TÜBİTAK

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Mayıs 2021 Yıl 54 Sayı 642 - 7 TL



"YEŞİL REÇETE"

Bir Doz Doğa

Bilimsel Yanılgılar

Açık Artırma Teorisi

Protezler ve Ortezler

Yerli Uzay Radyasyonu Dedektörü

POSTER
Alerji

ISSN 13003360

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır"
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 54 Sayı 642
Mayıs 2021

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Faruk Soydugan

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon
Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Video-Animasyon-Web
Selim Özden

Teknik Yönetmen
Sadi Atılgan

Mali Yönetmen
Adem Polat

İdari Hizmetler
Nahide Soytürk

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
Tel (312) 298 95 24 **Faks** (312) 427 74 89
e-posta bteknik@tubitak.gov.tr
İnternet www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri (312) 222 83 99
abone@tubitak.gov.tr
www.tubitakdergileri.com.tr

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 7 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

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

Baskı Tarihi 21.04.2021

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
http://www.tdp.com.tr

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

Her ayın 1'inde çıkar.



"Sporda başarılı olmak için bütün milletçe sporun niteliğini ve değerini anlamış olmak, ona kalpten sevgiyle bağlanmak ve onu vatani görev saymak gerekir. Ben Türk gençliğinin spor yaparak güçlü olmasını isterim."

Mustafa Kemal Atatürk

Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün önderliğinde başlayan ve sonunda Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasını sağlayan milli mücadele sürecinin 102. yıldönümünde herkesin 19 Mayıs Atatürk'ü Anma, Gençlik ve Spor Bayramı'nı en içten dileklerimizle kutluyoruz.

Doğaya, yeşil alanlara erişimin ruh sağlığımız için ne kadar önemli olduğunu yaşadığımız COVID-19 salgınıyla daha çok hissetmeye başladık. Giderek kentleşen bir dünyada doğaya erişimimizin azaldığı gerçeğiyle de karşı karşıya kaldık. Birçok araştırma doğada ve yeşil alanlarda bulunmanın sağlık üzerindeki yararlı etkilerine, stresi azalttığına ve iyileşmeyi teşvik ettiğine işaret ediyor. Özlem Ak, "Doğanın İyileştirici Gücü, Yeşil Reçete" başlıklı yazısında insan ve doğa ilişkisine, "ekoterapi" konusuna ve doğaya ne kadar ihtiyacımız olduğuna değinerek haftada sadece birkaç saati doğada ya da yeşil alanlarda geçirmenin "akıl hastalıkları salgını" da yaşadığımız bu günler için çok önemli bir "yeşil reçete" olduğunu bizlere hatırlatıyor.

Tuncay Baydemir bu ayki yazısında yeni üretim teknolojileri ve malzemeler kullanılarak geliştirilen protezlerin ve ortezlerin daha ulaşılabilir olduğundan bahsediyor. Esra Coşkun Alp, 2020 Nobel Ekonomi Ödülü'nü alan açık artırma teorisi konusunu ele alıyor. Mahir Ocak ise doğru bilinen bazı yanlışları ve bilimsel yanılgıları özetliyor. Bu ayki posterimizde birçok kişinin özellikle ilkbahar aylarında muzdarip olduğu alerji konusuna değiniyoruz.

"Eski Mısır Kraliçelerinin Güzellik Rejiminden Bilim İnsanlarının Ellerine: Aloe Vera", "Yerli ve Millî Uzay Radyasyonu Dedektörü Göreve Hazır!" ve "NASA Yarışmasında Van Gölü Fotoğrafı Birinci Seçildi" başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından (yıllık 60 TL) faydalanmak için www.tubitakdergileri.com.tr adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (https://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

24

Yeni Üretim Teknolojileriyle Birlikte Daha Ulaşılabilir Protezler ve Ortezler

Tuncay Baydemir

Pek çok canlı belli dönemlerde çok çeşitli sebeplerden dolayı protez veya ortez gibi yardımcı araçlara ihtiyaç duyabiliyor. Geliştirilen yeni malzemeler ve üretim teknolojileri bu ihtiyacın en iyi düzeyde karşılanmasına yardımcı oluyor.

40

Yerli ve Millî Uzay Radyasyonu Dedektörü Göreve Hazır!

Buğra Kocaman

TÜBİTAK UZAY ile Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi NÜRDAM araştırmacıları tarafından, uzay radyasyonunun uydular üzerinde bıraktığı radyasyon dozunu ölçmek amacıyla Millî Uzay Radyasyon Dedektörü (MURaD) tasarlanıp üretildi.

46

Açık Artırma Teorisi

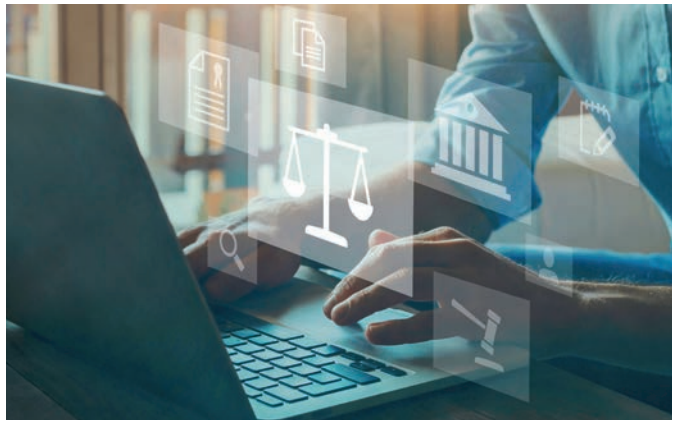
Esra Alp Coşkun



2020 Nobel Ekonomi Ödülü'nü alan çalışmalarda müzayedelerin nasıl gerçekleştiği ve teklif verenlerin neden hep aynı şekilde davrandığı açıklanarak bazı teorik keşifler ile birlikte yeni müzayede formatları da geliştirildi. Yeni müzayede formatları radyo frekans ruhsatları, balıkçılık kotaları, uçakların iniş sıraları ve emisyon miktarlarına ilişkin izinler gibi birçok alanda kullanılıyor.







4
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm!**
Özlem Ak

6
Haberler

12
Doğanın İyileştirici Gücü, "Yeşil Reçete"
Özlem Ak

Fiziksel ve zihinsel sağlığa yararlarının yanı sıra sağlıklı doğal alanların bize temiz hava ve su temin etmekten besin geri dönüşümüne, selden korumaktan bitkilerin tozlaşmasına katkılarına kadar bir dizi temel "ekosistem hizmetini" ücretsiz olarak sağladığını biliyoruz. Dolayısıyla kentsel ortamları tasarlarken veya yeniden yapılandırırken, biyoçeşitlilik açısından da faydaları en üst düzeye çıkarmayı hedeflemeliyiz.



28
Bilim Çizgi
Niels Bohr'un Kayak Tatili
2. Bölüm
Sinancan Kara

54
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

56
Doğru Bilinen Yanlışlar, Birbirleriyle Karıştırılan Kavramlar
Mahir E. Ocak

Kilogramdan ısı ve sıcaklığa, erime ve çözünmeden Güneş'in rengine, gökcisimlerinin hareketlerinden uzaydaki kütle çekimine kadar daha birçok bilimsel yanılgıyı ve birbirleriyle karıştırılan kavramları sizler için derledik.



68
NASA Yarışmasında Van Gölü Fotoğrafı Birinci Seçildi
İlay Çelik Sezer

70
Eski Mısır Kraliçelerinin Güzellik Rejiminden Bilim İnsanlarının Ellerine: Aloe Vera
Menemşe Gümüşderelioğlu, Tuğçe Gültan

Aloe vera bitkisi son yıllarda doku hasarlarının tedavisinde ve dokuların yeniden yapılanmasında kullanılmak amacıyla doku mühendislerinin ve klinik uzmanlarının dikkatini çekiyor.



78
Bilim Tarihinden Notlar: Antik Çağ'da Coğrafya, Yedi Özgür Sanat ve Eczacılık
Hüseyin Gazi Topdemir

81
Ayın Sorusu
(*Matematik*)
Azer Kerimov

82
Doğa - Fauna
Mavi Morfo Kelebeği
Bülent Gözcelioğlu

84
Gökyüzü
Faruk Soydugan

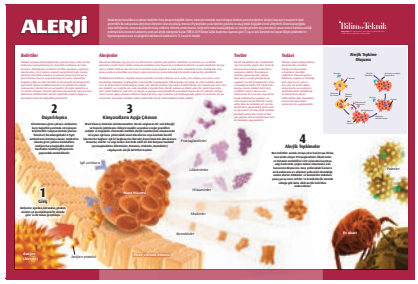
88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
İlay Çelik Sezer

EK – POSTER
Alerji
Özlem Kılıç Ekici, Hüseyin Diker



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



Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



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

bteknik@tubitak.gov.tr

Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

"Yeni bilgilerden haberdar oluyorum"

Merhaba,

Bilim ve Teknik serüvenim 5. sınıftayken başladı. Her zaman araştırmayı seven bir yönüm vardı. Sizin sayenizde bu yönümü canlı tutabildim. Neredeyse her konu hakkında az biraz bir şey bilmek çok mükemmel bir duygu. En çok da bu beni mutlu ediyor. Sayenizde sürekli yeni bilgilerden haberdar oluyorum.

İyi ki varsınız, emeği geçen herkese teşekkür ediyorum.

Büşra Ünal,
Ümitköy Anadolu Lisesi, 9. Sınıf Öğrencisi

"Her kelimesiyle bana yeniden bir şeyler öğreten dergi"

Merhaba,

Yaklaşık 2 senedir *Bilim ve Teknik* dergisine aboneyim. Dergiyle tanışmam çok eskilere dayansa da abone olmaya ve sürekli takip etmeye karar vermem üniversitedeki hocamın masasında bir *Bilim ve Teknik* dergisine denk gelmekle oldu. Derginin bana çok fazla katkısı oldu, şu an yüksek lisans öğrencisiyim ve tez çalışmamda *Bilim ve Teknik*'ten destek aldım. Aynı zamanda özel bir kurumda fen bilgisi öğretmenliği yapıyorum. Öğrencilerle bazen dergi üzerine konuşup ilgimi çeken, bana ilginç gelen kısımları onlarla paylaşıyorum. Bu sayede birkaç öğrencimin de dergiyi takip ettiğini gördüm. Araştıran, sorgulayan, düşünen, öğrenen nesillere ihtiyacımız var. Bunu da *Bilim ve Teknik*'in sağladığını ve sağlayacağını düşünüyorum.

İnsanın ufkunu açan, 7'den 70'e herkesin okuması gereken bir dergi. Bana kazandırdığın ve kazandıracağın yeni şeyler için teşekkürler *Bilim ve Teknik*!

Merve Yarıcı,
Fen Bilgisi Öğretmeni

“Derginin sayfaları arasında geziniyor…”

Merhaba,

Bilime olan merakım çocukluk yıllarından itibaren vardı, hâlen de bilimle uğraşmaktan zevk alıyorum. Çocukken hep merak ederdim ama alıp okuyamazdım, büyük marketlere gidip orada bulunan dergi reyonunda o ayki derginin kapağında neler var diye incelerdim. Şimdi ise derginin sayfaları arasında geziniyor yeni yeni bilgiler öğreniyorum ve bu beni çok mutlu ediyor.

Bizlere böyle güzel bir dergi yayınladığınız için bütün ekibe teşekkür ediyorum. Bilimle kalın, sağlıkla kalın.

Mahmut Kopan

“Okurlarınızın karakterlerinin şekillenmesinde ve olgunlaşmasında büyük katkınız var”

Merhaba,

On bir yaşımdayken market rafında 2007 Mayıs tarihli *Bilim ve Teknik* dergisini ilk görüşüm hâlâ aklımda. “Büyük Patlama” konulu o sayı, o zamana kadar gördüğüm en etkileyici dergi kapaklarından birine sahipti. Yaşım itibarı ile yer yer anlamakta zorlandığım, bilmediğim terimlerle dolu o yazıları okumak, illüstrasyonları incelemek ve o konular hakkında fikir sahibi olmanın bende yarattığı hazzı ve öğrenme güdüsünü tarif edemem. Emin olabilirsiniz ki okurlarınızın karakterlerinin şekillenmesinde ve olgunlaşmasında büyük katkınız var. Ara ara eksik sayılar olsa da o zamandan bu zamana güzel bir arşiv oluşturdum ve geçen yıl artık hiç eksik olmaması için abone olmaya karar verdim, keşke daha evvel olsaymışım...

Bize bu dergiyi kazandırdığınız için tüm okurlar adına sizlere kalben teşekkür ederim.

Selman Eskiocak,
Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisi

“Bilimin sınırsız gücü””

Merhaba,

Bilim ve Teknik ile ilk tanışmam lise yıllarında başlamıştı. Bilime olan açlığım ve inancım sayesinde bu sevgiyi içimde ve aklımda hep geliştirdim, her ay *Bilim ve Teknik* dergisinin çıkmasını iple çekiyordum. Daha sonra TÜBİTAK proje yarışmalarına katıldım. Bilimle olan serüvenimi sizler sayesinde çok daha fazla geliştirmeye devam etmek istedim. Bu da beni kendi mesleğimi seçebilmeye yönlendirdi. Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesini bitirdim, şimdi ise araştırmacı olarak hayattaki hayallerime ulaşmaya devam etmekteyim.

Bilimi bana bu derecede sevdirdiği için *Bilim ve Teknik* ailesine çok teşekkür ederim. Beklentim o ki bu başarılarıma daha çok katkısı olacaktır. Beni aydınlatıp böylesine eşsiz bilgilere sahip olmamda en büyük katkı *Bilim ve Teknik* ailesinindir. Dergi böylesine heyecanlı ve bilgiye aç nesillere rehberlik edeceği için çok mutluyum. Sizler sayesinde bilimin sınırsız gücünü ve imkânlarını daha fazla keşfetmeye devam etmek istiyorum.

Katkı sağladığınız için çok teşekkür ediyorum. Sevgilerimle...

Yağmur Özel,
Veteriner

“Öğrenmeyi sevdim”

Merhaba,

Ben bu aileye katılalı 2 yıl oldu ama hani ailenizle vakit geçirdiğinizde içinizde hem kelebekler uçuşur hem de kendinizi değerli hissedersiniz ya, ben de *Bilim ve Teknik* ile hem öğrenmeyi sevdim hem de öğrendiğim bilgilerle büyük bir yükselişe geçtim.

Bilim ve Teknik iyi ki bizimlesin.

Fatmanur Azra Değirmenci

Antarktika Buzul Sahanlıklarının Üçte Biri Çökme Riski Taşıyor

İlay Çelik Sezer



Yeni bir araştırmada ortaya konan öngörülere göre, iklim değişimini durdurmaya yönelik gereken ölçüde eyleme geçilmemesi durumunda Antarktika'da, ardında dev buzulların bulunduğu buzul sahanlıklarının üçte biri çökme riskiyle karşı karşıya kalacak. Kıtayı çevreleyen buzul sahanlıkları, yüzeylerindeki erimiş suların çatlaklara neden olması nedeniyle çökme tehlikesine maruz kalıyor. Bu sürece hidro-çatlama da deniyor.

İngiltere'deki Reading Üniversitesinden Ella Gilbert ile Belçika'daki Liege Üniversitesinden Christoph Kittel'in yaptığı bilgisayar modellemesine göre dünyanın endüstrileşme öncesi düzeylere göre 4 °C ısınması durumunda Antarktika'nın buzul sahanlıklarının %34'ünün yüzeyinde eriyen sular bulunacak. Bu durum söz konusu sahanlıkların çökme riskine işaret ediyor. Ancak modele göre sıcaklık artışı 2 °C ile sınırlı tutulabilirse risk altındaki sahanlık oranı %18'e düşecek. Dünya şu anda 21. yüzyılın sonuna kadar tahminen 2,9 °C'lik bir artışın gerçekleşeceği bir yolda ilerliyor ancak iklim planları ve net sıfır salım hedefleri gerçekleştirilebilirse bu artışın 2,1 °C ile sınırlı kalabileceği düşünülüyor.

Gilbert ve Kittel daha önceki araştırmalara göre çok daha yüksek çözünürlüklü bir iklim modeli kullandı. Model ayrıca bulutlara ilişkin fiziksel durum ve olguları daha iyi temsil ediyor. Çökme riskine sahip alana ilişkin tahminler, kaybedilen buzun ne kadarının kar yağışıyla telafi edildiğine de bağlı olduğu için modelin bu konudaki temsil becerisi önemli. Örneğin, 2 °C ve 4 °C'lik sıcaklık artışı senaryoları arasındaki büyük fark, 4 °C daha sıcak bir dünyada erimenin kar yağışına baskın gelmesinden kaynaklanıyor. Bu çalışmada yer almayan, Leeds Üniversitesinden Andrew Shepherd'a göre bu çalışma, buzul sahanlıklarının yüzeyindeki erimenin Antarktika'nın daha güney bölgelerine yayılarak iç bölgelerdeki devasa buz rezervuarlarının koruyucu bariyerlerini kaybetmesine neden olabileceğini gösteriyor ve eğer bu gerçekleşirse gezegenimizin tüm kıyı şeritlerinde hızlı su seviyesi yükselmeleri meydana gelebilir. ■





Bir Milyar Ton Gıda Çöpe Gitti!

İlay Çelik Sezer

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından yayımlanan bir rapora göre, 2019 yılında tüm dünyada toplam 931 milyon ton (kişi başına 121 kilogram) gıda israf edildi. Bu, 2019'da tüketicilerin eline geçen toplam gıdanın %17'sine karşılık geliyor. UNEP'ten Martina Otto, gıda israf etmenin gıdanın üretimi sırasında harcanan tüm kaynakların da israfı anlamına geldiğini hatırlatıyor. Otto'ya göre gıda artıkları çöpe gidince insanları değil iklim değişimini besliyor.

Her yıl 690 milyon kadar insan açlıktan etkileniyor ve 3 milyardan fazla insan sağlıklı şekilde beslenemiyor. Öte yandan kaybedilen ya da israf edilen gıdalar küresel sera gazı salımlarının %8 ila %10'undan sorumlu tutuluyor. Dolayısıyla gıda israfının azaltılması her iki problemin çözümüne katkıda bulunma potansiyeline sahip.

Raporu hazırlayan araştırmacılar 54 ülkeden gıda israfı verilerini analiz etti. İsrafın çoğunun (%61) evlerde gerçekleştiği görüldü. Küresel gıda israfının %26'sı gıda sunma hizmeti sağlayan restoran gibi işletmelerde gerçekleşirken, marketler gibi perakende satış noktalarının israftaki payının %13 olduğu görüldü. Şaşırtıcı biçimde gıda israfı gelir düzeyinden bağımsız olarak tüm ülkelerde önemli bir sorun olarak araştırmacıların karşısına çıktı. Otto daha önce gıda israfının ağırlıklı olarak zengin ülkelerin bir sorunu olduğunu zannettiklerini belirtti.

Rapor küresel gıda israfına ilişkin şimdiye kadar yapılmış en kapsamlı analize dayansa da birkaç bilgi boşluğu bulunuyor. İncelenen 54 ülke, dünya nüfusunun sadece %75'ini temsil ediyor. Gıda servisi ve perakende satış sektörlerindeki gıda israfı tahminlerini de sadece 23 ülke sağladı. Araştırmacılar bu boşlukları eldeki değerleri dünyaya genelleyerek telafi etmeye çalıştı. Ayrıca raporda yenebilir hâldeki gıdanın israfı ile yumurta kabukları ve kemikler gibi yiyecek artıkları arasında ayırım yapılmıyor.

Otto ülkelerin gıda israfını önlemeye yönelik tedbirleri iklim stratejilerine ve COVID-19 sonrası toparlanma planlarına dâhil etmesini öneriyor ve gıda israfının ulusal iklim stratejilerinde büyük ölçüde gözden kaçırıldığını belirtiyor. ■

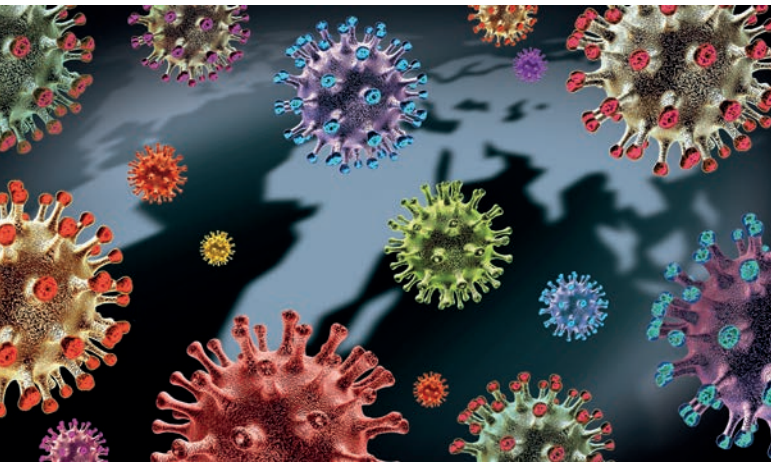
Mutasyon SARS-CoV-2'yi Ne Kadar Tehlikeli Yaptı?

Özlem Ak

Yeni koronavirüs varyantlarının yıkıcı etkisi netleşiyor. Birleşik Krallık'ta ilk kez tanımlanan daha bulaşıcı B.1.1.7 varyantı, dünya çapında enfeksiyonlarda ve ölümlerde artışa neden oluyor. Bu sadece başlangıç mı? Daha kötü varyantlar bile gelişebilir mi?

Gelecekteki varyantları değerlendirirken endişelenecek üç ana özellik bulunuyor: bulaşıcılık, geçmiş enfeksiyon veya aşılara karşı bağışıklıktan kaçınma ve ölümcül olma. Bunlardan en önemlisi bulaşıcılık. SARS-CoV-2, Ebola virüsünden çok daha az ölümcül ancak çok daha bulaşıcı olduğu için çok daha fazla insanın ölümüne neden oldu.

University College London'dan Joe Grove, B.1.1.7 varyantının diğer varyantlardan neden en az yüzde 50 daha fazla olduğunu hâlâ anlamadıklarını



ve araştırmasına göre yeni varyantın diken proteininin insan hücrelerine girmede diğer varyantlardan biraz daha iyi olduğunu söylüyor. Kötü haber şu ki söz konusu araştırmada pangolinlerden izole edilmiş bir koronavirüsün diken proteininin insan hücrelerine girmede yaklaşık 100 kat daha iyi olduğunun tespit edilmesi, SARS-CoV-2'nin daha fazla mutasyon geçirerek daha da bulaşıcı hâle gelmesi ihtimalini gündeme getiriyor. Ancak Grove, virüsün bir şekilde laboratuvardan yayılma riskini önlemek istediği için deneylerinde canlı virüsler kullanmamış ve bu yüzden yüksek bulaşmanın ardında ani protein değişikliklerinin olduğundan emin olamayacağımızı vurguluyor.

Diğer bir sorun ise virüsün bağışıklık sisteminden kurtulma ihtimalinin olması. Bağışıklık sistemimiz bizi iki şekilde koruyor. Birincisi virüs çoğalmadan önce enfekte olmuş hücreleri tespit eden ve yok eden T hücreleri ile koruma, diğeri ise virüse bağlanan antikorlar üreterek virüsün hücrelere bulaşmasını durdurma şeklinde gerçekleşiyor.

Nötralize edici antikorlar olarak adlandırılan en etkili antikorlar, virüsün hücrelere girmesine yardımcı olan diken proteinine bağlanıyor. Bu durum, diken proteinindeki mutasyonların, virüsün antikorlardan bir dereceye kadar kaçmasına izin verebileceği anlamına geliyor. İlk olarak Güney Afrika'da görülen B.1.351 varyantında ve ilk olarak Brezilya'da görülen P.1 varyantında gerçekleşen durum tam olarak bu.

Ancak Grove daha fazla mutasyon ihtimalinin de bir sınırı olduğunu söylüyor, hatta diken proteinini hareketli parçalara sahip bir makineye benzeterek, bu makineyi bozabilecek mutasyonların da söz konusu olabileceğini ve o zaman virüsün hücreleri enfekte edemeyeceğini belirtiyor. Ayrıca virüsün T hücre yanıtından kaçmasının çok daha zor olduğunu çünkü T hücrelerinin virüsün herhangi bir bölümünü tanıdığı sürece etkili olacağını vurguluyor. Bu nedenle, T hücre direncinin antikor direncinden çok daha yavaş gelişmesi sayesinde aşılamanın tamamlanması için zaman kazanabiliriz. Avusturya'daki Moleküler Tıp Araştırma Merkezinden Andreas Bergthaler, virüsün T hücrelerinden tamamen kaçmasının çok zor olduğunun altını çiziyor.

B.1.1.7'nin eski varyantlardan biraz daha ölümcül olduğuna dair artan kanıtlar var. Oxford Üniversitesinden Aris Katzourakis'e göre, düşük ihtimalli de olsa durum daha da kötüye gidebilir. Katzourakis, genel olarak virüslerin mutasyonlarla daha az ölümcül hâle geldiği söylense de SARS-CoV-2'de de durumun böyle olacağını düşünmek için hiçbir neden olmadığını belirtiyor.

İyi haber şu ki aşılar umulandan daha iyi çalışıyor ve virüsün aşı korumasından tamamen kurtulma olasılığı düşük. Birçok uzman hâlâ daha fazla insan bağışıklık kazandıkça virüsün mevcut insan koronavirüsleri gibi başka bir soğuk algınlığı virüsüne dönüşebileceğine inanıyor. Ancak Grove şu an dünyadaki aşılanma oranı düşünüldüğünde henüz bu noktadan çok uzak olduğumuzun altını çiziyor. ■

Virüs Benzeri Parçacık (VLP) Temelli SARS-CoV-2 Aşısı Faz I Aşamasında

Özlem Ak

Dergimizin Nisan sayısında ülkemizde COVID-19'a karşı geliştirilmekte olan yerli aşılara yer vermiştik.

Prof. Dr. Mayda Gürsel'in, COVID-19 ile ilgili ulusal aşı çalışmaları kapsamında, ODTÜ, Bilkent ve Hacettepe Üniversitelerinden öğretim üyeleri ve öğrencilerle birlikte Mart 2020'den itibaren çalışmalarını sürdürdükleri, TÜBİTAK COVID-19 Türkiye Platformu kapsamında olan ve TÜBİTAK tarafından desteklenen aşı projesinden de söz etmiştik.

Prof. Dr. Mayda Gürsel ve ekip arkadaşları, üzerinde çalıştıkları aşıda iki formu olan diken proteinin, virüsün doğrudan bağlanmasını ve hücreye girmesini sağlayan formuna karşı antikor üretilmesini amaçlıyor.

Virüsün dört yapısal proteinini kodlayan genleri ikişerli gruplar hâlinde birer vektöre aktaran araştırmacılar, vektörleri memeli hücrelere transfer ettikten sonra ortama salınan Virüs Benzeri Parçacıkları (VLP) saflaştırdılar. İki farklı aşı adjuvantı (antikor oluşturmayan ancak verildikleri antijene karşı bağışıklık yanıtını artıran) sanayiye uygun bir üretim/saflaştırma modeline adapte edildi ve hayvan toksisite çalışmaları tamamlandı. Daha sonra Nobel İlaç Firması ve ekibiyle aşının GMP (Good Manufacturing Practices; iyi üretim uygulamaları) şartlarında üretimi ve şişeleme işlemleri gerçekleştirilerek stabilite ve sterilite testleri de tamamlandı. TITCK'den onay alan VLP temelli SARS-CoV-2 aşısının 27 Mart 2021'de Ankara Onkoloji Hastanesinde Faz I denemelerine başlandı. Böylece yenilikçi aşı adayımız VLP temelli aşı kategorisinde insan denemelerine geçen dünyadaki dördüncü aşı olmasıyla ve Dünya Sağlık Örgütünün listesine girmesiyle COVID-19 literatüründe yerini aldı. Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mustafa Varank ve TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Hasan Mandal da VLP temelli aşı adayının Faz I çalışmasında gönüllü oldular ve ilk doz aşılarını yaptırdılar. İkinci doz aşı ise ilk dozdan 21 gün sonra uygulanacak. ■

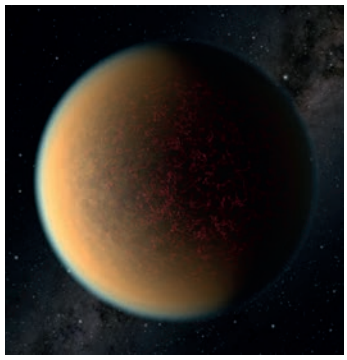


Sürekli Yenilenen Atmosfere Sahip Bir Ötegezegen

Tuncay Baydemir

Bilim insanları NASA/ESA Hubble Uzay Teleskobu ile yaptıkları çalışmalarda uzaktaki bir yıldızın yörüngesinde dolanan kayalık bir ötegezegenin önce atmosferini kaybettiğine ve daha sonra volkanik aktivite yoluyla ikinci bir atmosfere sahip olduğuna dair kanıtlar buldular.

Dünyamıza yaklaşık 41 ışık yılı uzaklıkta bulunan ve kırmızı bir cüce yıldızın yörüngesinde dolanan GJ 1132 b ötegezegeni yoğunluk, boyut ve yaş gibi özellikleriyle Dünya'ya



NASA, ESA, and R. Hurt (IPAC/Caltech)

benzerlikler gösterse de dumanlı ve puslu yapıdaki atmosferi zehirli bir karışımdan oluşuyor.

Kalın atmosfer örtüsüyle kaplı gaz bir gezegen olarak yolculuğuna başlayan GJ 1132 b'nin, başlangıçtaki hidrojen ve helyumdan oluşan atmosferini yörüngesinde bulunduğu genç ve sıcak yıldızdan yayılan yoğun radyasyon sonucunda kaybettiği ve kısa süre içerisinde yaklaşık Dünya büyüklüğünde çıplak bir çekirdeğe indirgendiği düşünülüyor.

Hubble ile gerçekleştirilen yeni gözlemler, gökbilimcileri şaşırtacak şekilde, gezegenin ilk atmosferinin yerini alan ikincil bir atmosferin varlığını gösteriyor. Bilim insanları zehirli yapıdaki bu ikincil atmosferin gezegenin yüzeyinin altındaki lavların çatlak bölgelerden sızmasıyla oluştuğu teorisi

üzerinde duruyorlar. Bu çatlaklardan sızan gazların atmosferi sürekli bir şekilde yenilediği düşünülüyor.
İkincil atmosferin gözlemsel ve bilgisayar modelleme bulguları hidrojen, hidrojen siyanür, metan ve amonyak bakımından zengin olduğunu ayrıca fotokimyasal yolla üretilen hidrokarbon partiküller içerdiğini gösteriyor. Gökbilimciler, orijinal atmosferden gelen hidrojenin, gezegenin magma mantosunca emildiğini ve şimdi yeni bir atmosfer oluşturmak için volkanik faaliyetler sonucunda yavaşça salındığını düşünüyorlar. Uzaya sızmaya devam eden bu ikinci atmosfer, magmadaki hidrojen kaynağı ile sürekli yenilenmeye devam ediyor. Araştırma ekibinden Paul Rimmer, bu ikincil atmosferin gezegenin yüzey ve iç kısmından geldiğini ve o gezegenin jeolojisine açılan bir pencere olduğunu belirtiyor.

Kırmızı cüce yıldıza yakın mesafede dolanan ve bir turunu 1,6 günde tamamlayan GJ 1132 b, yıldızına hep aynı tarafını gösteriyor. Burada bilim insanlarının merak ettikleri soru şu: Mantoyu sıvı hâlde tutacak ve volkanik faaliyetleri sağlayacak ısının kaynağı nedir? Bunun cevabı oldukça özel bir sistem olarak değerlendirilen "gelgit ısınma" olayı olabilir.

Eliptik bir yörüngede dolanan gezegendeki gelgit, yıldıza en yakın veya en uzak olduğu zamanlarda en kuvvetli oluyor. Ayrıca yıldız sisteminde bulunan en az bir başka gezegen de GJ 1132 b'ye çekim kuvveti uyguluyor. Sonuç olarak gezegen bu çekimsel hareketler ile sürekli sıkıştırılıp geriliyor ve gelgit ısınması ile sıvı mantonun yapısını koruması sağlanıyor.

Bununla birlikte, GJ 1132 b gezegeninin kabuğunun volkanik dağlar gibi oluşumları desteklemek için çok zayıf sayılacak kadar ince olduğu tahmin ediliyor. Böylece gezegenin yüzeyinin kolaylıkla çatlayabildiği ve hidrojen ile birlikte diğer gazların bu çatlaklardan açığa çıkabildiği düşünülüyor.

James Webb Uzay Teleskobu'nun kullanılmaya başlanmasıyla birlikte gezegenin atmosferi, yüzey ve jeolojik aktiviteleri hakkında daha detaylı bilgilere sahip olunacağı umuluyor. Yapılan çalışma, bir gezegenin atmosferi ile o gezegenin jeolojisi hakkında bilgi elde edilebileceğini göstermesi açısından son derece önemli olarak değerlendiriliyor. ■

Yeryüzüne Elektronlar Yağdıran Uzay Fırtınası

Mahir E. Ocak

Dünya'nın etrafında dolanan uyduların 2014 yılında topladığı verileri analiz eden uluslararası bir araştırma grubu; atmosferin üst kısımlarında meydana gelmiş, yeryüzüne su değil elektronlar yağdıran bir uzay fırtınası keşfetti.
Yeryüzündeki fırtınalara hepimiz aşinayız. Daha önceleri Mars'ta, Satürn'de ve Jüpiter'de de yeryüzündekilere benzer fırtınalar gözlemlenmişti. Ayrıca Güneş'in atmosferinin derinliklerinde de fırtına benzeri gaz hareketleri meydana geliyor. Ancak geçmişte ne Dünya'nın ne de Güneş sistemindeki başka bir gezegenin atmosferinin üst katmanlarında bir fırtına gözlemlenmişti.

Prof. Dr. Qing-He Zhang ve arkadaşlarının keşfettiği uzay fırtınası, Kuzey Kutbu'nun üstünde meydana gelmiş. Yaklaşık 1.000 kilometre genişliğinde bir alanda meydana gelen fırtına sırasında yüksek miktarda plazma, sekiz saat



boyunca saat yönünün tersi yönde dönmüş ve bu esnada yeryüzüne elektronlar yağmış. Çalışmanın sonuçları *Nature Communications*'ta yayımlandı.

Araştırmacılar yeryüzündeki fırtınaların yüksek miktarda enerji içerdiğini, bu uzay fırtınalarının sebebinin de güneş rüzgârından atmosferin üst katmanlarına yüksek miktarda enerji aktarılması olduğunu söylüyorlar. ■



Avustralya Orman Yangınları Stratosferi 1 °C Isıttı

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada yapılan analizlere göre, 2019 ve 2020'de Avustralya'da gerçekleşen orman yangınlarından kaynaklı duman kirliliği Güney Yarımküre üzerinde stratosferin en az altı aylığına en az 1 °C ısınmasına neden oldu. Avustralya'da 2019 Eylül ayında başlayıp 2020 Mart ayına kadar süren korkunç orman yangınları atmosfere çok büyük miktarda duman saldı ve rekor düzeyde aerosol kirliliğine yol açtı.

Çin'deki Jinan Üniversitesinden Yu Pengfei ve ekibi, yangınlar sırasındaki atmosferik duman hareketlerini ve bunların çevresel etkilerini canlandırmak üzere bir iklim modelinden yararlandı. Model yardımıyla Dünya yüzeyinden itibaren atmosferin 45 kilometrelik kesitindeki aerosol hareketleri ile birlikte mikrofiziksel ve kimyasal parametreler de incelendi.

Araştırmacılar yangınlardan kaynaklı dumanın stratosferde 2020 boyunca kalarak stratosferi 1 ila 2 °C ısıttığını, bu etkinin de yangınlar sona erdikten sonra bile altı ay kadar sürdüğünü belirledi.

Orman yangınlarından kaynaklı dumanın içindeki parçacıklar temelde organik karbon ve siyah karbondan oluşuyordu. İsin ana bileşenlerinden biri olan siyah karbon parçacıkları güneş ışınlarını soğurarak çevresindeki havayı ısıtıyor. Pengfei'ye göre stratosferde meydana gelen ısınma, devam ettiği altı ay boyunca hava dolaşımında değişimler oluşturmuş olmalı ancak bu etkiler tam olarak bilinmiyor.

Atmosferin kabaca Dünya yüzeyinden 10-50 kilometre yükseklikteki kesiti olan stratosfer aynı zamanda ozon tabakasını da barındırıyor. Pengfei siyah karbonun ısıtma etkisinin ozon yıkımını da hızlandırdığını belirtiyor. Bu da 2020'de ozon deliğinin her zamankinden büyük olmasının sebeplerinden biri olabilir. Araştırmacıların ortaya çıkardığı model, 2020'nin Ağustos ile Aralık ayları arasında toplam kolon ozonunda 10 ila 20 Dobson birimine denk düşüş olduğunu öngörüyor. Toplam kolon ozonu, Dünya yüzeyinden dikey olarak yukarıya uzanan varsayımsal bir kolon içindeki ozon miktarının ölçüsü. Atmosferdeki ortalama ozon miktarı yaklaşık 300 Dobson birimine denk. Dolayısıyla yangınların söz konusu dönemde ozon miktarını %3,3 ila %6,6 oranında düşürdüğü tahmin ediliyor. ■



Doğanın İyileştirici Gücü

"Yeşil Reçete"

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Doğaya, yeşil alanlara erişimin ruh sağlığımız için ne kadar önemli olduğunu COVID-19 salgınıyla daha çok hissetmeye başladık. Giderek kentleşen bir dünyada doğaya erişimimizin azaldığı gerçeğiyle de karşı karşıya kaldık. Doğanın insanların ruh sağlığı ve refahı üzerindeki etkilerini inceleyen artan sayıda psikolog ve çevre bilimcisi için bu durum hiç de şaşırtıcı değil. Uzmanlar şehirlerin nasıl tasarlanması ya da nasıl doğru şekilde yeşillendirilmesi gerektiği üzerine düşünmenin çoktan zamanı geldiğini düşünüyor. Çünkü şehirlerin son yıllarda nüfusu daha önce hiç olmadığı kadar arttı ve 2050 yılına kadar dünya nüfusunun %70'inin şehir yaşamının bir parçası olacağı düşünülüyor. Diğer yandan doğaya erişim ve doğada zaman geçirmenin sadece fiziksel sağlığa değil depresyon, kaygı ve duygu durum bozukluğu gibi belirli psikolojik rahatsızlıklara olumlu etkileri olduğuyla ilgili çok sayıda araştırma yapılıyor.



Kentleşmeyle eş zamanlı olarak dünya çapında ruhsal bozuklukların yaygınlaşmasında bir artış olduğuna dair kanıtlar var. Bu iki eğilimin, insan psikolojisinde değişikliklere neden olan doğada daha az zaman geçirmek ile bağlantılı olabileceği düşünülüyor. SARS-CoV-2'nin yayılmasını önlemek için tüm dünya bir yıldan fazla zamandır karantina, sosyal mesafe, kendi kendine izolasyon ve seyahat kısıtlamaları gibi önlemler aldı. Tüm bu kısıtlayıcı önlemler sadece fiziksel sağlığı etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda ruh sağlığı üzerinde de zararlı bir etki yarattı. Azalan sosyal etkileşimlerin ve artan yalnızlığın majör depresyon, anksiyete, travma sonrası stres bozukluğu ve şizofreni dâhil olmak üzere çeşitli ruhsal bozukluklar için risk faktörleri olduğu bilinen bir gerçek. Diğer yandan, kişinin kendisinin ve sevdiklerinin sağlığı ile ilgili endişe duyması ve gelecekteki koşullarla ilgili belirsizlikler yaşadığı korku, depresyon ve kaygıyı şiddetlendirebiliyor. Bu endişelere uzun süre maruz kalmanın panik, obsesif-kompulsif, stres, travma ve kaygı bozuklukları dâhil olmak üzere ruh sağlığına ciddi etkileri söz konusu.

Araştırmacılar insanları etkileyen bulaşıcı hastalıkların görülme sıklığındaki ve dağılımındaki artışın, doğanın tahribi ve biyolojik homojenizasyonla (genellikle endemik türlerin kaybıyla bağlantılı olarak kozmopolit, yerli olmayan türlerin ortaya çıktığı süreç) ilişkili biyolojik çeşitlilik kaybından kaynaklanmış olabileceğini düşünüyor. Ekolojik denge, iklim koşulları ve bunların bulaşıcı hastalık salgınları ile kesişme noktalarına ilişkin çeşitli görüşler de var.



