimlere gerekli. Temel bilimlerin ilkelerini anlamak insanlığın daha kolay bir yaşam sürmesine de yardımcı olur. Bu sergide periyodik tablo, momentum, elektromanyetizma, motor ve jeneratörler, sayı sistemleri, köprü sistemleri ve daha birçok konu işleniyor. 300 m<sup>2</sup> alana kurulan sergiyi Konya Bilim Merkezi’nde her gün birçok kişi ziyaret ediyor.

Örneğin Periyodik Tablo sergi ünitesinde ziyaretçiler farklı elementleri birleştirerek çeşitli moleküller elde edebiliyor. Ziyaretçiler önce dokunmatik ekran üzerindeki elementleri seçerek bir bileşik oluşturuyor. Bu şekilde onlarca bileşik oluşturup bu bileşiklerin özelliklerini inceledikten sonra büyük Periyodik Tabloda her bir elementin doğadan bir örneğini görüp inceleme imkânı buluyor.

**Bilimin Sultanları Sergisi:** Toplam 50 sergi ünitesinin bulunduğu sergide, az bilinen ancak bilim dünyasında önemli yere sahip Müslüman bilim insanlarının yaptığı bilimsel çalışmalar ve katkıları anlatılıyor. Uçuş ilkeleri, görme kuramı, sayı sistemleri, trigonometri ve nicel kimyadaki bilimsel gelişmeler bunlardan sadece bazıları.

Örneğin ziyaretçiler, Bilimin Sultanları Sergi alanındaki uçuşun öncülleri bölümünde Abbas bin Firnas’ın 9. Yüzyılda bilinen ilk uçan makineyle başarılı uçuş girişimi, Hezarfen Ahmet Çelebi’nin 17. yüzyılda kendi geliştirdiği takma kanatlarıyla uçmayı başaran ilk insan olması hakkında bilgiler edinebilir ve kuşların uçarken uyguladığı kanat hareketlerini deneyimleyebilir.

**Dünyamız Sergisi:** Tarih boyunca kıtaların değişimi, deprem çeşitleri, enerji çeşitleri, su tüketimi, obruklar, iklim çeşitleri, lazerler, güneş saati ve yer yüzü katmanları gibi konuların yer aldığı sergi alanında birbirinden eğlenceli ve öğretici 40 sergi ünitesi yer alıyor.

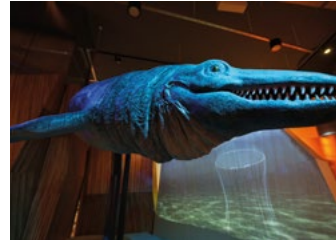
Dikkat çeken sergi ünitelerinden biri mosasaur adlı deniz canlısının hareketli modeli. Anadolu, 65 milyon yıl öncesine kadar Tetis Denizi’yle kaplıydı. Tetis Denizi’nde, mosasaur gibi su canlıları yaşıyordu. Bu canlının bugünkü yılan balıklarının atası olduğu düşünülüyor.

İklim Odaları sergi ünitesinde ise ziyaretçiler, yaşadığımız ılıman iklim ile kutupsal ve tropikal iklim koşullarını hissederek karşılaştırma imkânı buluyor.

Bilim merkezinde, eğlenceli vakit geçirerek sergileri gezmek, bu sergilerin yanı sıra deneyler yapmak ve merak edilen konularda eğitim programlarına, planetarium gösterilerine katılmak mümkün. Çok yakında evrenin derinliklerini ve robotların gizemli dünyalarını da Konya Bilim Merkezi’nde keşfedebileceksiniz. Daha detaylı bilgiyi <http://www.kbm.org.tr/> sitesinden edinebilir ve tüm gününüzü bilim ve eğlence dolu geçirebilirsiniz. Ayrıca, etkinlik duyurularından anında haberdar olmak için Konya Bilim Merkezi’ni facebook, twitter ve instagram hesaplarından takip edebilirsiniz.



Vücutumuz Sergisinden bir görüntü



Dünyamız sergisinden bir görüntü



Temel Adımlar sergisinden bir görüntü



Bilimin Sultanları sergisinden bir görüntü

- *Tıbbi görüntülemeye çığır açabilecek yeni bir teknik* (Projeye verdiğimiz başlık. Belki ciddiye alıp destek verirler diye düşündük, ama tutmadı.)
  - *Kafaya taktığı konularda her şeyi bilen, ama başka hiç bir şeyden anlamayan bir bilim adamı* (Hocam)
  - *Yetersiz bütçe* (Bizim proje - benim hayatım)
  - *Özel sipariş üzerine yurtdışındaki bir laboratuvara yaptırılmış, hayli karmaşık bir molekül. Tam olarak belli dalga boylarında radyasyon yayacak şekilde tasarlanmış.* (Hazinemiz. Fonlar yetmeyince hoca parayı bankadan kredi alıp ödedi)
  - *Beceriksiz bir asistan* (Ben)
- bir araya gelirse ne olur? Tam bir fiyasko elbette. Akademik bir felaket. Başka ne olabilir ki?

