

BIOPAPER

Aralık 2025 - Ocak 2026

Biyomühendislik

Elektriksiz Cerrahi Robotlar

**CRISPR ile Fazla
Kromozomu Silmek**

**SETY©: Uzayda Güvenli ve
Otonom Cerrahi**

Biyonik Dokunuş

Obe-cel CAR T-Hücre Tedavisi

Ege Üniversitesi



Mühendislik
Topluluğu
2017

LİTERATÜR / YAZIM EKİBİ

EKİP KOORDİNATÖRLERİ:

Asya ATABEK
Ömer Said ÖZKAN
Simay KILIÇASLAN
Zeynep KARTAL

EKİP ÜYELERİ:

Aybüke ALDEMİR	Melis KUYUMCU
Azra KARADEMİR	Merve ATEŞ
Deniz HELVACI	Pelin ŞAHİN
Derya Bahar AYDIN	Rümeysa BİLİCİ
Ecem ÇELİKTOPUZ	Seher Sena DUMAN
Gülce ÜNSALAN	Yaren AKYÜZ
Melis BOZ	Zeynep KANCA
Melis ER	

GENEL KOORDİNATÖR: Fatma Beyza ŞAHİN



BioPaper



Mühendislik
Topluluğu
2017 Ege University

TASARIM EKİBİ

EKİP KOORDİNATÖRÜ:

Berfin Dicle AKYÜZLÜ

EKİP ÜYELERİ:

Bahar CEYHAN
Berra Su AKTAŞ
Ceylin DOĞAN
Dilara OCAK
Elanur ELARSLAN
Hazan Nisa ÇİFTÇİ
Hazal ÇELİK
Melis BOZ
Nur Deniz NEGİZSOY
Nurhayat DEMİR
Nuran CAN
Rüzgar IŞIK
Seçil ÇAMLI

EDİT EKİBİ

EKİP KOORDİNATÖRLERİ:

Öykü PINARBAŞI
Zehra ARICIOĞLU

EKİP ÜYELERİ:

Buse Nur KIRAL
Ece KÖSE
Ezgi NURGÖREN
Melis ER
Metin ERSAN
Simge DEMİR
Suna GÜR
Şevval Buse ÖZCAN

SOSYAL MEDYA KOORDİNATÖRÜ:

Elanur ELARSLAN

HAKKIMIZDA

BioPaper'a Hoş Geldiniz!

Bilim; merakla başlar, biz de bu merakı sayfalara taşımak için yola çıktık.

Ege Üniversitesi Biyomühendislik Topluluğu'nun tamamen öğrenciler tarafından hazırlanan bilimsel içerik dergisi BioPaper, bilimi herkes için ulaşılabilir ve ilham verici kılma amacıyla sizlerle buluşuyor!

Ege Üniversitesi ve farklı üniversitelerden lisans ve yüksek lisans düzeyinde 45 öğrenci olarak büyük bir özveri ve tutku ile bu dergiyi hazırlıyoruz.

Her sayımızı hem basılı olarak hem de çevrim içi platformumuzda www.eubiyomuhtopluluk.com adresinde sizlerle paylaşıyoruz.

Bilimsel çalışmaların anlaşılabilirliğini kolaylaştırmayı hedefleyen dergimizde; bölümümüz öğretim üyelerinin yürüttüğü çalışmalar, literatürdeki güncel araştırmalar, bilim tarihinden kesitler, aşı ve ilaç endüstrisindeki son gelişmeler, biyoteknolojideki yenilikçi atılımlar ve çok daha fazlası yer alıyor.

Bilimin nabzını tutmak ve her sayfada yeni bir keşfe çıkmak istiyorsanız, bizi takipte kalın.

Çünkü biz inanıyoruz ki her şey bilimle güzel!