Ekoterapi türü	Özelliği	Yararları	COVID-19 salgını sırasında potansiyel fayda
Sosyal ve tedavi edici bahçecilik	İnsanlar ve bitkilerin etkileşimde olduğu en popüler tedavi etme şeklidir. Örnek: aktif bahçecilik veya sebze yetiştirme.	Ruh hâlinin iyileştirilmesini ve duygusal yenilenmeyi teşvik etmek, Kaygı ve stresle ilişkili koroner kalp hastalığının ilerlemesini yavaşlatma, Benlik saygısını geliştirmek ve depresyonu azaltmak, Demans hastalarında uyku ve bilişsel sorunları iyileştirmek, Madde bağımlılığının tedavisi, Kanser hastalarında dikkatin yeniden sağlanması, Yaşlıların hissettiği izolasyonu azaltmak.	Pandeminin stres, endişe, yalnızlık ve belirsizliği ile başa çıkmak; Yas, uyum bozuklukları, depresyon ve anksiyete bozuklukları ile başa çıkmak; Yetişkinlerde, depresif duyguların, özellikle de karantinadan ve sosyal izolasyondan kaynaklanan yalnızlık durumunun üstesinden gelmek; Davranışları son derece kısıtlanmış olan çocuklarda dikkat kapasitesinin artırılması.
Hayvan destekli müdahaleler	Buna evcil hayvanlar, atlar ve ehlileştirilmiş diğer hayvanlarla yapılan etkinlikler dâhildir. Hayvanlar, refahı ve benlik saygısını iyileştirmek için kullanılır. Önemli bir yönü, köpek gibi bir evcil hayvanın herhangi birine karşı dostça ve sevecen davranması ve insana herhangi bir önyargıyla yaklaşmamasıdır.	Çocuklarda ve ergenlerde canlılığı, duygusal dengeyi, dışa dönüklüğü geliştirmek; Çocuklarda saldırgan davranışları azaltmak; Yalnızlık hissini ve depresif semptomları azaltmak; Şizofreni, anksiyete ve duygusal bozukluk riskini azaltmak.	Çocuklarda stresi, mevcut durumun belirsizliğinden kaynaklanan kaygıyı ve saldırgan duyguları yatıştırmak; yalnızlığı azaltmak ve duygusal denge sağlamak.
Çiftçilik uygulamalarının tedavi amaçlı kullanılması	Hayvanlarla ilgilenme, sebze yetiştirme ve mahsul yönetimi gibi çiftlikle ilgili faaliyetleri kapsar.	Benlik saygısını ve ruh hâlini iyileştirmek, Refahı iyileştirmek, Özgüven ve sükûnette artış.	Mevcut durumda uygulanamıyor.
Çevre koruma	Çevre koruma çalışmalarına dâhil olmak.	Fiziksel ve ruh sağlığına yarar sağlamak.	Mevcut durumda uygulanamıyor.
Yeşil egzersiz	Parklarda ve kırsalda açık havada yürüyüş ve diğer fiziksel egzersizlerin yanı sıra doğal dünyayı keşfederek sosyalleşmek.	Kişisel refahı, zihinsel ve fiziksel sağlığı iyileştirmek; Kaygı, olumsuz duygulanımı azaltma ve olumlu duygunun korunması; Bilişsel fayda.	Sosyal mesafeyi koruyarak park ve bahçelerde fiziksel aktivite, refahı artırmak ve stresi azaltmak için faydalıdır.
Doğa ve sanat	Açık havada parklarda veya kırsal alanlarda çizim ve resim yapmak, fotoğraf çekmek, şiir okumak/yazmak vb.	Ruh sağlığını ve refahı iyileştirmek.	COVID-19 tedbirleriyle uygulanması gerekir ve ruh sağlığını olumlu yönde etkiler.
Özel ekoterapi teknikleri	Buradaki temel varsayım, doğanın kendisinin birincil tedavi edici kaynak olduğudur. Doğanın yabani veya yarı doğal alanlarıyla etkileşim gerçekleşir. Süreç, duyusal temas ve farkındalık yoluyla geliştirilir.	Ameliyat sonrası tıbbi iyileşme oranlarını hızlandırmak, Ağrıyı azaltmayı hedefleyen sağlık tesisi tasarımlarında kullanılmak, Travma sonrası stres bozukluğu tedavisine katkı sağlamak, Çocuklarda dikkat eksikliği semptomlarını azaltmaya yardımcı olmak, Demansta psikososyal yönetimi sağlayarak gerilimi azaltmak.	Yaban hayatı ve doğayla etkileşimi tecrübe etmek, kuşlar ve bitkiler gibi canlılarla sosyal bağlılık geliştirmek ve bu tür etkileşimlerin anılarını (fotoğraf, video vb.) yaşatmak yalnızlıkla baş etmeye yardımcı olur ve refahı güçlendirir.

Tablo 1. Çeşitli ekoterapi alt türleri ve yararları

Psikoloji Literatüründe İnsan ve Doğa İlişkisi

Bir parkta basit bir yürüyüşün, küçük bir tohumdan filizlenen bir bitkiyi gözlemlemenin veya şehrin karmaşasından uzakta tatile çıkmanın, insanları stresten en azından kısmen kurtardığı ve yeniden iyi hissettirdiği biliniyor. Ancak insan ve doğa ilişkisi psikoloji literatüründe çoğunlukla ihmal edilmiş. Klinik psikolog Ralph Metzner'e göre bu ihmal, yeni bir alan olan ekopsikolojiyle son buldu. Ekopsikolojinin geçmişi 1963'te "psikoekoloji" terimini ilk defa kullanan Robert Greenway'e kadar gidiyor. Greenway'in öğretilerinden esinlenen Theodore Roszak ise 1992'de *The Voice of the Earth* (*Dünya'nın Sesi*) eserinde ekopsikoloji terimini ortaya attı. Ekopsikolojinin ekoloji ve psikolojinin bir sentezi olduğunu savunan Roszak, insanlığın doğa ile olan ilişkisini anlamaya, bu karşılıklı ilişkide neyin yanlış olduğunu teşhis etmeye ve iyileştirme yolları önermeye çalıştı. Ekolojik terapi terimini ise ilk olarak Howard Clinebell kullandı.

Böylece, yirminci yüzyılın son on yılında, insan ve doğa arasındaki bağlantı, psikoterapide "ekoterapi" diye adlandırılan açık çevresel veya ekolojik müdahale olarak yerini almış. Aslına bakılırsa ekoterapi doğanın sağladığı ekosistem hizmetlerinden biri olarak değerlendiriliyor ve karşılıklı iyileşme ve büyüme ile ilgili olarak doğal dünyayı içeren tedavi yöntemlerini kapsıyor. Bu nedenle de uygulamalı bir ekopsikoloji alanı olarak da görülebiliyor. Ekoterapi, insanların fiziksel ve zihinsel hastalıklarla başa çıkmalarına yardımcı olmak için doğayla bağlantı kurmalarına, yalnızlıklarının dayanışmaya dönüşmesine, kendileriyle ve sevdikleriyle barış içinde olabilmelerine yardımcı oluyor.

Doğa ile Aramızdaki Bağa Dair Kuramlar

Son otuz yılda yapılan araştırmalar doğal ortamlarla, özellikle yeşil alanlarla etkileşimin insanlar üzerinde yararlı psikolojik etkileri olabileceğini gösterdi. Doğanın bu tür etkilerini açıklamak için "dikkat restorasyon kuramı" adlı bir kuramdan yararlanılıyor. Bu kuram doğanın sağlayabileceği bilişsel faydalara dayanıyor ve bireyin dikkati dağıldığında yeniden odaklanmasında doğanın katkısı olduğunu savunuyor. "Biyofili kuramı" doğa ile ilişkimizde insanların diğer biyolojik sistemlere karşı içgüdüsel bir duygu ve bağ beslediğini, doğaya ve diğer yaşam biçimlerine odaklanma ve ona bağlı olma eğiliminin kısmen genetik bir temele sahip olduğunu savunuyor. "Stres azaltma ku-



İyileşen fiziksel ve ruhsal sağlık sorunları	Araştırma sonuçları
Tıbbi İyileşme	Apandisit ameliyatı geçiren hastaların iyileşme oranlarının artması, hastane odalarındaki çiçekli bitkiler ve yapraklarla ilişkilendirildi. Ameliyattan sonra iyileşen hastalarda genel sağlık sonuçları, iç mekândaki süs bitkileriyle bağlantılıydı. Norveç'te koroner ve akciğer hastalarının artan zihinsel iyileşme oranları, kapalı mekân bitkileriyle aynı ortamda bulunmaları ile ilişkilendirildi.
Ağrı Azaltma	Biyo izleme deney seanslarında, bir hastane odası simülasyonunda süs bitkileriyle aynı ortamda bulunmanın ağrı eşiğini yükselttiği ortaya kondu. Esnek bronkoskopi uygulanan hastalarla yapılan rastgele bir klinik araştırmasında doğa sesleri ve görüntülerinin ağrıyı azalttığı gösterildi. Omurga ameliyatı geçiren hastaların uzun süre güneş ışığına maruz kalmasının ağrı ve stresi azaltarak ağrı kesici ilaçların kullanımının azalmasına neden olduğu gösterildi.
Travma sonrası stres bozukluğu (TSSB)	Yabani doğa terapisi, açık hava etkinlikleri ile yeşil alan temelli ekoterapinin (örneğin nehir raftingi, etkileşimler ve doğaya katılım) TSSB ile başa çıkmaya çalışan gaziler için etkili tedavi edici bir yöntem olduğu gösterildi.
Ruh durumu değişikliği ve stresin azalması	Bahçıvanlık terapisinin ruh durumunu iyileştirdiği, stresi azalttığı ve koroner kalp hastalıklarının iyileşmesine olumlu katkıda bulunduğu, benlik saygısını geliştirdiği ve depresyonu azalttığı gösterildi. Şifalı bahçelerin ve doğal ekosistemlerle bir arada bulunmanın depresyonu ve stresi azalttığı kanıtlandı. Doğada vakit geçirmek ve yeşil egzersiz, insanların benlik saygısı ve ruh hâli üzerinde olumlu etki gösterir.
Madde bağımlılığı	Bahçıvanlık faaliyetleri ile birlikte sunulan macera terapisi programlarının madde bağımlılığı tedavisinde yararlı olduğu gösterildi. Yaban hayatı ve açık hava deneyimlerinin kimyasal bağımlılıkla mücadelede son derece faydalı olduğu görüldü.
Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB)	DEHB'li çocukların doğayla etkileşimi veya doğada oyun oynaması motor becerilerinde konsantrasyon artışını olumlu bir şekilde etkiler. Yeşil dış mekân aktivitelerinin artması, çocuklarda DEHB semptomlarının azalmasına neden olur. Yeşil dış mekân aktiviteleri semptomlar üzerinde diğer ortamlardaki aktivitelere göre daha olumlu etkilere sahiptir.
Demans	Doğayla ve doğal ortamlarla iç içe olmanın genellikle demansın geç evresinde ortaya çıkan gerginliği azalttığı gösterildi. Bahçe bitkileri terapisinin demans hastalarında uyku ve bilişsel sorunları iyileştirdiği, bunama ile ilgili bağlılığı ve ruh hâlini iyileştirdiği kanıtlandı.
Obezite	Artan bitki örtüsü ve yeşil alanın sağlıklı kilo ile ilişkili olduğu bildirildi. Sekiz büyük Avrupa şehrinde yaşayan insanlar arasında, bu şehirlerin en yeşil alanlarında ikamet edenlerin obez olma olasılığının %40 daha düşük olduğu tespit edildi. Doğaya kolayca erişebilen insanların obez ve hareketsiz olma olasılığı daha düşüktür.

Tablo 2. Ekosistem hizmetlerinin çeşitli sağlık sorunlarının tedavisindeki rolü

Doğaya erişimin uyku düzenini iyileştirdiği ve stresi azalttığı, mutluluğu artırdığı ve olumsuz duyguları azalttığı, olumlu sosyal etkileşimleri teşvik ettiği ve hatta hayatı anlamlandırma duygusu oluşturmaya yardımcı olduğu tespit edilmiş. Chicago Üniversitesinden psikolog Marc Berman yeşil alanlarda zaman geçirmenin -depresyonu olsun ya da olmasın- tüm insanlarda dikkat, hafıza ve yaratıcılık dâhil olmak üzere düşünmenin çeşitli yönlerini güçlendirdiğine dair kanıtların çok sağlam olduğunu vurguluyor. İngiltere'nin Shetland Adaları'nda 2018'den beri doktorlar, kalp hastalığı ve diyabet gibi fiziksel sorunların yanı sıra zihinsel sağlık koşullarını ve stresi tedavi etmek için kuş gözlemciliği ve kumsal yürüyüşleri gibi doğa temelli faaliyetleri tavsiye ediyorlar. 2019'da yapılan bir inceleme, çeşitli ülkelerde sağlığı ve refahı iyileştirmek üzere bahçe işleri programlarından orman terapisine kadar 28 doğa temelli etkinliğe başvurulduğunu tespit etti.

ramı" ise doğa deneyiminin duygulanım üzerindeki etkisi için bir açıklama sağlıyor. Bu kurama göre, doğa otonom sinir sistemimizi harekete geçiriyor ve buna bağlı olarak stresi ve otonomik uyarılmayı azaltıyor.

Örneğin yapılan bir araştırmada, stresli olmayan sağlıklı yetişkinlerde beyin aktivitesi ölçüldüğünde, doğa ile ilişkili manzaraları izlemenin, mutluluğu destekleyen bir nörotransmiter olan serotonin üretimini artırdığı gözlendi.

Yeşillensin Şehirler!

Araştırmacılar kentsel bitki örtüsünün, fosil yakıtla çalışan ulaşım araçları ve endüstri tarafından üretilen zararlı parçacıklar ile diğer kirleticileri absorbe ederek insanların fiziksel ve ruhsal sağlığına olumlu etkileri bulunduğu konusunda hemfikir. Gün geçtikçe bu kirleticilere maruz kalmanın merkezi sinir sistemine zarar verebileceğine ve depresyon gibi belirli zihinsel sağlık durumlarıyla bağlantılı olabileceğine dair kanıtlar ortaya çıkıyor. Kentsel bitki örtüsü, ayrıca stres ve uyku bozukluğuna neden olan gürültü kirliliğini azaltmaya da yardımcı oluyor. Yeşil alanların yakınında yaşayan şehir sakinleri açık alanlarda daha fazla egzersiz yaptıkları için hem fiziksel hem de ruhsal sağlıkları bundan olumlu etkileniyor. Bazı araştırmalara göre ise pek çok kültürde yeşil alanlarda bulunmak piknik gibi daha hareketsiz etkinliklerle ilişkilendiriliyor. Gene de doğada yapılan böyle bir etkinliğin bile sosyalleşmeyi sağladığından yalnızlık hissinin, kaygının ve depresyonun önüne geçmede yararı olacağı düşünülüyor.

Fiziksel ve zihinsel sağlığa yararlarının yanı sıra sağlıklı doğal alanların bize temiz hava ve su temin etmekten besin geri dönüşümüne, selden korumaktan bitkilerin tozlaşmasına katkılarına kadar bir dizi temel "ekosistem hizmetini" ücretsiz olarak sağladığını biliyoruz. Dolayısıyla kentsel ortamları tasarlarken veya yeniden yapılandırırken, biyoçeşitlilik açısından da faydaları en üst düzeye çıkarmayı hedefle-



meliyiz. İngiltere, Sheffield Üniversitesinden çevrebilimci Karl Evans, kentleşmeyi küresel yok olma riskinin önemli bir nedeni olarak görüyor. Evans ve meslektaşları, 2017'de biyolojik çeşitliliği artırmak için kentsel yeşil alanların ne kadar büyük, birbirleriyle ne kadar bağlantılı ve çeşitli olması gerektiğini araştırdılar. Evans, meselenin yeşil alanların miktarı olmadığını, bu alanların kalitesinin de önemli olduğunu dile getiriyor çünkü birçok canlı türü farklı çeşitlerde yaşam alanlarına ihtiyaç duyuyor. İngiltere'deki kentsel yeşil alanların yaklaşık yarısının, pek çok Batı kentinde tekrarlanan bir model olan, sadece biçilmiş çimlerden ibaret olduğuna dikkat çekiyor ve bunların çayırlara dönüştürülmesi veya daha fazla ağaç dikilmesi gerektiğini düşünüyor. Aynı üniversitede peyzaj mimarı olan Anna Jorgensen tarafından yürütülen bir çalışmada da şehirde yaşayanların doğada zaman geçirdiklerinde en çok önemsediği şeyin çeşitlilik olduğu sonucuna varıldı. Artan biyolojik çeşitliliğin şehir sakinleri için artan ruhsal sağlık anlamına gelip gelmediği ile ilgili bulgular henüz yeterli olmasa da biyoçeşitliliğin korunmasına destek olmak şehirleri yeşillendirmek için güçlü bir neden olarak karşımıza çıkıyor.





Princeton Üniversitesinden çevre mühendisi Anu Ramaswami yeşil kamusal alanların, barınak, su, yiyecek, enerji, iletişim ve sanitasyon gibi şehirlerdeki temel sistemlerden biri olduğunu söylüyor. İnsanların yeşil alanlara ihtiyacı olduğunu; doğanın sağlığımıza olan geniş kapsamlı yararlarına ilişkin gelişen anlayışımızın, devam eden pandemi deneyimlerimizden çıkardığımız derslerle birlikte, geniş çapta bir dönüşümü tetiklemesi gerektiğini vurguluyor.

Bilişsel Yararlar ve Mutluluk

Araştırmalar doğa ile etkileşimin bilişsel faydaları olduğunu da gösterdi. Chicago Üniversitesinden psikolog Marc Berman ve öğrencisi Kathryn Schertz'in 2019 yılında yaptıkları araştırmada, okulların yakınındaki yeşil alanların çocukların bilişsel gelişimini desteklediği, evlerinin yakınındaki yeşil alanların ise kendi kendilerini kontrol etme davranışlarını artırdığı tespit edilmiş. Daha fazla yeşil alana sahip mahallelerde yaşayan yetişkinlerin, doğal ortamlara daha az erişimi olan mahallelerde yaşayan yetişkinlere göre bir konuya daha fazla odaklanabildiği de görülmüş. Deneyler ayrıca doğal ortamlara maruz kalmanın çalışma belleğini, bilişsel esnekliği ve dikkat kontrolünü geliştirdiğini, kent-

sel ortamlara maruz kalmanın ise dikkat eksiklikleriyle bağlantılı olduğunu göstermiş.

Deneysel bulgular, doğanın iyileştirici güçlerinin ne kadar etkileyici olabileceğini gösteriyor. Avustralyalı araştırmacılar, öğrencilerden bir ekranda belirli sayılar yanıp söndüğünde bir bilgisayar tuşuna bastıkları sıkıcı ve dikkat gerektiren bir görev yapmalarını istedi. Görevin ortasında 40 saniye boyunca çiçekli bir yeşil çatıya bakan öğrencilerin, beton bir çatıya bakmak için 40 saniye duraklayan öğrencilerden önemli ölçüde daha az hata yaptığı tespit edildi.



Çocukluktaki açık hava deneyimleri üzerine yapılan araştırmalar da ekosistemlerle etkileşimin önemli bir faydasının artan bilişsel işlev olduğunu ortaya koymuştur. Ohio'daki Oberlin College'da psikoloji ve çevre çalışmaları profesörü olan Cynthia Frantz, bu tür laboratuvar deneylerinin ilgi çekici olsa da dış mekânda geçirilen zamanla elde edilen çeşitli faydaları tam olarak tespit edemediğini belirtiyor ve doğada vakit geçirmenin bilişsel faydalarına inandığını, hatta aritmetik problemleri daha hızlı çözebilmenin ötesine geçen duygusal ve ruhsal faydaları da olduğunun altını çiziyor.

2019 yılında *Science Advances* dergisinde yayımlanan bir araştırmada Washington Üniversitesinde öğretim üyesi olan Gregory Bratman ve meslektaşları, doğa ile temasın mutluluk ve öznel refahın artması, zihinsel sıkıntının azalması ve olumlu sosyal etkileşimlerle ilişkili olduğuna dair kanıtlarını paylaştı. Diğer çalışmalar da açık alanlarda zaman geçirmenin çocuklar üzerinde kalıcı bir olumlu etki bıraktığını öne sürüyor. Danimarka'da yapılan bir araştırmada, 1985 ve 2003 yılları arasında doğan 900.000'den fazla kent sakininin verileri incelendi. Daha fazla yeşil alana sahip mahallelerde yaşayan çocukların, yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde depresyon, duygu durum bozuklukları, şizofreni, yeme bozuklukları ve madde bağımlılığı riski-



Doğaya İhtiyacımız Var, Peki Ne Kadar?

Ruh sağlığı, refah ve doğaya erişim arasındaki bağlantıyı tespit etmek söz konusu olduğunda, pek çok faktör devreye giriyor. Dünya Sağlık Örgütü ruh sağlığını kişinin kendi yeteneklerini fark ettiği, yaşamın normal stresleriyle baş edebildiği, üretken bir şekilde çalışabildiği ve kendi toplumuna katkıda bulunabildiği bir refah durumu olarak tanımlıyor. Peki bunu ölçmek ne kadar kolay? Diğer yandan da "doğaya erişim" ile tam olarak ne kastedilmek isteniyor? Bazı araştırmalar pasif erişimi yani kişinin yaşadığı bölgede ne kadar yeşil alan bulunduğunu ölçüyor. Diğer araştırmacılar ise kişinin yeşil alanla etkileşime girdiği zamanları yani aktif erişimini inceliyor. Bu da tüm bu araştırmalardan elde edilen sonuçları karşılaştırmayı ve tutarlı bir resim ortaya koymayı zorlaştırıyor.

Birkaç araştırmacı, doğanın uygun dozunun ne olabileceğini değerlendirmeye çalışmış. İngiltere'de 2019'da düzenlenen yaklaşık 20.000 katılımcının yer aldığı bir araştırmada, haftada en az 120 dakikalık doğayla temasın sağlık veya refah ile ilişkili olduğu sonucuna varılmış. İngiltere, Exeter Üniversitesinden Mathew White liderliğindeki ekip, olumlu etkinin haftada 200 ila 300 dakika arasında en üst noktaya ulaştığını bulmuş. Ancak diğer çalışmaların da gösterdiği üzere, bir kişinin doğaya erişimiyle elde ettiği zihinsel sağlığa dönük yararlar muhtemelen yaş, cinsiyet, kişilik özellikleri, kişisel tercihler ve sosyo-ekonomik durum gibi sayısız faktörden etkilenecektir.

nin azaldığı tespit edildi. Çocukluk döneminde yeşil alanlarda en az zaman geçirenlerin psikolojik sorunlara sahip olma riski, yeşil alanlarda bolca zaman geçirenlere göre %55 daha yüksekti.

Giderek artan sayıda araştırma doğada ve yeşil alanlarda bulunmanın sağlık üzerindeki yararlı etkilerine, stresi azalttığına ve iyileşmeyi teşvik ettiğine işaret ediyor. Şimdi yetkililer, işverenler, uzmanlar ve sağlık uzmanları insanların doğaya giderek daha fazla ihtiyaç duyduğunu düşünüyorlar. Norwegian University of Life Sciences'ta öğretim üyesi olan Erik Gómez-Baggethun, açık alanlarda vakit geçirmenin ruh sağlığı üzerinde koruyucu bir etkisi olduğunu, kentlerde yeşil alanların yenilenmesi ve genişletilmesinin özellikle pandemiler karşısında insanların ruhsal açıdan direncini artıracağını söylüyor.

Bu araştırmalar ışığında, gelecekteki kentsel planlamalarda, doğa ile teması mümkün kılacak unsurların planlara dâhil edilmesinin, örneğin kamusal alanlarda daha fazla yeşil alan oluşturulmasının önemi ortaya çıkıyor. Çünkü artan kanıtlar, haftada sadece birkaç saati doğada ya da yeşil alanlarda geçirmenin bile "akıl hastalıkları salgını" da yaşadığımız bu günler için önemli bir "yeşil reçete" olduğunu hatırlamamızı sağlıyor.

Bahar geliyor… Sosyal mesafeyi koruyarak, yeşil alanlara… ■

Kaynaklar

https://www.apa.org/monitor/2020/04/nurtured-nature

Lee, K.E., ve ark. "40-second green roof views sustain attention: The role of micro-breaks in attention restoration", *Journal of Environmental Psychology*, cilt 42, sayı 1, 2015.

https://www.newscientist.com/article/mg24933270-800-green-spaces-arent-just-for-nature-they-boost-our-mental-health-too/

Engemann, K., ve ark., "Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood" *PNAS*, cilt 116, sayı11, 2019.

Chaudhury, P ve Banerjee, D., "Recovering With Nature": A Review of Ecotherapy and Implications for the COVID-19 Pandemic, *Frontiers in Public Health*, cilt 8, 202.0

https://www.eurekalert.org/pub_releases/2020-12/uoe-atn121020.php

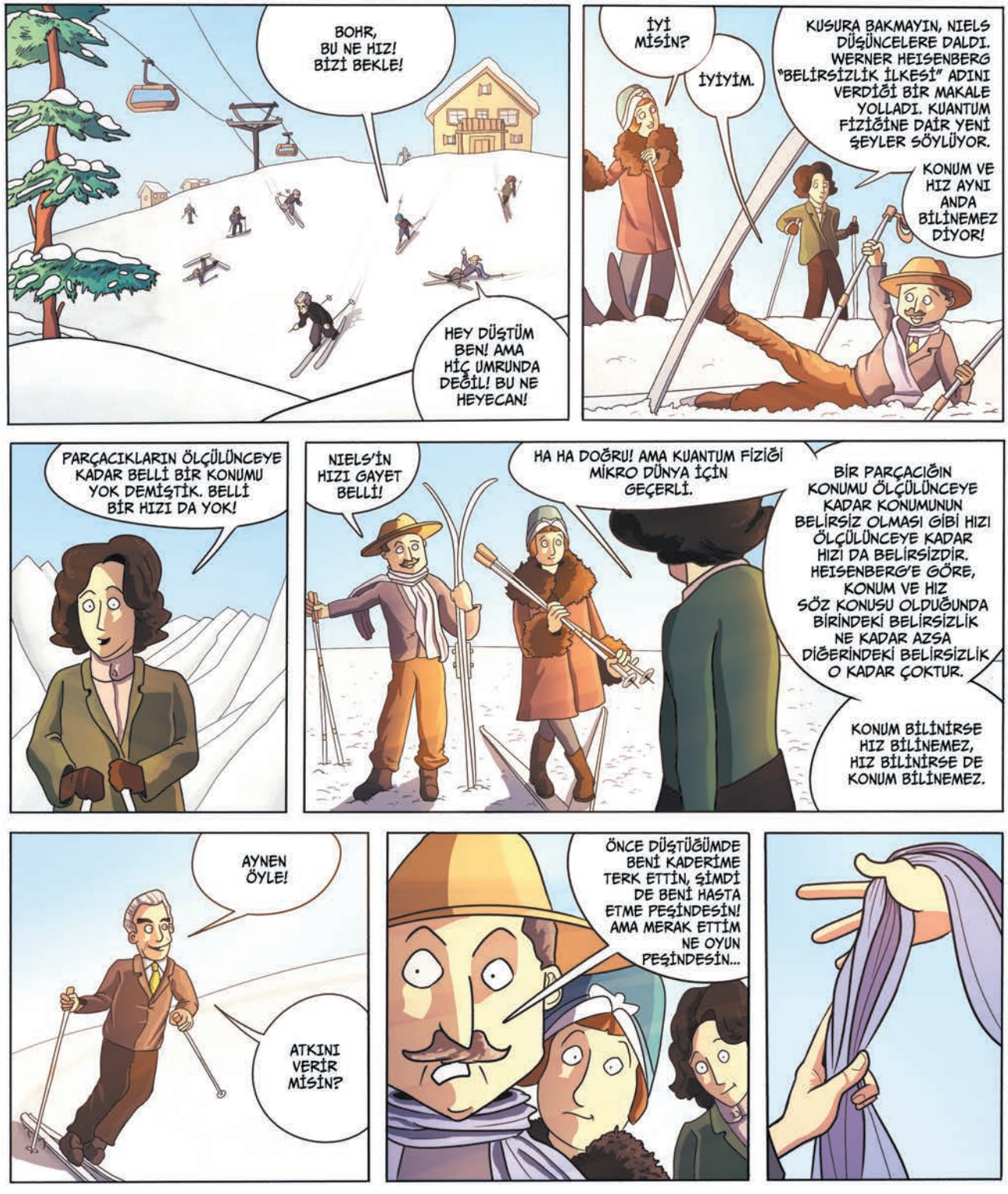
Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*btcizgiroman@tubitak.gov.tr*

NIELS BOHR'UN KAYAK TATİLİ

2. BÖLÜM

ÖZET: KUANTUM FİZİĞİNİN KURUCULARINDAN NIELS BOHR, EŞİ VE ARKADAŞLARIYLA GİTTİĞİ BİR KAYAK TATİLİNDE ASİSTANI WERNER HEISENBERG'DEN BİR MEKTUP ALIR. MEKTUP BELİRSİZLİK İLKESİ HAKKINDADIR.



ATKIYLA BİR DALGA YAPSAM...

...VE BİR FOTOĞRAF ÇEKSENİZ...

FOTOĞRAFA BAKARAK DALGANIN NEREDE OLDUĞUNU SÖYLEYEBİLİRSİNİZ, DEĞİL Mİ? TAM KRAVATIMIN ALTINDA.

PEKİ HIZI? HANGİ YÖNE GİDİYOR? ATKIYLA YAPTIĞIM DALGA SAĞA MI GİDİYOR, YOKSA SOLA MI? NE HIZLA GİDİYOR? HIZI İLE İLGİLİ HİÇBİR ŞEY SÖYLEYEMEZSİNİZ.

FOTOĞRAF ÇEKEREK ATKININ BELİRLİ BİR ANDAKİ KONUMUNU TESPİT ETTİK. AMA HIZI HAKKINDA HİÇBİR ŞEY BİLMİYORUZ.

KUANTUM FİZİĞİNDE DE BENZER BİR DURUM SÖZ KONUSU. HİÇBİR ÖLÇÜM MÜKEMMEL DEĞİLDİR. BİR PARÇACIĞIN KONUMUNU ÖLÇTÜĞÜMÜZDE ASLINDA KONUMUNDAKİ BELİRSİZLİĞİ AZALTIYORUZ. ANCAK HIZINDAKİ BELİRSİZLİK ARTIYOR.

%25 OLASILIK ÇOK HIZLI

%50 HIZLI

%25 OLASILIK YAVAŞ

KUANTUM FİZİĞİ İLE HIZ ÖLÇÜMÜNÜN HANGİ OLASILIKLARLA HANGİ SONUÇLARI VERECEĞİ HESAPLANABİLİYOR.

ELEKTRONUN KONUMUNU KESİN OLARAK TESPİT EDEBİLSEYDİK HIZINDAKİ BELİRSİZLİK SONSUZ OLURDU.

BENZER BİÇİMDE, HIZINI KESİN OLARAK TESPİT EDEBİLSEYDİK KONUMUNDAKİ BELİRSİZLİK SONSUZ OLURDU.

TUHAF BİR İŞLE UĞRAŞIYORSUN DOSTUM. AMA SEVDİM.

HIZ VE KONUM AYNI ANDA BİLİNEMİYOR. İLGİNÇ.

PEKİ SEN NE DÜŞÜNDÜN NIELS? AKLINDA BİR ŞEY VAR.

DAHA KAPSAMLI BİR İLKE DÜŞÜNDÜM.

YA BELİRSİZLİK SADECE HIZ VE KONUM İÇİN GEÇERLİ DEĞİLSE? BELİRSİZLİĞİN KUANTUMUN TEMELİ OLDUĞUNA İNANIYORUM. HER NE KADAR EINSTEIN KARŞI ÇIKSA DA!

KONUM YA DA HIZ (MOMENTUM)

ENERJİ YA DA ZAMAN

FARKLI EKSENLERDE SPİN DEĞERLERİ

TABİİ BUNUN İÇİN KAPSAMLI HESAPLAMA YAPMAM GEREKİYOR. AMA BENCE HIZ VE KONUM GİBİ, BİRBİRİNİ TAMAMLAYAN ÖZELLİKLER AYNI ANDA BELİRLENEMEZ. BU FİKRE "TAMAMLAYICILIK İLKESİ" ADINI VERDİM.

NE TATİL AMA!

SON.



Yeni Üretim Teknolojileriyle Birlikte Daha Ulaşılabilir

Protezler ve Ortezler

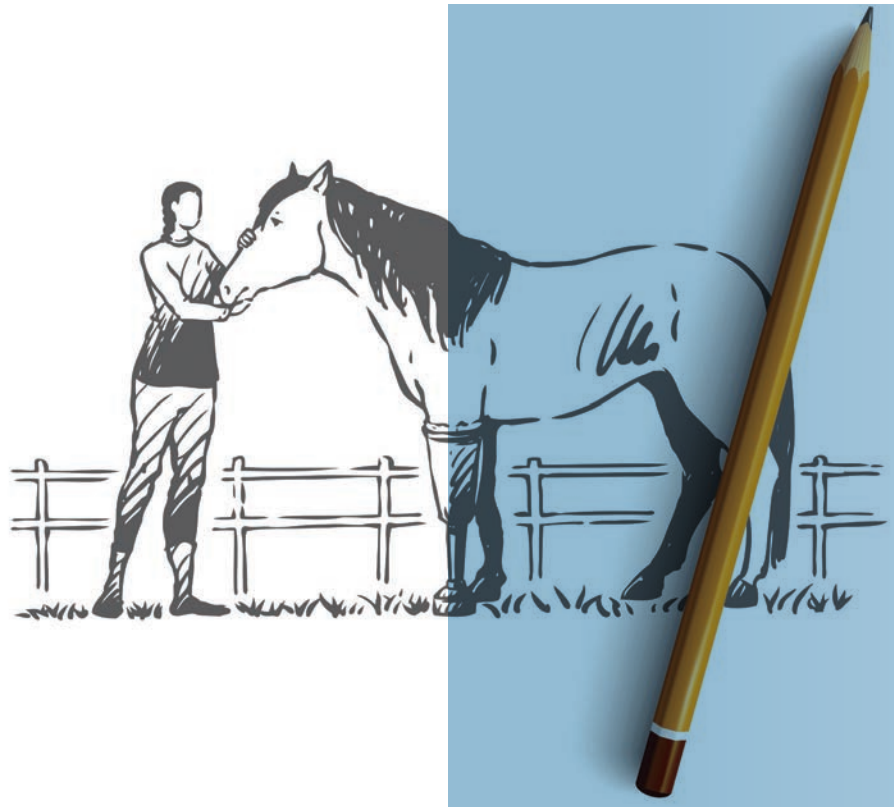




Dr. Tuncay Baydemir [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Dünya Sağlık Örgütüne göre protez ve ortezler, fiziksel engelli veya işlevsel kısıtlılıkları olan kişilere yardımcı olmak, işlevselliklerini iyileştirmek; sağlıklı, üretken ve bağımsız bir hayat yaşama potansiyellerini artırmak için harici olarak uygulanan araç ve ürünler olarak tanımlanıyor. Pek çok canlı belli dönemlerde çok çeşitli sebeplerden dolayı protez veya ortez gibi yardımcı araçlara ihtiyaç duyabiliyor. Geliştirilen yeni malzemeler ve üretim teknolojileri bu ihtiyacın en iyi düzeyde karşılanmasına yardımcı oluyor.





Protezler ve ortezler, engelli kişilerin ve giderek artan kullanımlarıyla diğer canlıların biyomekanik ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olan yaygın yardımcı araçlara deniyor. “Protezler” eksik vücut uzuvlarını taklit edecek ve onların yerini dolduracak şekilde yapılıyor. Uzvun bir bölümünün ya da tamamının yerini alan protezler normal hareket kabiliyetine geri dönmeye yardımcı oluyor.

İşlevlerini kısmen veya tamamen yitirmiş uzuvların performanslarını ve işlevlerini artırmak, etkilenen bölgeleri stabilize etmek, bu bölgelere koruma sağlamak ve zayıf kasları desteklemek ve iyileşme sürecini hızlandırmak amacıyla vücuda takılan tıbbi araçlara ise “ortez” deniyor. Bu tür araçlar kontrollü bir aralıkta korumalı hareketi destekleyerek olası yaralanmaların önüne geçiyor veya ağrı şiddetini azaltıyor. Ayrıca dengesiz uzuv bölgelerini stabilize ederek hareket kabiliyetinin artırılmasını sağlıyor.

Protezler ve ortezler, kullanıcının hareket kabiliyetini iyileştirmek, ağrıyı hafifletmek, doğal görünüm sağlamak, eklemleri korumak, deformasyonları önlemek/düzeltmek ve ikincil bozuklukları önlemek gibi amaçlar taşıyor. Çoğu protez ve ortez uzun süreli kullanıma sahip olabileceği gibi bazı durumlarda sınırlı süreli kullanım yeterli olabiliyor. Bu yardımcı tıbbi cihazlar aynı zamanda görme, işitme, iletişim, biliş ve çevreyi iyileştirmeye yönelik ürünleri de içeriyor. Tekerlekli sandalyeler, koltuk değnekleri ve yürüme çerçeveleri gibi araçlar da bunların arasında sayılıyor.

Küresel ölçekte yaklaşık 35-40 milyon kişi protez ve ortez kullanmaya ihtiyaç duyuyor. Dünya nüfusunun artması ve yaşlı nüfus oranının yükselmesi, çeşitli hastalıklar, bu hastalıklara bağlı yüksek ampütasyon oranları, kazalar, çatışmalar, savaşlar gibi çok çeşitli nedenlerle bu sayı sürekli artıyor.

Protez veya ortez kullanımı, resmi sağlık bakımı, destek hizmetleri, uzun süreli bakım ve bakıcılara olan ihtiyacı azaltmakta önemli rol oynuyor. Protezlere ve ortezlere erişimi kısıtlı kişilerin hastalık ve sakatlık olasılığı artıyor. Ayrıca bu kişiler toplumdan dışlanabiliyorlar. Dünya Sağlık Örgütü, tam bir protez ve ortez hizmetinin protez ve ortezin takılması, kullanıcı eğitimi, rehabilitasyon, toplum desteği ve bakım/onarım aşamalarını içeren bütüncül bir yaklaşımla verilmesi gerektiğini belirtiyor.

Birleşmiş Milletlerin Engelli Kişilerin Haklarına İlişkin Sözleşmesi (CRPD) ile tüm taraf ülkeler engelli kişilere mümkün olan en büyük bağımsızlığı sağlayacak etkili tedbirler almayı, protezler ve ortezler de dâhil olmak üzere yardımcı araç ve teknolojilerin herkes tarafından ulaşılabilir olmasını sağlamayı taahhüt ediyor. 2006 yılından beri 170’den fazla ülke bu sözleşmeyi imzaladı.

Dünya Sağlık Örgütü, yüksek maliyetler, farkındalık, ulaşılabilirlik, eğitimli personel, politika ve finansman eksikliği gibi nedenlerle ihti-

yaç sahibi her on kişiden sadece birinin protezler ve ortezler dâhil olmak üzere yardımcı ürünlere erişebildiğini belirtiyor. Bu nedenle, yüksek kaliteli ve uygun fiyatlı yardımcı ürünlere erişimi iyileştirmek için "Yardımcı Teknolojiler Küresel İşbirliği (GATE)" girişimini koordine ediyor. Dünya Sağlık Örgütü 2014-2021 Eylem Planı ile üye ülkelerden protez ve ortezler dâhil olmak üzere yardımcı ürünlerin ihtiyacı olan herkes için erişilebilir olması yönünde finansman ve tedarik politikaları geliştirmelerini talep ediyor.

Tarihin Tozlu Sayfalarından Modern Teknolojilere...

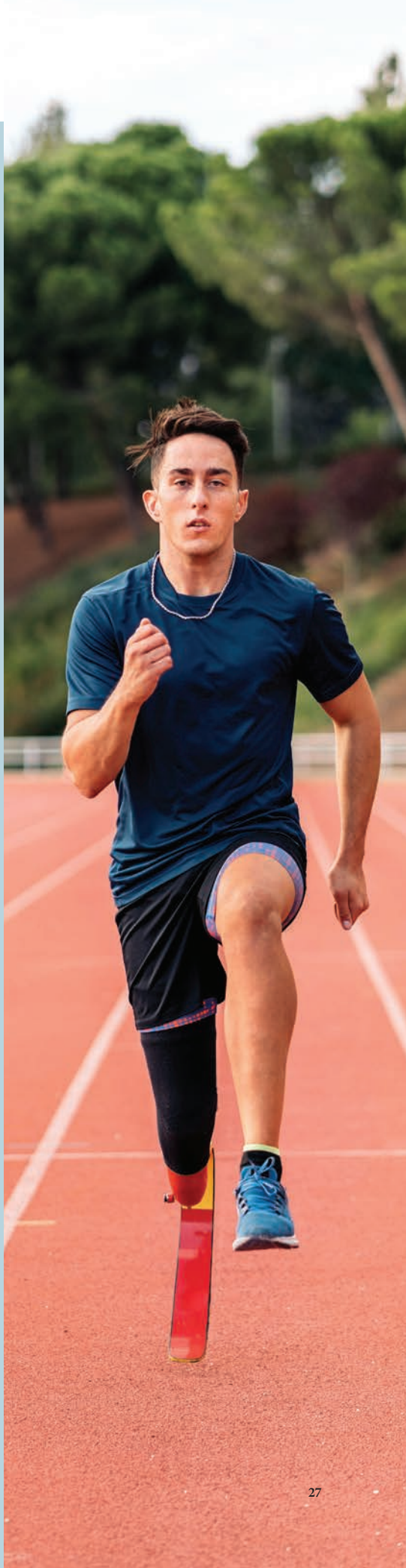
Heredot'un MÖ 484 yılına ait kayıtlarına göre ilk ampütasyon bir Pers askerinin kendi ayağını ampüte etmesiyle gerçekleşti ve bu askere ağaçtan yapılmış bir protez takıldı. Savaşlar ampütasyon cerrahisi kadar protez gelişiminde de önemli rol oynadı. Yıllar içerisinde tıp alanındaki gelişmeler ampütasyon işlemlerinin başarısını artırdı ve gelişmiş malzemelerle üretilen protezler ihtiyaçlara daha iyi yanıt vermeye başladı.

Yapılan arkeolojik kazılar sonucunda ilk ortez örneklerinin ise MÖ 2750'li yıllarda kırık ekstremitelere uygulandığı biliniyor. İlk kapalı redüksiyon ve ortez kullanımı ile ilgili bilgiler ise Hipokrat tarafından verildi (MÖ 370). Skolyoz ve kifoz gibi omurga hastalıkları için ilk korse uygulaması ise MÖ 131-201 yıllarında Galen tarafından gerçekleştirildi. Eskiden kullanılan ortezlerin prensipleri genel anlamda günümüzdekilerle örtüşse de eski ortezlerin ağır malzemelerden yapıldığı ve estetikten uzak olduğu söylenebilir.