Tamam ben de biliyorum, molekülden yayılan enerjiyi algılamamız gerekiyordu, enerjiyi moleküle göndermemiz değil. Ama kullandığımız ikinci el döküntü cihazları görseydiniz, yazıları silinmiş DIŞA - İÇE tuşlarını karıştırmama o kadar kızmazdınız bence.

Tıpkı bu kullandığımız sistem gibi, bizim hocanın da hiç ayarı yok. Ya en üst perdeden bağırıyor ya da hiç ses vermiyor.

Her neyse, sonuç itibarıyla gönderdiğim dalgalar sadece denek olarak kullandığımız tavşanın vücudundaki 0,5 gramı değil, masadaki 100 gram ve laboratuvarın dolabındaki yarım kilo da dahil, bütün o malzememizi yok etti. Evet, bildiğiniz buharlaştırdı yani. Yok, bir dakika, buharlaşsa yine odanın içinde olur, sanırım en yakın kara deliğe filan gönderdi. Görünürde hiç bir iz bırakmadan kaybolmuştu.

Allahtan yangın filan çıkmadı ama dolap epeyce ısınmıştı. Tavşansa iyi görünüyordu, biraz gıdıklanmış gibiydi sadece. Sonradan yaptığımız kan tahlillerinde mikrogram mertebesinde bile rastlayamadık aradığımız moleküle. Hepsı gitmişti.

Bu olaydan sonra uzun süre benimle hiç konuşmadı hocam. Sadece benimle değil hiç kimseyle. Depresyondaydı. Bu araştırma uzun süredir durağan olan (yani bizim dünyamızda kötüye giden) kariyeri için son şansıydı.

Kendi cebinden yaptığı harcamalarla sonuca ulaşabilseydi, doktorların tam olarak istedikleri dokulardan, en ayrıntılı görüntüleri almalarını sağlayacak, yeni ve çok daha pratik cihazların üretilmesinin yolu açılacaktı. O da kendisini desteklemeyen üniversitelere ve diğer devlet kuruluşlarına "Bakın gördünüz mü? Haklı çıktım!" diyecekti. Olmadı.

Bir akşam herkes evine gittikten sonra onu odasında yalnız oturur ve boş gözlerle bilgisayara bakarken gördüm. Bir fincan kahve götürdüm ve hocamı biraz canlandırmayı başardım. Elbette konu hemen henüz çözemediğimiz gizeme geldi (zaten başka pek bir yere de gitmemiştii).

Ne de olsa hocamın kanında bilmece çözmek vardı, bir anda araştırmacı-sorgucu kimliğine büründü yine:

"İyi de nasıl becerdin bu işi?" diye sordu bana.

Ben de bir alt kattaki fizikçi arkadaşlarımdan duyduklarımı anlattım:

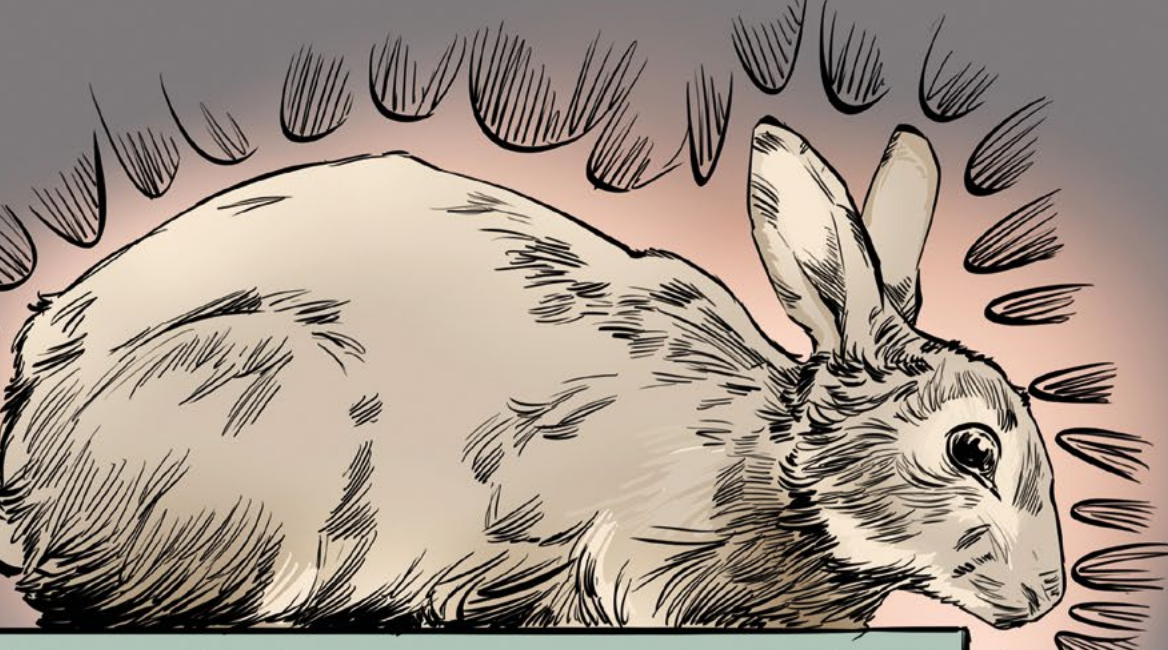
"Tıpkı mikrodalga fırının sadece su moleküllerini titreştirmesi gibi, bizim cihaz da nasıl olduysa tam o molekülün emebileceği dalga boyunda radyasyon yaymış, böylece fazla enerjiden molekül atomlarına ayrılmış olmalı. Organik bir ortamda (yani tavşanın kanında) tek tek hidrojen, karbon, oksijen atomlarına ayrılmış bir şeyin izini bulmamız da zaten imkânsız."

"İyi de tavşana neden hiçbir şey olmadı?"

"Bu boyuttaki bir molekülün titreşim frekansı dijital imza gibi özel. Dalgalar diğer moleküllerin içinden hiç etkileşmeden geçip gidiyor. Molekül kendi ölçeğinde büyük olsa da, canlı vücuduna oranla mikroskobik ve sayıca az olduğu için hissedilir miktarda ısı vermiyor (olmalı)."

"Nokta atışı yani. Seninki de amma iş be evladım.

Bu kadar 'yeteneklisin' de, neden bize en lazım olan şeyi yok ettin? Zararlı bir şeyler üzerinde deneseydin ya süper güçlerini!"





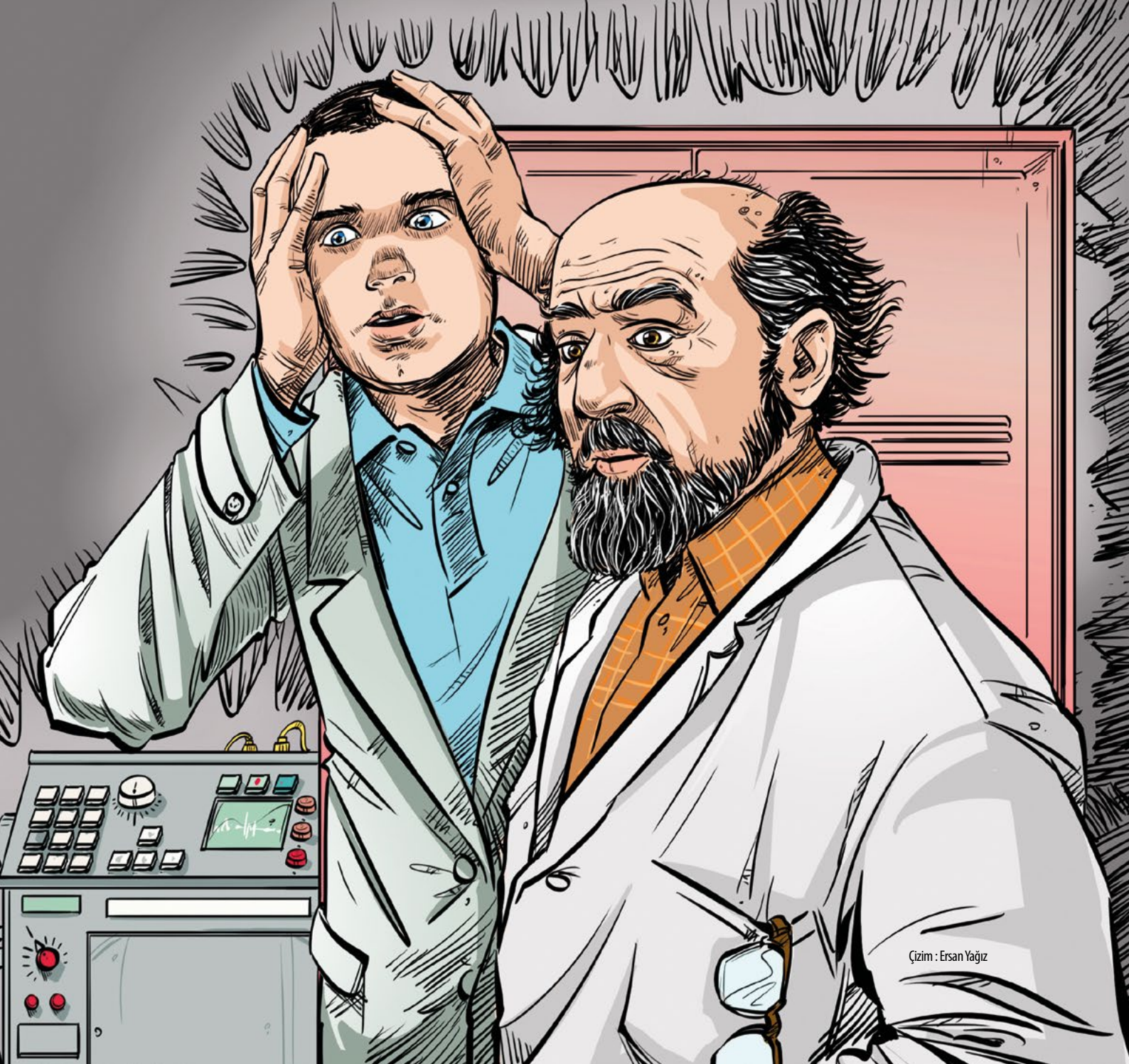
Bir an sessizlik oldu. Göz göze geldik. Sonra ikimiz aynı anda "Buldum!" diye bağırdık ve kucaklaştık.

Virüs kaynaklı bütün hastalıkları tedavi edecek bir yöntem bulmuştuk, hem de anında, tek dozda ve hiç yan etkisiz. Bir çok kişiye arka arkaya, hatta bir oda dolusu insana aynı anda uygulanabilecekti. Bu "ilacın" fiyatı ise harcadığı sıfır virgül bilmem kaç kilovat saat elektrik maliyetinden ibaret olacaktı.

Yolun karşısındaki ultra prestijli Tıp Fakültesi'ndeki arkadaşlara kötü bir haberim var:

Üzerinde çalıştıkları, patent aldıkları ve biyoteknoloji şirketlerinin satın almak için sıraya girdiği yeni aşıları muhtemelen hiç piyasaya sürülmeyecek.

Hayat böyle bir şey işte. Eğer oraya yaptığım başvuru reddedildiği için bu izbe bölümdeki döküntü makinaya mahkûm olmasam, son yüzyılların en büyük buluşunu da yapamayacaktım!



# Juno'yu Beklerken

**5** Ağustos 2011'de Florida'daki Cape Canaveral Uzay Üssü'nden, Jüpiter'i incelemek için fırlatılan uzay aracı *Juno* (Jupiter Near Polar Orbiter) 4 Temmuz 2016'da hedefine ulaşacak ve kutupsal bir yörüngede Jüpiter'in çevresinde dolanmaya başlayacak. Fırlatıldıktan sonra hedefine varana kadar Güneş Sistemi'nde 2,84 milyar kilometre yol almış olacak.

*Juno* fırlatıldıktan ve bir süre yol aldıktan sonra 9 Ekim 2013'te Dünya'ya yakın geçmiş ve Dünya'nın kütleçekim etkisiyle biraz daha hızlanıp Jüpiter'e yönelmişti. Yaklaşık 5 yıl boyunca uzayda hedefine varmak için ilerleyen *Juno*, uzun yolculuğunun sonuna geldi. *Juno* 4 Temmuz 2016'dan itibaren Jüpiter yörüngesindeki görevlerine başlayacak. Şubat 2018'de bitecek olan 20 aylık görevinde Jüpiter'in çevresinde 37 tur atacak ve gezegen hakkında detaylı veri toplayıp Dünya'ya gönderecek. Bu sayede Jüpiter ve Jüpiter benzeri gezegenlerin doğasını anlamamızı sağlayacak olan *Juno*'nun erken Güneş Sistemi'ne dair bilmediğimiz noktaları da göndereceği verilerle aydınlatacağı düşünüyor.