Yıllar içerisinde protez ve ortezlerin tıp bilimindeki yerinin anlaşılması hız kazandı. Savaşlar sonucunda bu alanda hızlı gelişmeler oldu ve gelişen teknolojilerle birlikte hafif malzemelerden estetik protezler ve ortezler üretilmeye başlandı.

Protez ve ortez alanında standartlaşmanın sağlanması için 1970 yılında Uluslararası Protez Ortez Derneğinin (ISPO) kurulmasıyla ilk önemli adım atıldı. Danimarka'da kurulan dernek pek çok üye ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen seminer, toplantı, sempozyum ve kurslarla alanın bilimsel gelişimine büyük katkılar sağlamaya devam ediyor.

Gelişen teknoloji ile birlikte kişilerin gereksinimleri doğrultusunda anatomik, fizyolojik ve mekanik prensiplere bağlı olarak protez ve ortez üretimleri gerçekleştiriliyor. Bu konuda yardıma muhtaç kişilerin yaşama katılmasındaki başarı oranının tıbbi müdahalelere olduğu kadar protez-ortez uygulama aşaması ile buna eşlik eden rehabilitasyon sürecine de bağlı olduğu kabul ediliyor.





Kimler Kullanıyor?

Protez ve ortez kullanıcıları hayatının herhangi bir döneminde fiziksel engellere ve işlevsel sınırlamalara sahip olan kişiler olarak sayılabilir. Bulaşıcı olan ve olmayan hastalıklar, düşme, çarpma, iş kazaları, doğal afetler, savaş ve çatışma kaynaklı yaralanmalar, uzuvlardaki bozulmalar ve doğuştan gelen anomaliler gibi pek çok nedenle protez ve ortez kullanımı gerekli olabiliyor.

Çoğu kullanıcı uzuv amputasyonu, felç, omurilik yaralanması veya yapısal deformasyonlar gibi uzun süreli sağlık sorunları yaşayabiliyor. Bu kişiler protezler ve ortezleri de içeren yaşam boyu bakıma ihtiyaç duyuyor. Yaralanma, kemik kırılması, erken skolyoz gibi durumlarda iyileşmeyi desteklemek için orta ve kısa vadeli kullanımlar çoğu zaman yeterli olabiliyor.

Uzun süreli protez ve ortez kullanımı durumunda kullanıcının fiziksel ve fizyolojik değişimine, aktiflik düzeyine ve çevre koşullarına bağlı olarak bu araçların belirli aralıklarla onarım, ayarlama ve modifikasyon işlemlerinin yapılmasına ya da yenileriyle değiştirilmesine gerek duyuluyor. Örnek vermek gerekirse çocuklukta protez kullanmaya başlayan birinin yaşamı boyunca geçirdiği fiziksel ve fizyolojik değişikliklere bağlı olarak mevcut protezinin bakım ve onarım gereksinimlerinin yanında yaklaşık 25-30 kez protez değiştirmesi gerekebilir.

Dünya nüfusunun yaklaşık %0,5'i protez ve ortez hizmetlerine ihtiyaç duyuyor. Ortotik, yani ortezle ilgili tedavi hizmetlerinin sayısının protez tedavilerinin iki ila dört katı arasında olduğu tahmin ediliyor. Önümüzdeki yıllarda hem dünya nüfusunun hem de ortalama yaşam süresinin artmasına bağlı olarak protez ve ortez ihtiyacının da artacağı öngörülüyor. Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, diyabet ve felç gibi bulaşıcı olmayan durumların bu artışta önemli bir paya sahip olacağı ve yaşadığımız yüzyılın ortalarına doğru protez ve ortez kullanımına ihtiyaç duyanların oranının dünya nüfusunun %1'ine yaklaşacağı tahmin ediliyor.

Standartlar

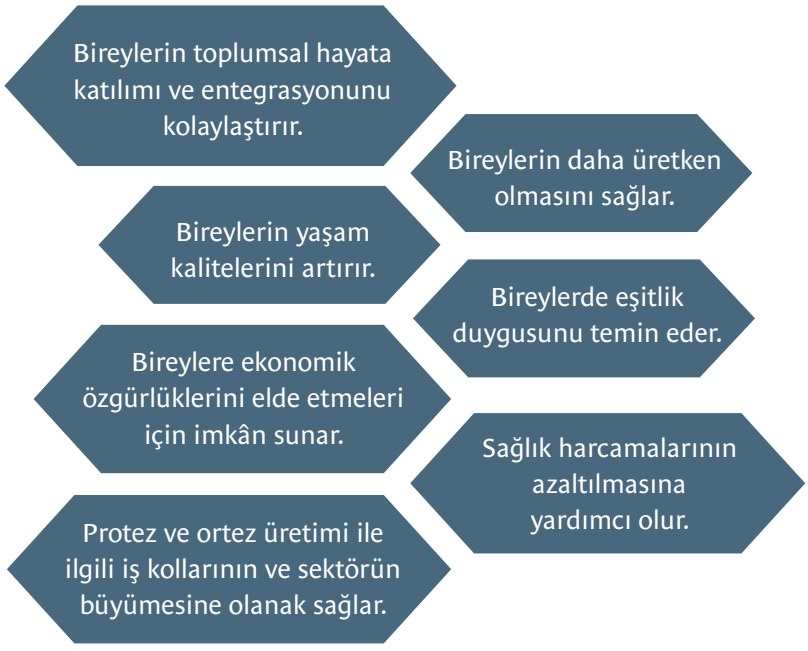
Dünya Sağlık Örgütünün "Protez ve Ortez Standartları" belgesi, üye ülkelerin vatandaşlarına yüksek kaliteli ve çözüm odaklı protez ve ortez hizmetleri erişimi sağlanması için kılavuz niteliği taşıyor. Kimsenin bu hizmetlerden mahrum bırakılmamasının amaçlandığı bu standartlar ile protez ve ortez ihtiyacı duyan bireylerin toplumla entegrasyonunun eksiksiz olarak sağlanması hedefleniyor.

Standartların etkin olarak uygulanması için pek çok paydaş grubunun katkısı gerekiyor. Bunlar arasında;

- Protez-ortez kullanıcıları, kullanıcıların aileleri ve bakım görevlileri,
- Kullanıcıların oluşturduğu grup ve topluluklar,
- Sivil toplum kuruluşları,
- Protez ve ortez hizmeti sağlayan kamu kurumları ve özel kurumlar,
- Sağlık hizmeti personeli (rehabilitasyon hizmetleri sağlayanlar da dâhil),
- Eğitim kurumları ve akademik kurumlar,
- Profesyonel kuruluşlar,
- Malzeme üretici ve tedarikçileri,
- Uluslararası kuruluşlar ve iş birlikleri,
- Finansman ve fonlama kuruluşları

sayılabilir.

Protez ve ortez hizmet ve tedavilerinin faydaları



Protez ve Ortez Çeşitleri

Protezler vücutta tamamen veya kısmen eksik olan uzvun yerini alan araçlardır. Uzvun kesik bölgelerinin seviyesine göre farklı isimlendirilen protezler genel olarak dirsek üstü, dirsek altı, diz üstü ve diz altı protezler olarak sınıflandırılıyor. Gerekli durumlarda bu protezlerin kombinasyonları da üretilebiliyor.

Vücutta organ kaybının olmadığı ancak organın anatomik, fizyolojik ve mekanik yapısında bozukluğun olduğu durumlarda söz konusu bölgeyi düzeltmek, desteklemek, hareketsiz konuma getirmek veya fonksiyon kazandırmak amacıyla kullanılan medikal ürünler olan ortezlerin ise kişiye özel olarak tasarlanmaları gerekiyor.

Ortezler kullanıldıkları vücut bölgesine göre üst ekstremite (uzuv), alt ekstremite ve spinal (gövde) ortezleri olarak sınıflandırılıyor. Üst ekstremite ortezleri kol, ön kol, el, el bileği ve parmak; alt ekstremite ortezleri ise diz, kalça, ayak, ayak bileği ve bacak tedavisinde kullanılıyorlar. Omurga, boyun ve gövdenin tedavisi için kullanılan spinal ortezler ise kullanıldıkları bölgenin hareketini kısmen veya tamamen engellemeye yarıyorlar. Bazı durumlarda ortezlerin kombinasyonları da kullanılabiliyor. El-bilek ortezleri ile diz-ayak bileği-ayak ortezleri bu türlere örnektir.

Kullanılan ortezler dinamik veya statik yapıda olabilir. Statik ortezler uygulandığı eklemin hareketini kısıtlamak için kullanılırken dinamik ortezler ise uygulama bölgesinin işlevselliğini artırmaya yarıyor. Çeşitli türdeki ortezler felç, serebral palsi, romatizmal hastalıklar ve deformitelerin engellenmesi gibi durumlarda yaygın olarak kullanılıyor.

Ne Tür Malzemeler Kullanılıyor?

İlkel protezlerin üretiminde genellikle ahşap, metal, kumaş, bal mumu ve reçineler gibi doğal malzemeler yaygın olarak kullanıldı. Binlerce yıl boyunca kullanılan malzemeler çok fazla çeşitlilik göstermedi. Metaller şekil verilip kalıplanabilmeleri nedeniyle 19. yüzyıl boyunca temel malzeme olarak tercih edildi. 20. yüzyılda ise eşsiz özellikleriyle birlikte sentetik polimerler protez ve ortez üretimi için birincil malzeme konumuna yükseldiler.

Daha yakın zamanlarda, üç boyutlu baskı teknolojilerindeki yenilikler istenilen mekanik ve görsel özelliklerin sağlanmasını kolaylaştırdı. Bu yeniliklerin büyük kısmı üç boyutlu yazıcı üreticilerinden kaynaklandı. Günümüzde alanın önde gelen şirketleri istenilen özelliklere sahip son ürünleri üç boyutlu baskı teknolojisi ile yüzden fazla farklı polimer malzeme kullanarak gerçekleştirebiliyor.



Protez ve Ortezler Nasıl Olmalı?

1) Kullanıcı Dostu

Protez ve ortezler yürüyüş rehabilitasyonunda önemli rol oynuyor. Cerrahi müdahaleler, fizik tedavi ve psikolojik destek faktörleri yürüyüş rehabilitasyonunu etkilese de kişiye özel tasarlanmış, yüksek kaliteli, rahat ve kullanıcı dostu protez ve ortezler önemini korumaya devam ediyor.

Bu tür araçların yüksek mukavemet ve yük taşıma kapasitesine sahip olacak şekilde üretilmesi, konfor ve güvenlik sağlaması ve günlük aktivitelerde kullanıcıya destek olması gerekiyor. Kullanıcının farklı koşullardaki kullanımına bağlı olarak fiziksel ve işlevsel ihtiyaçlarının doğru analizi ile üretilen araçlar rahatlık ve azami hareketlilik sağlamaya yardımcı oluyor.

2) Uyarlanabilir ve Sağlam

Protez ve ortezlerin her türlü arazi koşullarında yüksek performans sağlayacak şekilde tasarlanıp üretilmesi gerekiyor. Araçlar derli toplu bir yapıda olmalı ve vücudun parçası hissiyatı uyandırmalıdır. Ayrıca zorlu ve değişen hava koşullarına dayanıklı olmaları ve uzun süreler boyunca kusursuz bir şekilde işlev görmeleri protez ve ortezlerin sahip olması gereken özellikler arasında gösteriliyor.

3) Dayanıklı, Bakım ve Tamiri Kolay

Kullanıcılar dayanıklı ve estetik ürünleri tercih ediyor. Bunun yanında basit tasarlanmış protez ve ortezlerin bakımı ve tamiri de oldukça kolay bir şekilde gerçekleştirilebiliyor. Ayrıca bu araçların kolay temizlenebilmesi de aranan bir özellik olarak karşımıza çıkıyor.

4) Uygun Maliyetli ve Ulaşılabilir

Kişiye ihtiyaç duyduğu uygun protez ve ortezin takılıp takılmayacağına dair belki de en önemli faktör bu araçların maliyetidir. Kişilerin yaşam kalitelerinin yükselmesi uygun protez ve ortezlere düşük maliyetlerle sahip olabilmelerine bağlı. Ayrıca bakım ve onarım masraflarının da asgari seviyede olması gerekiyor.

Bu konuda yapılan çalışmalar en iyi protez ve ortezlerin herkes için erişilebilir olmasının yolunu açıyor. Teknolojideki ve malzeme bilimlerindeki gelişmeler sayesinde yüksek kalitede araçlar oldukça kısa sürelerde ve uygun maliyetlerde üretilebiliyor. Ulusal ve uluslararası politikalar ve iş birlikleri de bu sürecin hızlanmasına yardımcı oluyor.

Geleneksel Yöntemlerden Üç Boyutlu Baskı Teknolojileri ve Katmanlı Üretime Geçiş

Protez ve ortezler yüzyıllar boyunca çeşitli yöntem ve malzemelerle üretildi. Önceleri daha kolay ulaşılabilir malzemeler ve el işçiliğiyle üretilen bu araçlar günümüzde kişiye tam uyumlu olacak şekilde gelişmiş teknolojiler ve teknolojik malzemelerle üretilebiliyor. Gelişmiş üretim devriminin etkisi ile birlikte döküm ve el işçiliğini içeren, yoğun emek gerektiren geleneksel yaklaşımların yerini üç boyutlu tarama, bilgisayar modelleme ve çok malzemeli üç boyutlu baskı teknolojileri alıyor.

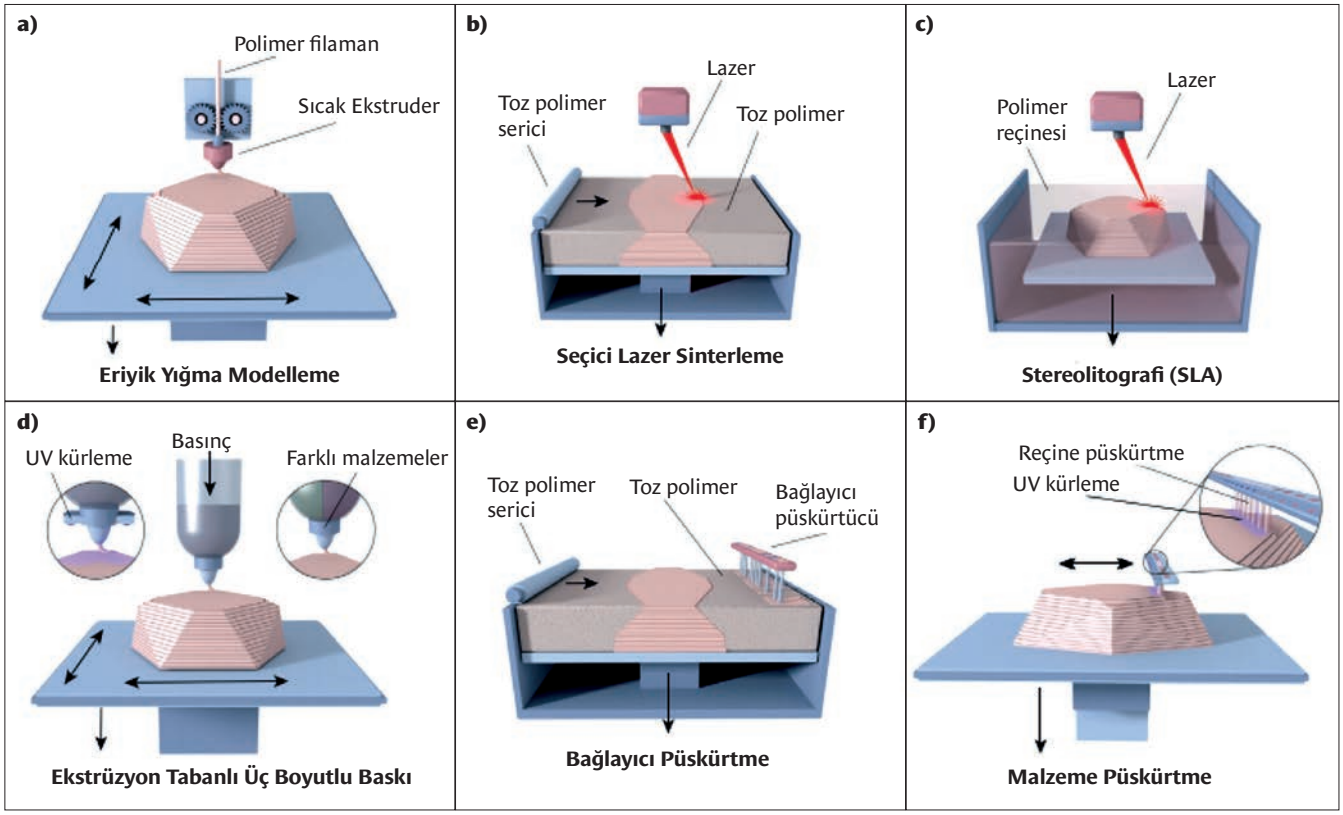


Geleneksel üretim sürecinde protez veya ortez ihtiyacı olan hastanın prostetist (protez uzmanı) veya ortotist (ortez uzmanı) tarafından ilgili ölçümleri alınıyor.

Vücudun ilgili kısmının etrafına alçı bandajlar sarılarak döküm bir kalıp elde ediliyor. Elde edilen bu negatif döküm kalıptan alçı dökülerek pozitif bir kalıp elde ediliyor. Daha sonra, protez veya orteze son hâlini vermek üzere, termoplastik (genellikle polipropilen veya polietilen) levhalar, soğumaya bırakılan ve ardından doğru şekle getirilen pozitif alçı kalıp üzerinde ısıtılıp vakumla şekillendiriliyor.

İnsan vücudunun hassas ve taşıyıcı bölgelerindeki yüklemeye bağlı olarak alçı kalıbın modifikasyonu yapılabiliyor veya kalıba ilave bir bileşen eklenebiliyor. Daha sonra gerekli aksesuarlar ve kayışlar ekleniyor. Tüm bu işlemlerden sonra protez veya ortez kişiye uygulanıyor. Ürünün rahatlığını ve işlevselliğini tam olarak sağlamak için çoğu durumda daha fazla ayar yapılması gerekebiliyor.

Geleneksel prosedür genel olarak daha fazla malzeme kullanılmasına neden oluyor. Ayrıca üretim daha uzun sürelerde ve daha yüksek işçilik maliyetleriyle gerçekleşiyor. Üstelik son ürünlerin kalitesi ve kişiye uygunluğu prostetist veya ortotistin beceri ve deneyimine bağlı oluyor.



Powell, S. K. ve ark., "Past, Present, an Future of Soft-Tissue Prosthetics: Advanced Polymers and Advanced Manufacturing", *Advanced Materials*, 32, 2001122, 2020.

Yaygın olarak kullanılan üç boyutlu baskı teknolojileriyle nesneler katmanlar hâlinde oluşturuluyor.

a) "Eriyik Yığma Modelleme" ile polimer filaman ısıtılmış bir bölgeden geçerken akışkan bir hâl alıyor ve baskının gerçekleşeceği bölgede katmanlar hâlinde biriktirilerek ürün elde ediliyor.
b) "Seçici Lazer Sinterleme" yönteminde polimer tozu serilmiş tabakanın seçili bölgelerinde lazer kullanılarak istenilen katman oluşturuluyor. Ardından yeni bir toz tabakası seriliyor ve işlem son ürün elde edilinceye kadar tekrarlanıyor.
c) "Stereolitografi" ile haznedeki polimer reçinesini zeminde polimerleştirmek için UV lazer ya da iki boyutlu ışık uygulanıyor. Bir katman polimerleştirildikten sonra zemin aşağı iniyor ve aynı işlemler tekrarlanarak son ürün katmanlar hâlinde üretiliyor.
d) "Ekstrüzyon Tabanlı Üç Boyutlu Baskı" ile sıvı polimer bir uç vasıtasıyla istenilen bölgeye püskürtülüyor. Polimer bu işlem sonucunda katılaşıyor ve katman katman işlenerek son ürün elde ediliyor. Bazı uygulamalarda UV lambalar kullanılarak polimerin sertleşmesi sağlanıyor.
e) "Bağlayıcı Püskürtme" yönteminde toz katmanının üzerine bağlayıcı madde püskürtülüyor ve yeni toz katmanı serilerek işlem tekrarlanıyor.
f) "Malzeme Püskürtme" tekniğinde yazıcı başlıktan polimer reçine püskürtülüyor ve UV lambaları kullanılarak malzemenin sertleşmesi sağlanıyor. Yerleşik katman alçaltılarak işlem tekrarlanıyor. Daha gelişmiş uygulamalarda farklı malzemeleri bir arada kullanarak da üretim yapılabiliyor.

Dolayısıyla geleneksel yöntemlerle tekrarlanabilir sonuçlar üretmek son derece zor.

1970'lerde, protez ve ortez araçlara kauçuk esaslı renkli plastik film uygulanarak görünümlerinin ve sağlanan konforun iyileştirilmesine olanak tanıyan yeni teknikler geliştirildi.

1980'lerin başında ise üç boyutlu baskı teknolojileri olarak da bilinen katmanlı üretim teknolojilerinin yükselişi, UV lazer ile foto polimer reçinesinden üç boyutlu modellerin üretilmesi ile başladı. İlerleyen yıllarda, eriyik yığma modelleme (FDM), lamine nesne imalatı (LOM), seçici lazer sinterleme (SLS), üç boyutlu baskılama ve polyjet teknolojisi gibi diğer katmanlı üretim teknolojileri de geliştirildi.

Üç boyutlu baskı teknolojilerindeki gelişmeler protez ve ortez üretiminde yeni bir dönemin başlamasına yol açtı. Yeni tıbbi araçlar üretmek için çok çeşitli olanaklar sunan üç boyutlu baskı teknikleri ile bilgisayarda tasarlanan üç boyutlu şekil oldukça kısa sürelerde ürün hâline getirilebiliyor.

Üç boyutlu baskı teknolojileri zaman ve maliyetler açısından da tasarruf sağlıyor. Bu yöntemler sayesinde kişinin bireysel özellikleri ön plana çıkarılarak oldukça karmaşık yapıdaki üretimler gerçekleştirilebiliyor. Ayrıca mevcut ürünlerin bire bir kopyalarının oldukça hassas ölçülerde elde edilmesi mümkün oluyor.

Yüksek teknolojili malzeme çeşitliliği bilgisayar destekli üretim kalitesiyle birleşince kişinin bu ürünleri hiçbir rahatsızlık hissetmeden kullanmasına olanak sağlıyor.

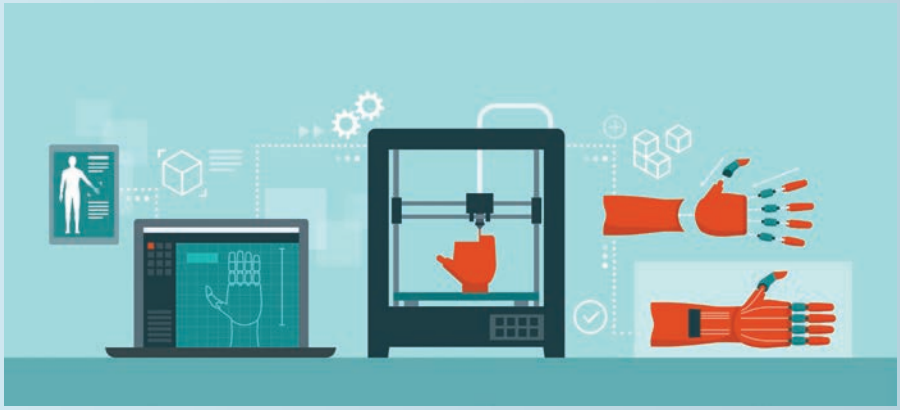
Çeşitli malzemeler kullanılmasına izin veren üç boyutlu baskı ile herhangi bir üretim yöntemi ile tek seferde yapılması mümkün olmayan karmaşık şekilli ürünler saatler içerisinde kolaylıkla üretilebiliyor. Ayrıca birden fazla parçadan oluşan ve birbirine bağlı hareketli yapıların da bu teknikle üretimi mümkün.

Üç boyutlu baskı ile protez ve ortezler kişiye özel üretilebiliyor ve bu üretimler geleneksel yöntemlere göre daha düşük maliyette gerçekleşebiliyor. Protez ve ortez kullanan kişilerin yaşamları boyunca fiziksel gelişimlerine ya da kullanılan malzemelerin zamanla aşınma ve bozulmalarına bağlı olarak onlarca kez protez veya ortezlerini değiştirme gereksinimi duyması üretim kolaylığını ve maliyetlerini daha önemli hâle getiriyor.

Katmanlı üretim teknolojileri ile protez ve ortez üretilmesi için ilk önce lazer, optik veya tomografik taramalarla elde edilen üç boyutlu modeller bilgisayar ortamına aktarılıyor. Bilgisayar yazılımları kullanılarak aracın dijital modeli son hâline getiriliyor. Daha sonra uygun üretim tekniği ve baskı malzemeleri ile standartlara göre üç boyutlu baskısı gerçekleştirilen protez veya ortez son kontrol ve tamamlayıcı işlemlere tabi tutuluyor. Son olarak kullanıcı üzerinde son ayarlamalar ve düzeltmeler gerçekleştiriliyor.

Yeni Nesil Protezler ve Özel Tasarımlar

Genel kullanımda bulunan protezler temel olarak üç farklı kategoride sınıflandırılabiliyor: mekanik olarak pasif araçlar, mikroişlemci kontrollü pasif cihazlar ve harici güç kaynağıyla çalışan cihazlar. Geleneksel pasif protezlerle kıyaslandığında işlemcili protezler daha az enerjiyle daha fazla hareket özgürlüğü ve daha konforlu hareket koşulları sağlıyor.





Güç kaynağı ve/veya mikroişlemci yardımıyla çalışan aktif protez sistemleri ise toplanan fizyolojik sinyaller aracılığıyla kullanıcılar tarafından kontrol ediliyor. Üst ekstremite protezlerinde en yaygın sinyal toplama yöntemi olarak kasların ve onları kontrol eden sinirlerin yanı sıra duyusal (his) ve otonom sinir liflerinin işlevlerini de algılayan elektromiyografi (EMG) kullanılıyor. Mikroişlemci kontrollü alt ekstremite protezleri ise sensörler aracılığıyla toplanan kuvvet ve denge verilerini kullanıyor.

EMG, güç beslemeli üst ekstremite protez sistemlerini kontrol etmek için kullanılan standart yöntem. Kullanıcı, kaslarını uyararak soketler içindeki sensörler sayesinde protezi kontrol edebiliyor. Mikroişlemci kontrollü protezler alt ekstremite bölgesi için çok yaygın olarak kullanılmasa da son zamanlarda bu protezlerde de EMG kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılıyor.

Son yıllarda yüksek teknolojili protezleri sezgisel olarak kontrol etmek veya minimum bilişsel yük ile kullanım modları arasında geçiş yapmak için büyük çabalar har-

candı. Bu amaçla daha basit kontrol mekanizmalarından örüntü tanıma, makine öğrenmesi ve beyin makine arayüzleri gibi teknolojiler ön plana çıkmaya başladı.

Örüntü algılama sistemleri, kullanıcının kas aktivasyon modellerini öğrenerek doğal el hareket ve pozisyonlarını taklit ediyor. Olumlu klinik testler olmasına rağmen, bu sistemlerde sezgisel kontrolün iyileştirilmesi ve kalibrasyona ihtiyaç duymayan algoritmalar geliştirilmesi için çalışmalar yapılması gerekiyor.

Çift yönlü beyin makine arayüzleri beyindeki nöral (sinirsel) aktivite sayesinde protezleri kontrol etmeyi sağlıyor ve beyne duyusal geri bildirimde bulunuyor. Bu alanda pek çok başarılı çalışma gerçekleştirildi. Örneğin, felçli bir hasta motor korteksi nöral aktivitesi ile protez uzuvlarını hareket ettirebildi. Beyin makine arayüzleri kullanılarak daha karmaşık yapıdaki protezlerin nöral aktivite ile kontrol edilebilmesi hem protez kullanıcıları için hem de hareket kabiliyetini kaybetmiş kişiler için son derece önemli. Gelinen nokta heyecan verici olmasına rağmen araştırmacıların beyin makine arayüzleri ile ilgili daha fazla çalışma yapması gerekiyor.

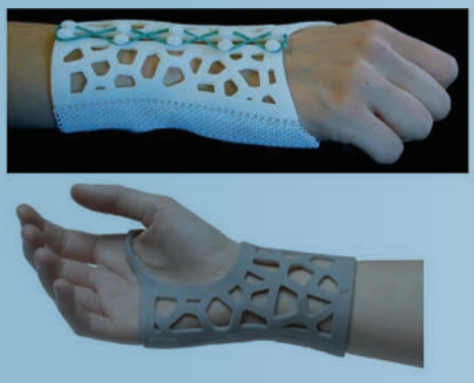
Tüm bu ilerlemeler üst ekstremite protezleri ile kavrama ve tutma hareketlerinin daha iyi bir şekilde gerçekleştirebilmesini ve alt ekstremite protezleri ile kişinin niyetine bağlı olarak oturma, ayakta durma, yürüme ve merdiven çıkma gibi farklı görevler arasındaki geçişlerinin kolaylaşmasını sağladı. Ayrıca teknolojideki ilerlemeler sayesinde ıslak ve jel elektrotlardan kuru elektrotlara geçiş, uzvun kalan kısmından sinyal toplama işlemini daha güvenilir ve kolay bir hâle getirdi.

Diğer yandan, protezlerin benimsenmesini ve kullanımını kısıtlayan önemli faktörlerden birisi protez soketinin konforlu olup olmaması. Protezle uzuv arasında bağlantı işlevi gören soketlerin konforunu ve performansını artırmak için üç boyutlu baskı teknolojisi ile üretimler yapılıyor. Böylece protezin kişiye tam uyumlu hâle getirilmesi ve kullanımda herhangi bir rahatsızlığa sebep olmaması sağlanıyor. Ayrıca kişiye özel olacak şekilde üretilen bu kısımlara sensörler yerleştiriliyor ve bu sensörler sayesinde uzvun kalan bölümünün sağlık durumu izlenebiliyor. Sıcaklık, basınç ve metabolit sensörleri sayesinde, kişi uzuv sağlığı ile ilgili sorun olduğunda bilgilendiriliyor.

Bunun yanında, çeşitli spor dallarında veya özel faaliyetlerde kullanılmak üzere özel tasarım protez, ortez ve/veya aksesuarlar da tasarlanıp üretilebiliyor. Atletizm sporlarında kullanılmak üzere geliştirilen özel ayak-bacak protezleri, hokey paten adaptörleri ve ağırlık kaldırmak için tasarlanan protez aksesuarları bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Yumuşak Doku Protezleri

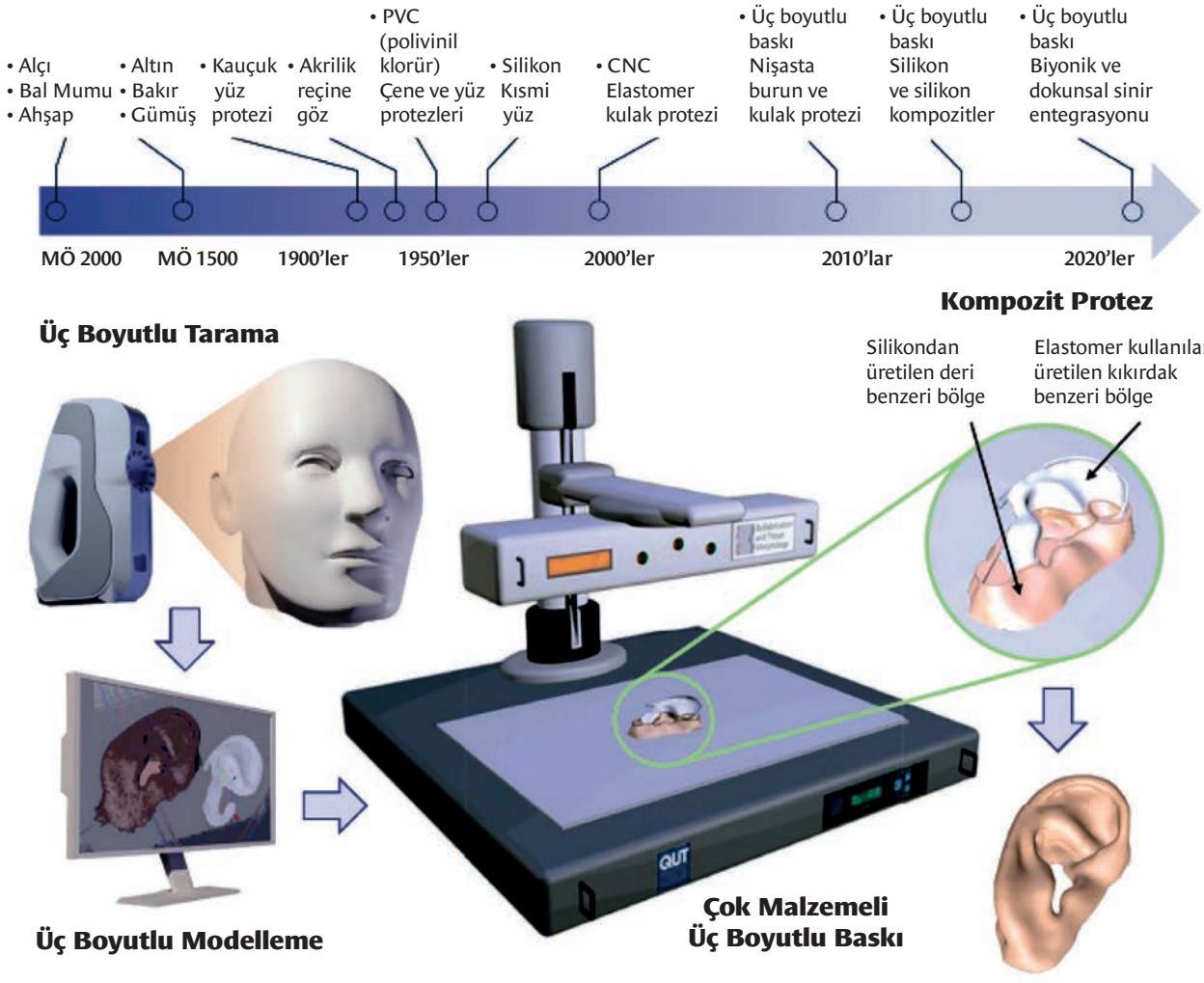
Yeni üretim yaklaşımları, kulak, burun, yüz, göz, göğüs ve el gibi bölgelerde estetik restorasyon gereken durumlarda yumuşak doku protezleri üretmek için de kullanılıyor. Klinik araştırmalardan uygulama aşamasına geçerken bu gelişmiş üretim teknikleri ile üreti-







Protez yapımında kullanılan malzemelerin tarihsel gelişimi

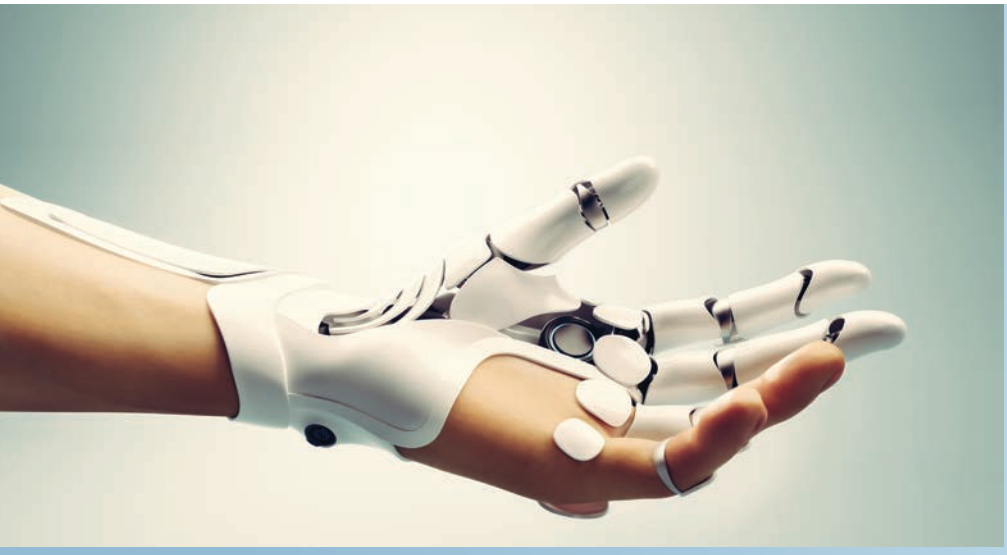


Powell, S. K. ve ark., "Past, Present, an Future of Soft-Tissue Prosthetics: Advanced Polymers and Advanced Manufacturing", *Advanced Materials*, 32, 2001122, 2020.

len protezler, doku kaybı ve fiziksel görünüm bozukluğu yaşayan kişilerin yaşam kalitesini iyileştirmek anlamında çok önemli rol oynuyor.

Mısır'da bulunan mumyalarda, çeşitli doğal malzemeler ile göz ve burun gibi çeşitli organların alçılama teknikleriyle yeniden inşa edildiğine rastlanması protez kullanımının en eski kanıtlarından sayılıyor. Zaman içerisinde ahşap, kumaş, bal mumu, reçine ve metal gibi malzemeler ilkel protezler için sıklıkla kullanıldı. Yeni geliştirilen sentetik malzemeler, özellikle polimerler, protez yapımında kullanılan malzemelerdeki alışkanlıkları tamamen değiştirdi.

Protez yapımında ilk kullanılan polimer malzemelerden bir tanesi olan PMMA (polimetil metakrilat) zamanının en yaygın kullanılan protez malzemesi oldu ve günümüzde hâlâ yapay göz ve protez altyapılarında kullanılıyor. 20. yüzyılda polimer malzemelerdeki gelişmeler devam etti ve viniller, kopolimerler, plastisoller ve silikon gibi birçok yeni polimer çeşidi üretilerek protezlerde kullanıldı. 1900'lerin başında Fredrick Kipping tarafından keşfedilen silikonun protez yapımında ilk kullanımı George W. Barnhart tarafından 1960'da gerçekleştirildi. Günümüzde hâlâ birincil yumuşak doku protez malzemesi olarak kullanılan silikon, yumuşak doku özelliklerine yakın özellikler taşıyor. Kimyasal maddelerle oldukça düşük tepkinirliğe sahip olması ise uzun yıllar boyunca kararlı bir yapıda kalmasını sağlıyor.



Üç boyutlu baskı teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte bu alandaki ihtiyaçlara uygun yeni özel malzeme karışımları geliştirilerek son ürünlerin istenilen dayanıklılık ve görsel özellikleri taşıması sağlandı. Bu gelişmelere üç boyutlu baskı teknolojisi geliştiren ve üreten firmalar da büyük katkılar sağladı. Bu sayede eksik veya hasar görmüş dokunun özelliklerini oldukça iyi şekilde taklit edebilen yumuşak doku protezlerinin hızlı ve kusursuz bir şekilde üretilip kullanılması mümkün hâle geldi.

Üç boyutlu baskı teknolojileri ile protez ve ortezlerdeki tüm bölgelerde sertlik ve mukavemet kontrol edilebiliyor. Böylece destekleme görevi yapacak bölgeler için daha sert, daha fazla konfor istenen diğer bölgeler içinse daha esnek yapıda yardımcı araçlar üretilebiliyor. Bu yöntemlerle üretilen protez ve ortezler çok daha hafif olmalarından dolayı kullanım kolaylığı da sağlıyor. Bilgisayar destekli tasarımlar ve katmanlı imalat ile kişiye özel protez ve ortezler çok hızlı bir şekilde üretilebiliyor. Bir diğer önemli avantaj ise arızalı parçaların yenilerini üç boyutlu baskı ile hızlı bir şekilde üretmenin ve proteze/orteze uygulamanın son derece kolay olması.

Diğer Canlılarda Protez ve Ortez Kullanımı

Protez ve ortezlerin veterinerlikte kullanımı veterinerlik biliminin gelişmesi ile doğru orantılı olarak hızla artıyor. Günümüzde hayvanlarda uzuv kaybı ve uzuv fonksiyon kaybı gibi durumlarda biyomekanik teknolojilerden faydalanma yoluna sıklıkla gidiliyor.

Veterinerlikte protez ve ortez endüstrisi büyük ölçüde insanlar için uygun protez ve ortez geliştirilmesini hedefleyen endüstriye bağlı. Ancak kullanılan malzeme ve üretim teknolojileri büyük oranda benzerlik gösterse de tasarım ve uygulama aşamalarında canlı çeşitlerinin hareket ve vücut mekanizmaları ile rehabilitasyon süreçlerinin iyi analiz edilmesi şart. Canlılardaki hareket veya işlev bozukluğunun büyük ölçüde giderilmesi için teşhis, uygun araç belirleme, araç üretim/uygulama ve sonrasındaki rehabilitasyon süreçlerinin doğru bir şekilde yürütülmesi gerekiyor. Tüm bu süreçlerin veteriner kontrolünde gerçekleştirilmesi başarılı sonuçlar alınmasına büyük katkı sağlıyor.

Veterinerlikte Kullanılan Protez ve Ortezler

Son teknoloji veterinerlik sağlık hizmetleri artık protez ve ortez endüstrisini de içeriyor. Geçtiğimiz yüzyıl içerisindeki teknolojik gelişmeler veterinerlikte de önemli ilerlemelere yol açtı. Evcil hayvanların değerinin ve öneminin artması hayvanların sağlık hizmetlerine yapılan yatırımların da büyük ölçüde artmasına yol açtı.