## Juno'nun bilimsel görevleri

- Jüpiter'in kütleçekim ve manyetik alanlarının haritasını çıkarmak
- Jüpiter'in atmosferini inceleyerek hidrojen ve oksijen miktarını saptamak
- Jüpiter'in kutupsal manyetosferini ve auralarını (kuzey ve güney ışıkları) incelemek
- Morötesi ve kızılötesi kameralar kullanarak Jüpiter atmosferini oluşturan gazların kimyasal izlerini araştırıp bileşenlerini çıkarmak
- Jüpiter'in çekirdek kütlelerini daha kesinlikle saptamak. Bu sayede Jüpiter benzeri gezegenlerin oluşumu hakkında daha fazla bilgi sahibi olacağız.
- Jüpiter'in detaylı yüzey görüntülerini almak

## Juno'nun zaman çizelgesi

**Fırlatma:** 5 Ağustos 2011

**Derin uzay manevraları:**

Ağustos - Eylül 2012

**Dünya yakın geçişi:** Ekim 2013

**Jüpiter'e varış:** 4 Temmuz 2016

**Jüpiter yörüngesinde:** 20 ay, 37 dolanım

**Görev bitişi:** Şubat 2018

## Juno görevini gerçekleştirmek üzere dokuz aygıt taşıyor.

**1-Mikrodalga radyometre:** Uzay aracının iki yanına yerleştirilmiş toplam altı anten ile mikrodalga aralığındaki altı frekansta ölçümler yaparak gezegen atmosferinin 500-600 km derinliklerine kadar su ve amonyak bolluğunu ölçecek ve atmosferin sıcaklık profilini çıkaracak.

**2-Kızılötesi, aurora görüntüleyici:** Kızılötesi dalga boyunda çalışan bu spektrometre gezegenin 50-70 km derinliğine kadar olan üst atmosferini inceleyecek. Gezegenin kutuplarında oluşan kuzey ve güney ışıklarını görüntüleyecek. Metan, su buharı, amonyak ve fosfin gibi bileşikleri saptayacak.

**3-Manyetometre:** Gezegenin manyetik alanını inceleyecek bu cihaz üç amaçla tasarlanmıştır. Jüpiter'in manyetik alanını haritalamak, gezegenin iç dinamiklerini anlamak ve kutupsal manyetosferin üç boyutlu yapısının belirlemek.

**4-Kütleçekim ölçer:** Jüpiter'in kütleçekim haritasını yapacak bu cihazın Jüpiter'in kütle dağılımı ve dinamikleri konusunda veri toplaması bekleniyor.

**5,6-Enerjik parçacık detektörleri:** Bu detektörler farklı enerji seviyelerindeki iyon ve elektronların açılma dağılımını, enerjilerini ve hızlarını ölçecek. Bir dedektör yüksek enerjili parçacıkları, diğeri ise düşük enerjili parçacıkları saptayacak.

**7-Radyo ve plazma sensörü:** Bu cihaz aurora bölgelerindeki, parçacıkların hızlanmasından kaynaklanan radyo ve plazma tayflarını inceleyerek kuzey ve güney ışıklarını oluşturan akımları belirleyecek.

**8-Ultraviyole görüntüleme spektrografı:** Morötesi dalga boyundaki fotonları algılayacak olan bu sensör gelen fotonların dalga boyunu, konumunu ve varış zamanını kaydederek kutup manyetosferindeki aurora bölgelerinin morötesi dalga boyunda tayf görüntülerini oluşturacak.

**9-Juno kamerası:** İnsan gözünün duyarlı olduğu dalga boyunda (400 nm-700 nm) görüntü alacak olan kamera/teleskobun Jüpiter'in yoğun radyasyonu ve manyetik alanında sadece 7 yörünge dolanımı boyunca çalışabileceği düşünülüyor. Radyasyon ve manyetik etkiler nedeniyle, *Juno* Jüpiter'e vardikten yaklaşık iki ay sonra kamera işlevini yitirecek.

**Kaynak**

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/juno/main/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/juno/main/index.html)







01 Haziran 23:00  
15 Haziran 22:00  
30 Haziran 21:00



### 3 Haziran

Satürn karşı konumunda



### 3 Haziran

Ay yerberi konumunda  
(361.141 km)



### 5 Haziran

Merkür en büyük batı  
uzanımında (24,2°)



### 6 Haziran

Venüs üst kavuşumunda



### 11 Haziran

Ay ve Jüpiter yakın  
görünümde (<2°)



### 15 Haziran

Ay yeröte konumunda  
(405.021 km)



### 19 Haziran

Ay ve Satürn yakın görünümde



### 20 Haziran

Yaz gündönümü

## Haziran'da Gezegenler ve Ay

**Merkür:** 5 Haziran'da en büyük batı uzanımında olacak Merkür'ü sabah gün doğmadan önce doğu ufunda kısa süreliğine de olsa görebiliriz. Ay sonunda Güneş'e yakın konuma doğru ilerleyeceği için gözlem süresi kısalacak.