İnsanlarda kullanılan protez ve ortezlerin geliştirilmesine yönelik teknik ve malzemeler veterinerlik protez ve ortezlerinin de temelini oluşturuyor. Ancak hayvanlardaki anatomik yapı çeşitlilikleri ek tasarımlarla birlikte farklı üretim yöntemleri ve bileşenler gerektirebiliyor. Son yıllarda bilgisayar destekli tasarımların üç boyutlu baskı gibi katmanlı üretim teknolojileri sayesinde oldukça hızlı ve ucuz bir şekilde üretilmesi, protez ve ortez konusunda başarılı veterinerlik uygulamalarının sayısının artmasını sağladı.

Diş hekimliği, eklem yenileme, kemoterapi, radyoterapi gibi alanlardaki gelişme ve yeniliklerin veterinerlikte de uygulamalar bulmasına benzer şekilde, uzuv fonksiyon kaybı ya da uzuv kaybı gibi durumlarda da gelişmiş biyomekanik teknolojiler kullanılmaya başlandı. Üretilen teknolojik protez ve ortezler önceden imal edilen el yapımı ve doğaçlama olanlara kıyasla daha üstün özellikler sergiliyor. Bunlar arasında fonksiyonel bozukluklara bağlı ağrı kaynaklarının iyileştirilmesi, daha fazla hareket kabiliyetinin sağlanması, ikincil ağrıların azaltılması, aktif yaşama dönüşün kolaylaştırılması, obezite ve ilişkili hastalıkların azaltılması, yaşam kalitesinin artırılması ve bağımsız hareket edebilmenin sağlanması sayılabilir. Daha önceden mevcut olmayan tüm bu tedavi seçeneklerinin günümüzde sunulabiliyor olması bu konuda sorun yaşayan hayvanların öldürülmesine yol açacak ötanazi kararlarının alınmasının da önüne geçmeyi sağlıyor.



Yardımcı protez ve ortezler nörolojik ya da ortopedik bozuklukları olan hayvanların işlevsel yeteneklerini ve yaşam kalitelerini artırmakta önemli bir role sahip olabiliyor. Hayvanların bağımsız bir şekilde hareket edebilmesi de hayvan sahiplerinin bakım işlerini kolaylaştırıyor.

Ne Tür Uygulamalar Bulunuyor?

Hayvanlarda yaygın olarak kullanılan araçlar arasında botlar, askılar, yürüteçler ve protezler yer alıyor.

Botlar veya patikler, nörolojik sorunları nedeniyle bileklerini kıvıran ya da ayaklarını çevirdiği için üst yüzeye baskı uygulayarak yürüyen hayvanların ayaklarını korumak için kullanılıyor. Çorap gibi bir örtme görevi gören bu araçlar kayışlarla sabitlenerek ayağın zarar görmesini engelliyor. Ayrıca dış unsurlardan koruma ve kaymayı önleme gibi fonksiyonları da bulunan botlar kolay temizlenebilir ve su geçirmez özellikte üretiliyor. Botların düzgün bir şekilde ve veteriner tarafından önerilen zaman aralıklarında giydirilmesi, zaman zaman çıkarılarak hayvanın deri bakımının gerçekleştirilmesi ve önerilen egzersizlerin yaptırılması gerekiyor.

Çeşitli şekil ve boyutlarda geliştirilen taşıyıcı askılar, hayvanı vücudunun çeşitli bölgelerinden sararak onu ayakta durma pozisyonuna geçirmeye yardımcı oluyor. Askıların kişi tarafından rahat tutulabilecek şekilde tasarlanmış sapları hayvana hareketinde destek olmayı ve

olası kazaları engellemeyi sağlıyor. Yatalak veya tedavi sonrası iyileşme sürecinde olan hayvanlarda yaygın olarak kullanılan bu araçların deriye zarar vermeyecek yapıda üretilmesi ve kolay temizlenebilir olması gerekiyor. Ayrıca hasta hayvanın güvenliği ve konforu için uygun boyut ve türde askı seçmek büyük önem taşıyor.

Hayvanlarda vücudu desteklemek ve yatak yaralarını engellemek amacıyla yürüteçler kullanılabiliyor. Engelli hayvanlar için iki ya da dört tekerlekli gibi çeşitli formlarda tasarlanabilen yürüteçlere hayvanlar kolaylıkla yerleştirilebiliyor. Çeşitli arazi koşullarında kullanıma uygun olan bu araçlar tedavi amaçlı egzersiz yaptırılması için de kullanılıyor. Diğer yardımcı araçlarla birlikte kullanılabilmeleri yürüteçlerin bir diğer olumlu yönü olarak değerlendiriliyor. Ancak veteriner tavsiyesi ile birlikte kullanım sürelerinin kısa tutulması ve bu süreçte hayvanın sürekli gözetilmesi oluşabilecek kazaları ve uzun süre yürüteç kullanmaya bağlı rahatsızlıkları önlemek için gerekli görülüyor.

Hayvanlarda ortez kullanımına dinlenme, hareketsiz hâle getirme, eklem koruması, kontrol, hareket desteği ve düzeltme amaçlarıyla başvuruluyor. Harekete destek olmak için kullanılan ortezler olduğu gibi, acıyı azaltmak amacıyla hareketi kısıtlayan ya da ameliyattan sonra belli bir bölgeyi koruyan türleri de bulunuyor.

Ortez kullanımında derinin ve altındaki dokuların hassaslığının göz önünde bulundurulması gerekiyor. Özellikle uzun süreli kullanımlarda derinin hava alması sağlanmalı. Hastanın durumundaki değişiklikler sürekli gözlemlenmeli ve buna göre ortezde tedaviye yönelik gerekli değişiklikler yapılmalıdır.

Kedi ve köpeklerdeki ampütasyonların büyük çoğunluğu travma ya da tümör kaynaklı olarak gerçekleşiyor. Osteomyelit (kemik iltihabı) gibi kronik enfeksiyonlar ve çalışmayan uzuvdaki sinir hasarları da ampütasyon sebebi olabiliyor. Dört ayaklı hayvanların genel olarak üç ayakla yürümeye kolay alışmaları sebebiyle protez kullanımına gerek duyulmayabiliyor. Çift taraflı ampütasyon gibi özel durumlarda ise protez kullanılması gerekli görülüyor. Veteriner hekimlikte çok yakın zamana kadar fazla kullanılmayan protezler giderek daha fazla önem kazanıyor. Araştırmacıların bu nedenle hayvanlarda kullanılacak protezler, üretim malzemeleri ve rehabilitasyon süreçleri gibi konular üzerine daha fazla çalışma yapmaları gerekiyor.





Hayvanlar için Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim

Protez ve ortez yapımının kökeni demir ustalarına, marangozlara ve deri zanaatkârlarına dayanıyor. Günümüzde bilgisayar destekli tasarım/modelleme ve yüksek teknolojili üretim teknikleri/malzemeleri kullanılarak kullanıcıya has son ürünler elde edilebiliyor. Üretimler çok hızlı bir şekilde gerçekleştirilebildiği gibi aynı zamanda tekrarlanabilir özellik de taşıyor. Biyomekanik hesaplamalar sonucunda amaca uygun protez ve ortezler çeşitli teknolojik malzemeler kullanılarak üretiliyor ve kullanıcının hizmetine sunuluyor.

Genel Değerlendirme

Hayvanlarda kullanılan protez ve ortezlerin biyomekanik olarak uygun ve işlevsel olmaları amaçlanıyor. Bu tür araçların kullanımı olumlu sonuçlar verebileceği gibi yanlış teşhis ve uygulamalar sonucunda zarar verici de olabiliyor ve tedavinin uzamasına yol açabiliyor. Bu nedenle başarılı uygulamalar için veteriner hekimlerce konacak teşhis ve uygulanacak tedavilere sıkı bir şekilde bağlı kalmak gerekiyor. Veteriner hekimlerin hayvan protez ve ortez uygulamaları üzerine tecrübe sahibi olmaları da başarı oranını artırıyor. Uygun protez ve ortez üretimi anatomi, kinematik, kinetik ve biyomekanik bilgiye sahip olmayı gerektiriyor. İdeal uygulamalar için veteriner hekimin tasarım/modelleme ve kalıplama/üretim gibi kritik aşamaları takip etmesi öneriliyor.

Günümüzde üç boyutlu baskı teknolojileri kullanarak protez ve ortezler kolaylıkla üretilebiliyor ve ihtiyaca göre özel tasarlanabilen bu ürünler geleneksel yöntemlerle üretilenlerden daha az maliyetli oluyor. Ayrıca kişinin veya hayvanın kendine has özellikleri dikkate alınarak üretilen protez ve ortezler hastanın vücuduna daha iyi uyum sağlıyor, bu da kullanıcı memnuniyetini sağlamanın yanında kullanıma bağlı oluşabilecek kaza ve hasar risklerini en aza indirgiyor. Üç boyutlu baskı teknolojileri ile üretilen protez ve ortezlerle hayvanlara daha iyi bir yaşam şansı vermek mümkün oluyor.

Önceden uygulanan protezler hayvanlara fayda sağlayabildiği gibi zarar da verebiliyordu. Çoğu durumda uygun protezi üretmek oldukça maliyetliydi ve bu nedenle hayvanlar üzerinde fazla uygulama gerçekleştirilmiyordu. Pahalı kalıplar ya da maliyeti yüksek el işçiliği gerektirmeyen üç boyutlu baskı ile sadece evcil hayvanlar için değil, aynı zamanda yabani hayvanlar için de protez ve ortezler hızlı bir şekilde üretilebiliyor. Veterinerlerin iş yükü de doğal olarak azalıyor.

Yüzyıllar boyunca protez ve ortez üretim teknolojilerinde önemli mesafeler katedildi. Günümüzde el işçiliğine dayalı üretimlerin yerini artık daha gelişmiş ve daha teknolojik üretim modelleri alıyor. Tüm bu ilerlemeler çeşitli nedenlerle protez ve ortez kullanması gereken tüm canlıların yaşam kalitesini artırma hedefine daha çok yaklaşmamızı sağlıyor. ■

Kaynaklar

Chadwell, A., Diment, L. ve ark., "Technology for monitoring everyday prosthesis use: a systematic review", *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation,* 17:93, 2020.

Keerthana, R. ve ark., "A Review on Prosthetics and Orthotics for Amputees and Disabled", J*ournal of Critical Reviews,* Cilt 7, Sayı 15, 2020.

Barrios-Muriel, J. ve ark., "Advances in Orthotic and Prosthetic Manufacturing: A Technology Review", *Materials,* 13,295, 2020.

Alsancak, S., "Ortez ve Protez Tarihçesi", *Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokul Yıllığı"*, Cilt 1, Sayı 1, 2000.

Kobak, C., Ali, Y. A., Işıtan, A., "Türkiye'de Ortez Protez, Kullanımı ve Üretim Aşamaları", *SETSCI Conference Proceedings*, 4(1), 411-415, 2019.

Golovin, M. A. ve ark., "Use of 3D Printing in Orthopedic Prosthetics Industry", *Biomedical Engineering*, cilt 52, sayı 2, 2018.

Powell, S. K. ve ark., "Past, Present, an Future of Soft-Tissue Prosthetics: Advanced Polymers and Advanced Manufacturing", *Advanced Materials*, 32, 2001122, 2020.

Tuteski, O., Kocov, A., "The Application o f Additive Manufacturing in Developing 3D Printed Prosthetics and Orthotic Devices", *International Scientific Journal "Industry 4.0"*, Yıl 5, Sayı 1, 23-26, 2020.

Chen, R.K., ve ark., "Additive Manufacturing of custom orthoses and prosthesis - A review", *Additive Manufacturing*, 12, 77-89, 2016.

Wang, Y., Tan, Q. ve ark., "A Review of the Application of Additive Manufacturing in Prosthetic and Orthotic Clinics from a Biomedical Perspective", Engineering, 6, 1258-1266, 2020.

Liacouras, P.C. ve ark., "Using Computed tomography and 3D printing to construct custom prosthetics attachments and devices", *3D Printing in Medicine*, 3:8, 2017.

Wolf, E.J. ve ark., "Advanced technologies for intuitive control and sensation of prosthetics", *Biomedical Engineering Letters*, 10:119-128, 2020.

Adamson, C. ve ark., "Assistive Devices, Orthotics and Prosthetics", *Veterinary Clinics Small Animal Practice*, 35, 1441-1451, 2005.

Mich, P.M., Kaufmann, M., (2018) 'Veterinary Orthotics and Prosthetics', in Zinc, C. ve Van Dyke, J.B. (ed.), *Canine Sports and Rehabilitation*, Second Edition, John Wiley&Sons, 265-293.

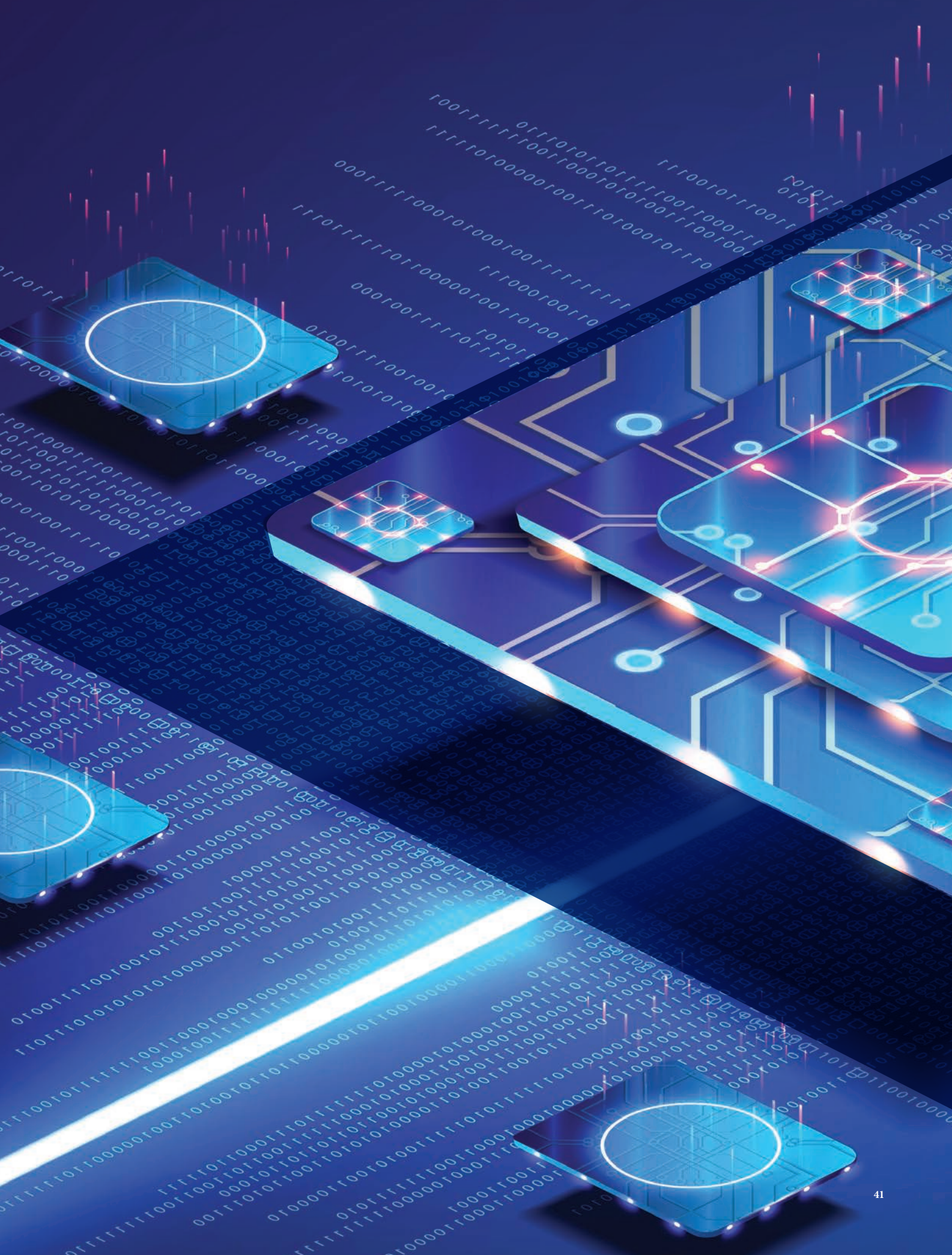
WHO standards for prosthetics and orthotics. Geneva: World Health Organization; 2017. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Yerli ve Millî Uzay Radyasyonu Dedektörü Göreve Hazır!

Dr. Buğra KOCAMAN [TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü

TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY) ile Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Nükleer Radyasyon Dedektörleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (NÜRDAM) araştırmacıları tarafından, uzay radyasyonunun uydular üzerinde bıraktığı radyasyon dozunu ölçmek amacıyla tasarlanıp üretilen Millî Uzay Radyasyonu Dedektörü (MURaD) göreve hazır!





Uzay ortamının vakum, mikrometeoroidler, sıcak/soğuk döngüler ile atmosferik etkiler gibi yıkıcı ve zorlayıcı koşullarından biri de uzay radyasyonudur. Güneş'te meydana gelen hareketlilikler sonucu ortaya çıkan yüksek enerjili parçacıklar ve yıldız patlamaları sonucu yıldızlararası ortamdan gelen kozmik ışınlar uzay radyasyonunu oluşturur. İyonlaştırıcı etkisi bulunan bu radyasyon, her türlü elektronik ve optik bileşenin çalışma performansına karşı ciddi bir tehdit unsurudur. Dolayısıyla, her türlü uzay görevinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için radyasyon etkilerinin dikkate alınması gerekir.

Uzay radyasyonunun, Hapsolmuş Radyasyon (Trapped Radiation), Güneş Kaynaklı Enerjik Parçacıklar (Solar Energetic Particles) ve Galaktik Kozmik Radyasyon (Galactic Cosmic Radiation) olmak üzere üç ana kaynağı vardır. Uzay radyasyonu elektron, proton, alfa parçacıkları ve ağır iyonlar gibi yüksek enerjili parçacıklar içerir. Bu parçacıklar, ekipman bileşenleri üzerinde Toplam İyonlaştırıcı Doz, Yer Değiştirme Hasarı ve Tekil Olay Etkileri olarak adlandırılan üç farklı etkiye yol açar.

Toplam İyonlaştırıcı Doz (Total Ionizing Dose – TID), kalıcı ve biriken (kümülatif) bir etki olması sebebiyle elektronik bileşenlerin yarı iletken veya yalıtkan (dielektrik) kısımlarını zamanla etkileyerek eşik voltaj değerlerinin kayması, kaçak akımların ve tüketimin artması, zamanlama değişiklikleri ve fonksiyon kayıpları gibi etkilere yol açar. Toplam İyonlaştırıcı Doz, uzayda yer alan ekipmanların çalışma performansını etkileme ihtimali en yüksek radyasyon etkilerinden biridir. Bu sebeple, Millî Uzay Radyasyon Dedektörü (MURaD), uyduların maruz kalacakları Toplam İyonlaştırıcı Doz seviyesini tespit etmek amacıyla tasarlandı.

Yer Değiştirme Hasarı (Displacement Damage – DD), yüksek enerjili parçacıkların sebep olduğu güneş hücreleri gibi çift kutuplu ve optoelektronik donanımlar üzerinde meydana gelen kümülatif ama iyonlaştırıcı etkisi olmayan bir etkidir. Nötron, proton, elektron ve ağır iyonlar gibi parçacıklar malzeme yapısındaki atomların yerlerini değiştirerek kristal yapının bozulmasına neden olur.



Tekil Olay Etkileri (Single Event Effects – SEE), yüksek enerjiye sahip tek bir parçacığın sebep olduğu kalıcı ya da geçici olarak gerçekleşebilen etkilerdir. Bu etkilere yüksek enerjili protonlar ve nötronlar ama çoğunlukla ağır iyonlar sebep olur. Proton ve nötronlar, aktif yarı iletkene sahip diyotlar, transistörler, entegre devreler, optoelektronik aygıtlar vb. bileşenler ile nükleer etkileşime girerek yükün belirli bir alanda birikmesine; ağır iyonlar ise elektronik bileşenlerin doğrudan iyonlaşmasına sebep olur. Bu etkinin yol açtığı en yıkıcı (kalıcı) etkilerden biri söz konusu elektronik bileşenin radyasyon etkisiyle yüksek akım çekmesi ve tüm ekipmanın bozulmasıdır. Yıkıcı olmayan (geçici) etkiler ise, verilerde bozulmalara veya cihazın farklı işlevsel durumlarda kalmasına neden olur.

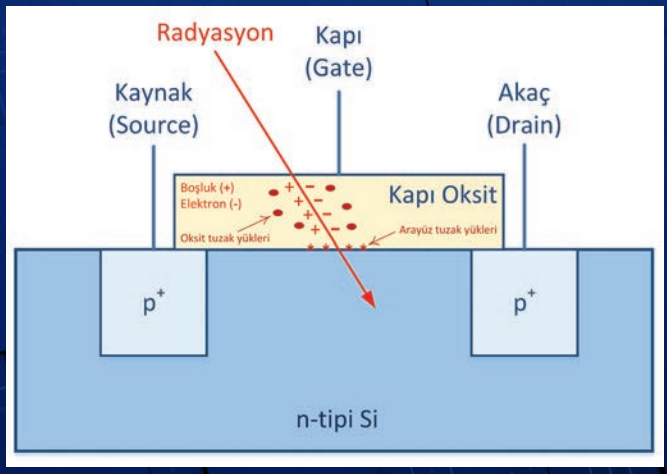
Uzay radyasyonunun yıkıcı etkilerinin tespit edilebilmesi amacıyla, TÜBİTAK UZAY araştırmacıları tarafından, uyduların görev süreleri boyunca maruz kalacağı radyasyon seviyelerini ölçmek üzere uydularda kullanılabilecek, Millî Uzay Radyasyon Dedektörü (MURaD) tasarlandı ve üretildi. Bu dedektör, radyasyon dozunun ölçülmesi amacıyla, sensör seviyesinde Türkiye'de üretilen ve uydularda da kullanılabilecek bir şekilde tasarlanan ilk radyasyon dedektörü olması bakımından son derece önemli. Dedektör üzerinde üç farklı radyasyon sensörü bulu-

nuyor. Bu sensörlerden biri, üretim sürecinin tüm aşamalarında yerli imkânlar kullanılarak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Nükleer Radyasyon Dedektörleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (NÜRDAM)'da üretildi. Nükleer Radyasyona Duyarlı Alan Etkili Transistör (NürFET) olarak adlandırılan bu radyasyon sensörü, genel adı p-tipi Metal Oksit Yarı İletken Alan Etkili Transistör (p-type MOSFET) olan, amaca yönelik biçimde üretilmiş bir elektronik bileşendir. Radyasyona hassas (duyarlı) olarak tasarlanıp üretilen NürFET sensörleri radyasyon dozunu ölçmek amacıyla geliştirildi.

Transistörler, hayatımızda yer alan teknolojilerin hiç kuşkusuz en temel ve en önemli elektronik bileşenlerinden biridir. Bugün kullandığımız akıllı telefonların ve bilgisayarların, geçmiş teknolojilere göre çok daha hızlı ve çok daha fazla işlem yapabilmelerini sağlayan en önemli unsur, entegre devrelerin içerisinde yer alan transistör sayılarıdır. Küçülen boyutları sayesinde, artık entegre devrelerin içerisinde çok daha fazla transistör kullanılabiliyor ve böylelikle daha fazla işlem yapabilme kapasitesine sahip, daha hızlı ve daha verimli şekilde çalışan çipler ve entegre devreler elde ediliyor. Transistörlerin belirli bir amaca yönelik şekilde üretilebilmesi, onların farklı amaçlar için de kullanılabilmesini sağlıyor.

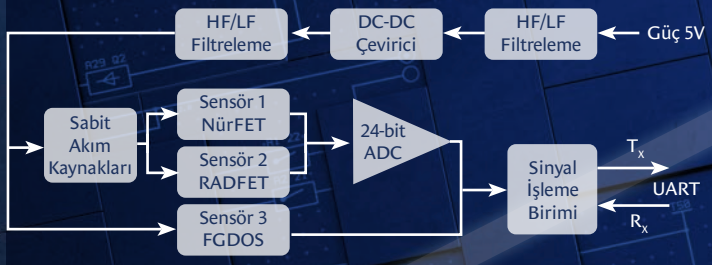
NürFET'ler de radyasyonu ölçmek üzere üretilmiş transistörlerdir. NürFET radyasyon sensörü, 8 mm (en), 10 mm (boy), 7,5 mm (yükseklik) boyutlarındadır ve kütlesi 0,7 gramdır. Transistörün böyle küçük ve hafif bir şekilde geliştirilerek üretilmesi, elektronik bileşenlerin yüksek katma değere sahip olarak pazarlanabilmesini sağlıyor.

NürFET radyasyon sensörünün çalışma prensibi, sensörün radyasyona maruz kaldıkça eşik voltaj değerindeki (Vth) kaymanın tespit edilmesi mantığına dayanıyor. Sensör, radyasyona maruz kaldıkça oksit tabakada oluşan yükler, sensörün eşik voltaj değerinin kaymasına neden olur. Bu kayma miktarı, maruz kalınan radyasyon dozu ile orantılı olduğu için, eşik voltaj değerinin ölçülmesiyle maruz kalınan radyasyon dozu tespit edilebilir.



Şekil 1. Radyasyon sebebiyle NürFET sensörünün oksit tabakasında oluşan yükler

NürFET'lerin oksit tabaka kalınlıkları, mikrometre (metrenin milyonda biri) seviyelerinden nanometre (metrenin milyarda biri) seviyelerine kadar üretilebiliyor. Farklı oksit tabaka kalınlıklarına ve türlerine sahip sensörler, ölçüm hassasiyetini, yani çözünürlüğünü etkiliyor. Radyasyon, kalın bir oksit tabakadan geçerken, radyasyon ile oksit tabakanın etkileşme süresi daha fazla olduğu için oksit tabakada daha fazla yük oluşturur. Radyasyon, ince bir oksit tabakadan geçtiğinde ise, radyasyon ile oksit tabakanın etkileşme süresi görece daha az olduğu için, oksit tabakasında daha az yük birikir, yani sensörler radyasyondan daha az etkilenir. Bu sebeple, ince oksit tabaka kalınlığına sahip sensörlerin kalın oksit tabakaya sahip sensörlere göre çözünürlükleri daha düşüktür. Uydu ekipmanlarına yönelik tasarlanmış bir elektronik devre üzerinde, kalın oksit tabakaya sahip sensörler ile daha detaylı (daha yüksek çözünürlüklü) ölçüm yapılabilirken, ince oksit tabakaya sahip sensörler ile daha düşük çözünürlükte ama daha uzun süre ölçüm yapılması mümkündür. Dolayısıyla, sensörün kullanılacağı elektronik devreye göre sensörün kalın veya ince oksit tabakalı olacağına karar verilir.

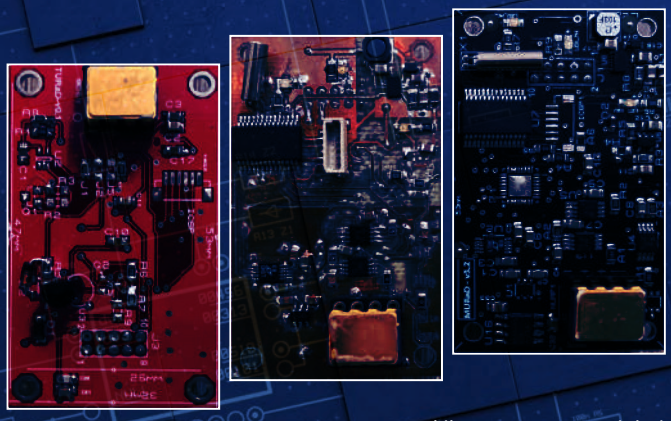


Şekil 2. Millî Uzay Radyasyon Detektörü (MURaD)'ın fonksiyonel blok şeması

MURaD, radyasyon sensörleri ve bu radyasyon sensörlerini çalıştıracak ve okuyacak elektronik devre (sensör elektroniği) kısmı olmak üzere iki ana kısımdan oluşuyor. NürFET radyasyon sensörlerinin uzayda ilk defa kullanılacak olması sebebiyle olası olumsuz bir durumla karşılaşılması ihtimaline karşın dedektörün işlevselliğini kaybetmemek amacıyla dedektör üzerinde, uzay tarihçesine sahip RADFET ve FGDOS adında iki farklı radyasyon sensörü daha kullanıldı.

Şekil 2'de gösterilen fonksiyonel blok şemada, MURaD'ın çalışma prensibi gösteriliyor. MURaD, 5V'lik bir gerilim (voltaj) ile çalışıyor. Yüksek ve alçak frekanslardaki gürültülerin (noise), devrenin çalışma performansını etkilememesi için filtreleme devreleri yer alıyor. DC-DC çevirici ile sensörlerin ve elektronik bileşenlerin ihtiyaç duyduğu çalışma gerilimleri sağlanıyor. Sabit akım kaynakları, NürFET ve RADFET radyasyon sensörlerini çalıştırıyor. Sinyal işleme birimi ise analog-dijital çeviriciden (ADC) ve FGDOS sensöründen aldığı verileri okuyarak (işleyerek), ilgili ölçüm bilgilerini uydu bilgisayarına gönderip devreyi tamamlıyor.

Dedektörün geliştirme faaliyetlerine 2017 yılında başlandı ve 2019 yılına kadar 3 farklı prototip üretilerek dedektör tasarımına son hâli verildi. Prototip geliştirme çalışmaları sayesinde, sensörlerin istenilen şekilde çalıştırılması için gereken elektronik devre tasarımı daha detaylı olarak belirlendi. Örneğin, ilk prototip çalışmalarında, sensörün daha kararlı (stabil) bir şekilde çalışması için gereken detaylar net bir şekilde belirlenerek, bir sonraki prototipte gerekli değişikliklerin yapılması ve elektronik devre performansının daha iyiye götürülmesi amaçlandı. Farklı elektronik bileşenlerin seçilmesi, gömülü yazılımların güncellemesi, devredeki gürültüyü en aza indirgemek amacıyla filtreleme elemanlarının eklenmesi gibi değişiklikler bunlardan bazılarıdır. Şekil 3'te bu süreç içerisinde geliştirilen üç prototip kartı da görebilirsiniz. Şekil 4'te de MURaD'ın 1 TL ile birlikte fotoğrafı gösteriliyor. Uyduların tasarım, taşıma ve fırlatma maliyetini arttıran en önemli etmenler ekipmanların hacmi, kütlesi ve enerji tüketimi gibi özellikleridir. Maliyetin azaltılması için bu özelliklerin mümkün olduğunca en makul seviyede tutulması gerekir. MURaD, boyutlarının küçük olması [32 mm (en), 53 mm (boy), 20 mm (yükseklik)], toplam kütlesinin 10 gramdan hafif olması ve düşük enerji tüketimine (30 mW) sahip olması gibi avantajlarından ötürü uydu teknolojileri konusunda çok önemli avantajlar sağlıyor.



Şekil 3. MURaD prototipleri
(sol: ilk prototip, orta: ikinci prototip, sağ: son prototip)

Radyasyon dozunu ölçmekte en büyük zorluk aslında radyasyonun kendisidir. Radyasyona maruz kalan donanımlar bir seviyeden sonra bozulmaya başladığı için, maruz kalınan radyasyon dozu da yanlış ölçülebilir. Bu sebeple, elektronik devre üzerinden radyasyonu gerçek zamanlı (anlık) olarak ölçmek pek kolay değildir. Öncelikle tasarlanan elektronik devrenin ve radyasyon sensörlerinin doğru şekilde çalıştığından, ardından da tasarlanan elektronik kartın ve sensörlerin maruz kalınan radyasyon dozunu (radyasyon altında!) istenilen şekilde ölçtüğünden emin olunması gerekir. Buradaki en önemli noktalardan biri, sensörlerden alınan verilerin anlamlı olmasıdır. Örneğin, radyasyon altında -sensörler de

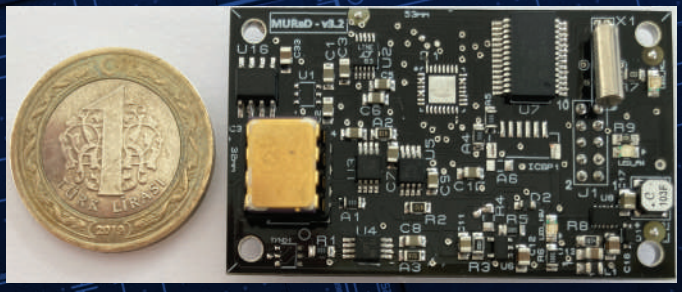
dâhil- hemen her bileşen değişime uğrar; bu değişimler veya kaymalar testler sırasında rahatlıkla tespit edilebilir. Fakat meydana gelen bu değişimlerin veya kaymaların takip edilebilir bir şekilde gerçekleşmesi elde edilen verilerin anlamlandırılmasını mümkün kılar. Eğer sensörler ve sensör elektroniği bu gereksinimleri karşılıyorsa, radyasyon dozu ölçülebilir demektir.

Yapılan radyasyon testleriyle, biri yerli imkânlar kullanılarak üretilen (NürFET), üç farklı radyasyon sensörüyle, MURaD radyasyon dozunu başarılı bir şekilde ölçerek güvenilirliğini kanıtladı. Her türlü uzay görevi için uyduların maruz kalacağı doz seviyelerinin analizi, çeşitli simülasyon programları aracılığıyla TÜBİTAK UZAY'da başarılı bir şekilde yürütülüyor. Uyduların görevlerine göre maruz kalacakları doz seviyelerinin tahmin edilmesi, bu analiz programları ile gerçekleştiriliyor ve uydunun hem elektronik hem de mekanik tasarımları bu kapsamda şekilleniyor.

2020 yılı itibarıyla dedektörün uydularda kullanılacak modeli olan "Uçuş Modeli" üretimlerine başlandı. 2021 yılı içerisinde de entegrasyon sürecinin tamamlanması planlanıyor. Dedektörün analiz, tasarım, üretim ve test süreçleri başarı ile gerçekleştirildi. Son basamak olan, yörüngede yapılacak gerçek zamanlı ölçümlerle de dedektörün geliştirilme amacı hedefine ulaşacak.

Bu tasarım ve üretim faaliyetleri, uzay radyasyonu dozunun, uydunun görev süresi boyunca ölçülmesi amacıyla yapılmış çok önemli gelişmelerdir. Bununla birlikte, söz konusu çalışmalar, yerli ve millî imkânlar ile üretilerek uzayda kullanılabilecek seviyeye getirilmiş ilk elektronik bileşenin ortaya çıkmasını sağlaması açısından da son derece önemlidir. NürFET'ler sadece radyasyon sensörü olarak değil, üretim basamaklarında uygulanacak değişikliklerle farklı amaçlar için kullanılabilecek elektronik bileşenlere de dönüştürülebilir. Bu çalışmanın ilerleyen aşamalarında, uydularımızda kullandığımız belirli elektronik bileşenleri kendi imkânlarımızla üretip bu konuda yurt dışına bağımlılığı azaltmamız mümkün olabilir. Uydularımızın başarı ile gerçekleştirilen tasarım, montaj, entegrasyon ve test faaliyetlerinin yanı sıra, en temel elemanları olan elektronik bileşenlerin üretimi de bu gibi çalışmalar sayesinde mümkün olabilecektir.

Elektronik bileşen üretimi, Türkiye için kritik öneme sahip tüm projelerde ciddi önem taşıyor. Çünkü elektronik bileşenlerin tedarik edilememesi veya tedarik aşamasında yaşanan gecikmeler ve bütçesel sorunlar yürütülen projeleri riske atıyor. Dolayısıyla, elektronik bileşenlerin üretiminin ne kadar önemli olduğunun anlaşılması ve bu konuda çalışmaların artırılarak sürdürülmesi gerekiyor. ■



Şekil 4. MURaD'ın 1 TL ile kıyaslanmış fotoğrafı

Kaynaklar

Buğra Kocaman vd., Total ionizing dose analysis of a native detector and a satellite on orbit, *American Institute of Physics (AIP) Conference Proceedings*, 2178, 030006, 2019.

Buğra Kocaman vd., Development of radiation detector (radiation module) with three different sensors for space applications, *RAP Conference Proceedings*, cilt. 4, sayfa 139–144, 2019.

Buğra Kocaman, Uydularımız Tehdit Altında: Uzay Radyasyonu! *Bilim ve Teknik*, Ekim 2019.

https://nrdc.ibu.edu.tr

https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/milli-sensorlu-dedektorlerin-yerli-uydulara-entegrasyonu-basladi/1605814

https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/milli-sensorlu-dedektorlerin-yerli-uydulara-entegrasyonu-basladi-434656.html

AÇIK ARTIRMA TEORİSİ

Dr. Esra Alp Coşkun [*Ekonomist*



Açık artırmaların (müzayede) tarihi oldukça eskiye dayanıyor. Yunan tarihçi Heredot'un belgelediği ilk müzayedeler 2500 yıl önce Babil'de gerçekleşiyordu. Antik Roma'da alacaklılar borçlarını ödeyemeyen insanların mallarını haczediyor ve satmak için müzayede yöntemini kullanıyordu. Dünyanın en eski müzayede evi olan Stockholms Auktionsverk ise 1674 yılında İsveç Baronu Claes Rålamb tarafından kurulmuştu. Samuel Baker ve George Leigh ise kurdukları müzayede evinde (Sotheby's) çok sayıda değerli kitabı açık artırma ile 826 pound karşılığında satmışlardı. Londra kökenli bu şirket bugün dünyanın en büyük müzayede evidir.

Geçmişte olduğu gibi günümüzde de açık artırmalar önemli bir yer tutuyor. Yüzyıllardır olduğu gibi bugün de balık, taze çiçek ve işlenmemiş elmas gibi ürünlerin satışı açık artırma yoluyla yapılıyor. Açık artırma denilince ilk akla gelen çiftlik hayvanlarının satışı veya yüksek fiyatlara satılan sanatsal objeler olsa da açık artırma formatı internet üzerinden müşterilere sunulan herhangi bir ürünün satışında da görülebilir. Bir mülkün satışı da bir emlak ofisi aracılığıyla açık artırma ile yapılabilir. Diğer yandan, devlet tahvili gibi finansal araçlar da sıklıkla antik müzayedelerin modern versiyonlarında satılıyor. Hükümetler ayrıca kereste, madenler, ham petrol ve radyo frekansları gibi daha birçok ürünün özel şirketlerden tedarik edilmesini sağlamak üzere de müzayede sistemini tercih ediyor. eBay gibi platformlarda açık artırmaya dayalı satışlar yapılabiliyor. Google ve Yahoo gibi arama motorları ise reklamlar için ve anahtar kelime satışları için yine müzayede yöntemini kullanıyor.





Açık artırma uygulamalarındaki artışın bu konuda yapılan bilimsel araştırmalarda artışı tetiklediği gibi, yapılan araştırmalardaki artış da açık artırma uygulamalarının daha da artmasını teşvik etti. Bu yolda açık artırma teorisinin geliştirilmesi ve yeni açık artırma formatlarının bulunması müşterek bir çabanın ürünüdür. Konunun son zamanlarda yeniden güncellik kazanmasının nedeni ise, bu alandaki çalışmaları ile diğerlerinden ayrılan Stanford Üniversitesinden iki ekonomist Paul R. Milgrom ve Robert B. Wilson'ın, İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi tarafından verilen 2020 Nobel Ekonomi Ödülü'ne layık görülmesidir. Milgrom ve Wilson, müzayede (açık artırma) teorisindeki iyileştirmeler ve yeni müzayede formatlarının keşfedilmesi nedeniyle ödülü almaya hak kazandı.

Milgrom ve Wilson, çalışmalarıyla yalnızca müzayedelerin nasıl gerçekleştiğini ve teklif verenlerin neden hep aynı şekilde davrandığını açıklamakla kalmadı ayrıca teorik keşiflerini kullanarak yeni müzayede formatları da geliştirdiler. Bu yeni formatlar dünya çapında kullanılmaya başlandı. Yeni müzayede formatları radyo frekans ruhsatları, balıkçılık kotaları, uçakların iniş sıraları ve emisyon miktarlarına ilişkin izinler gibi birçok alanda kullanılıyor.



Açık Artırma Teorisi Nedir?

Bir açık artırmanın sonucu üç faktöre bağlıdır.

1) Teklifler açık mı, kapalı mı?
2) Katılımcılar açık artırma boyunca kaç kez teklif verebilir?
3) Kazanan kişinin ödeyeceği miktar nedir? Kendi teklifini mi, yoksa ikinci en yüksek teklifi mi ödeyecektir?

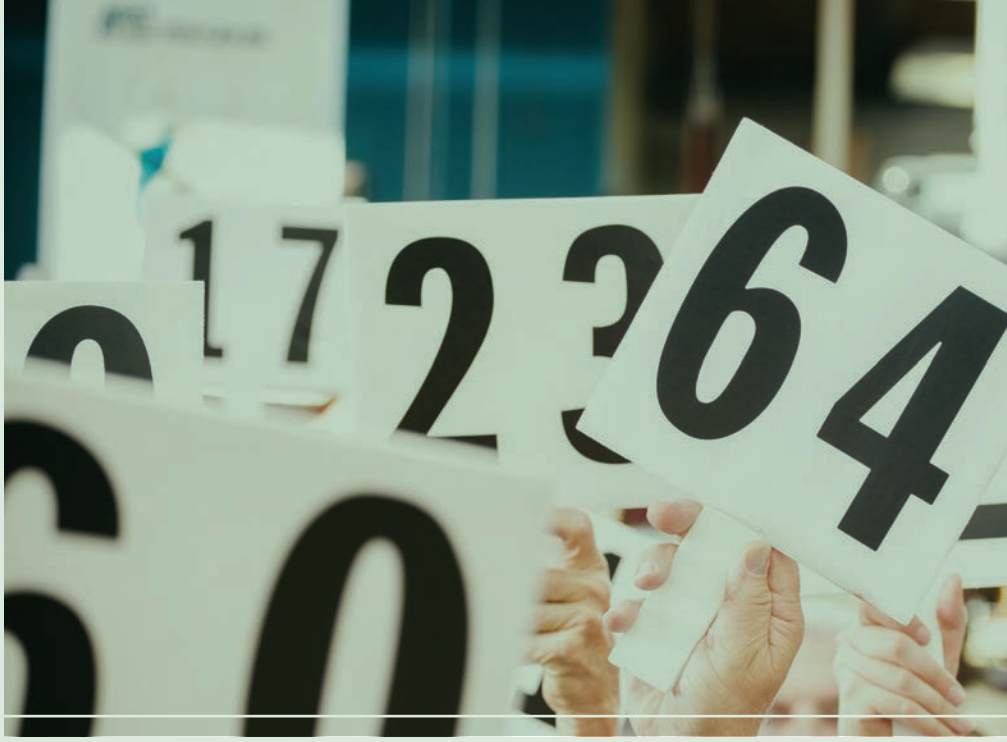
İlk iki faktör açık artırmanın kuralları ve formatıyla ilgilidir. İkinci faktör, açık artırmada satışı yapılan objelerin niteliğine ve bu niteliklerin katılımcılar tarafından nasıl değerlendirildiğine bağlıdır. Objeler için teklif veren katılımcıların bu objeler için öngördükleri değer kişiden kişiye değişir. Obje için çok yüksek bir fiyatı ödemeye razı olan bir katılımcı açık artırma boyunca çok sayıda teklif verir. Ancak objenin değeri konusunda farklı bir değerleme yapan bir diğer katılımcı ilk teklifinden sonra gelen karşı teklife yanıt vermeyerek, fiyatın gereğinden fazla yükseldiği düşüncesiyle geri çekilebilir. Objelerin değerini birbirinden farklı öngören katılımcıların verdiği teklif sayısı da birbirinden farklı olabilir. Teklif sayısı arttıkça da rekabet artar ve fiyat yükselir. Müzayedede kapalı bir şekilde teklif verilen durumlarda ise her katılımcı yalnızca bir kez teklif verdiği için fiyat rekabeti sınırlı oluyor.

Üçüncü faktör ise belirsizlik içeriyor. Teklif verenlerden biri objenin değeri hakkında diğer katılımcıların sahip olmadığı bir bilgiye sahipse ve objenin diğer katılımcıların öngördüğünden daha değerli olduğunu düşünüyorsa teklif sayısını artırarak açık artırmayı kazanmaya çalışır. Geçerli olacak son fiyat kendi teklif ettiği fiyat da olsa, ikinci en yüksek fiyat da olsa her iki durumda da sahip olduğu ilave bilgi sayesinde objenin gerçek değerine göre ödeme yapar. Örneğin iki yüz yıllık antika bir vazonun açık artırma ile satıldığını düşünelim. Vazonun belli bir tarihsel döneme ait oluşu nedeniyle katılımcılar tarafından bu niteliği değerlendirilecek ve fiyatlandırılacaktır. Ancak katılımcılardan biri vazonun gerçekte ünlü bir tarihi kişiliğe ait olduğu veya ünlü bir sanatçı tarafından yapıldığı veya bir saraydan çıkan bir obje olduğu bilgisini edinmiş ise objenin gerçek değerini bilerek teklif sayısını artıracak ve diğer katılımcıların gereğinden fazla bulduğu ancak objenin gerçek değerine uygun bir fiyat teklifi ile objenin sahibi olacaktır. Özetle, açık artırmada satılan objelerin niteliğinin yanı sıra, teklif verenlerin objeler hakkında farklı ön bilgileri ile objelere farklı değerler biçmesi ve verilen teklif sayısının kısıtlandırılıp kısıtlandırılmaması son fiyat üzerinde etkili oluyor.

Açık artırmaların farklı formatları bulunuyor. Müzayede evlerinde yaygın olarak kullanılan İngiliz müzayede formatına göre önce düşük bir fiyatla açılış yapılıyor ve katılımcılar her seferinde teklifi yükseltiyor. En yüksek teklifi veren kişi açık artırmayı kazanıyor ve verdiği teklifi ödemesi gerekiyor. Hollanda'ya özgü müzayede formatında ise önce yüksek bir fiyat ile açılış yapılıyor ve bir alıcı çıkıncaya kadar fiyat kademe kademe düşürülüyor. Her iki formatta da teklifler açık bir şekilde yapılıyor, böylece teklif veren herkes diğerlerinin verdiği teklifi görebiliyor. Ancak bazı müzayedelerde teklifler kapalı bir şekilde yapılıyor. Örneğin hükümetle-



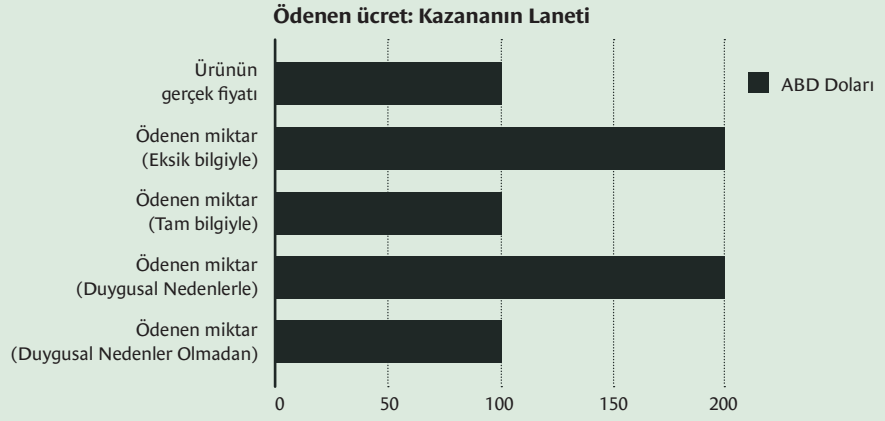
rin tedarik süreçlerinde başvurdukları müzayedelerde teklifler kapalı olarak veriliyor. Belirli kalite koşullarını sağlayarak en düşük teklifi veren taraf müzayedeyi kazanıyor. Bazı açık artırmalarda son fiyat en yüksek teklife (ilk fiyat müzayedesi) karşılık gelirken bazılarında ikinci en yüksek teklif (ikinci fiyat müzayedesi) karar kılınan son fiyat olabiliyor.



Özel Değer, Ortak Değer ve Kazananın Laneti

1996 yılında Nobel Ekonomi Ödülü'nü kazanan William Vickrey, açık artırma teorisini 1960'ların başında oluşturdu. Vickey, açık artırmalarda teklif veren kişilerin satışa konu olan objeye ilişkin özel değerlendirmeleri olan durumları araştırdı. Örneğin, bir hayır işi amacıyla ünlü bir kimse ile bir akşam yemeği için insanların açık artırmada ödemek isteyecekleri miktarlar birbirinden farklı olacaktır. Vickey, en iyi açık artırma formatları olan İngiliz ve Hollanda formatlarının, tüm teklif verenlerin rasyonel ve riske karşı nötr olmaları şartıyla, aslında satıcıya aynı beklenen kazancı sağladığını gösterdi.

Tahvil senetleri veya mülk gibi varlıklarla ilgili insanların ortak bir değerleme yapması daha kolaydır. Genellikle teklif verenlerin objelerle ilgili bilgileri ve objeye biçtikleri değer birbirine yakındır. Ünlü biri ile akşam yemeği seçeneğindeki kişiye özgü değer biçme bu tür objelerde geçerli değildir. Örneğin bir elmasın açık artırmasını kazanan kişi, diğerlerinin elması neden ondan daha düşük değerlediklerini, elmasın gerçek değeri hakkında kendisinden daha farklı bir bilgiye sahip olup olmadıklarını merak eder. Bu durumda açık artırmalarda iyi bilinen "kazananın laneti" (the winner's curse) olgusu karşımıza çıkar. En yüksek teklifi veren kişi açık artırmayı kazanmış olsa da diğer tüm katılımcılardan daha yüksek bir fiyat belirlediği için gereğinden fazla ödeme yaptığını düşünmeye başlar. Bu



Grafiğin yatay ekseninde yer alan değerler açık artırmada ödenen tutarları ABD Doları cinsinden gösteriyor. En üstte yer alan seçenek objenin gerçek değerine yani 100 dolara karşılık geliyor. Objenin gerçek değerinin ödendiği durumlar, tam bilgiye sahip olunan durum veya duygusal gerekçelerin olmadığı durumlardır. Ancak eksik bilgiye veya duygusal gerekçelere sahip olunduğunda ödenen tutar gerçek değeri aşıyor ve iki katı yani 200 dolar ödeme yapılıyor. Bu nedenle açık artırmayı kazanan kişi en yüksek teklifi veren tek kişi olması yani diğer tüm katılımcıların gerçek değeri kendisinden daha düşük belirlemiş olması nedeniyle eksik bilgi veya duygusal gerekçelerin kendisini objenin fiyatı konusunda yanıltmış olabileceğinden şüphelenerek kazandığı açık artırma sonucu mutsuz olmaktadır.

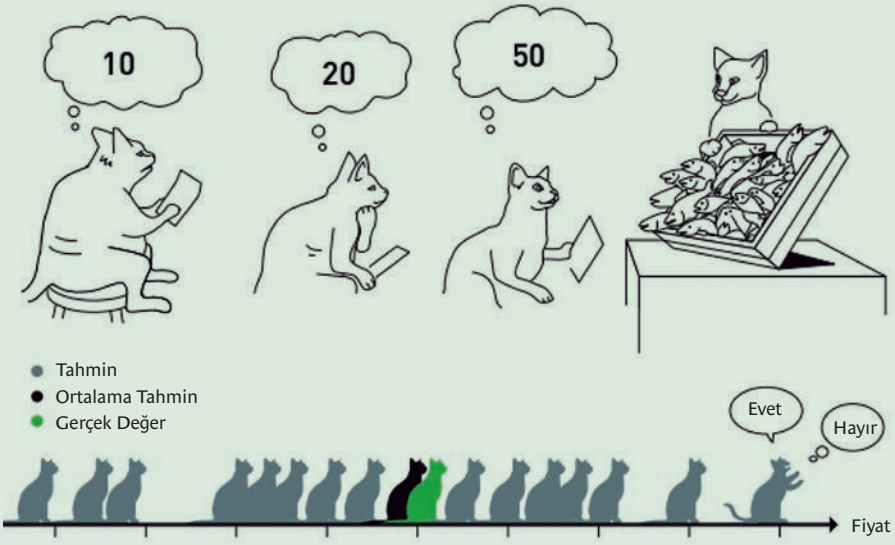


yüksek fiyatı ödemeye razı olan tek kişi kendisi olduğu için objenin değerini gerçek değerinden fazla gördüğünü düşünür, diğer herkesin daha düşük bir tahmin yaptığını bilir ve bir kaybı olduğunu düşünerek kararından mutlu olmaz. Bu olgu kazananın laneti olarak bilinir.

Wilson, ortak değerlemenin söz konusu olduğu açık artırmaların ve bu açık artırmalarda teklif verenlerin davranışlarını inceleyen bir sistem geliştiren ilk kişidir. 1960'larda ve 1970'lerde yaptığı üç klasik çalışma ile ilk fiyat müzayedelerinde geçerli olmak üzere gerçek değerin belirsiz olduğu durumlarda uygulanabilecek en uygun teklif stratejisini açıkladı. Buna göre katılımcılar objenin değerine ilişkin yaptıkları en iyi tahminin biraz daha altında fiyat teklif etmelidir. Böylece kötü bir anlaşmadan ve kazananın laneti olgusundan kaçınabilirler. Ayrıca Wilson'a göre belirsizlik ne kadar artarsa katılımcılar da o kadar temkinli davranır ve karar kılınan fiyat da o ölçüde düşük olur. Son olarak Wilson, bazı katılımcılar diğerlerinden daha fazla bilgi sahibi olduğunda kazananın lanetinin daha etkili olduğunu, dezavantajlı olan katılımcıların ya çok düşük teklif verdiklerini ya da açık artırmaya hiç katılmadıklarını gösterdi. Bununla birlikte, satıcı açık artırma başlamadan önce satılacak obje ile ilgili ne kadar çok bilgi verirse teklif verenler gerçek değeri daha doğru tahmin edebilir.

Birçok açık artırmada ise katılımcıların hem özel hem de ortak değerleri oluyor. Örneğin bir ev satın alacağınız zaman vereceğiniz teklif, evin durumu, konumu, planı gibi özellikler açısından kendi özel kıstaslarınıza göre belirlediğiniz değere ve aynı zamanda ileride evi satmak istediğinizde başkalarının bu mülk için ne kadar ödemek isteyeceğine yani ortak değerine ilişkin tahmininize de dayanır. Bir yerden doğalgaz çıkarma hakkını satın almak için teklif veren bir enerji şirketi de hem özel hem de ortak değeri esas alır. Özel değeri belirlerken, gazı çıkarma maliyetini belirleyen unsuru yani mevcut teknolojisini göz önüne alır; ortak değer ise bu durumda çıkarabileceği toplam gaz rezervidir. Devlet tahvilleri için teklif veren bir banka için ortak değer gelecekteki piyasa faiz oranı tarafından belirlenir. Özel değer ise bu tahvilleri satın almak isteyecek müşteri sayısına bağlıdır. Vickrey ve Wilson'ın analiz ettiği konulardan biraz daha karmaşık olan bu açık artırmalara ilişkin problemleri, ilk kez Milgrom 1980'lerde yayınladığı çalışmalarında çözmüştü. Aslında Milgrom'un analizlerinin amacı (kısmen Robert Weber ile) kazananın laneti problemini çözmeye yarayacak bir açık artırma formatı geliştirmekti.

Kazananın Laneti



Resimde görülen üç kedi açık artırmada satılan balıklar için farklı fiyatlar teklif ediyor. Biri 10, diğeri 20 teklif ederken üçüncü kedi diğerlerinden çok daha yüksek bir fiyat teklif ediyor: 50. Bunun nedeni uzun süredir balık yememiş olması, diğerlerinden daha aç olması gibi duygusal nedenler veya balıkların tazeliği ve lezzeti hakkında diğerleri kadar bilgili olmaması yani eksik bilgi olabilir. Verdiği yüksek teklif sonucu açık artırmayı kazansa da diğerlerinden çok daha yüksek bir bedel ödemesi nedeniyle gerçek değeri doğru tahmin edemediğini, fazla ödeme yaptığını düşünerek kazancından dolayı mutlu olamıyor. Bu da kazananın laneti olarak adlandırılıyor.

Radyo Frekansları ve Yeni Açık Artırma Formatı

Kablosuz iletişime, cep telefonu ile yapılan aramalara, internet ödemelerine, video görüşmelerine imkân veren radyo frekansları genellikle devlete aittir ancak bazen özel şirketler de bu frekanslardan etkin bir şekilde faydalanabilir. Devlet yetkilileri bu frekansları özel şirketlere dağıtırken başlangıçta "güzellik yarışması" diye bilinen bir süreci kullanıyordu. Bu süreçte şirketler neden bir lisansa sahip olmaları gerektiğini anlatıyordu. ABD'de ve diğer birçok ülkede, telekomünikasyon ve medya şirketleri bu süreçlerde lobi çalışmalarına büyük miktarda para harcadılar. Yine de bu format ile ortaya konulan para hacmi sınırlıydı.

1990'larda cep telefonu piyasasının büyümesi ile, ABD'deki sorumlu yetkili kurum federal haberleşme komisyonu (Federal Communications Commission: FCC) güzellik yarışması formatının sürdürülebilir olmadığını anladı. Cep telefonu şirketlerinin sayısı hızla arttı ve FCC, radyo frekanslarına erişim talebinde bulunan çok sayıda başvuruyla karşı karşıya kaldı. FCC'den gelen baskı üzerine ABD Kongresi frekans bantlarının dağıtımı için piyango düzenlenmesine karar verdi. Güzellik yarışmasının yerini tamamen rastgele bir dağıtım gerçekleştiren piyango formatı aldı ancak bu uygulama devlete çok az gelir sağladı.



Cep telefonu şirketleri piyango usulü ile dağıtılan frekans bantlarından memnun değildi. Piyangoların yerel çapta düzenlenmesi ve rastgele bir şekilde dağıtılması bunun nedeniydi. Ulusal şirketlerin farklı bölgelerde farklı frekans bantları ve kesikli ağları vardı. Operatörler bütüncül ağlara sahip olmak için frekans bantlarını birbirlerine yeniden satarak durumu çözmeye çalışmışlardı ve bu şekilde ikincil bir piyasa oluşmuştu. Bu dönemde ABD'nin ulusal borçları nedeniyle lisansları şirketlere neredeyse bedava vermesi politik olarak yönetimi çok zor bir duruma sokuyordu. Piyasa milyar dolarlık bir hacme ulaşmıştı ancak bu piyasadan ABD hazinesi yerine frekans spekülatörleri kazanç sağlıyordu. Hazinenin gelir kaybı ise toplumdan alınan vergilerle kapatılmaya çalışılıyordu. Nihayet, 1993 yılında radyo frekanslarının açık artırma ile satılmasına karar verildi.

Bu noktada temel sorun radyo frekanslarının en etkin dağılımını ve aynı zamanda vergi mükelleflerine de en yüksek faydayı sağlayacak şekilde bir açık artırma formatı belirlenmesiydi. Bu çözülmesi oldukça zor bir problemdi. Çünkü radyo frekanslarının hem ortak



değeri hem de özel değeri vardı. Ayrıca, belirli bir bölgedeki belirli bir frekans bandının değeri aynı zamanda belirli bir operatörün sahip olduğu diğer frekans bantlarına da bağlıydı.

Örneğin, bir operatörün bir ulusal cep telefonu ağı kurmak istediğini düşünelim. Operatörün, ülkenin bir bölgesindeki frekans bandı için teklif verirken diğer bölgelerde de frekans bantları için hangi fiyatı ödeyeceğini bilmesi gerekir. Eğer açık artırmanın ilerleyen aşamalarında diğer bölgelerdeki frekans bantları için fazla ödeme yapması gerekirse ya da açık artırmayı kazanamazsa başlangıçta satın aldığı tek bölgedeki frekans bandı da ulusal bir ağ kurmak için yetersiz olacağından etkin olmayacaktır. Maliyetini baştan öngöremediği için yüksek ölçüde belirsizlik içeren bu yatırımda operatör, diğer bölgelerin frekans bantlarını satın alan



spekülatörlerin bu frekansları ikinci el piyasasında yüksek fiyatlara satmasını bekleyecektir.

Bu örnek aslında genel bir problemi de gösteriyor. Bu problemi çözmek için Milgrom ve Wilson (kısmen Preston McAfee ile) yeni bir açık artırma formatı geliştirdiler: "Eşzamanlı Çok Turlu Açık Artırma" (Simultaneous Multiple Round Auction: SMRA). Bu açık artırma formatında tüm nesneler aynı anda satışa sunuluyor. Bu formatta düşük bir fiyatla açılış yapılıyor ve tekrarlayan tekliflere izin veriliyor böylece kazananın laneti ve belirsizlik sorunları en aza indiriliyor. 1994 yılı Temmuz ayında ilk kez FCC'nin uyguladığı SMRA formatındaki açık artırmada tüm coğrafi bölgelerdeki radyo frekansları tek bir seferde açık artırmaya sunuldu ve devletin daha önce neredeyse bedava dağıttığı lisanslardan 10 tanesi 47 turda 617 milyon dolara satıldı.

FCC'nin bu uygulamasından sonra radyo frekanslarının satışında SMRA formatı Finlandiya, Hindistan, Kanada, Norveç, Polonya, İspanya, İngiltere, İsveç ve Almanya gibi birçok ülke tarafından da kullanıldı. SMRA formatını kullanarak yalnızca FCC'nin bile 1994-2014 yıllarını kapsayan 20 yıllık dönemde elde ettiği gelir 120 milyar dolar oldu. Küresel boyutta ise bu formatın kullanılmasıyla 200 milyar dolardan fazla gelir elde edildi. Bu format aynı zamanda elektrik ve doğal gaz satışlarında da kullanılıyor.

Milgrom'un geliştirdiği bir diğer formatta katılımcılar seçtikleri bazı frekanslardan oluşan paketler için teklif verebiliyor. Bir başka format ise iki turdan oluşuyor. Birinci turda mevcut lisans sahibinden satın alma gerçekleştikten sonra ikinci turda etkin kullanılmayan frekanslar onları daha etkin kullanabilecek başka operatörlere satılıyor.

Açık artırma teorisyenleri, matematikçilerle, bilgisayar uzmanlarıyla ve davranış bilimcilerle ortak çalışarak yeni açık artırma formatları geliştirmekle kalmadı, aynı zamanda teklif verenlerin kendi aralarında iş birliği yapmalarını ve manipülasyonları da azalttı. Milgrom ve Wilson'ın çalışmalarının devletlerin geliri ve toplumun refahı açısından ne kadar önemli olduğunun fark edilmesi 2020 Nobel Ekonomi Ödülü'ne layık görülmelerini sağladı.

Milgrom ve Wilson'ın açık artırma teorisine yaptıkları katkı teori ile pratiği birleştiriyor. Açık artırmalarda yaşanan genel sorunların azalmasını ve devletlerin bu yöntemle satış yaparak gelirlerini artırmasını sağlıyor. Ayrıca elde edebileceği bir gelirden mahrum kalmayan devletin toplumdan aldığı vergilerdeki azalma da toplumun refahının artmasına katkıda bulunuyor. ■

Kaynaklar

https://www.nobelprize.org/uploads/2020/09/popular-economicsciencesprize2020.pdf

https://www.nobelprize.org/uploads/2020/09/advanced-economicsciencesprize2020.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Winner%27s_curse



Merak Ettikleriniz

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

Bitkiler Ne Zaman Çiçek Açacaklarına Nasıl Karar Veriyor?

İnsanlık ilkbaharın renkli habercisi çiçeklerin açmasının, gündüz süresine ve sıcaklık değişim eğilimine bağlı olduğunu uzun süre önce fark etmişti. Ancak sürecin biyokimyasal yolak yapbozunun ana hatları güncel araştırmalar sayesinde tamamlanmaya başladı diyebiliriz.

1930'lu yıllarda Sovyet bilim insanları yapraklarda üretilen bir hormonun, sürgün ucu meristemine gönderilmesiyle çiçek oluşumunun tetiklendiğini düşündü. Uç kısımlarda bulunan bu hücreler yaprak ya da çiçeğe dönüşebilecek potansiyeldedir. Sovyet bilim insanları, bu süreci başlattığını düşündükleri ancak henüz varlığını kanıtlayamadıkları bu varsayımsal kimyasala "florigen" adını verdi.

Gizemli çiçek başlatıcı kimyasalı bulmak için fare kulağı teresi olarak da bilinen *Arabidopsis thaliana* türü bitki ve pirinç ile yapılan deneyler florigen kavramının ortaya atılmasından yaklaşık seksen yıl sonra sonuç verdi. "Çiçeklenme yeri T" (FT) adı verilen gen tarafından üretilen proteinin çiçeklenme sinyali işlevi gördüğü aşılama deneyleri ile gösterildi. Araştırmacılar FT geninden yoksun ve bu yüzden çiçeklenemeyen bir bitkiyi sağlıklı bir türdeşine aşıladığında, proteinin eksik genli bitkiye taşınarak çiçeklenmeyi başlattığını gördüler. Birbirlerine uzak biyolojik akrabalıktaki türlerde benzer sonuçların alınması FT'nin çiçeklenme başlatıcı özelliğinin tüm çiçekli bitkiler için geçerli olduğunu gösteriyor.

Sonrasında bazı araştırmacılar FT geninin aktifleşmesine yol açan biyolojik saat mekanizmasına odaklandı. Bitkilerde bulunan FKF1 adlı ışık algılayıcı protein, öğleden sonra geç saatlerden akşam üstüne dek üretilir. Kısa kış günlerinde bu proteinin üretildiği saatlerde yeterli güneş ışığı bulunmadığı için protein aktifleşemez. Ancak günler uzadıkça FKF1 proteininin ışıkla daha uzun etkileşimi FT genini harekete geçirir.

FT mesajcısı büyüme bölgesi olan sürgün ucuna ulaştığında günlerin uzadığı mesajını LEAFY ve Apetala1 gibi düzenleyici genlere ulaştırır. Devamında, uçtaki yaprak üretim süreci durdurularak çiçek oluşumunu sağlayan yüzlerce genin işleyişi başlar.

Bitkilerin olağan çiçeklenme zamanlarını kontrol etmek için ise HDA9, PWR ve AGL 19 proteinlerini kullandıkları düşünülüyor. Çiçek açma sürecinin başlamasında gündüz süresine ek olarak ortam sıcaklığındaki düzenli değişimlerin de etkin olduğu bilinse de henüz bu süreçlerin moleküler mekanizması net bir biçimde anlaşılabilmiş değil.

Bilim insanları bu mekanizmanın daha iyi anlaşılıp kontrol edilebilmesi ile, üreticiler için çiçeklenmeyi hızlandırıcı ya da erteleyici yöntemler geliştirilebileceğini düşünüyor. Böylece daha verimli hasat dönemlerinin önünün açılabileceği varsayılıyor.

Kaynaklar

livescience.com/32529-how-do-flowers-know-when-to-bloom.html

mpg.de/7530520/flowering-time-arabidopsis

newscientist.com/article/dn11674-botanists-discover-the-signal-that-triggers-flowering

sciencedaily.com/releases/2016/12/161219084630.htm



Ütü Yaparken Kırışıklıkları Açmak İçin Neden Su Sıkarız?

Ütü yapmak modern yaşamın en hazzedilmeyen ev işleri arasında ilk sıralarda yer alıyor. Bu işin sevimsizliği bir tarafa, kırışıklıkların neden kendiliğinden eski hâline gelmediğini ya da bazı çamaşırların neden daha az kırıştığını anlamak için kumaşların kimyasal yapısını bilmekte yarar var.

Bitki temelli pamuk ve keten gibi kumaş lifleri ağırlıklı olarak selülozdan oluşur. Polimer yapıdaki selüloz, binlerce glikoz molekülünün uç uca eklenmesinden oluşan düz bir zincir biçimindedir. Polimerin tekil birimleri (monomer) olan glikozlar komşu zincirlerdeki diğer glikozlara tutunma eğilimindedir. Moleküller arasındaki, pek de kuvvetli olmayan, bu etkileşime hidrojen bağı adı verilir. Tekil hidrojen bağları kuvvetli olmasa da kumaş boyunca kurulan bu etkileşim ağı toplamda kumaşa dayanıklılık verecek karakterdedir. Hidrojen bağları oldukça dinamiktir. Yani, selüloz zincirleri hareket ettikçe glikoz birimleri arasındaki bağlar kopar ve yeni komşularıyla tekrar oluşur. Bu sayede, bir kıyafet düzgünce katlanıp dolaba yerleştirildiğinde, glikoz birimlerinin komşuluk pozisyonları artık değişmeyeceği için, kırışıklıklar kendiliğinden oluşmaz.

Çamaşırlar yıkandığında, selüloz zincirleri arasındaki etkileşimin benzerine sahip su molekülleri zincirlerin arasına girerek glikozlar arasındaki hidrojen bağlarını bozar. Aralarına su molekülleri giren selüloz zincirleri birbirleri üzerinden kayarak kumaşın şeklinin değişmesine, yani kırışıklıklara neden olur. Yıkama sonrası su molekülleri buharlaşarak uzaklaşırken kumaş kırışmış şeklini koruyarak kurur.

Kırışıklıkları açmak için ütü ile kumaşa uyguladığımız sıcak nem, ütüyü bastırırken uygulanan basınçla birleştiğinde kırışıklık sebebi hidrojen bağlarını dağıtır ve selüloz zincirlerinin yeni paralel komşuluklar kurmasını sağlar. Bu sayede, sıkılan su ve püskürtülen buhar ile kumaş istediğimiz düz yapıya kavuşur.

Kumaşlarda kırışıklık oluşumunu engellemek için 1950'lerde "formaldehit" kullanımına başlanmıştı. Formaldehit selüloz zincirlerini kalıcı olarak birbirine bağlayarak kırışıklıkları minimumda tutabilme özelliğine sahip. Ancak formaldehitin sebep olduğu koku, kaşıntı ve potansiyel sağlık endişeleri nedeniyle günümüzde yaygın olarak "dimetilol dihidroksi etilen üre" adlı bir kimyasal madde tercih ediliyor.

Kaynaklar

compoundchem.com/2017/03/16/ironing
thoughtco.com/why-do-clothes-wrinkle-607888





Doğru Bilinen Yanlışlar, Birbirleriyle Karıştırılan Kavramlar

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



Kilogram Bir Ağırlık Birimidir

Günlük hayatta kilogram ve ağırlık terimleri sıklıkla bir arada kullanılır. Ancak kilogram bir ağırlık birimi değil kütle birimidir. Öncelikle kütle ve ağırlık terimlerinin ne anlama geldiklerine bir bakalım.

Özel görelilik kuramının geliştirilmesinden beri bir cismin kütlesinden bahsederken iki kavram arasında ayrım yapmak gerekiyor: durgun kütle ve eylemsizlik kütlesi. Newton'un hareket ve kütle çekimi yasalarında karşımıza çıkan kütle, eylemsizlik kütlesidir. Özel görelilik kuramı, eylemsizlik kütlesinin hıza bağlı olarak değiştiğini söyler. Durgun kütle ise bir parçacığın eylemsizlik kütlesinin alabileceği en düşük değerdir. Parçacığa göre hareket etmeyen bir gözlemci tarafından ölçülen eylemsizlik kütlesine ve aynı zamanda cisimdeki değişmeyen madde miktarına karşılık gelir. Uluslararası Birim Sistemi'ndeki (SI) temel kütle birimi kilogramdır.

Bir cismin ağırlığı, o cisme etki eden kütle çekimi kuvvetidir. Newton'un kütle çekimi yasası, iki nesne arasındaki kütle çekimi kuvvetinin cisimlerin kütlesi ile doğru orantılı, aralarındaki mesafenin karesi ile ters orantılı olduğunu söyler. Yeryüzündeki bir cismin ağırlığı, kütlesi ile yer çekimi ivmesinin çarpımına eşittir. SI'daki ağırlık birimi Newton'dur.

Durgun kütlenin aksine, ağırlık içinde bulunulan ortamdaki yer çekimi ivmesine bağlı olarak değişir. Örneğin deniz seviyesindeki bir cismi Everest'in zirvesine götürdüğünüz zaman durgun kütlesi değişmez. Ağırlığı ise azalır. Çünkü Everest'in zirvesindeki yer çekimi ivmesi deniz seviyesindekinden daha küçüktür.

Isı ve Sıcaklık

Isı ve sıcaklık da sıklıkla birbiriyle karıştırılan kavramlar arasında yer alır. Bu kavramların ne anlama geldiklerine bir göz atalım.

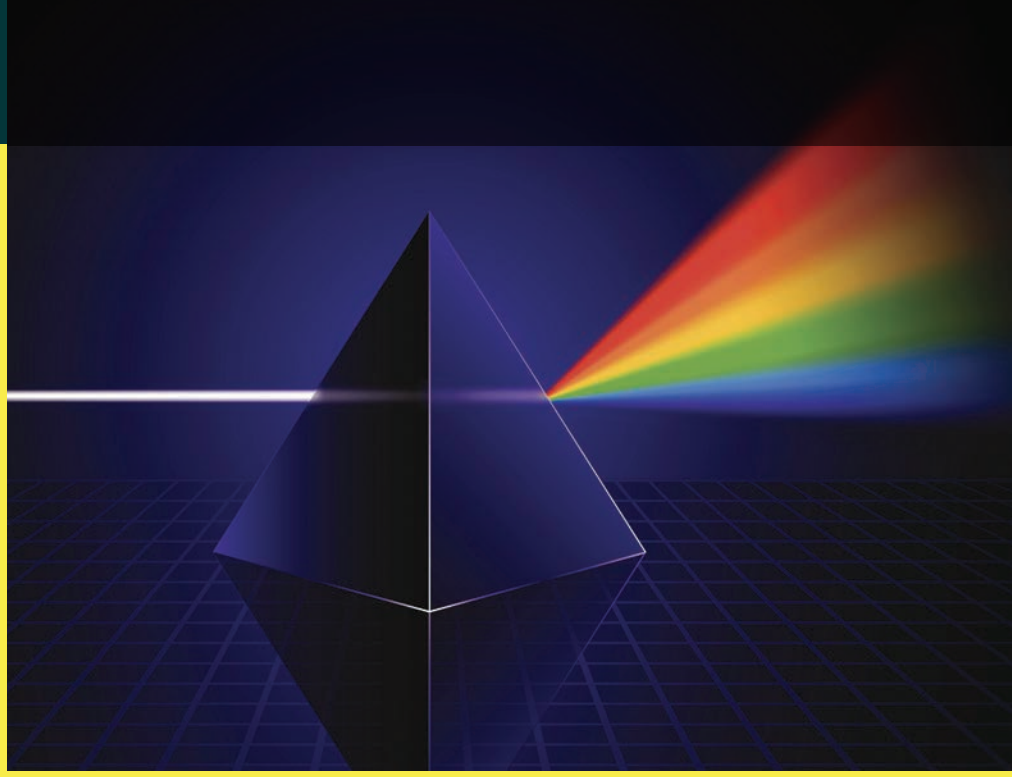
Sabit hacimli, içi hava dolu, kapalı bir kap olduğunu varsayalım. Eğer bir bütün olarak hareket etmiyor ve başka bir sistem üzerinde iş yapmıyorsa, sistemin enerjiye sahip olmadığını düşünebiliriz. Ancak bizim çıplak gözle göremediğimiz atomlar ve moleküller kabın içinde sürekli hareket hâlindedir. Kabın duvarlarıyla ve birbirleriyle çarpışırlar ve enerji alışverişi yaparlar. Bir sistemin sahip olduğu ısı enerjisinin kaynağı, o sistemi oluşturan parçacıkların sistem içindeki bu düzensiz hareketleridir.

Bir sistemdeki toplam ısı enerjisi miktarı, o sistemden iş yapmaksızın elde edilebilecek enerji miktarına karşılık gelir. Örneğin iki cismi birbirine temas ettirerek birinden diğerine iş yapmaksızın (bir sistem diğerine net bir kuvvet uygulamaksızın) enerji aktarabilirsiniz. Aktarılan enerji ısı enerjisidir.

Sıcaklık ise bir sistemdeki ortalama (parçacık başına düşen) ısı enerjisiyle orantılıdır. Bir sistemden diğerine enerji akışı olduğunda, ısı kaybeden sistemdeki ortalama ısı enerji-



si ve dolayısıyla sıcaklık düşer, ısı kazanan sistemdeki ortalama ısı enerjisi ve dolayısıyla sıcaklık da artar. Isı alışverişi yapan iki sistemin sıcaklıkları eşitlenene kadar sıcak olandan soğuk olana enerji akışı olur.



Güneş Sarı Renklidir

Pek çok kişi Güneş'in sarı, turuncu ya da kırmızı renkli olduğunu düşünür ancak bu doğru değildir.

Bazı cisimler -örneğin yıldızlar ya da evlerimizde kullandığımız lambalar- kendileri ışık yayarlar. Bazı cisimlerse -örneğin gezegenler ya da etrafımızdaki mobilyalar- üzerlerine düşen ışığın bir kısmını soğurur, geri kalanınıysa yansıtırlar. İnsan gözünün bir cismi hangi renkte algılayacağı o cisimden yayılan ya da yansıyan ışıkta hangi renk ışınların olduğuna bağlıdır. Örneğin bir çiçeğin mavi görünmesinin nedeni üzerine düşen ışıktaki mavi renkli ışınları yansıtması, diğer renkteki ışınlarıysa soğurmasıdır.

Güneş'in hangi renk olduğunu tespit etmek için kafamızı kaldırıp gökyüzüne bakmak doğru sonuç vermez. Çünkü Güneş'ten yayılan ışınlar gözümüze girmeden önce atmosferin içinden geçer ve bu sırada atmosferdeki gazlarla etkileşirler. Güneş'in doğru rengini görmek için atmosferin dışına çıkmak gerekir.

Güneş ışığı içinde insan gözü tarafından algılanan renklerin tamamı bulunur. Bu durumu doğrulamanın bir yolu sadece etrafımıza bakmaktır. Bir denizin mavi görünmesinin nedeni üzerine düşen Güneş ışığında mavi ışınlar olmasıdır, bir yaprağın yeşil görünmesinin nedeni üzerine düşen Güneş ışığında da yeşil ışınlar olmasıdır, bir gülün kırmızı görünmesinin nedeni üzerine düşen Güneş ışığında kırmızı ışınlar olmasıdır...

Güneş ışığında insan gözü tarafından algılanan tüm renkler hemen hemen eşit miktarda bulunur ve tüm bu renkler eşit miktarda bir araya geldiklerinde insan gözü tarafından beyaz olarak algılanırlar. Bu yüzden Güneş'in rengi sarı, turuncu ya da kırmızı değil beyazdır. Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS)'dan çekilen fotoğraflarda da Güneş'in aslında beyaz renkli olduğu açıkça görülür.

Erime ve Çözünme

Erime ve çözünme sıklıkla birbirleriyle karıştırılan iki kavramdır. Örneğin günlük hayatta çaya atılan şekerin erimesinden bahsedilir, hâlbuki şeker aslında erimez, çayın içinde çözünür. Erime terimi bir malzemenin katı hâlden sıvı hâle geçmesini ifade etmek için kullanılır. Saf malzemeler sabit bir sıcaklıkta erir. Örneğin 1 atmosfer basınç altındaki bir parça buzu yavaş yavaş ısıtırsanız sıcaklığı 0 ^{0}C'ye ulaştığında erimeye yani katı hâlden sıvı hâle geçmeye başlar. Bu sırada malzemenin simetrisinde önemli değişiklikler olur. Buzdaki atomlar periyodik olarak tekrar eden konumların etrafında titreşim hareketi yaparlar. Erime sırasında dışarıdan alınan enerjiyse bu düzenli yapının bozulmasına, su moleküllerinin bulundukları konumları değiştirmelerine neden olur.

Çözelti terimi ise homojen görünümlü karışımları ifade eder. Örneğin bir miktar suyun içine biraz şeker kattığımızı düşünelim. Başlangıçta şeker suyun dibine çöker. Ancak yeteri kadar uzun süre beklerseniz ya da bir alet yardımıyla suyu karıştırırsanız şeker molekülleri suyun içine dağılır. Sonuçta ortaya çıkan homojen görünümlü karışıma çözelti, bu çözeltinin oluşma sürecine de çözünme denir. Çözelti içerisindeki şeker molekülleri su molekülleri tarafından çevrelenirler. Şeker molekülleri çözünme sırasında parçalanmazlar, ancak bazı malzemeler çözünme sırasında iyonlarına ayrışır. Örneğin sofra tuzu (NaCl) suda çözündüğünde Na^+ ve Cl^- iyonları ortaya çıkar. Bir çözeltinin kararlılığını sağlayan çözücü ile çözünen arasındaki etkileşimlerdir. Belirli bir maddenin bir çözücü içinde ne kadar çözünebileceği, çözücü ve çözünenin bileşimlerine, yapısal özelliklerine ve aralarındaki etkileşimlerin türüne ve büyüklüğüne bağlı olarak değişir.

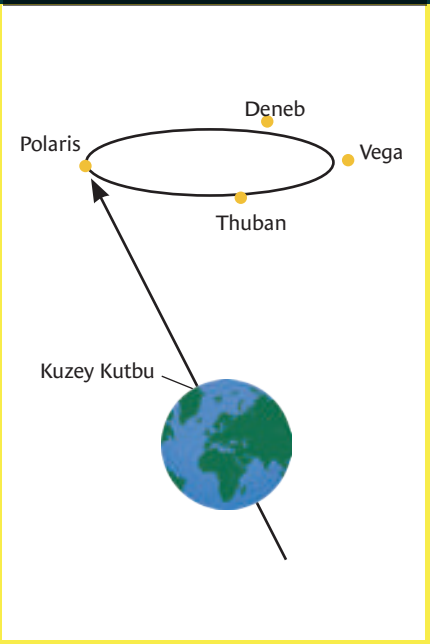
Kısacası erime ve çözünme birbirlerinden çok farklı süreçlerdir. Bir içeceği soğuk tutmak için içine atılan buzlar erir, bir çaya tat vermek için içine katılan şekerse çözünür.