**Venüs:** 6 Haziran'da üst kavuşumunda olacak yani yörüngesinde, bizim bakış doğrultumuzda Güneş'in ardında kalacak. Venüs bu tarihten itibaren Güneş'in doğusuna geçmeye başlayacak. Venüs'ü günbatımında görebilmek için Temmuz ayının sonlarını beklememiz gerekiyor.

**Mars:** Satürn ile birlikte gözlem süresi en uzun gezegenlerden biri olan Mars'ı Akrep ve Terazi takımyıldızları arasında bulabilirsiniz. 30 Mayıs'ta Dünya'ya en yakın konumda olan Mars halen yakın konumda olacağı için parlaklığını koruyacak.

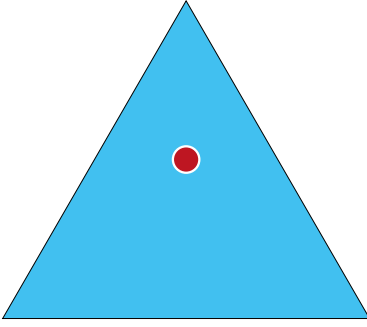
**Jüpiter:** Ayın başlarında günbatımında meridyeni geçmiş olan gezegen gece yarısından bir buçuk saat sonra batıyor. Giderek gözlem süresi kısalan gezegen ay sonunda gece yarısından önce batmış olacak.

**Satürn:** 3 Haziran'da karşı konumunda olacak gezegen, yörüngedeki konumu sebebiyle en iyi gözlenebilen gezegen olacak. Gün batımıyla doğan ve gün doğumuyla batan gezegeni tüm gece gökyüzünde görebilmek mümkün. Konumu Akrep Takımyıldızı ile Yılanlı Takımyıldızı'nın arasında olacak.

**Ay:** 5 Haziran'da yeniay, 12 Haziran'da ilkdördün, 20 Haziran'da dolunay ve 27 Haziran'da sondördün evresinde olacak.



18 Haziran'da yakın görünümde Ay, Mars ve Satürn

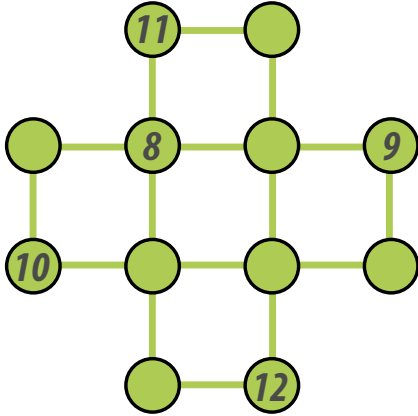


## Göz Aldanması

Kırmızı daire üçgenin tavanının ve tabanının tam ortasında olmasına rağmen tavana daha yakınmış gibi görünüyor.

## Kareler

Aşağıdaki şekilde 5 adet kare görülüyor. 1'den 7'ye kadar olan sayıları boş dairelere öyle yerleştir ki, her karenin köşelerindeki 4 sayının toplamı aynı olsun.



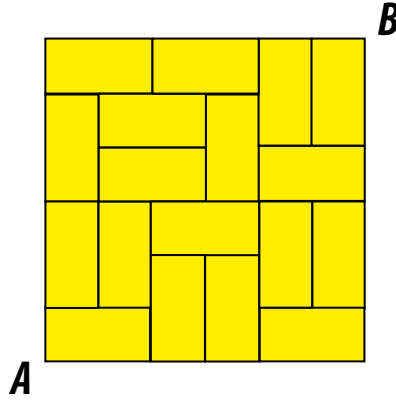
## Dokuz Rakamlı Sayı

1'den 9'a kadar olan rakamları birer kez kullanarak 9 rakamlı sayılar oluşturacaksınız.

Koşullarımız:

- Ardışık sayılar yan yana bulunmayacak.
- İki tek sayı ya da iki çift sayı yan yana bulunmayacak.

Bu koşullara göre en fazla kaç farklı sayı üretilebilir?



## Bloklar

1x2 birimlik bloklardan oluşan bir krokide **A** noktasından **B** noktasına gideceksiniz.

- Sadece blokların kenarları üzerinde hareket edebilirsiniz.
- Her noktadan en fazla 1 kez geçebilirsiniz.

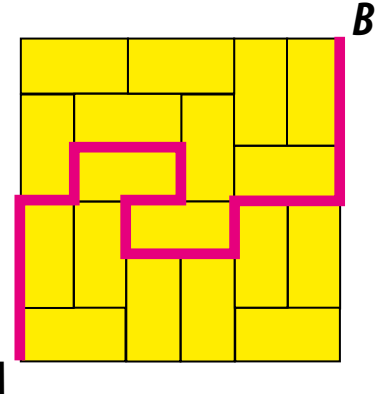
Bu turun uzunluğu en fazla ne olabilir?