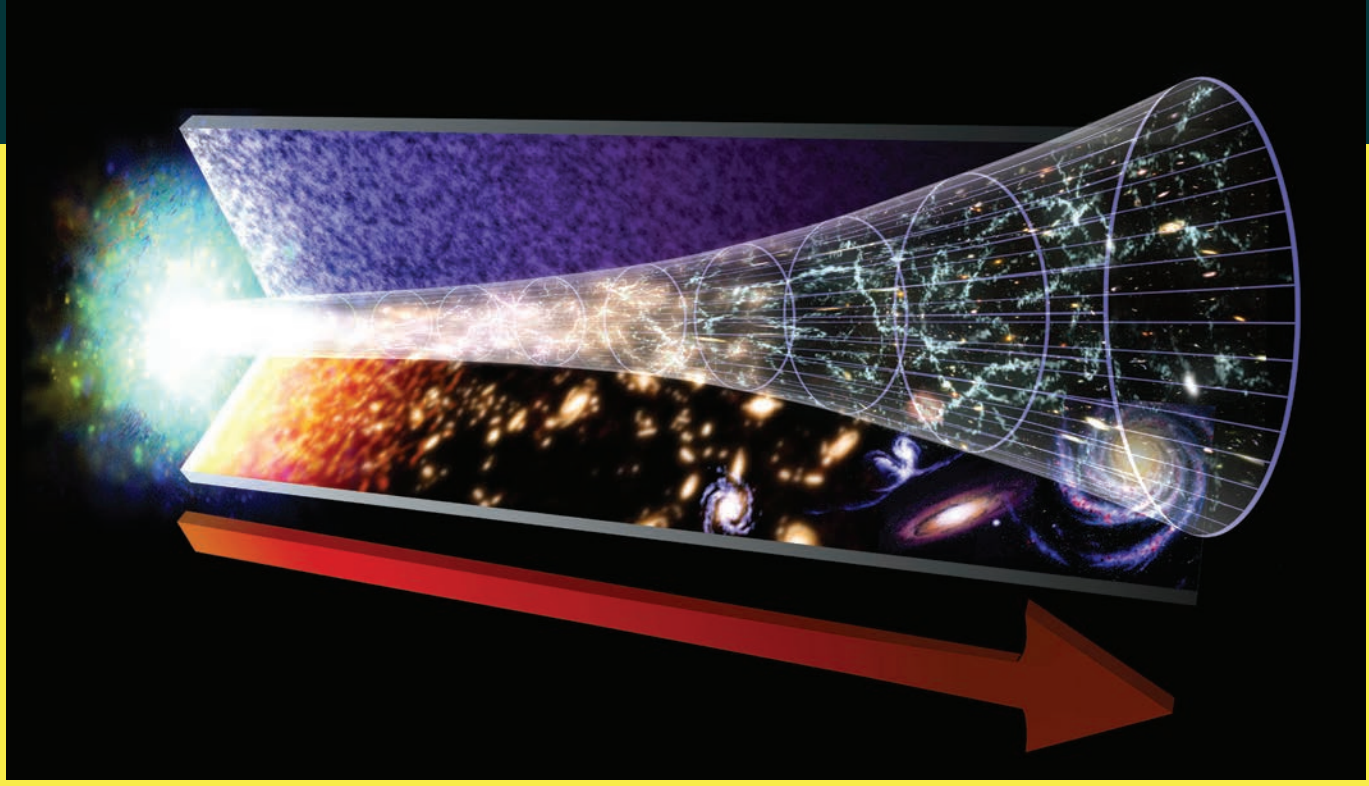
Kutup Yıldızı Hareket Etmez

Bilimsel yazında Polaris olarak adlandırılan yıldız, günlük hayatta Kutup Yıldızı olarak anılır. Küçük Ayı Takımyıldızı'nın en parlak üyesi olan bu yıldız, Dünya'nın merkezinden ve Kuzey Kutbu'ndan geçen hayali doğrunun neredeyse üzerinde yer alır. Kuzey Yarımküre'nin neresinde olursanız olun gece vakti Polaris'in yerini tespit ederek hangi yönün kuzey olduğunu anlayabilirsiniz. Polaris ile ilgili yanlış bir kanı ise, gök küresindeki konumunun sabit olduğudur. Ancak Polaris sadece içinde bulunduğumuz çağın Kutup Yıldızı'dır, çünkü gök küresindeki konumu zamanla değişir.

Polaris de tüm yıldızlar gibi Dünya'ya göre hareket eder. Ancak Polaris'in gök küresindeki konumunun değişmesinin ana nedeni Polaris'in uzaydaki hareketlerinden çok Dünya'nın presesyon hareketidir. Presesyonun ne olduğunu anlamak için kendi kendinize şöyle bir gözlem yapabilirsiniz: Bir topacı alıp düz bir zemin üzerinde döndürün ve hareketlerini dikkatlice takip edin. Sadece kendi simetri ekseni etrafında değil aynı zamanda zemine değdiği noktadan geçen, zemine dik bir eksen etrafında da döndüğünü göreceksiniz. Presesyon tam olarak bu harekete verilen isimdir. Dünya senede bir Güneş'in etrafında ve günde bir kendi ekseninin etrafında dönerken aynı zamanda presesyon da yapar. Dünya'nın kendi etrafında döndüğü, yörünge düzlemiyle 23 derecelik açı yapan eksen her 25.800 yılda bir Dünya'nın merkezinden geçen ve Dünya'nın yörünge düzlemine dik bir eksen etrafında bir tur atar. Bu yüzden ne Polaris'in ne de gök küresindeki başka bir yıldızın konumu sabit değildir.



MÖ 4000-2000 dönemindeki kutup yıldızı Ejderha Takımyıldızı'ndaki Thuban'dı. Polaris günümüzde Kuzey Kutbu doğrultusuna yaklaşmaya devam ediyor. Tahminlere göre 24 Mart 2100'de en yakın noktaya ulaştıktan sonra uzaklaşmaya başlayacak. MS 14.000 civarında ise kutup yıldızı unvanının yeni sahibi gökyüzündeki en parlak yıldızlardan biri olan Vega olacak.



Tüm Gök Adalar Birbirinden Uzaklaşır

Evrenin oluşumunu ve gelişimini açıklayan Büyük Patlama kuramı bugün gözlemlenen evrenin yaklaşık 13,78 milyar yıl önce meydana gelen bir patlamanın sonucu olduğunu söyler.

Büyük Patlama adı pek çok insanın zihninde, bir bomba patlamasındaki ya da bir gaz patlamasındaki gibi, bir merkezden dışa doğru bir yayılmayı çağrıştırır ve istisnasız tüm gök adaların birbirinden uzaklaşmakta olduğunu düşündürür. Ancak bu doğru değildir. Büyük Patlama aslında uzayın zamanla genişlemesini ifade eder. Evrenin büyük ölçekteki yapısı kütle çekimi tarafından belirlendiği ve kütle çekim kuvveti çekici bir kuvvet olduğu için, uzayın genişleme hızının zamanla azalması beklenir. Ancak gözlemler bugün uzayın genişleme hızının giderek arttığını gösteriyor ve bu durumun nedeni henüz tam olarak bilinmiyor.

Önce uzayın genişlemesinin ne anlama geldiğine bakalım. Eğer uzayı esnek, düz bir çarşafa benzetirsek, bu çarşaf dört bir tarafından dışa doğru çekiliyor gibidir. Bu genişleme, uzaydaki herhangi iki gök adanın birbirinden uzaklaşmasına sebep olur. Ancak iki gök adanın zamanla birbirlerine göre konumlarının nasıl değişeceği sadece uzayın genişlemesine değil gök adaların uzay içindeki hareketlerine de bağlıdır. İki gök ada birbirinden ne kadar uzaksa uzayın genişlemesi sebebiyle birbirlerinden uzaklaşma hızları da o kadar büyüktür. Hatta aralarındaki mesafe yeteri kadar büyükse bu hız ışık hızından bile büyük olabilir (Bu durum özel görelilik kuramına aykırı değildir). Ancak iki gök ada uzay içinde birbirlerine doğru hareket ediyorlarsa ve birbirlerine yaklaşma hızları aralarındaki uzayın genişleme hızından daha büyükse aralarındaki mesafe zamanla azalacaktır. Birbirlerine görece yakın konumlarda bulunan gök adalar uzayın genişlemesine rağmen birbirlerine yaklaşabilir, hatta çarpışarak kaynaşabilirler.

Ay'ın Dünya'dan Görünmeyen Yüzü Karanlıktır

Ay Dünya'nın etrafında dolanırken bir taraftan da kendi ekseni etrafında döner. Ancak bu dönüş bugün itibarıyla Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönüşüyle o kadar uyumlu bir biçimde gerçekleşir ki Ay'ın bir tarafı her zaman Dünya'ya daha yakın diğer tarafı her zaman Dünya'dan daha uzaktır. Başka bir deyişle Dünya'dan Ay'a baktığımız zaman Ay yüzeyinin hep aynı bölgelerini



görürüz. Ay yüzeyinin Dünya'dan görülebilen kısmının Ay'ın toplam yüzey alanına oranı tam olarak %50 olmasa bile %50'ye çok yakındır.

Ay'ın Dünya'dan görünmeyen kısımlarından Ay'ın karanlık yüzü diye bahsedilmesi yaygındır. Ancak Ay'ın Güneş ışığı almayan bir bölgesi yoktur. Dünya'da olduğu gibi, Ay'da da Güneş doğar ve batar.

Dünya Yazın Güneş'e Daha Yakındır

Pek çok insan Dünya'nın yazın Güneş'e daha yakın kışın Güneş'e daha uzak olduğunu zanneder. Ancak bu düşüncenin yanlış olduğunu anlamak için tek bir şeyi akla getirmek yeterlidir: Kuzey ve Güney yarımkürelerde aynı anda farklı mevsimler görülür. Dünya Güneş'e en yakın konumdayken Kuzey Yarımkürede mevsim kış, Güney Yarımkürede ise mevsim yazdır.

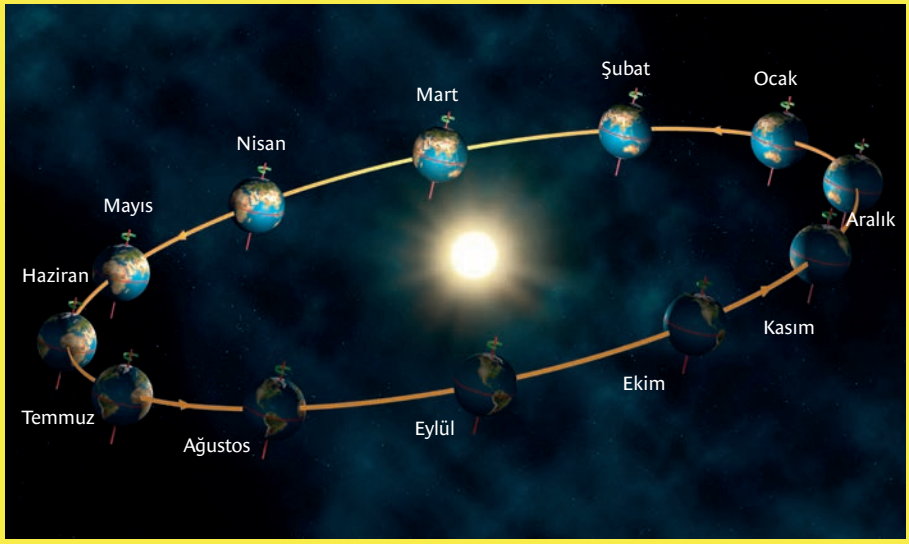
Dünya Güneş etrafında eliptik bir yörünge takip eder. Yaklaşık olarak 365 gün 6 saat süren bir tur sırasında Güneş'e yaklaşır ve uzaklaşır. Ancak Dünya'nın takip ettiği eliptik yörüngenin yayvanlığı mevsimlerin oluşmasına sebep olacak kadar büyük değildir.

Yılın farklı dönemlerinde farklı mevsimler görülmesinin nedeni Dünya'nın eksen eğikliğidir. Eğer Dünya yörünge düzlemine dik bir eksen etrafında dönüyor olsaydı, yeryüzünün herhangi bir bölgesi Güneş ışınlarını yıl boyunca hep aynı açı ile alırdı. Ancak Dünya'nın kendi etrafında döndüğü eksen ile Dünya'nın yörünge düzlemi arasında 23 derecelik bir açı vardır. Bu yüzden Dünya Güneş'in etrafında dolanırken yeryüzünün belirli bir bölgesine düşen Güneş ışınlarının geliş açısı devamlı değişir. Güneş ışınlarının daha dik açılarla geldiği dönemlerde yaz, daha eğik açılarla geldiği dönemlerdeyse kış yaşanır.

Yıldızların Işığı Titrektir

Bulutsuz bir günde, şehir ışıklarından uzak bir bölgede kafanızı gökyüzüne çevirdiğinizde binlerce yıldız görürsünüz. Çok uzak oldukları için gökyüzünde ufak bir nokta gibi görünen bu yıldızların parlaklıkları çok kısa aralıklarla artıp azalır. Bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünürler. Ancak bu durumun sebebi yıldızların kendisi değildir. Bazı yıldızların parlaklığı zaman içinde değişebilir ancak bu kısa zamandaki değişim genellikle insan gözü ile algılanabilecek düzeyde gerçekleşmez.

Yıldızların gökyüzünde bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünmesinin nedeni atmosferdir. Yıldız ışığı atmosfere girdikten sonra hava akımları nedeniyle kırılıp yön değiştirmeye başlar. Farklı katmanlardan geçe-



rek gelen ışık ışınları zik-zak benzeri bir rota takip ederek gözümüze ulaşır. Bu durum yıldızların bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünmesine neden olur. Eğer atmosfer olmasaydı yıldızlardan yayılan ışık yeryüzüne doğrusal bir yol takip ederek ulaşır, biz de yıldızları bir yanıp bir sönüyorlarmış gibi görmezdik.

Bir yıldızdan Dünya'ya ulaşan ışık atmosferde ne kadar çok yol alıyorsa yanıp sönme etkisi de o kadar büyür. Bu durumu bir gece vakti ufuktaki ve tepenizdeki yıldızlara bakarak kendiniz de test edebilirsiniz.

Uzayda Kütle Çekimi Yoktur

Pek çoğumuz Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki (ISS) astronotlar ile ilgili videolar görmüşüzdür. Astronotlar istasyonun içinde o kadar kolaylıkla hareket ederler ki uzayda hiç kütle çekimi yok gibidir. Ancak evrende kütle çekiminin olmadığı hiçbir yer yoktur. Uluslararası Uzay İstasyonu'nun uzaya kaçıp gitmek yerine Güneş etrafındaki yolculuğunda yerküreye eşlik etmesini sağlayan da Dünya'nın "güçlü" kütle çekimidir.

Kütle çekimi menzili sonsuz olan bir kuvvettir. Başka bir deyişle iki cisim aralarındaki mesafe ne olursa olsun kütle çekimi aracılığıyla etkileşirler. Ancak etkileşimin büyüklüğü aradaki mesafe arttıkça azalır. Örneğin yeryüzünün yakınlarında (yerkürenin merkezine yaklaşık 3670 kilometre mesafede) serbest düşmekte olan bir cisme etki eden yer çekimi kuvveti cismin yerkürenin merkezine doğru 9,8m/s^2'lik ivmeyle hareket etmesine neden olur. Yaklaşık 420 kilometre irtifada (yerkürenin merkezine 4090 kilometre mesafede) dolanmakta olan Uluslararası Uzay İstasyonu içinse bu değer yaklaşık 7,9 m/s^2'dir. Her ne kadar ISS'deki yer çekimi ivmesi daha düşük olsa da yeryüzündekine kıyasla çok da küçük olduğu söylenemez. Dolayısıyla ISS de yerkürenin güçlü çekiminin etkisi altındadır. Peki öyleyse nasıl oluyor da ISS'deki astronotlar o kadar kolay hareket edebiliyorlar.



Bir taşı yüksek bir yerden serbest bıraktığımızı düşünelim ve tartışmanın daha basit olması açısından hava sürtünmesi olmadığını varsayalım. Eğer taşa yatay yönde bir ilk hız vermezsek, taş bırakıldığı yerin tam altına düşecektir. Ancak bir miktar ilk hız vererek taşın 5 metre, 5 kilometre ya da 5000 kilometre öteye düşmesini de sağlayabiliriz. Sonuçta verdiğimiz ilk hız ne kadar büyükse taşın yere düşmeden önce katedeceği mesafe de o kadar büyük olacaktır. Eğer hızı yavaş yavaş artırmaya devam edersek bir noktada taş yere hiç düşmeden Dünya'nın etrafında dolanmaya başlar. Hızı daha fazla artırmaksa taşın Dünya'ya bir daha hiç dönmemek üzere uzaya kaçmasına sebep olacaktır.

Dünya'nın etrafında dolanan uydular ve ISS, yukarıdaki düşünce deneyinde doğru hızla atıldığı için hiç yere düşmeden yerkürenin etrafında dolanan taş gibidir. Eğer yörüngede kalmalarını sağlayan yatay hızlara sahip olmasalardı bu cisimler kütle çekimi etkisiyle bulundukları yerin tam altına düşerlerdi. ISS yörüngede kalabilmek için saniyede yaklaşık 7 kilometre hızla hareket ediyor.

ISS'deki bir astronotun kolaylıkla hareket edebilmesinin nedeni bulunduğu ortamdaki kütle çekiminin

zayıf olması değil bulunduğu ortamın da kendisi ile beraber yer çekimi etkisinde hareket etmesidir. Yeryüzünde bir baskülün üzerine çıkarsanız, baskül size kütlenizin ne olduğunu söyleyecektir. Çünkü yerküre sizi kendi merkezine doğru çekmekte, baskül ise sizin bu merkeze daha fazla yaklaşmanızı engellemektedir. Siz basküle ağırlığınız kadar bir kuvvet uygularsınız baskül de bu kuvvetin karşılığı olan kütleyi size söyler. Aynı baskülü ISS'deki bir astronotun ayaklarının altına koyduğunuzda ise anlamlı bir değer okuyamazsınız. Çünkü baskül astronotun yerküreye doğru ivmelenmesine engel değildir. Astronot basküle bir kuvvet uygulamaz. Dolayısıyla baskül de astronotun kütlesini ölçemez. Yeryüzündeyken bir metre yukarıya sıçramak için sizi 9,8 m/s^2 ile ivmelendirmeye çalışan yer çekimini yenmeniz gerekir. ISS'de ise buna gerek yoktur. Yer çekimi kuvveti sizi zaten ivmelendirmektedir. İhtiyacınız olan sadece kendi kütlenizi hareket ettirmeye yetecek büyüklükte ufak bir kuvvettir.

Ay'ın Evrelerine Dünya'nın Gölgesi Sebep Olur

Ay Dünya'nın etrafında dolanırken gökyüzünde çeşitli biçimlerde görünür. İlk dördün, son dördün, dolunay, hilal, yeniay gibi isimlerle anılan bu evreler yaklaşık olarak her 29,5 günde bir tekrar eder.

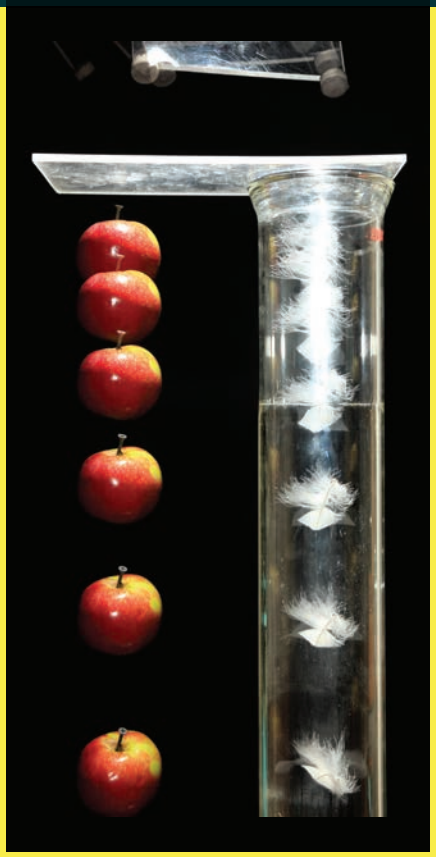
Farklı evreler sırasında Ay'ın Dünya'ya bakan yüzünün bir kısmı ya da bazen tamamı karanlıktır. Bu durumun nedeninin sıklıkla Dünya'nın gölgesinin Ay'ın üzerine düşmesi olduğu zannedilir. Ancak Dünya'nın gölgesinin Ay'ın üzerine düştüğü tek gök olayı Ay tutulmasıdır.

Ay Dünya'nın etrafında dolanırken doğal olarak Dünya ile birlikte Güneş'in de etrafında döner. Ay tutulmalarının gerçekleştiği kısa zaman aralıkları dışındaki dönemlerde, tıpkı Dünya'da olduğu gibi, Ay'ın bir yüzü Güneş ışığı alır diğer yüzü ise almaz. Belirli bir zamanda Ay'ın Dünya'ya bakan yüzünün bir kısmının ya da tamamının karanlık görülmesinin nedeni bu kısımların o sırada Güneş ışığı almamasıdır.

Yer Çekimi Ağır Cisimleri Daha Çok İvmelendirir

Newton'un hareket yasalarının ikincisi m kütleli bir cisme etki eden F kuvvetinin cismi $F=ma$ eşitliği ile hesaplanan bir a ivmesiyle ivmelendireceğini söyler. Dolayısıyla aynı büyüklükte kuvvetlerin etki ettiği iki cisimden kütlesi büyük olan daha az ivmelenir. Ancak söz konusu olan yer çekimi etkisinde düşmekte olan bir cisim olduğunda cisme etki eden kuvvet de cismin küt-



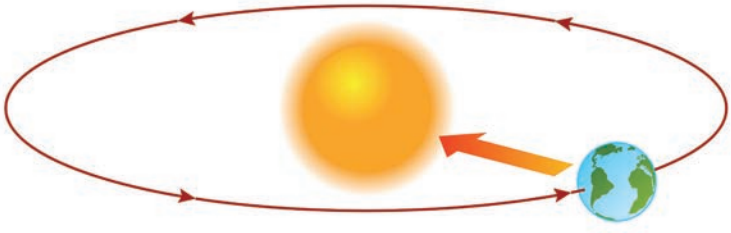


lesi ile orantılıdır. Bu kuvveti *g* yer çekimi ivmesi olmak üzere *mg* olarak ifade edebiliriz. Newton'un ikinci hareket yasasında *F* yerine *mg* yazıldığında denklemin iki tarafındaki m'ler sadeleşir ve yer çekimi kuvvetinin düşmekte olan bir cisme sağladığı ivmenin kütlesinden bağımsız olarak yer çekim ivmesine eşit olduğu görülür. Yer çekimi ivmesi, Dünya'nın kütlesine bağlı olsa da düşmekte olan cismin kütlesine bağlı değildir. Dolayısıyla yer çekimi daha ağır cisimleri daha çok, daha hafif cisimleri daha az ivmelendirmez. Peki öyleyse bir ağaçtan kopan elma neden aynı ağaçtan kopan yapraktan daha önce yere düşüyor?

Atmosfer içinde düşen bir cisme etki eden iki kuvvet vardır: yer çekimi ve hava sürtünmesi. Eğer hava sürtünmesi olmasaydı aynı anda aynı yükseklikten düşen bir elma ve bir yaprak aynı biçimde hızlanır ve yere aynı anda düşerlerdi. Ancak işin içine hava sürtünmesi girdiğinde durum değişir. Bir cisme etki eden hava sürtünmesi cismin kesit alanıyla ve cismin hızının karesiyle doğru orantılıdır. Dolayısıyla düşen bir cisim hızlandıkça cisme etki eden sürtünme kuvveti de giderek artar. Ta ki havanın sürtünme kuvveti cismin ağırlığına (cisme etki eden kütle çekimi kuvvetine) eşit oluncaya kadar. Bu noktadan sonra cisme etki eden toplam kuvvet 0 olduğu için cisim daha fazla ivmelenmez ve sabit hızla düşmeye devam eder. Atmosfer içinde düşen bir cisim, ancak hava sürtünmesi tarafından belirlenen bir limit hıza ulaşıncaya kadar ivmelenebilir. Sürtünme kuvveti hızın karesi ile orantılı olduğu için, aynı kesit alanına sahip iki cisimden hafif olanı için limit hız daha düşük, ağır olanı içinse daha yüksektir. Bir ağaçtan kopan elmanın aynı ağaçtan kopan bir yaprağa göre daha hızlı yere düşmesinin nedeni de budur, ağır olan cismin yer çekimi etkisiyle daha çok ivmelenmesi değil.

Dairesel Hareketi Merkezkaç Kuvveti Sağlar

Dairesel hareket ile ilgili bir problem ele alalım. Örneğin Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin dairesel olduğunu varsayalım ve temel fizik yasaları kullanarak sistemde zaman içinde meydana gelen değişikler ile ilgili hesap yapmak istediğimizi düşünelim. İddiaya göre yerküre üzerinde Güneş'in kütle çekimi kuvvetiyle aynı büyüklükte ancak ona zıt yönde bir merkezkaç kuvveti vardır. Öyle ki bu merkezkaç kuvveti cisme etki eden net kuvveti sıfır yaparak Dünya'nın düzgün dairesel hareket yapmasını sağlar. Bu iddianın doğru olamayacağını anlamak için Newton'un hareket yasalarının birincisini akla getirmek yeterlidir: Bir cisme etki eden net kuvvet sıfırsa cisim düzgün doğrusal hareket eder. Dolayısıyla, eğer iddia edildiği gibi bir merkezkaç kuvveti olsaydı problemdeki cismin dairesel değil doğrusal hare-



ket etmesi gerekirdi. Dairesel hareket eden bir cismin hızının büyüklüğü sabit kalsa da hızının yönü sürekli değişir. Dolayısıyla dairesel hareket ivmeli bir harekettir ve dairesel hareket eden bir cismin üzerinde her daim net bir kuvvet vardır. Merkezkaç kuvveti, hiçbir bilimsel temeli olmayan bir kavramdır.

Gökyüzündeki En Parlak Yıldız Kutup Yıldızıdır

Kuzey Yarımküre'de yaşayan insanlar için en önemli yıldız hiç kuşkusuz Kutup Yıldızı'dır. Ancak eğer bir gün yönünüzü bulmak için Kutup Yıldızı'na bakmanız gerekirse sakın ola gökyüzündeki en parlak yıldızı aramaya kalkmayın. Gök küresindeki yıldızlar parlaklıklarına göre sıralandığında Kutup Yıldızı ilk 40'a bile giremez. Geceleri gökyüzünde çıplak gözle görülebilen yıldızlar, görünen parlaklıklarına göre sıralandığında gökyüzündeki en parlak yıldız Sirius'tur.



Sirius



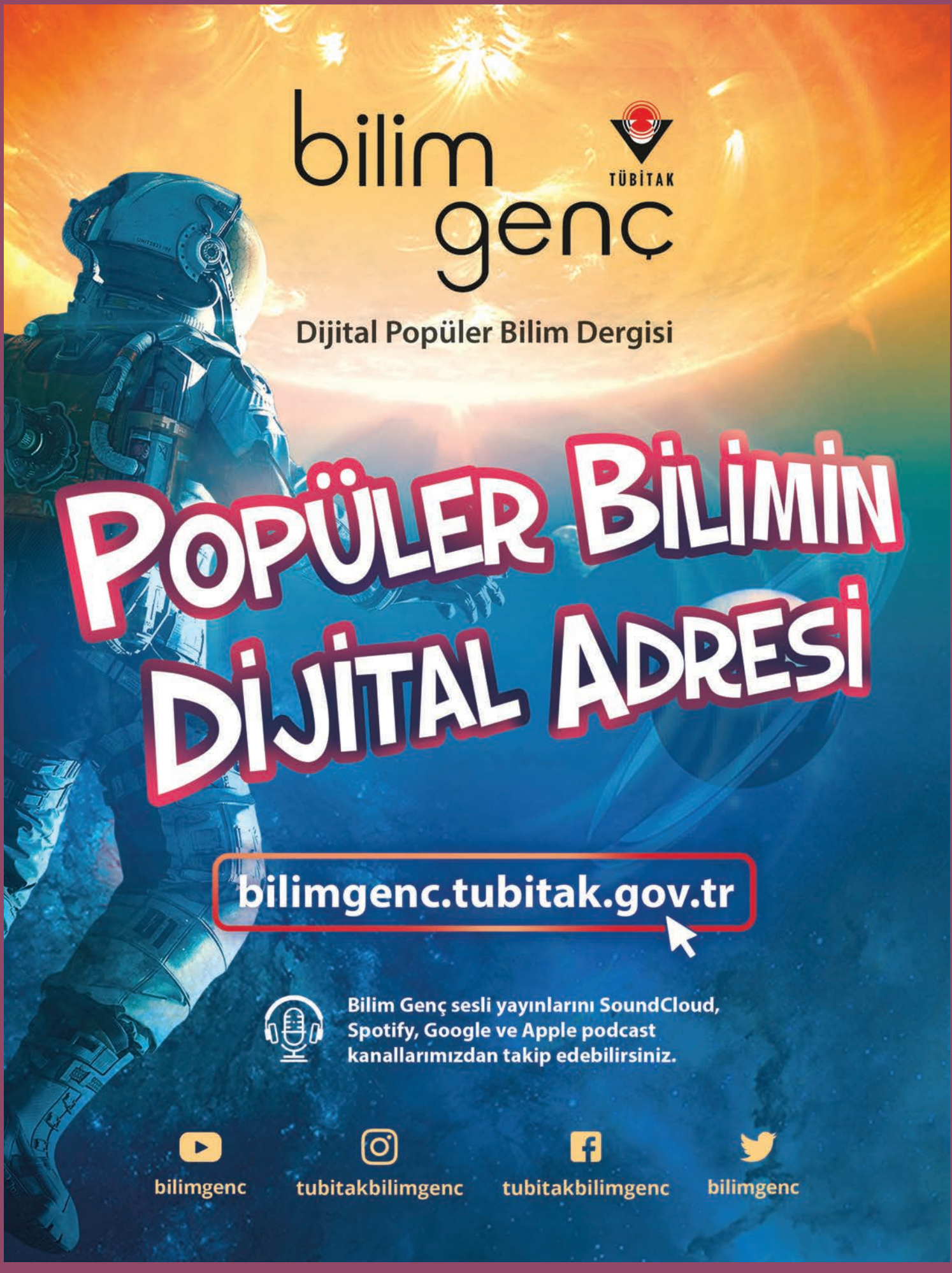
Bir yıldızın görünen parlaklığı yaydığı ışık miktarı ile doğru orantılı, yerküreye uzaklığının karesiyle ters orantılıdır. Kutup Yıldızı'nın yaydığı ışık miktarı Güneş'inkinin 4000 katı kadardır. Ancak bu kadar çok ışık yaymasına rağmen, yerküreye çok uzak olduğu için fazla parlak görünmez. Dünya ile Kutup Yıldızı arasındaki mesafe yaklaşık 434 ışık yılıdır. Bu uzaklık saniyede 300.000 kilometre yol alan ışık ışınlarının 434 yılda katettiği mesafeye denk gelir.

Gökyüzündeki en parlak yıldız olan Sirius'un yaydığı ışık miktarı Güneş'inkinin yaklaşık 25 katıdır. Bu değerin gökyüzünde görünen pek çok yıldıza kıyasla pek de büyük olduğu söylenemez. Ancak Sirius yerküreye görece yakın bir konumda yer alır. Dünya'ya en yakın beşinci yıldız olan Sirius, yaklaşık 8,6 ışık yılı mesafededir. Kendisinden çok daha fazla ışık yayan pek çok yıldızdan daha parlak görünmesinin nedeni de bu yakınlıktır.

Gezegenler Çıplak Gözle Görülemez

Pek bilinen bir şey değildir ama Güneş Sistemi'ndeki bazı gezegenleri geceleri gökyüzünde çıplak gözle görmek mümkündür. Yeryüzünden herhangi bir optik alete gerek duymadan görülebilecek bu gezegenler Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'dür. Bu gezegenler kendileri bir ışık kaynağı olmamalarına rağmen Güneş'ten gelen ışınları yansıtır ve yıldızlar gibi parlarlar.

Gökyüzündeki gezegenleri yıldızlardan ayırt etmenin bir yolu şudur: yıldızlar bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünürler, gezegenler ise sürekli parlar. Gezegenlerin de atmosferin etkisiyle yıldızlar gibi bir yanıp bir sönüyormuş görünmemelerinin nedeni, yıldızlara kıyasla gök küresinde çok daha büyük alanlar kaplamalarıdır. ■

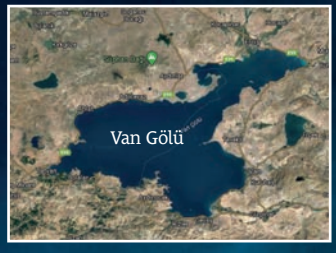

bilim genç
TÜBİTAK
Dijital Popüler Bilim Dergisi
POPÜLER BİLİMİN DİJİTAL ADRESİ
bilimgenc.tubitak.gov.tr
Bilim Genç sesli yayınlarını SoundCloud, Spotify, Google ve Apple podcast kanallarımızdan takip edebilirsiniz.
bilimgenc
tubitakbilimgenc
tubitakbilimgenc
bilimgenc

NASA Yarışmasında

Van Gölü Fotoğrafı

Birinci Seçildi

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*





NASA tarafından düzenlenen "Tournament Earth - Astronaut Photography Edition" adlı fotoğraf yarışmasında Van Gölü'ne ait bir fotoğraf birinci seçildi. Fotoğraf 12 Eylül 2016 tarihinde Uluslararası Uzay İstasyonu'ndan Kate Rubins adlı astronot tarafından çekilmişti.

Van Gölü dünyanın en büyük soda ya da diğer adıyla alkalin gölü olma özelliğini taşıyor. Sodalı göller genellikle yüksek karbonat türleri konsantrasyonlarıyla ayırt ediliyor. Bir kapalı havza gölü olan, yani dışarıya su akışı bulunmayan ve buharlaşma yoluyla su kaybeden Van Gölü'nün sularının pH değeri 10 civarında, ayrıca tuzluluk düzeyi de yüksek.

Fotoğrafın odaklandığı Erciş ilçesi yakınlarında göl suları sığ iken gölün diğer kısımlarında su derinliği 450 metreyi bulabiliyor. Van Gölü'nün su seviyeleri son 600.000 yıl içinde iklim değişimleri, volkanik patlamalar ve tektonik etkinliklere bağlı olarak yüzlerce metreyi bulan değişimler göstermiş.

Açık ve koyu renk girdaplar biçiminde görülen dumanımsı turbidite (bulanıklık) bölgeleri çoğunlukla kalsiyum karbonat, canlı artığı olan ölü organik maddeler ile bazı organik maddelerden kaynaklanıyor. Van Gölü'nde fitoplankton ve sucul bitkilerin çoğalıp bol miktarda organik karbon ürettiği ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yüksek parçacık akışlarına rastlanıyor.

Kaynaklar

https://earthobservatory.nasa.gov/tournament-earth
https://earthobservatory.nasa.gov/images/92591/lake-van-turkey

Eski Mısır Kraliçelerinin Güzellik Rejiminden Bilim İnsanlarının Ellerine:

Aloe Vera

Prof. Dr. Menemşe Gümüşderelioğlu
Tuğçe Gültan
[*Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü*

İçinde bulunduğumuz mevsimle beraber doğanın uyandığını görmek mümkün. Evde geçirdiğimiz zamanın daha da arttığı bugünlerde pek çok kişi bahçelerine veya evlerindeki büyüklü küçüklü saksılara rengarenk çiçekler dikmeye başladı. Halk arasında "Aloe vera" adıyla bilinen *Aloe Vera barbadensis-miller-stockton* cinsi bitki de yeşil yapraklarıyla saksılardaki yerini alan çok yıllık bitkilerden. Zambakgillerden bu sade görünümlü saksı bitkisinin yılın belirli zamanlarda açan güzel çiçekleri dışında yararlı özellikleri de bulunuyor.



Aloe vera (AV) nemlendirme ajanı olarak kozmetik sektöründe kullanılan bir bitki. Erişkin bir yaprağın içerisindeki saydam jel yapısının %95-99 kadarı su olmakla beraber geri kalan kısmında yaklaşık 75 farklı biyoaktif bileşik bulunur. Polisakkaritler başta olmak üzere basit şekerler, proteinler, yağlar ve fenolik gruplardan oluşan bu biyoaktif bileşenler sayesinde AV'nin antifungal, antiviral, antibakteriyel, antienflamatuar ve antioksidan özelliklerinin yanı sıra yara ve yanık iyileştirme özelliklerine de sahip olduğu biliniyor. Aloe vera bu özellikleriyle son yıllarda doku hasarlarının tedavisinde ve dokuların yeniden yapılanmasında kullanılmak amacıyla doku mühendislerinin ve klinisyenlerin de dikkatini çekiyor.

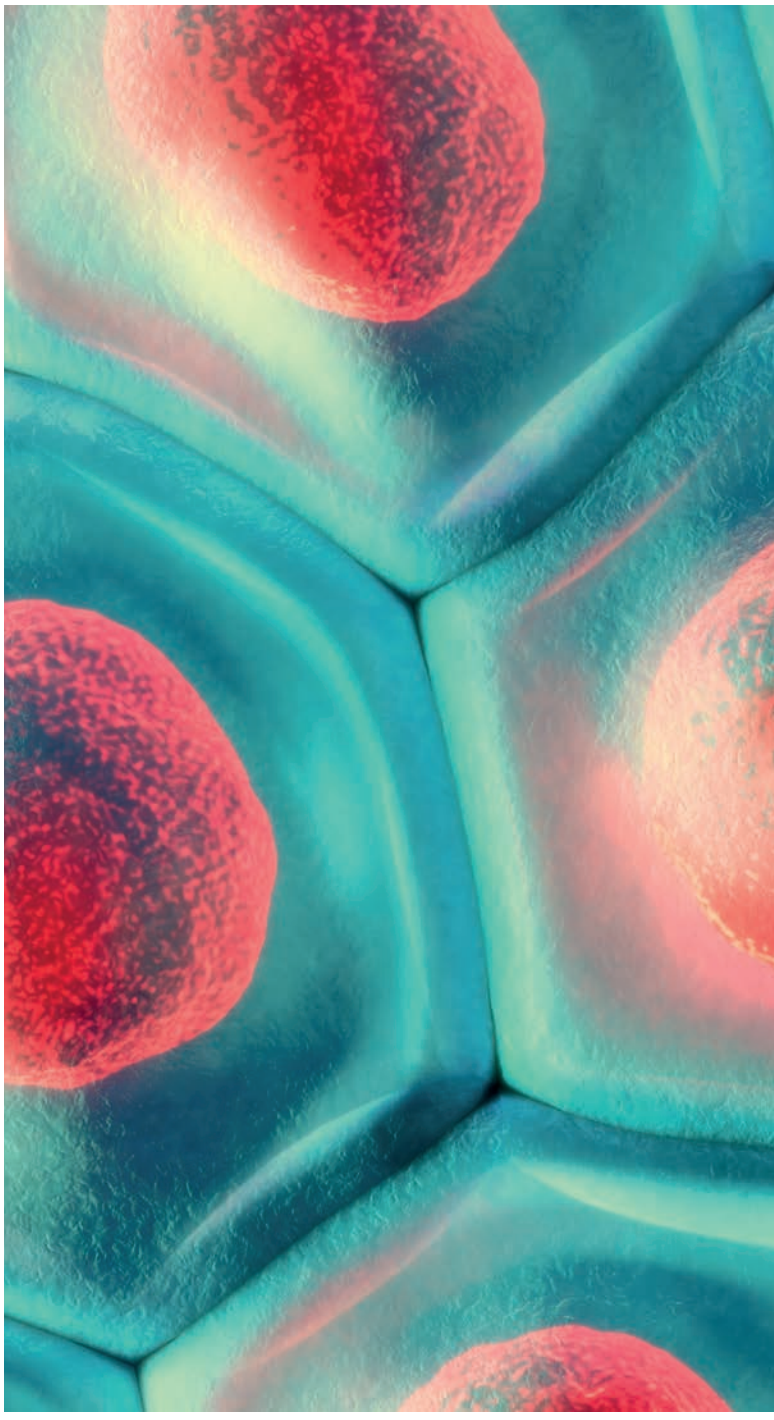
Aloe Veranın Tarihteki Yeri

Biyolojik özellikleri nedeniyle AV kullanılan en eski tıbbi bitkilerden biri. Aloe vera ismi, "parlayan acı madde" anlamındaki Arapça "alloeh" ve Latince "gerçek" anlamına gelen "vera" kelimelerinden oluşuyor. Tarih kaynakları Antik Çin ve Eski Mısır'da AV'nin yanık ve yara tedavileriyle beraber ateş düşürücü olarak kullanıldığını gösteriyor. İki bin yıl önce Yunan bilim insanları tarafından her derde deva bir ilaç olduğu kabul edilen AV, Mısırlılar tarafından "ölümsüzlük bitkisi" diye adlandırılmıştı.