**Not:** Sağdaki örnekte görülen turun uzunluğu 18 birimdir.

## Banknotlar

Bir ülkede 5, 10, 20 ve 25 birim değerlerinde olan dört çeşit banknot vardır. Her banknotun üzerinde dörtten daha fazla rakamdan oluşan bir seri numarası bulunmaktadır. Rastgele seçilen bir banknottaki seri numarasının son dört rakamının toplamının, banknotun birim değerinden büyük olma olasılığı nedir?

**Not:** Dört banknot çeşidinin ve tüm seri numaralarının (...0000 - ...9999) seçilme olasılıkları eşittir.



## Tam Asal Sayı

Bir asal sayının bitişik durumda bulunan iki veya daha fazla rakamının oluşturduğu sayıların tümü yine asal sayılardır. Bu özelliğe sahip en büyük sayı nedir?

**Örnek:** 6173 bu özelliğe sahip bir sayıdır. Çünkü 61, 17, 73, 617, 173 ve 6173 asal sayılardır.

## Rakamların Küpleri

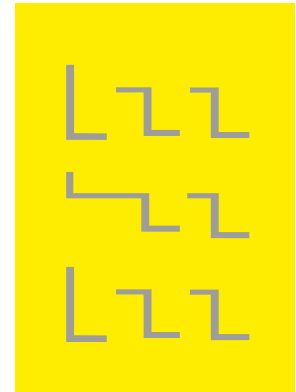
Kendisini oluşturan rakamların küpleri toplandığında kendisine eşit olan en büyük sayı nedir?

*Örnek bir sayı 153'tür, ancak bu özelliğe sahip en büyük sayı değildir.*

$$153 = 1^3 + 5^3 + 3^3 = 1 + 125 + 27$$

## Ne Yazıyor?

Aşağıda şekilde ne yazıyor?





$$\begin{array}{r}
 Z E K A \\
 \times Z E K A \\
 \hline
 \phantom{Z E K A} A \\
 \phantom{Z E K A} K \\
 \phantom{Z E K A} E \\
 \phantom{Z E K A} Z
 \end{array}$$

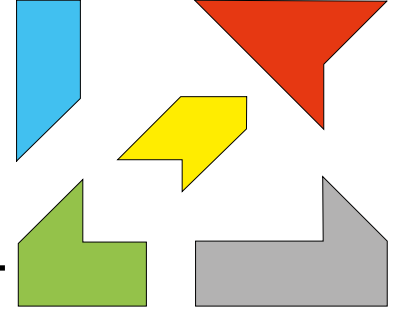
### Çarpma

Bu çarpma işleminde Z, E, K, A harfleri farklı rakamlara karşılık gelmektedir. İşlemi gerçekleştiriniz ve harflerin değerlerini bulunuz.



### 6 Rakamı

Beş parçayı birleştirerek 6 rakamını elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ama ters çevrilemez.



### Geçen Sayının Çözümleri

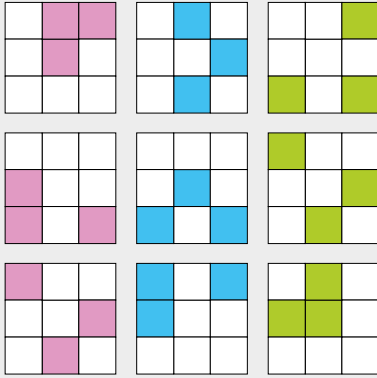
#### Sayı Harfleri

11.011

(On bir bin on bir)

#### Kare Karala

Sütunlardaki üçer tablo dikkate alındığında dokuz karenin tamamı karalanmış oluyor.



#### Sayı Üçgeni

Elli trilyon.

Bu üçgende şöyle bir özellik var:  
N bir çift sayı olmak üzere, N no'lu satırın  
(N / 2) no'lu sayısı Nx(N / 2)'ye eşittir.

(On milyon x beş milyon = Elli trilyon)

#### "L" Figürü

1536 figür oluşturulabilir.