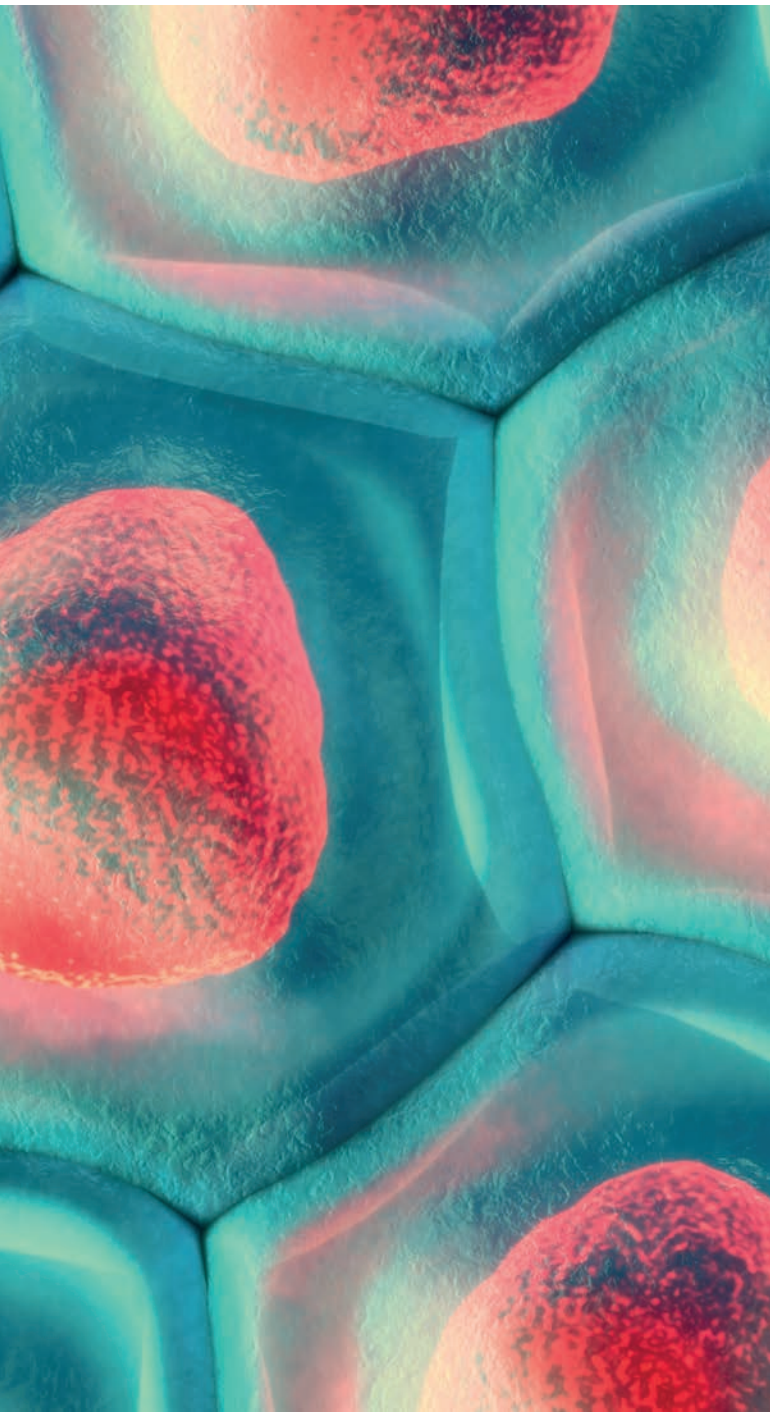
Nefertiti ve Kleopatra gibi Eski Mısır kraliçelerinin güzellik rejimlerinde düzenli olarak yer aldığı bilinen bu bitkinin Büyük İskender ve Kristof Kolomb tarafından askerlerin tedavisinde kullanıldığı da çeşitli kaynaklarda yazılıdır. Ancak, AV'nin tıbbi kullanımı ile ilgili ilk İngilizce makale 1655 yılında John Goodyew tarafından yayımlandı. Amerika'da 1800'lerin başında laksatif (bağırsak gevşetici, kabızlığı englleyen) olarak kullanılmaya başlanan AV, 1930'ların ortalarında başarılı bir şekilde kronik ve radyasyona bağlı deri enfeksiyonlarının tedavisinde de kullanılmaya başlandı.

Aloe Vera Bitkisinden Elde Edilen Ürünler

Ortalama 3-4 yıllık bir AV bitkisinin yaprakları kesilerek daha sonra kullanılmak üzere 6 saat boyunca uygun şartlarda saklanabiliyor. Yıkanıp dezenfekte edilen



yapraktan çıkarılan jel, su benzeri akışkanlıkta, berrak ve açık kehribar renklidir. Yaprağın dış yüzeyinin bıçak benzeri kesici bir cisimle açılarak içeriğin fileto gibi çıkarılmasıyla elde edilen bu jel özellikle nemlendirici olarak talep görüyor. Ayrıca yaprağın tamamının parçalanması, öğütülmesi ve/veya basınçla ezilmesi gibi işlemler sonrası da jel elde etmek mümkün. Tabii ki bu işlemler sonrası uygulanacak çeşitli süzme ve kararlılık sağlama basamaklarıyla son ürünün saflaştırılması ve





Hücreler ve hücre çekirdekleri (kırmızı)

kullanım süresinin uzatılması gerekiyor. AV içeriğindeki biyoaktif bileşenlerin korunabilmesi için bu işlemler uygun sıcaklık ve hijyen koşulları altında 24 saat içerisinde tamamlanmalı. Aksi takdirde işlemler sırasında çok fazla atmosferik oksijene maruz kalan jel içeriğinde bakteri üremesi başlar.

Jelin etkinliğinin uzun süreli kalıcılığını sağlamak için dondurularak ve/veya geleneksel yöntemlerle kurutularak toz hâline getirilmesi ve farklı uygulamalarda kullanımı da söz konusu. Eğer jel eldesi sırasında uygun koşullar sağlanamazsa enzimatik bozunma hızı artar ve kurutma sonrası elde edilmesi gereken beyaz AV tozu yerine kahverengimsi kırmızı bir toz ürün elde edilir.

AV tozunun elde edildiği bazı çalışmalarda bakteri üremesinin önüne geçmek amacıyla jel eldesi sırasında ısıtma işlemi uygulanır. Ancak farklı çalışmalarda bu işlemin AV içerisindeki polisakkarit yapıların bozunmasına ve AV jelinin tedavi edici işlevlerinde azalmaya neden olacağı iddia ediliyor. Bu nedenle jel eldesinin oda sıcaklığı koşullarında en az hava temasıyla gerçekleştirilmesi tavsiye ediliyor. Jelin hızlı bozunması nedeniyle, içeriği jel ürün ile aynı olan fakat yapısındaki suyun tamamen uzaklaştırıldığı toz ürün formları daha çok tercih ediliyor.

Jelden elde edilen toz ürünün kuru ağırlığının %55'ini polisakkaritler, %17'sini monosakkaritler, %16'sını mineraller, %7'sini proteinler, %4'ünü yağlar ve %1'ini fenolik bileşikler oluşturuyor. Gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde kullanılmak üzere AV bitkisinden jel ekstraksiyonu ile jel ve toz ürün eldesi işlemleri dünya çapında büyük bir endüstri hâline geldi.

Aloe Veranın Biyoaktif Bileşenleri

AV kozmetik ve gıda endüstrilerinde uzun zamandır kullanılan bir bitki. Çalı benzeri, çok yıllık ve erişkin yapısı ağaç benzeri açık yeşil renkli etli yapraklara sahip bu çöl bitkisi genellikle Afrika, Asya, Avrupa ve Amerika'nın kurak bölgelerinde yetiştiriliyor. Ülkemizde de sera üretimi teşvik edilen bitkiler arasında yer alan bu bitkinin üretimi ve işlenmesi amacıyla kurulan sanayi-bilim merkezi ortaklıkları mevcut.

Olgunlaşmış AV bitkisinin bir büyük yaprağının ağırlığı neredeyse 800-1000 grama ulaşabilir. Anatomik olarak üçgen piramit şekilli etli yapraklar 3 tabakadan oluşuyor. Dıştan içe doğru bakıldığında ilk katmanda bulunan ve 15-20 kabuk hücresinden oluşan yapıda koruyucu karbonhidrat ve proteinler sentezlenir. Kabuk hücreleri arasındaki damarlar besin ve suyun yapraklara taşınmasından sorumludur. Orta katmanda bulunan acımtırak lateks yapısında antrakinon ve glikozitler bulunur. En iç kısımda bulunan saydam jel yapısının %95-99'unu su oluşturur. Jelin geriye kalan kısmında ise polisakkaritler başta olmak üzere vitaminler, enzimler, mineraller, aminoasitler, yağlar ve fenolik gruplardan oluşan yaklaşık 75 farklı biyoaktif bileşen bulunur.



Mukopolisakkaritler olarak da adlandırılan polisakkaritlerin en bilinenleri glukomannanlardır. Asmennan, glukomannanlar arasından en öne çıkan yapı iken antialerjik ve antienflamatuar özelliğe sahip alprogen ve C-glikozilkromon da AV yaprağından izole edilen glikoprotein yapılarıdır. Glukomannanların doku yenilemesini hızlandırdığı, makrofaj aktivasyonunu sağladığı, bağışıklık sistemini düzenlediği ayrıca antibakteriyel ve antiviral özelliklerinin olduğu kanıtlandı. Bu yapıların düzenleyici enzim (prostaglandin) sentezini ve lökositlerin infiltrasyonunu artırarak inflamasyonu engellediği de düşünülüyor. Ayrıca asmennan besin ve atıkların akış mekanizmalarını düzenleyerek hücresel metabolizmalarda da rol oynuyor.

AV jeli antioksidan özellikteki betakaroten (vitamin A), askorbik asit (vitamin C) ve vitamin E'nin yanı sıra B12, folik asit ve kolin içerir. Alkalin fosfataz, amilaz, karboksipeptidaz, katalaz, selülaz, lipaz ve peroksidaz gibi yağ ve şekerlerin parçalanmasından sorumlu enzimlerin yanı sıra deriye sürüldüğünde aşırı inflamasyonu azaltmaya yardımcı bradikinaz enzimi de AV jel yapısında bulunuyor.

Kalsiyum, krom, bakır, selenyum, magnezyum, manganez, potasyum, sodyum ve çinko gibi bazıları antioksidan özellikte olan ve farklı metabolik yolaklardaki sayısız enzim sisteminin düzgün çalışabilmesi için gerekli olan mineraller de AV yapısında bulunanlar arasında. Geleneksel olarak laksatif olarak bilinen 12 farklı fenolik bileşik ise AV içerisinde bulunan antrakinon grubunu oluşturur. Başta aloin ve emodin olmak üzere bu yapılar ağrı kesici, antibakteriyel, antiinflamatuar, antioksidan ve antiviral özellik gösterir. Ayrıca AV antienflamatuar özellikte olan kolesterol, kampesterol, β-sitositerol ve bunun yanı sıra



antiseptik-ağrı kesici özelliklere sahip lupeol olmak üzere 4 bitki steroidi ile yara iyileşmesine yardımcı olan ve antienflamatuar etkiye sahip oksin ve giberellin hormonlarını içeriyor. Jelin %3'ünü oluşturan saponinler de temizleyici ve antiseptik özelliklere sahip moleküllerdir.

Bunun dışında insan vücuduna gerekli 22 amino asitten 20 tanesi ile 8 ana amino asidin de 7 tanesini içinde bulunduran jel yapısında antienflamatuar ve antibakteriyel özelliklere sahip salisilik asit de bulunuyor. İnert bir madde olarak AV içerisinde yer alan lignin ise yapıdaki diğer biyoaktif bileşenlerin deriden emilmesini artırıcı özelliğe sahiptir.

Aloe Veranın Kullanıldığı Klinik Uygulamalar

AV'nin klinik uygulamalardaki yeri çoğunlukla sistematik olmayan verilere dayanıyor. Çoğu uygulama ilgi çekici ve sonuçları merak uyandırıcı olsa da çalışmaların daha kontrollü deneylerle yapılması gerekir.

Güvenliği ve etkinliği tam olarak kanıtlanamamasına rağmen insan ve hayvanlar üzerinde yapılan testler sonucunda AV'nin seboreik egzama, sedef hastalığı, genital iltihap, cilt yanıkları, Tip 2 diyabet, HIV enfeksiyonu, ülseratif kolit ve dermal yara iyileşmelerinde başka malzemelerle bir arada kullanıldığında pozitif sonuçlar verdiği literatüre geçmiştir. Bununla beraber mukozit, radyasyona bağlı egzama, sivilce, liken planus, düşük sıcaklığa bağlı dermal yanıklar, aftöz stomatit ve kabızlık tedavilerinde olumlu veya olumsuz bir etkiye sahip olmadığı da belirtilmiştir.

Bilimsel teorilere veya geleneksel çıkarımlara bağlı kullanımlarına bakıldığında ise çalışmalar klinik aşamaya geçmemiş olsa da saçkıran, bakteri, parazit veya mantar kaynaklı deri enfeksiyonları; kronik bacak yaraları; sistemik lupus eritematozus (SLE) gibi bağ dokusu hastalıkları; eklem iltihapları ve yüz nevraljisi gibi hastalıkların tedavisinde bilim insanları tarafından önerilmektedir.



Aloe Veranın Doku Mühendisliği Uygulamalarındaki Yeri

AV antik çağlardan beri yara, yanık, böcek sokmaları ve deri inflamasyonlarında kullanılıyor ve bu özellikleri nedeniyle günümüzde doku mühendisliği alanında da etkinliği araştırılıyor. Doku mühendisliği, laboratuvar koşullarında doku ve organ üretimini hedefleyen bir bilim dalıdır. AV yara iyileşmelerinde yaranın nemlendirilmesi, bölgeye sağlıklı hücre göçünün sağlanması, kolajen üretiminin artırılması ve inflamasyonun azaltılması gibi birçok işlevde rol oynuyor. AV'nin antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin yanı sıra AV bazlı hidrojellerin bağışıklık yanıtı düzenleme özelliklerinden ötürü klinik uygulamalarda AV kullanılan cilt krem ve/veya losyonları kozmetik pazarında oldukça büyük bir paya sahip. Doku onarımının hedeflendiği çeşitli laboratuvar ve hayvan deneylerinde AV'nin kullanım potansiyelinin araştırıldığı çalışmalar bilimsel literatürde giderek artan sayılarda yer alıyor. Tüm bu çalışmalara rağmen AV'nin doku mühendisliğindeki etkinliği henüz tam olarak aydınlatılmış değil.

Bazı Örnek Çalışmalar

Yağ dokusu (adipoz doku) kökenli mezenkimal kök hücrelerin kullanıldığı bir sıçan yanık modeli çalışmasında hücreler, yanık bölgesine AV jel içerisinde enjekte edildiklerinde hücre çoğalması, damar oluşumu ve epitelizasyonun (zedelenmeye uğramış yüzeyin epitel hücrelerinin çoğalmasıyla oluşan iyileşmesi) uyarılarak yara iyileşmesinin sağlandığı belirtilmiştir. AV varlığının mezenkimal kök hücrelerin damar oluşumu eğilimini artırdığı, çeşitli sitokinler ve büyüme faktörlerinin gen ifade seviyelerini artırarak rejenerasyonu ve yara iyileşmesini hızlandırdığı saptanmıştır. AV jelin içeriğindeki glikoproteinler, polisakkaritler, antioksidanlar, büyüme faktörleri, vitaminler ve diğer biyoaktif bileşikler sayesinde hücrelerin çoğalma ve farklılaşma kapasitelerini etkilediği kanıtlanmıştır. AV jelinde bulunan ve bitkisel bir polisakkarit olan asmennanın kemik oluşturma özellikleri gösterdiği saptanmıştır. AV bitkisinden elde edilen özütlerin kemik iliği stromal hücreleri ve diş pulpası kök hücrelerinde çeşitli büyüme faktörlerinin gen ifade seviyelerini ve mineralizasyon miktarını etkilediği farklı çalışmalarla belirlenmiştir.





Ancak doku mühendisliği uygulamaları için değerlendirildiğinde tek başına elektroeğrilememesi en önemli dezavantajlarındandır. Bu nedenle kolajen, kitosan, poli(laktik asit), poli(glikolik asit), bunların kopolimerleri ve polikaprolakton gibi polimerlerle beraber karıştırılarak yara örtü malzemesi olarak kullanılabilmesi yönünde umut vaat eden çalışmalar literatürdeki yerini almıştır. Ayrıca yapılan farklı çalışmalarla doku mühendisliği uygulamalarında polimerlerle karıştırılarak kullanıldığında doku iskelesi özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir.

Doku mühendisliği yaklaşımında terapötik ajanların hasar görmüş doku ve/veya organ rejenerasyonunda kullanımı oldukça popüler bir bakış açısıdır. AV de spesifik fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri nedeniyle bu bakış açısı için oldukça uygun bir aday. Biyobozunurluğu, biyouyumluluğu, hidrofilik oluşu ve hücre dışı matriks (*extracellular matrix-ECM*) yapısının taklidine olanak sağlaması AV temelli yara örtü malzemeleri, ilaç taşıma sistemleriyle doku iskelesi malzemelerinin üretimi konularında araştırmacıları teşvik ediyor.

Ne var ki Aloe vera içeriğindeki çok sayıdaki biyoaktif bileşenin ve bu bileşenlerin doku mühendisliği alanındaki etkilerinin kontrollü deneylerle ve daha fazla çalışma ile aydınlatılması gerektiği şüphesiz. ■

Kaynaklar

Rahman, S., Carter, P., ve Bhattarai, N., "Aloe vera for tissue engineering applications". *Journal of Functional Biomaterials*, 8(1), 6, 2017.

Oryan, A., Alemzadeh, E., Mohammadi, A. A., ve Moshiri, A., "Healing potential of injectable Aloe vera hydrogel loaded by adipose-derived stem cell in skin tissue-engineering in a rat burn wound model". *Cell and Tissue Research*, 377(2), 215-227, 2019.

Baghersad, S., Bahrami, S. H., Mohammadi, M. R., Mojtahedi, M. R. M., ve Milan, P. B., "Development of biodegradable electrospun gelatin/aloe-vera/poly (ε-caprolactone) hybrid nanofibrous scaffold for application as skin substitutes". *Materials Science and Engineering*, (93):367-379, 2018.

Surjushe, A., Vasani, R., & Saple, D. G., "Aloe vera: a short review". *Indian Journal of Dermatology*, 53(4), 163, 2008.

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Antik Çağ'da Coğrafya, Yedi Özgür Sanat ve Eczacılık

Eratosthenes ve Geodezi

Antik Çağ coğrafyacılarının önde gelenlerinden biri olan Eratosthenes (MÖ 276-194), Yer'in çevresini ölçmek için geliştirdiği yöntemiyle bilim tarihinde haklı bir tanınırlık kazandı. Kendi zamanına kadar betimlemeye dayalı olarak gelişen coğrafya disiplininin modern kimliğini kazanmasında önemli bir adım attı ve matematiksel ifadelerin yer tanımlamalarında ve harita çizimlerinde kullanılmasına öncülük etti. Bu yüzden coğrafyacı olduğu kadar matematikçi olarak da bilinir.

Eratosthenes, günümüzde Libya sınırlarında kalan Kirene'de doğdu, Atina'da öğrenimini tamamladıktan sonra Helenistik dönemin ünlü bilim ve kültür merkezi olan İskenderiye'ye giderek ölünceye kadar burada coğrafya ve matematik alanlarında çalıştı. Hakkında efsanevi anlatımların bitmediği ünlü İskenderiye Kütüphanesi'nin zengin dermesinden sınırsızca beslendiği anlaşılan Eratosthenes, Yer'in büyüklüğünü belirleme (geodezi) çalışmaları sırasında, herhangi bir kentin veya yerin coğrafi konumunun belirlenmesinde enlem ve boylam çizgilerinin kullanılmasını ilk kez öneren bilim insanıdır. Bunun için biri Nil'den (boylam), diğeri de Toroslardan (enlem) geçen ve birbirlerini Rodos'ta dik açıyla kesen iki doğruyu esas alarak meskûn yerlerin coğrafi konumunu belirlemeyi önermişti (sağda üstte).

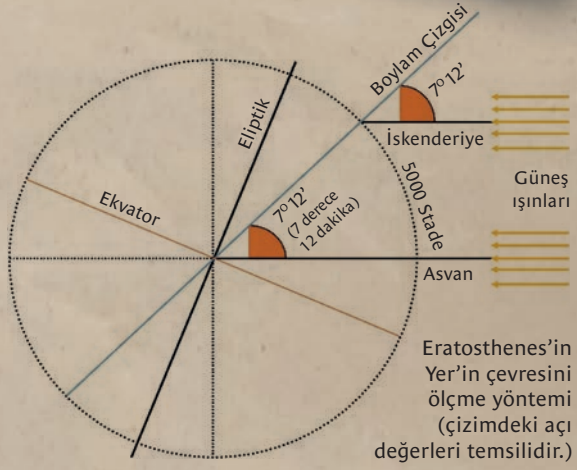


Eratosthenes'in coğrafi konum belirleme yöntemi

Eratosthenes'i genel olarak bilim tarihinde, özel olarak da coğrafya tarihinde tanınır kılan ise Yer'in çevresini ölçmek için geliştirdiği yöntemdir. Eratosthenes bunun için aynı boylam üzerinde olduğunu düşündüğü iki kent (İskenderiye ve Asvan) seçti ve Güneş Yengeç dönencesine girdiğinde, yani Kuzey Yarımküre'de yaz başladığında bu şehirleri Güneş'in öğle vakti konumu bakımından karşılaştırdı. Yaz dönencesinde öğle vakti Güneş Asvan'da bir kuyunun dibini aydınlatıyorken, yani tepe noktasındayken (zenit), İskenderiye'de ise Güneş tepe noktasıyla 360 1/50 derecelik açı oluşturmakta, yani tepeden 7 derece 12 dakika uzakta idi. İki kent arasındaki mesafe o dönem yaklaşık 5000 stade olarak ölçüldüğünden, Eratosthenes bu bilgilere dayanarak Yer'in çevresini 250.000 stade, yani 40.000 km olarak hesapladı (altta). (C. M. Linton, *From Eudoxus to Einstein A History of Mathematical Astronomy,* Cambridge: Cambridge University Press, 2004, 44-45)

Yedi Özgür Sanat

Yedi Özgür Sanat (*Artes Liberales Septem*) adıyla düşünce tarihine geçen bu tamlama esasen Orta Çağ Latin dünyasına özgüdür. Gramer, retorik, diyalektik, astronomi, aritmetik, geometri ve müzik olmak üzere yedi disiplinden meydana gelir. Bu disiplinler aynı zamanda Orta Çağ Latin dünyasının eğitim içeriğini de oluşturur. Sanat kabul edilen bu yedi disiplinin ilk üçü (gramer, retorik ve diyalektik) üçlü manasına gelen trivium, geri kalan dört disiplin (astronomi, aritmetik, geometri ve müzik) ise dörtlü manasına gelen kuadrivium olarak bilinir.



Eratosthenes'in Yer'in çevresini ölçme yöntemi (çizimdeki açı değerleri temsilidir.)

Yedi Özgür Sanat kuşkusuz Antik Yunan dünyasında her birine özgün katkıların yapıldığı geliştirilmiş disiplinlerdi. Bilimde, felsefede ve sanatta elde edilen gelişmeler, aynı zamanda entelektüel kültürün de gelişmesi anlamına geliyordu. Söz konusu gelişmelerin hayat bulduğu coğrafyalar MÖ 30 yıllarından itibaren Romalıların eline geçmeye başladı. Kısa bir süre sonra Hristiyanlık ortaya çıkacak, Hristiyanlar da Roma topraklarında inançlarını yayma gayreti içerisine gireceklerdi.

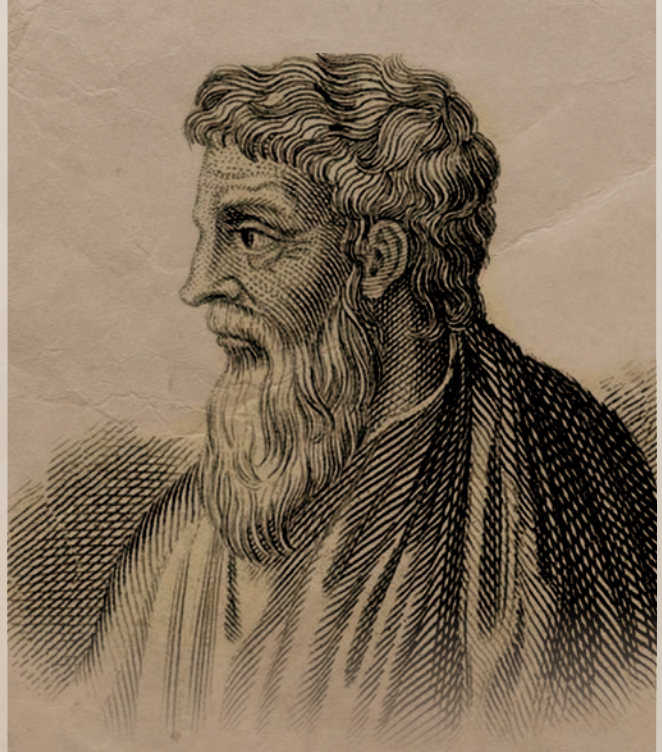
Bu kültürel birikimle beslenen insanları Hristiyanlığa inanmaya ikna etmenin yolu iyi konuşmayı, tutarlı cümleler kurmayı ve tartışma sanatında üstün olmayı

gerektiriyordu. Bunu sağlayacak olan gramer, retorik ve diyalektikti. Bu üç disiplinde ileri düzeyde olan bir apolojist, yani savunmacı fevkalade başarı elde edebilirdi. Başka bir deyişle rasyonel bir yoldan Hristiyanlığın önermelerine yöneltilen itirazlar bu üç sanatta yetkinleşmiş biri tarafından çürütülebilirdi.

Kilisede ayin yapılırken müzik olması gibi, Hristiyanlığın yayılmasının başlangıç dönemlerinde, diğer dört disiplin de pratik işlevlerinden dolayı öğretim sürecinin bir parçası hâline getirildi. Hristiyanlık kurumsallaşıp devlet dini hâline geldikten sonra ise artık bu dörtlüye gerek duyulmadı ve ardından bunun kaçınılmaz sonucu ortaya çıktı: Karanlık! Böylece Batı dünyası beş yüz yıl sürecek karanlık zamanlar yaşamaya başladı. (Paul Abelson, The Seven Liberal Arts a Study in Medieval Culture, New York: Teachers' College, Columbia University, 1906)

Dioskorides ve Antik Dönemde Eczacılık

MÖ 1. yüzyılda yaşayan Dioskorides, Antik Yunan bilgi mirasıyla yetişmiş, botanik ve farmakoloji alanlarında yetkinleşmiş bir doğa bilimciydi. Farmakoloji alanında uzun yüzyıllar boyunca ortaya konulan verileri miras alan Dioskorides bitkilerin tanımlanması, özelliklerinin açıklanması ve adlandırılması işinde başarılı çalışmalar yaptı ve ulaştığı sonuçları *Materia Medica* (*Tıbbi Malzemeler*) başlıklı kitabında derledi. Adlandırmalarının büyük kısmı modern dönem bulgularıyla uyuşmadığından kitapta yer alan bitkilerin çoğunun tanınmasında zorluklar ortaya çıktı. Diğer yandan, resimlerle anlatım yöntemini seçmesi sayesinde bu zorluk büyük ölçüde giderilerek resimlerden hareketle çoğu bitkinin tanınması mümkün oldu. Dioskorides kitabında ayrıca bitkilerden elde edilen ilaçların hastalıklar üzerindeki etkisini de inceledi. Bitkilerin etkilerine göre sınıflandırılmasına dayalı bir sistem geliştirdiği kabul edilen Dioskorides, bu özelliğinden dolayı modern farmakognozinin, yani ilaç hammaddeleriyle uğraşan farmakoloji dalının kurucusu kabul ediliyor. Dioskorides, ilaç bilimi



Dioskorides ve *Materia Medica* kitabı



hakkında sözünü ettiği bilgilerin çoğunu ilk keşfeden kişi olmasa da onları farklı coğrafyalardan derleyen, çeşitli özelliklerine göre kodlayan, anlaşılır ve akılcı bir şekilde düzenleyen bir bilgin olarak eczacılık tarihindeki ilk otorite olmayı başarmıştı. Dioskorides'in, binden fazla bitkisel ilacın tanıtımını yaptığı kitabının da bitkibilim ve ilaç yapımı alanlarında eşsiz bir hazine olduğu kabul edilir. Dioskorides yalnızca eczacı olarak değil, *Materia Medica*'da ilaçların hazırlanmasında, özelliklerinin belirlenmesinde ve hastalara uygulanmasında gösterdiği maharetinden dolayı takdir edilen bir hekim olarak da bilinir. (John M. Riddle, Dioscorides on Pharmacy and Medicine, Austin: University of Texas Press, 1985)

Gelecek sayıda Antik Yunan'da teknoloji ve İskenderiye Mekanik Okulu'nda yapılan çalışmaları ele alacağız. ■

Ayın Sorusu

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

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

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

Bu ay:

Işığın Öyküsü



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Mağaranın Kilitli Kapısı

(Matematik)

Ali Baba'nın haramiler tarafından alıkonulduğu mağaradan kurtulması için mağaranın kapısının özel kilidini açması gerekiyor. Mağaranın kapısının sihirli kilidi 40×40 boyutlarında bir satranç tahtası şeklindedir.

Ali Baba bu satranç tahtasının her satırındaki birim karelerden tam olarak birinin ve her sütunundaki birim karelerden tam olarak birinin sihirli olduğunu biliyor. Buna göre, satranç tahtasında tam olarak 40 tane sihirli birim kare vardır.

Ali Baba kapı kilidini açmak için her gün sadece bir deneme yapabiliyor ve her denemede satranç tahtasının tam olarak 40 birim karesine dokunuyor. Kurallara göre, Ali Baba'nın her denemede dokunduğu birim karelerden herhangi ikisinin farklı satır ve sütunlarda bulunması gerekmektedir. Her denemeden sonra Ali Baba'nın dokunduğu sihirli birim kareler parlayarak sihirli olduklarını belli ediyorlar ve bundan sonra bu kareler hep parlak olarak kalıyorlar. Kurallara göre, Ali Baba farklı denemelerde isterse aynı birim kareye (sihirli olan ya da sihirli olmayan) yeniden dokunabiliyor. Bir deneme sonucunda mağaranın kapı kilidinin açılması için:

- Ali Baba'nın bu denemede dokunduğu birim karelerden hiçbirinin sihirli birim kare olmaması

ya da

- Ali Baba'nın bu denemede dokunduğu sihirli birim kare sayısının bir çift sayı olması gerekiyor.

Buna göre, Ali Baba en az kaç günde mağaranın kapı kilidini açarak kurtulmayı garantileyebilir?

Doğa
Fauna

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

Mavi Morfo Kelebeği

Amazon yağmur ormanları, biyoçeşitlilik açısından dünyadaki en zengin noktalardan biri olup biyoçeşitlilik meraklıları için görülmesi gereken yerlerin başında gelir. Buradaki yağmur ormanlarının en karakteristik türlerinden biri de mavi morfo kelebekleridir. Güney ve Orta Amerika ormanlarında, özellikle Brezilya, Kosta Rika ve Venezuela ormanlarında bulunabilirler ancak yaşam alanları Kuzey Amerika'ya kadar uzanır. Yaklaşık 30 kadar farklı mavi morfo kelebeği türü vardır. 20 cm kadar olabilen kanat açıklıkları ve parlak mavi renkleri dikkat çekicidir.

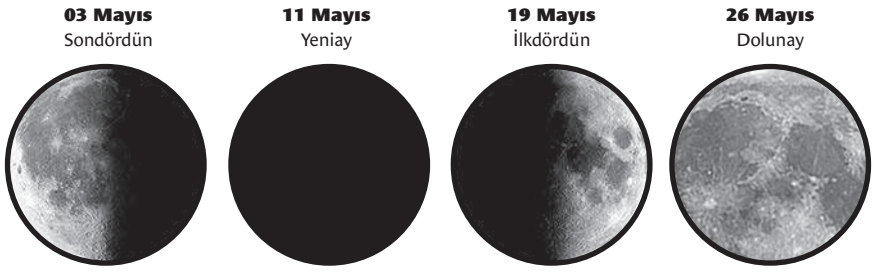
Mavi renk sadece erkek bireylerin kanatlarında görülür, bu bireylerin kanatlarının alt yüzünde ormanlık alanlarda görülmelerini zorlaştıracak desen ve renklenmeler vardır. Dişilerdeyse kanat renkleri mavi yerine kahverengi, sarı ve siyah tonlarında olur. Kanatlardaki mavi renk aslında mavi renk pigmentinden kaynaklanmaz. Kanatların üzerinde bulunan mikroskobik pullar elmas şeklindedir. Bu pulların üzerine gelen ışığın kırılması sonucu kanatlar mavi renkte görünür.



Mavi morfo kelebekleri dinlenirken veya kanatları kapalıyken kanatlarının kenar kısımlarında bulunan ve göze benzeyen benekler dikkat çeker. Bunlar kelebekler ile beslenen avcıları şaşırtmaya yarar. Ayrıca uçarken kanatlarındaki elmas şeklindeki pullara gelen ışığın farklı açılarla kırılması sonucu rengi değişerek parlak maviden donuk kahverengiye dönüyormuş gibi görünür. Bu durum avcılar tarafından kelebeğin kaybolup yeniden ortaya çıkması gibi algılandığından morfo kelebeğini onlara karşı korur.



Prof. Dr. Faruk Soydugan
[*fsoydugan@comu.edu.tr*



Gökyüzündeki Çoban ve Yıldızı

Astronomi bilimi, ilk dönemlerde, gök küredeki çıplak gözle görülebilen cisimlerin hareketlerinin gözlenmesi ve açıklanmaya çalışılmasından ibaretti. Yılın uzunluğu, mevsimlerin takibi, önemli törenler, hatta tarım ürünlerinin ekimi ve hasadı gökyüzündeki yıldız ve gezegenlerin ortaya çıkış zamanları, görülme süreleri ve hareketleriyle belirleniyordu. Gökyüzündeki görünür hareketin uzun yıllar boyunca takibi, gök kürenin tanınmasını kolaylaştırmak için bazı yollara başvurulması ihtiyacını ortaya çıkardı. Milattan sonra ikinci yüzyılda Batlamyus'un (Ptolemy) *The Almagest* isimli eserinde, çoğunluğu Babil, Mısır, Mezopotamya ve Yunan mitleri ile efsanelerine dayanan 48 "constellation" yani takımyıldız tanımlandı ("constellation" Latincede "yıldızların bir araya gelmesi" anlamına geliyor). Bu dönemden sonra sürekli eklenen takımyıldızları ile gelişen süreç, 1933 yılında Uluslararası Astronomi Birliğinin (IAU) bildirimiyle gökyüzünün 88 parsele (takımyıldızı) ayrılması ile sonuçlandı. Bu alanların oluşturulmasının altında bilimsel bir altyapı olmasa da takımyıldızlar gerek amatör astronomi gözlemlerinde gerekse profesyonel alandaki gözlemsel astronomide etkin bir araç olarak kullanıldı ve kullanılmaya devam ediyor.


Çoban Takımyıldızı bölgesinde yer alan NGC 5248 (Caldwell 45) sarmal gökadası

Gök küredeki 88 takımyıldızından biri de Çoban (Boötes) adıyla bilinir. Kuzey Yarımküre takımyıldızlarından olan Çoban, Batlamyus tarafından listelenen 48 takımyıldızından biridir. Dört parlak yıldız içeren Çoban'ın en parlağı kırmızı dev yıldız Arcturus'tur. Diğer parlak yıldızlarından Izar (Epsilon Boötis), çoklu bir yıldız sistemidir ve amatör gökbilimciler tarafından iyi bilinir. Çoban'ın çıplak gözle gözlenebilen 29 yıldızı bulunuyor. Çoban aynı zamanda "Ayı Terbiyecisi" olarak da bilinir çünkü gökyüzünde Büyük Ayı ve Küçük Ayı takımyıl-



Çoban, Büyük Ayı ve Kuzey Tacı takımyıldızları

dızlarını izler şekilde görünür. Antik Yunanlılar Çoban'ı, güçlü bir adam olarak resmederlerdi. Eski dönemde, Çoban'ın sağ elinde bir mızrak, sol elinde ise iki av köpeği tuttuğu ve bu şekilde Büyük Ayı ve Küçük Ayı'yı izlediği hayal ediliyordu.

Çok sayıda değişen yıldız içeren Çoban Takımyıldızı bölgesinde son yıllarda bazı yıldızların etrafında gezegenler de keşfedilmeye başlandı. Bunun yanında, aynı bölgede NGC 5466 küresel yıldız kümesi ve iki parlak gökada da dikkat çekiyor. Bunlardan NGC 5248 sarmal bir gökada olup 59 milyon ışık yılı uzaklıktaki Başak Gökada Kümesi'nin üyesidir. Diğer parlak gökada ise çubuklu sarmal türündeki NGC 5676'dır ve yaklaşık 100 milyon ışık yılı uzaklıktadır. Çoban Takımyıldızı bölgesinde, en etkini ocak ayının ilk günlerinde gözlenebilen ve "Quadrantidler" olarak nitelendirilen, bazı meteor yağmurlarının çıkış noktaları da yer alıyor.

Çoban'ın gök küredeki görüntüsü bir dondurma külahı veya uçurtmayı andırır. Mayıs ayında tüm gece gökyüzünde kalan bu takımyıldız, gece başlarken doğu ufkunda yükselmiş parlak devi Arcturus ile hemen göze çarpar. Büyük Kepçe'nin (Büyük Ayı) eğri sapının ucundan, bu eğrinin iki katı kadar uzaklaştığımızda turuncuya benzer renkte ve -0,04 kadir görsel parlaklığındaki Arcturus ile karşılaşırız. Bulunduğumuz konum yeterince karanlık ise Çoban Takımyıldızı'nın diğer yıldızlarını da görebiliriz. Çoban'ın en parlak yıldızı Arcturus'a ayrıntılı bakmadan önce, halk arasında sıklıkla kullanılan "Çoban Yıldızı" konusunda birkaç kelam edelim.

Gökyüzünün en parlak görünen gezegeni Venüs, yıllar boyunca, sadece Çoban Yıldızı değil, Akşam Yıldızı, Sabah Yıldızı, Seher Yıldızı, Zühre, Nahide ve Kervan Kıran isimleriyle de anıldı. Bugün bile bu isimlerden bazıları kullanılmaya devam ediyor. Fark edilmesinin MÖ 1700'lü yıllara dayandığı düşünülen Venüs, görüldüğü anlarda Ay'dan sonra gece gökyüzündeki en parlak cisimlerden biridir. O dönemlerde Venüs'ün gezegen olduğu bilinmediğinden, yıldız olduğu düşünüldü ve uzun yıllar boyunca Venüs'e içinde "yıldız" kelimesi de geçen çeşitli isimler verildi. Bunlardan biri de "Çoban Yıldızı"dır.



Çoban Takımyıldızı'ndaki Arcturus yıldızı (sağ altta) gökyüzündeki en parlak üçüncü yıldızdır.

Çoban Yıldızı adlandırmasının Sabah Yıldızı anlamına gelen Moğolca kökenli "çolpan/çolman" kelimesine dayandığı da ifade ediliyor. Venüs bazen sabah Güneş doğmadan hemen önce, bazen de akşamları Güneş battıktan hemen sonra görülmeye başladığından hem sabah hem de akşam yıldızı olarak da adlandırılıyor.

Diğer yandan Venüs, benzer bazı özellikleri nedeniyle Dünya'nın ikizi olarak da nitelendiriliyor. Günü, yılından daha uzun olan Venüs, kendi ekseni etrafında diğer gezegenlere göre ters yönde döner; bu nedenle Güneş Venüs'te batıdan doğar ve doğudan batar. Venüs, mayıs ayının sonuna doğru batı ufkunda Güneş battıktan sonra yaklaşık -3,9 kadir parlaklığında Merkür ile yakın sayılabilecek konumda gözlenebilir. Venüs ile ilgili söylenecek çok söz olsa da şimdi Çoban Yıldızı'ndan Çoban'ın yıldızı Arcturus'a dönelim.

Çoban'ın en parlağı olan Arcturus, Dünya'ya yaklaşık 37 ışık yılı uzaklıkta, gökyüzünün üçüncü en parlak yıldızıdır. Tayf türü K0III olan bu kırmızı dev yıldızın yaşının yaklaşık 7 milyar yıl olduğu tahmin ediliyor. Çapı 35 milyon km (Güneş'ten yaklaşık 25 kat fazla) olan Arcturus, çekirdeğindeki hidrojeni bitirdiğinden yaşamının ileri evresinde bir yıldızdır. Bu dev yıldızın yüzey sıcaklığı 4300 K derecedir (Güneş'ten yaklaşık 1500 K derece daha soğuk) ve uzaya Güneş'ten 170 kat fazla enerji yaymaktadır. Kendi etrafında yavaş dönen (saniyede 2,4 km hızla) Arcturus, atmosferinde Güneş'ten daha az metal bulundurur. Sismik değişimler de gösteren bu dev, Güneş'e göre oldukça hızlı (saniyede 122 km hızla) hareket ediyor ve galaktik yörüngesindeki bu hareketiyle Güneş'e yaklaşıyor. Astrometrik gözlemler kullanılarak yapılan araştırmalar sayesinde, Arcturus'un yaşlı bir disk yıldızı olduğu ve "Arcturus Akıntısı" olarak adlandırılan 52 yaşlı disk yıldızıyla birlikte hareket ettiği belirlendi.

Çoban Yıldızı ikizimiz Venüs gezegeni, Çoban'ın yıldızlarından en parlağı Arcturus, hepsi gök kürenin güzellerinden. Seyretmesi, gözlemesi, araştırması ve düşünmesi bizlere kalmış!



Eta Aquarid Meteor Yağmuru

Meteor yağmurları çoğunlukla Dünya'nın yörünge hareketi sırasında, kuyruklu yıldız artıklarının bulunduğu bölgeye girmesiyle ortaya çıkıyor. Eta Aquarid meteor yağmurunun da kaynağının Halley Kuyruklu Yıldızı'ndan ayrılan küçük kaya ve toz parçalarının olduğu biliniyor. Halley Kuyruklu Yıldızı, Güneş etrafındaki yörüngesini 76 yılda tamamlıyor ve yaklaşık 40 yıl sonra Dünya'dan tekrar gözlenebilecek bir konumda olacak. Dünya ise Halley Kuyruklu Yıldızı'nın artıklarını bıraktığı alanlardan yılda iki kez geçiyor. Birisi, yağmur yoğunluğunun maksimumu dikkate alındığında, mayıs başında oluyor ve Eta Aquarid meteor yağmurlarının gözlenmesine neden oluyor. Diğeri ise, ekim ayında gerçekleşen Orionid meteor yağmuru.

19 Nisan ile 28 Mayıs tarihleri arasında gözlenebilecek Eta Aquarid meteor yağmurunun en yoğun olacağı tarih 5-6 Mayıs gecesi olacak. Güneş doğmadan hemen önce daha fazla sayıda göktaşı gözleme ihtimali yüksek olsa da yağmurun çıkış noktası, Kuzey Yarımküre'de gökyüzünde fazla yükselmediğinden ülkemizden saatte 5-10 adet "meteor kayması" gözlenmesi bekleniyor. Kova (Aquarius) Takımyıldızı'nın Eta Aqr yıldızına yakın bölgeden çıkıyor görünecek yağmurdaki küçük meteor parçalarının Dünya'ya giriş hızlarının saniyede 66 km civarında olduğu biliniyor.

Kaynaklar

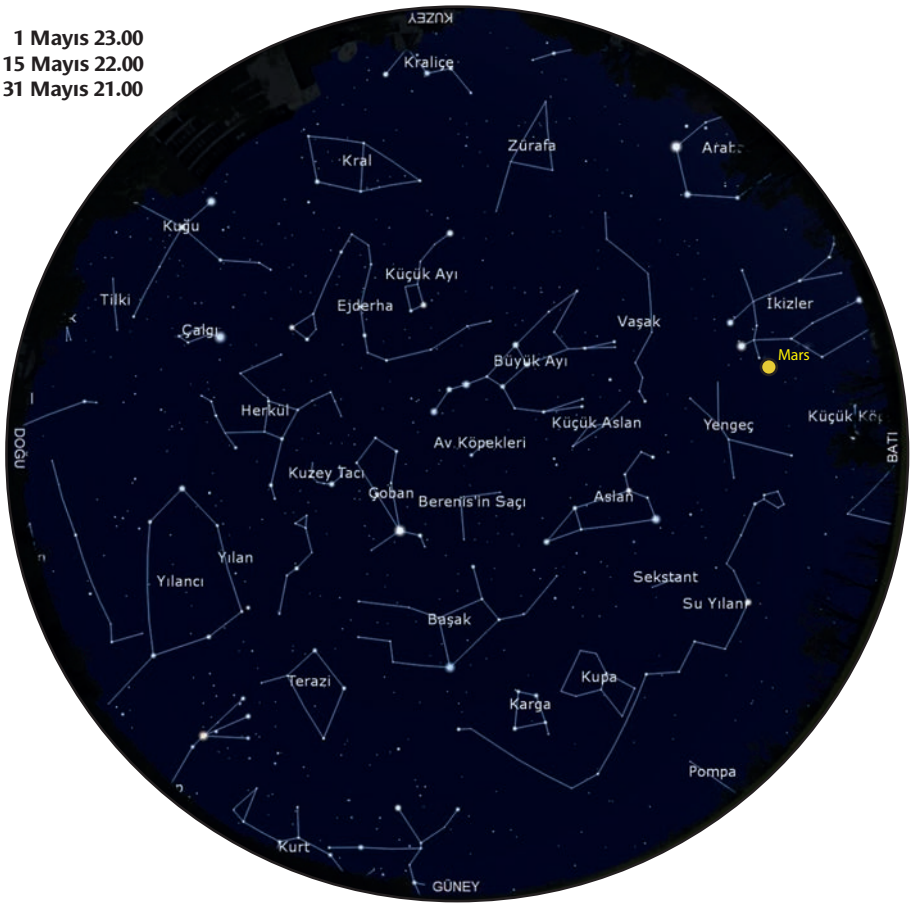
https://solarsystem.nasa.gov/asteroids-comets-and-meteors/meteors-and-meteorites/eta-aquarids/in-depth/

Moğolca-Türkçe Sözlük, Çeviren: Günay Karaağaç, 2017, Türk Dil Kurumu Yayınları: 829/1.

https://www.iau.org/public/themes/constellations/

https://en.wikipedia.org/wiki/Bo%C3%B6tes

https://www.constellation-guide.com/constellation-list/bootes-constellation/



Ayın Önemli Gök Olayları

04 Mayıs Ay ve Satürn gün doğumundan önce doğuda birbirlerine yakın görünümde

05 Mayıs Ay ve Jüpiter gün doğumundan önce doğuda birbirlerine yakın görünümde

12 Mayıs Ay Dünya'ya en uzak konumunda (406.500 km)

13 Mayıs Ay ve Merkür gün batımından sonra batıda birbirlerine yakın görünümde

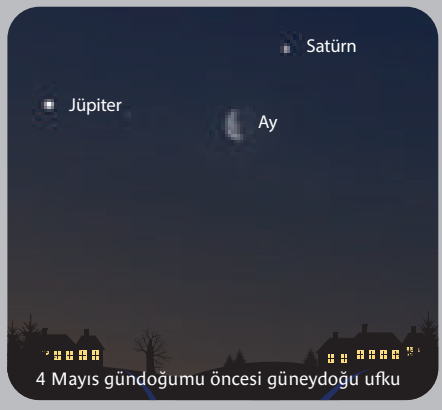
16 Mayıs Ay ve Mars birbirlerine yakın görünümde

17 Mayıs Merkür en büyük doğu uzanımında (22°)

26 Mayıs Ay Dünya'ya en yakın konumunda (357.300 km)

28 Mayıs Merkür ve Venüs gün batımından sonra batıda birbirlerine çok yakın görünümde

31 Mayıs Ay ve Satürn gece yarısından sonra doğuda birbirlerine yakın görünümde



4 Mayıs gündoğumu öncesi güneydoğu ufku

Gezegenler

Merkür: Gün batımından hemen sonra batı ufkuna yakın olarak gözlenebilecek ve ay boyunca gökyüzünde kalacak. 28 ve 29 Mayıs'ta parlak Venüs ile oldukça yakın bir konuma gelecek, gezegenin parlaklığı düşük olduğundan alacakaranlıkta ayırt edilebilmesi için temiz bir gökyüzünde el dürbünü veya teleskop ile bakmak gerekebilir.

Venüs: Gökyüzünde Güneş'ten olan ayrılığını artırmaya devam eden gezegen gün batımında parlak bir şekilde batı gökyüzünde olacak. Ayın sonuna doğru kendisine eşlik eden Merkür ile birlikte bir saate varan sürelerle gözlenebilecek.

Mars: Ayın başında, gün batımında gökyüzünün batı bölgesinde gözlenebilir. Günler ilerledikçe İkizler (Gemini) Takımyıldızı bölgesine geçiyor. Parlaklığı biraz daha azalmış hâlde, ayın sonuna doğru gece yarısından bir saat öncesine kadar aynı bölgede gözlenebilir olacak.

Jüpiter: Gün doğumundan önce iki saati geçen sürelerle gökyüzünde olacak. Gezegenin parlaklığı ay boyunca hafifçe artmaya devam edecek. Oğlak (Capricornus) Takımyıldızı'nda bulunan Satürn ile gökyüzünün doğu bölgesini paylaşan gezegen, ayın son günlerinde gece yarısından bir saat sonra doğudan yükselecek ve Güneş doğuncaya kadar gökyüzünde kalacak.

Satürn: Parlaklığında fazla bir değişim olmayan ve yakınındaki Jüpiter'e göre daha sönük görünen gezegen gecenin son diliminde gökyüzünde. Ayın sonuna doğru gece yarısından kısa bir süre sonra doğacak ve gecenin ikinci yarısını Jüpiter ile paylaşacak. Teleskoplu gözlemciler için gezegenin halkaları gözlenmeye uygun bir konumda kalmaya devam ediyor.

Düşünme Kulesi

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

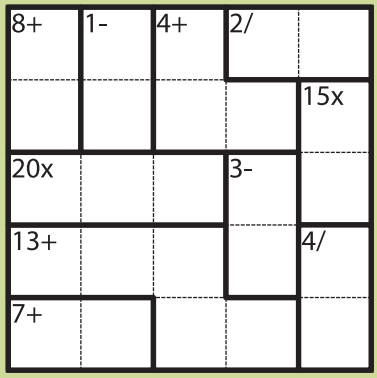
Ayın Oyunu: **Kendoku**

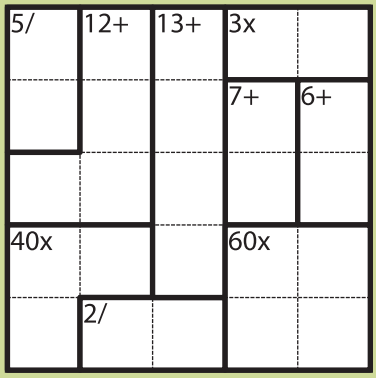
Kendoku Oyununun Kuralları

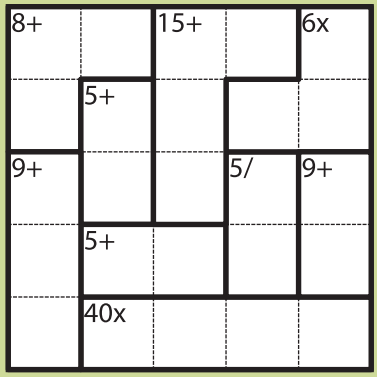
1'den 5'e tüm rakamlar her satırda ve sütunda tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun. Kalın çizgiyle belirtilmiş her bir bölgenin sol köşesindeki sayı, o bölgenin içindeki rakamların verilen matematiksel işaretle hesaplanmış sonucunu gösterir.

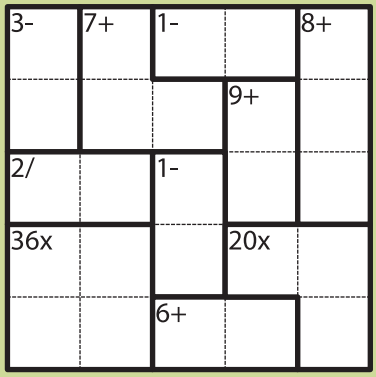
Bir bölgenin içinde rakam tekrarı olabilir.

Bölme işareti için " / " kullanılmıştır.









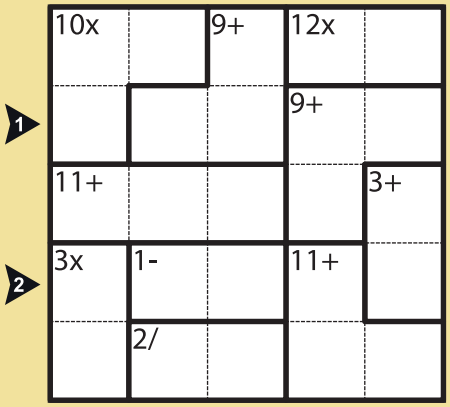
Kendoku- Örnek Çözüm

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

Ödüllü soru

▼ Kendoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Doğadaki Son Çocuk* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Ardışık Sudoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

www.bilimteknik.tubitak.gov.tr



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

Domino Avı: Diyagrama domino taşları yerleştirilmiş fakat çizgileri silinmiştir. Dominoları birbirinden ayıran çizgileri yeniden çizin. Kullanılacak domino taşları diyagramın altında verilmiştir.

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

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

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

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

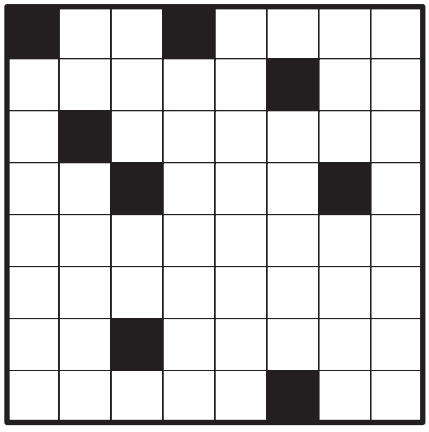
Domino Avı

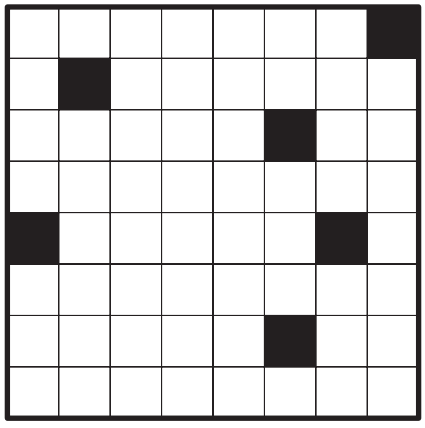
Örnek Çözüm

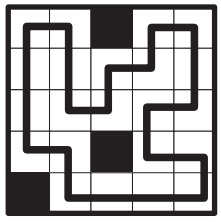
2	4	5	3	5	2
4	4	3	4	5	2
4	5	5	5	3	2
1	1	3	3	1	1
1	4	1	3	2	2

1 1 | 2 2 | 3 3 | 4 4 | 5 5
1 2 | 2 3 | 3 4 | 4 5
1 3 | 2 4 | 3 5
1 4 | 2 5
1 5

Patika: Diyagramdaki beyaz hücrelerin tamamından yatay veya dikey ilerleyerek geçen bir patika çizin. Patika kendini kesemez. Patika siyah hücrelerden geçemez.







Geçen Sayının Çözümleri

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

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

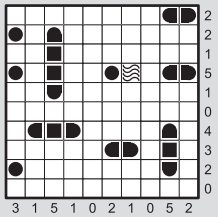
4	2	5	1	6	3
6	1	3	5	2	4
5	6	2	4	3	1
1	3	4	6	5	2
3	5	1	2	4	6
2	4	6	3	1	5

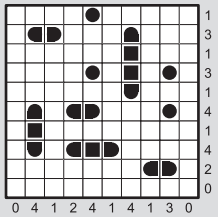
3	5	6	4	1	2
4	2	1	5	3	6
5	6	4	3	2	1
2	1	3	6	5	4
1	4	5	2	6	3
6	3	2	1	4	5

Ardışık Sudoku

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

Ödüllü Soru:
Ardışık Sudoku





Amiral Battı

E	A	B	C	D	A	E	B	D
A	A	D	B	E	D	A	C	C
D	D	C	C	A	A	B	B	B
C	B	C	D	C	D	E	E	A
B	E	E	B	A	C	D	E	E

B	E	A	C	D	B	C	D	E
E	A	C	E	C	A	D	B	A
B	C	D	E	A	E	D	C	B
A	D	D	B	B	A	B	C	B
E	C	D	C	A	E	A	D	E

Bölgeleme

Satranç

Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

Satrançta Özel Hamleler - III

Sevgili okurlarımız, "Satrançta Özel Hamleler" yazı dizimizin sonuna geldik. Bu kez piyon terfisi konusunu ele alacağız.

Son yataya ulaşmış piyon, rütbeli herhangi bir taşa terfi edebilir, hatta etmek zorundadır. Çünkü son yataya ulaştıktan sonra oyuna piyon olarak devam etmesi mevcut kurallara göre mümkün değildir.

Ancak 19. yüzyıl ortaları gibi yakın zamanlarda İngiltere'de son yataya ulaşan piyonun yine piyon olarak kalmasına izin veriliyor ve bu piyonlara "dummy pawn", yani "kukla piyon" deniyordu.

Hatta Dünya Şampiyonu Wilhelm Steinitz kukla piyon uygulamasını destekliyordu, çünkü ona göre nadir de olsa bir oyunda kukla piyona ihtiyaç duyulan konumlar ortaya çıkabilirdi.

Okurlarımız böyle bir konum tasarlayabilir mi? Önerisi pek taraftar bulmadı ama terfi ile ilgili günümüzde geçerli kuralların evrensel kabulü de 19. yüzyıl sonlarını buldu. Daha eski çağlarda piyonun terfi edeceği taşın daha önce alınmış bir taş olması gibi başka ilginç düzenlemeler de vardı.

Gerçek oyunlarda, piyon terfisi oyun sonlarının âdeta ruhu gibidir. Tarafların taş kuvvetinin yetersizliği bir mat saldırısını imkânsız kıldığından, kazanmak isteyen taraf mat edebilmek için taş takviyesi almalıdır.

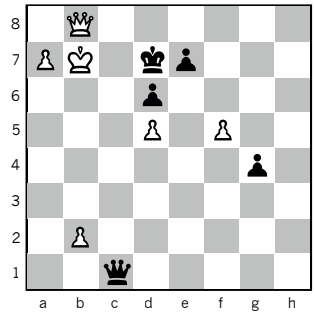
Taraflardan biri eğer piyonunu terfi ettirebilirse söz konusu takviye hemen hemen her zaman son yatayda yepyeni bir vezirin belirmesi ile gerçekleşir. "Hemen hemen her zaman" dedik, çünkü gerçekçi olan elbette ki piyonu en güçlü taşa terfi ettirmektir.

Daha düşük rütbeli bir taşa terfi, yani "alt terfi" çok nadir de olsa gerçek oyunlarda görülmüştür. İşte bir örnek:

Diyagram 1

Vladimir Akopian-Sergey Karjakin

Dördüncü FİDE Grand Prix Turnuvası, 2009



GM Akopian (2696) sizce burada ne oynadı?

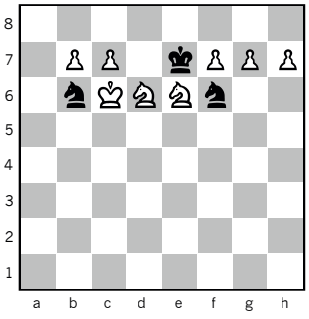
Yanıt elbette **1. a8=A!!** ve GM Karjakin (2721) hemen terk etti. Çünkü 1…Vxb2+ Ab6+; ya da 1…e6(e5) 2. Vf8 devam yollarında beyaz net bir şekilde kazanır. Doğal görünen 1. a8=V? beraberlikten başka bir şey getirmezdi: 1…Vxb2+ ve bu kez sürekli şah ile beraberlik.

Ama terfi, daha doğrusu alt terfi fikrinin olanaklarından sonuna kadar yararlananlar



elbette etüt ve problem kurucuları olmuştur. Biz bu yazıda problemlerden seçtiğimiz birkaç güzel örnek sunacağız.

Diyagram 2
Thomas Salthouse
London Globe, 1911



Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

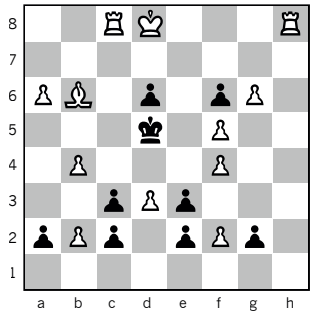
Çözüm:

1.f8=A!
a)1...Ab~ 2. c8=A mat;
b) 1...Ac8 2. bxc8=A mat;
c) 1...Af~ 2. g8=A mat;
d) 1...Ag8 2.hxg8=A mat.

Yedinci yatay sütuna erişmiş hiçbir piyonun vezir çıkmadığı, anahtar hamle de dâhil olmak üzere, beyazın bütün hamlelerinin bir piyon terfisi olduğu güzel bir "Meredith" (8-12 arasında sayıda taş içeren problemlere verilen isim). Kurgucu, bu konu bütünlüğünü sağlarken ister istemez bir taviz vermek zorunda kalmış: Anahtar hamle siyah şahın kaçış karesini (e6) denetim altına alıyor. Ama bu zayıflığın fazlasıyla telafi edildiğini söyleyebiliriz.

Sonraki örneğimiz (Diyagram 3) biraz daha karmaşık. Büyük etütçü ve problemci Leonid Kubbel tarafından kuruldu.

Diyagram 3
Leonid Kubbel
Skakbladet, 1933



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Bu problemde oyunun neredeyse tamamına terfi fikri hâkim. Hem beyaz hem de siyah piyonlarını terfi ettirmeye uğraşıyorlar. Önce beyazın deneyebileceği hamlelere bakalım:

1. a7? (2. a8=V), 1... a1=V/K!
1. g7? (2. g8=V), 1... g1=V/K!
1. b:c3? (2. c4 mat), 1... c1=V/K!
1. f:e3? - 2. e4 mat, 1... e1=V/K!

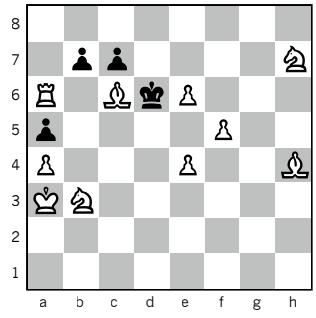
Görüldüğü üzere siyah, beyazın tehdidine göre uygun piyonu vezire (ya da kaleye) terfi ettirerek matı önlüyor. Çözüm şöyle:

1. Ke8! (tehdit 2. Ke4 ve 3. Kd4 mat)
a) 1... a1=A 2. a7 ve 3. a8=V mat;
b) 1... c1=A 2. b:c3 ve 3. c4 mat;
c) 1... e1=A 2. f:e3 ve 3. e4 mat;
d) 1... g1=A 2. g7 ve 3. g8=V mat.

Beyazın anahtar hamlesi ile yaptığı tehdit bu kez vezir değil, at terfisi ile önlenebiliyor. Beyaz, ikinci hamlesinde (denemelerde gördüğümüz) ancak vezir terfisiyle önlenebilen ikinci bir tehdit oluşturuyor ve üçüncü hamlede de mat ediyor. Burada, fikri ilk kez uygulayan Danimarkalı kurgucu Victor Holst'a (1844-1924) ithafen "Holst terfisi" denilen tema işlenmiş. Bunu basitçe, rakibi önce piyonunu bir "a" taşına terfi ettirmeye zorlamak, arkasından da ancak "b" taşına terfi ile önlenebilecek bir tehdit yaratmak şeklinde özetleyebiliriz.

Kaleye ve file terfi etmenin amacı hemen hemen her zaman pat fikrine dayanır. At terfisinin ise pat dâhil olmak üzere pek çok amacı vardır. Yukarıdaki iki problemde pat dışı bir motivasyonla piyonun ata terfi ettirildiğini gördük. Şimdi ise biraz daha karmaşık bir problemi inceleyelim:

Diyagram 4
Meindert Niemeijer
Zadaçi i Etyudiy, 1928
Birinci Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Çözüm:
1.e7!

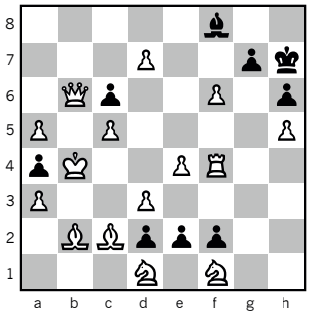
Dört tematik varyant var:

a) 1...b5 2. e8=A+ Şe5 3. Fg3 mat;
b) 1...b6 2. e8=V ve 3. Ve6 mat, 3. Fg3 mat ya da 3. e5 mat;
c) 1...bxc6 2. e8=K (2. e8=V? pat) **Şd7 3. Kd8 mat;**
d) 1...bxa6 2. e8=F (2. e8=V? pat) **Şe5 3. Fg3 mat.**

Dört farklı varyantta muhtemel dört terfi tipinin hepsi görülüyor. Bu temaya *"allumwandlung"* deniyor. Almanca olan bu sözcüğü "bütün terfiler" olarak çevirebiliriz. *Allumwandlung*'un kurgu literatüründe birçok örneği var. Sunduğumuz problemin özelliği ise b7'deki siyah piyonun muhtemel dört farklı hareketinin her bir varyantta görülmesi. Buna da "Pickaninny teması" deniyor. Aynı hamleleri beyaz piyonun yapmasına da "Albino" deniyor. Tabii bu problemde Albino yok. Diğer yandan 1...b6 ile başlayan "b" varyantında üçüncü hamlede beyaz farklı hamlelerle mat edebiliyor, yani "dual"ler var. Ama problem zengin içeriği ile bu kusuru affettiriyor.

Sonraki problemimizde *allumwandlung* çok daha karmaşık bir şekilde gösterilmiş.

Diyagram 5
Peter Hoffmann
Die Schwalbe,1963



Beyaz oynar, dört hamlede mat eder.

Çözüm:
1. f6xg7! Şimdi dört tematik devam yolu var:
a) 1...e1=V 2. g7xf8=V! Vxe4 3. d4 (tehdit 4. Fxe4, Kf7 mat) **...Vf5 4. Fxf5 mat;**
b) 1...e1=K 2. g7xf8=K! (2. g7xf8=V? Kxe4+ 3. d4 pat) **...Kxe4+ 3. d4 Şg7 4. K4f7 mat;**
c) 1...e1=F 2. g7xf8=F! (2. g7xf8=V? pat) **...Şg8 3. Vxc6 Şh7 4. Vg6 mat;**
d) 1...e1=A 2. g7xf8=A!+ (2. g7xf8=V? Axd3+! 3. Şc3 Ae5!) **...Şg8 3. Şxa4 Axc2 4. Vb3 mat.**

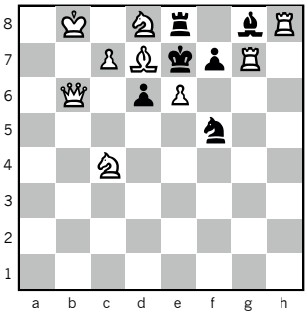
Bu problemde dikkatimizi çeken en büyük özellik, siyah piyon hangi türden taşa terfi ederse, beyazın da aynısını yapması. Ata karşı at, file karşı fil vs. Bu fikri, ilk olarak 1884 yılında ABD'li kurgucu Joseph Babson Ney (1852-1929) ortaya atmıştı. Babson, normal kurallara göre kurulan bir problemde bu motifin dört tip terfi için de gösterilip gösterilemeyeceğini soruyordu.

Yani *allumwandlung* hem beyaz hem de siyah tarafından ve bire bir eşlemeyle gerçekleştirilebilir miydi? Soru "Babson Görevi" (*Babson Task*) olarak kurgu terminolojisine yerleşti ve uzun süre cevapsız kaldı. En yetenekli problemciler Babson Görevi'nin yerine getirildiği bir problem kurmak için on yıllarca uğraştılar. İyi haber neredeyse 100 yıl sonra, 1983 yılında, o zamanlar Sovyetler Birliği içinde yer alan Kazan'da yaşayan ve bir futbol antrenörü olan Leonid Yaroş'tan geldi. Evet, o böyle bir problem kurmayı başarmıştı! Problem, ünlü *Shakmaty v SSSR* dergisinde yayınlanmıştı ve tabii ki birincilik ödülü kazandı. Sonraki yıllarda hem Yaroş hem de başka bazı kompozitörler Babson Görevi'nin şartlarını sağlayan birçok problem kurdular. Biz size yukarıda bunların yakın tarihli olanlarından birini sunduk.

Ayın Problemleri

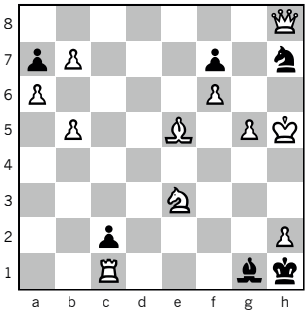
Ayın problemleri, elbette alt terfi ile ilgili.

Diyagram 6
Samuel Leites
Shakmaty v SSSR, 1946
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

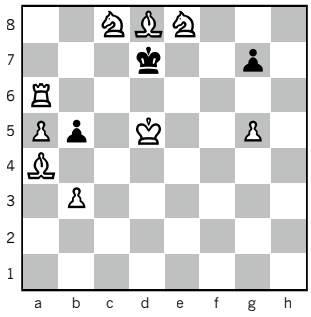
Diyagram 7
Erich Zepler
British Chess Magazine, 1941



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Geçen Ay Sorulan Etüt ve Problemlerin Çözümleri

Diyagram 8
Werner Keym
Allgemeine Zeitung Mainz, 1963



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Burada cazip görünen birçok anahtar hamle denemesi var:

1. Ka8?/Fxb5+/Ab6+?/Acd6?/Aed6?
Ama siyah bunlara (aynı sırayla) 1…b5xa4/Şxd8/Şxe8/b5xa4/Şd8! ile
karşı koyar ve üç hamlede mat mümkün olmaz.

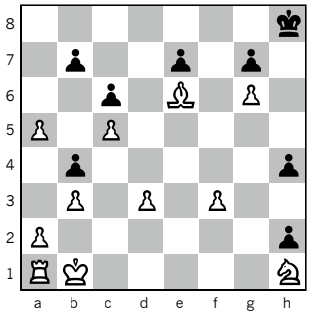
Çözüm:

1. a5xb6 e.p.! Şxd8 2. b7 g6 3.
Kd6 mat! Ya da **1…Şc8 2. Ka8+ Şb7 3. Fc6 mat.**

Siyah son hamlesini şahıyla yapmış olamaz (neden?). Diğer yandan b6-b5 de oynamış olamaz çünkü a4'teki fille beyazın nasıl şah çekmiş olduğunu açıklayamayız.

Geriye tek ihtimal kaldı: siyah son hamlesinde b7-b5 oynadı. Gerçekten de şimdi beyazın a4'teki fille şah çekişini açıklayabiliriz: beyaz, c6'da duran kalesini a6'ya oynayıp açarak şah çekti. Siyah da yanıt olarak b7-b5 oynayınca diyagramdaki pozisyon ortaya çıktı. Siyahın son hamlesinin b7-b5 olduğunu kanıtladığımıza göre 1. a5xb6 hamlesi doğru anahtar hamledir.

Diyagram 9
Yuri Fokin, 2005
"Beşinci Kahraman Şehirler Yarışması", 2005
Sekizincilik



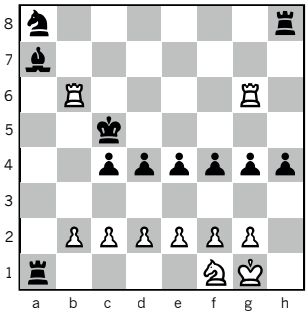
Beyaz oynar, dört hamlede mat eder.

1. a4! *zugzwang*
a) 1…h3 2. Ka2 arkasından **3. Kxh2 ve 4. Kh3 mat.** Eğer **1…b6/b5** oynarsa **2. a6, 3. a7 ve 4. a8=V mat.**
b) 1…bxa3 e.p. 2. Kxa3 h3 3. Ka4 b~ Kh4 mat; **2…b6/b5 3. axb6 ve 4. Ka8 mat**. 1…bxa3 e.p.'ye karşı 2. Ka2 ve 3. Kxh2 oynamak yanlış olurdu çünkü siyah 3…a2+! ile dördüncü hamleden kurtulurdu.

Peki beyaz 1. a3 ile de siyahı *zugzwang*'a düşüremez miydi?

Problemin tematik içeriği bu sorunun cevabında:
1. a3? h3! 2. Ka2 bxa3! 3. Kxh2 a2+!.
Beyaz 1. a4! oynadığında ise 2…bxa3 e.p. kural dışı çünkü
geçerken alma rakibin piyonu
çift sürülür sürülmez yapılmalıdır, sonraki hamlelerde yapılması kural dışıdır!

Diyagram 10
Vladimir Korolkov
Şahmaty v SSSR, 1940
Övgü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Siyahın materyal üstünlüğü açık. Açmazdaki kalesinin de düşmesi kaçınılmaz görünüyor. Bu ümitsiz durumda beyaz beraberliği nasıl sağlayacak?

Çözüm:

1. b4+ c4xb3 e.p. 2. Kgc6+ Şd5 3.
c4+ d4xc3 e.p. 4. Kd6+ Şe5 5. d4+ e4xd3 e.p. 6. Ke6+ Şf5 7. e4+
f4xe3 e.p. 8. Kf6+ Şg5 9. f4+ g4xf3
e.p. 10. Kg6+ Şh5 11. g4+ h4xg3 e.p. 12. Kg5+! Şxg5 13. Kg6+ Şxg6 pat!
Eğer kaleyi almazsa bu kez sürekli şah ile beraberlik.

Âdeta bir "geçerken alma resitali". Korolkov'un fantastik yaratıcılığına hayran olmamak mümkün değil.

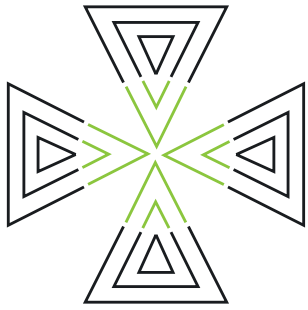


Zekâ Oyunları

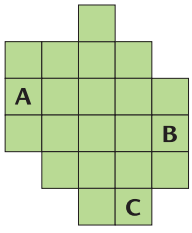
Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

Göz Aldanması

Üçgenlerin ortasında yeşil renkli saydam bir daire varmış gibi görünüyor. Oysa sadece üçgenlerin kenarları yeşil renkte.



Soru İşareti



Yukarıdaki şekli üç eşit parçaya ayırınız.

- ▶Parçaları ayırırken sadece karelerin kenarları üzerinde hareket edebilirsiniz.
- ▶Her harf ayrı bir parçada bulunacak.
- ▶Parçalar döndürülebilir ancak ters çevrilemez.

Ardışık Sayılar

Pozitif ardışık sayıların toplamı olarak 3 farklı biçimde gösterilebilen en küçük sayı kaçtır?

Örnek:
Soru 2 farklı biçimde gösterilen en küçük sayı için sorulsaydı cevap 9 olurdu:
9=4+5
9=2+3+4

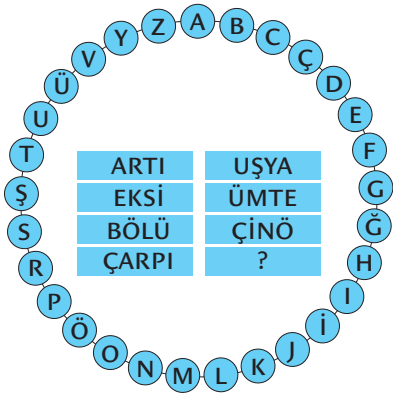
Soru İşareti -1

Soru işaretinin yerine ne gelecek?

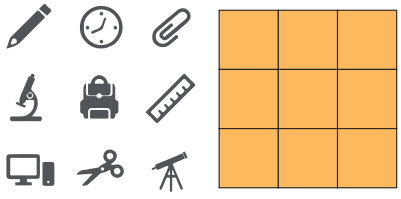
Lİ, Lİ, LÜ, LÜ, Lİ, LI, ?, ...

Kodlama

ARTI, EKSİ ve BÖLÜ sözcükleri belli bir kurala göre kodlanmıştır. Aynı kurala göre ÇARPI sözcüğü nasıl kodlanır?



Eşyalar



Şekilde görülen eşyaları aşağıdaki kurallara göre tabloya yerleştiriniz.

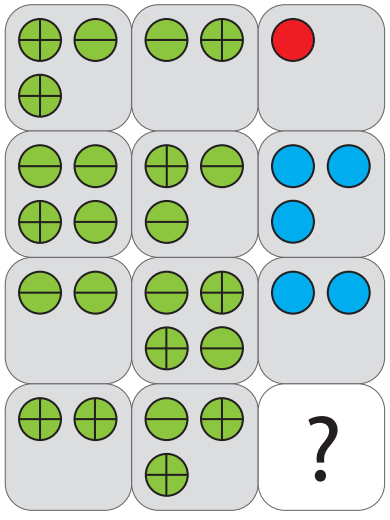
- ▶Bilgisayarın altındaki karede mikroskop, sağındaki karede teleskop vardır.
- ▶Kalem saatin sağındaki karededir.
- ▶Makas atacın üstündeki karededir.
- ▶Çanta cetvelin solundaki karededir.
- ▶Kalem en üst sırada değildir.

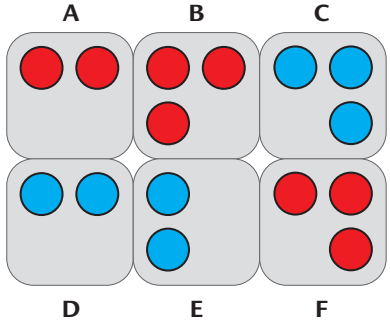
Yazı-Tura

Bir matematik dersinde olasılıkla ilgili deneyler yapılmaktadır. Standart bir parayla arka arkaya yazı-tura atılacak ve art arda 6 defa yazı geldiği zaman deney sona erecektir. Her bir yazı-tura atma işlemi 5 saniye sürecek olsa bu deneyin ne kadar sürmesi beklenir?

Soru İşareti -2

Soru işaretinin yerine hangi şekil gelecek?





Kardeşler

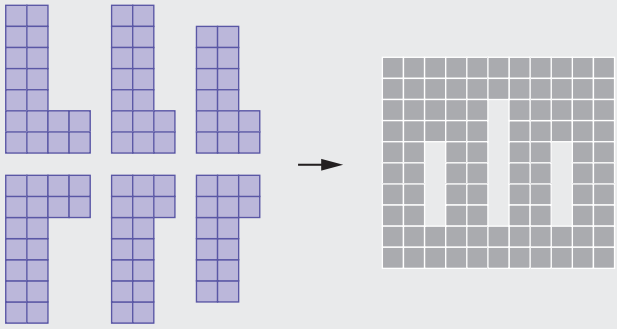
Suna ve Can kardeştir.

- ▶Can'ın kendinden küçük erkek kardeşlerinin sayısı kendinden büyük erkek kardeşlerinin sayısına eşittir.
- ▶Suna'nın kendinden büyük kız kardeşlerinin sayısı kendinden küçük kız kardeşlerinin sayısının iki katıdır.
- ▶Can'ın erkek kardeşlerinin sayısı Suna'nın kendinden büyük kız kardeşlerinin sayısına eşittir.
- ▶Suna'nın kız kardeşlerinin sayısı erkek kardeşlerinin sayısına eşittir.

Suna ve Can toplam kaç kardeşler?

Altı "L"

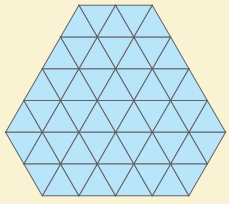
Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



Geçen Sayının Çözümleri

Üçgenler Ve Altıgen

En az 52 adet eşkenar üçgen kullanmak gerekir.



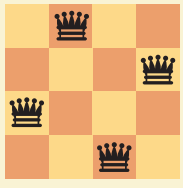
Piller

21 çift pil denemek gerekir.
C(4,2) + C(4,2) + C(4,2) + C(3,2) = 21
Sağlam pil 5 olduğuna göre piller 4 guruba bölünse, en az birinde en az iki sağlam pil olur.
1 2 3 4
S S S S
S B B B
B B B B
B B B

Dört Vezir

Bu toplam en fazla 14 olabilir. Örnek bir çözüm:

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



Ters-Düz

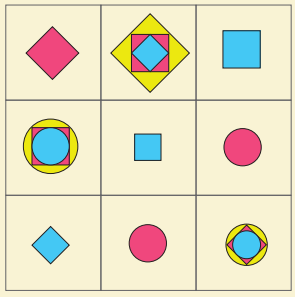
200
(4x10x5=200)

Dört Yüz Kırk Dört

Son rakam 6 olur.

Soru İşareti

C gelecek.

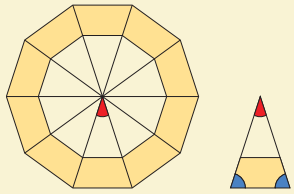


Her bir satırda kırmızı şekiller mavi şekillerin hem içine hem de dışına çiziliyor. Kırmızı ve mavi renkler yer değiştiriyor. En dıştaki renk sarı oluyor.

Geometrik Dizi

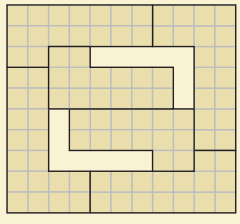
20, 30 ve 50 yaşındalar. 10 sene önce yaşları 10, 20 ve 40 idi.

İkizkenar Yamuk



İkizkenar yamukların kenarları daire merkezine doğru uzatıldığında 10 adet ikizkenar üçgen elde edilir. Bu durumda kırmızı renkle gösterilen merkezdeki açı 360/10=36 derece olarak bulunur.
Taban açıları ise (180-36)/2=72 derecedir.
O hâlde ikizkenar yamuğun dar açıları 72 derece, geniş açıları ise 180-72=108 derecedir.

Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



50 Harika Matematik Etkinliği

Kirstine Beeley

Çeviri: Emine Geçgil

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2021

Sınıf dışında öğrenme, içeride yaptıklarınızın aynısını dışarıda yapmaktan ibaret olmamalı. Bu öğrenmeyi sağlamak için eşsiz ve heyecan verici araç gereçler yanında deneyim de gerekir. Eğitmenlerin, matematik eğitimini planlarken çocukların süregelen oyunlarını ve doğal dünya keşiflerini bütünleştirdiklerinden emin olmaları gerekir. Bu kitap, erken yaş matematik gelişimini desteklemeye yönelik, doğadaki harika kaynaklardan yararlanarak hazırlanmış zengin fikirler içermektedir. Kolayca başvurabileceğiniz pratik fikirler koleksiyonu olarak tasarlanan bu kitap, sınıf dışında öğrenmenin en küçük bütçeyle bile ne kadar heyecan verici olabileceğini gösteriyor.



Su Dedikleri Var Ya...
Yaprak Dedikleri Var Ya...
Taş Dedikleri Var Ya...

Laura Purdie Salas, Violeta Dabija

Çeviri: Bilge Nihal Zileli Alkım

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
4 yaş +, 2017 (1. Basım)

Su dedikleri var ya... Buz, kar ve deniz. Haydi, dosdoğru keşfe koyul. Başka ne olur suyla bul!

Yaprak dedikleri var ya... Aslında ağaçtır bir parça. Haydi, dosdoğru keşfe koyul. Başka nedir yaprak bul!

Taş dedikleri var ya... Parçasıdır uçurumun, yolun ve denizin. Haydi, dosdoğru keşfe koyul. Başka ne olur taştan bul!

Barış'ın Gezintisi - Otizm Hakkında Bir Öykü



Laurie Lears

Çeviri: Mine Özyurt Kılıç

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7yaş +, 2020 (2. Basım)

Sevgi, parka gitmek için sabırsızlanıyor ama otizmli kardeşi Barış'ı da götürüp götürmemekte kararsız. Çünkü Barış farklı davranan bir çocuk. Sevgi, onun davranışlarını kabullenmekte bazen zorlanıyor ama parkta yaşadıkları macera Sevgi'nin bakış açısını değiştiriyor.