#### Sudoku

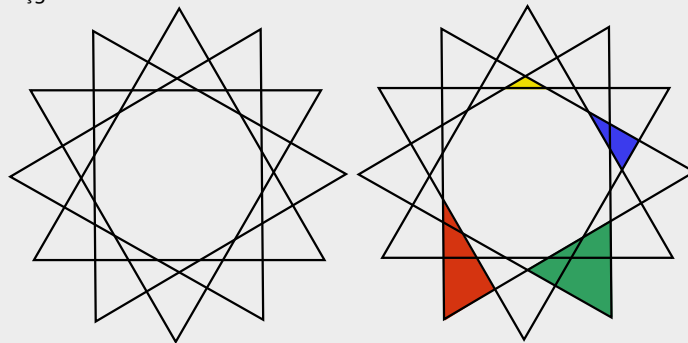
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 5 | 8 | 6 | 1 | 7 | 9 | 4 | 2 |
| 9 | 6 | 2 | 5 | 8 | 4 | 3 | 7 | 1 |
| 7 | 4 | 1 | 2 | 3 | 9 | 6 | 8 | 5 |
| 6 | 7 | 5 | 8 | 9 | 3 | 1 | 2 | 4 |
| 8 | 1 | 3 | 4 | 2 | 6 | 7 | 5 | 9 |
| 4 | 2 | 9 | 7 | 5 | 1 | 8 | 6 | 3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

#### İşlem

$$75 = (7 \times 11) - ((5 + 13) / 9)$$

#### Üçgenler

76 üçgen



4 büyük, 24 kırmızı üçgene eş, 24 mavi üçgene eş, 12 yeşil üçgene eş ve 12 sarı üçgene eş, toplam 76 üçgen.

#### Çift Çarpanlı

846

$$844 = 2 \times 2 \times 211$$

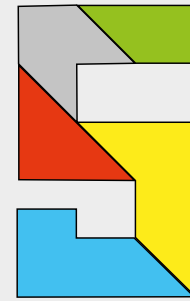
$$845 = 5 \times 13 \times 13$$

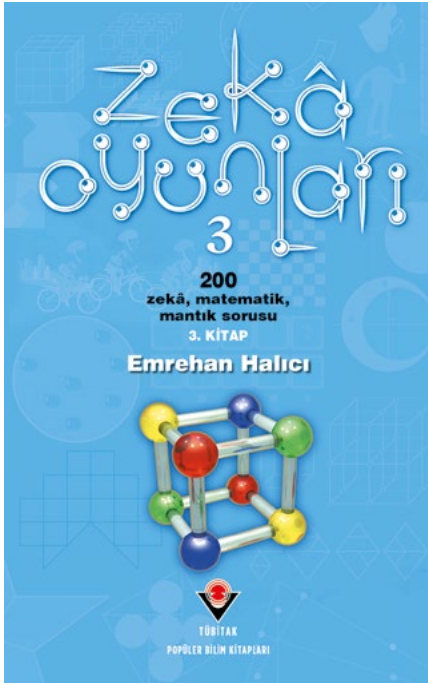
$$846 = 2 \times 3 \times 3 \times 47$$

$$847 = 7 \times 11 \times 11$$

$$848 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 53$$

#### 5 Rakamı





### Zekâ Oyunları 3

Emrehan Halıcı  
TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 2016

En önemli varlığımız beynimizdir. Ne yazık ki ona gereken önemi vermiyor, sağlığını korumak için gereken alıştırmaları yaptırmıyoruz. Düşünme, karar verme ve problem çözme yeteneklerimizi geliştirmek için merak etmeli, sorular sormalı ve yanıtlar aramalıyız. Zekâ Oyunları'nın bu üçüncü kitabı, Emrehan Halıcı'nın 38 yıldır TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisinde yayımladığı zekâ, matematik ve mantık soruları içinden seçtiği ve ilk iki kitapta bulunmayan 200 sorudan oluşuyor. Okulda, işte, tatilde sürekli ilgilenebileceğiniz ve başkalarıyla da paylaşabileceğiniz 200 soru daha. Düşünün, çözün, paylaşın...



### Sorular ve Cevaplar - Nasıl Çalışır?

Philip Brooks  
Çeviri: Cengiz Adanur  
TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 2016

Hiç merak ettiniz mi... Merccekler görmeye nasıl yardım eder? Diş macunundaki çizgiler nereden gelir? Ampul nasıl yanar? Pilin içinde ne var? Dişli çarklar ne işe yarar? Buna benzer daha pek çok heyecan verici sorunun cevabını *Sorular ve Cevaplar: Nasıl Çalışır?*'da bulabilirsiniz. Tamamı renkli resimler ve şaşırtıcı gerçeklerle dolu bu kitabı okurken hem eğlenecek hem de bilgi dağarcığınızı genişleteceksiniz.



### Sorular ve Cevaplar - Kuşlar

Fergus Collins  
Çeviri: İbrahim Pür  
TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 2016

Hiç merak ettiniz mi... Yavru kuşlar ne yer? Nerede Yaşar? En keskin görme yetisine sahip olan kuş hangisidir? Kuşlar hakkında merak ettikleriniz ve daha fazlası *Sorular ve Cevaplar: Nasıl Çalışır?*'da.