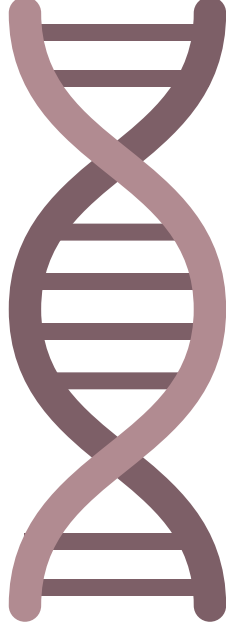
Aralık-Ocak Ayı İçerik Bilgilendirmesi

Yeni yılı karşılarırken hazırladığımız "Aralık-Ocak" sayımızda, biyomühendisliğin sağlık ve teknolojiyle kurduğu güçlü bağı odağımıza alıyoruz. 6 Aralık Dünya Biyomühendislik Günü'nden ilhamla, bu sayıda mühendisliğin tıbbi nasıl dönüştürdüğünü ele alıyor; robotik cerrahi sistemlerden biyonik dokunuş teknolojilerine, elektriksiz çalışabilen mekanik çözümlerden uzay koşullarına uygun eğitim platformlarına kadar uzanan yenilikleri, geçtiğimiz ay literatürde öne çıkan çalışmalar ışığında, mühendislikten hücre düzeyine uzanan geniş bir perspektifle değerlendiriyoruz.

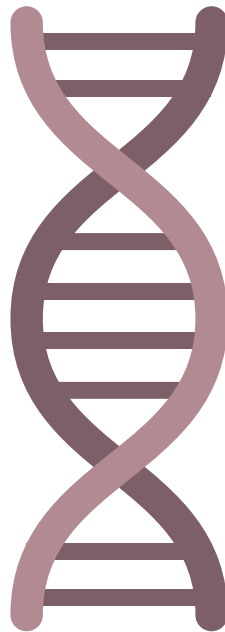
Bu kapsamda, CAR T-hücre tedavileri, tümöroid organoidler ve gen düzenleme temelli araştırmalar üzerinden, hastalıkların hücre içi mekanizmalarını anlamaya yönelik güncel yaklaşımlara da yer veriyoruz. Bununla birlikte, doğadan ilham alan bitkisel bileşikler ile topikal hyaluronik asidin bilimsel temelli kullanımını ele alan yazılarımız aracılığıyla, biyomühendisliğin laboratuvarından günlük yaşamımıza uzanan etkisini ortaya koyuyoruz.

Bu sayımızda yeni bir yıla adım atarken, farklı disiplinlerin kesiştiği biyomühendislik alanını merkez alarak bilimin bugünü ve geleceğine birlikte bakmayı amaçlıyoruz.

Keyifli okumalar dileriz.

**06****Prof. Dr. Rengin Eltem'i Saygı ve Minnetle Anıyoruz****07****Biyomühendisliğe Dair****08****Biyonik Dokunuş****12****SETY©: Geleceğin Cerrahlarını Uzay Standartlarında Yetiştiren Bir Platform****16****Agresif B hücreli Akut Lenfoblastik Lösemiye Karşı İkinci Şans: Obel CAR T-Hücre Tedavisi****18****CRISPR ile Fazla Kromozomu Silmek: Down Sendromu Araştırmalarında Yeni Bir Dönem****20****Elektriksiz Cerrahi Robotlar: Kaydırmalı Düğüm Devrimi****23****Kanser Tedavisinde Yan Etkileri Sınırlamak: D2L Yöntemi****24****Damarların İçindeki Mikro-Mühendislik: Akışkan Destekli Mikroyüzgeç Teknolojisi**

- 26** Fetal Hareket İzlemede Yeni Bir Adım:
Akıllı Giyilebilir Sensörler
- 27** Erken Şizofreni Beyin Yapısında
Parmak İzi Bırakıyor
- 28** Geleneksel Kore'nin Mucizevi
İlacı *Torreya nucifera*
- 29** Kanseri Laboratuvarda Yeniden
İnşa Etmek: Tümöröid
Organoidler
- 30** Agroekolojik Dönüşüm: Gelecek
Kuşaklar İçin Toprak Direncini ve Gıda
Güvenliğini Artıran İyileştirilmiş Besin
Yönetimi Uygulamaları
- 32** Kozmetiğin Gözdesi: Hyaluronik Asit
- 34** Bilim Kurgu ve Gerçek:
Radyasyonu Yiyen Mantar: Derin
Uzay Keşiflerinin Biyolojik Zırhı
- 36** Kahve: Hatırı 40 Yıl, Etkisi 5 Yıl Gençlik
- 37** Şarkının Ritmi, Göz Kırpma Refleksinizi ve
Beyin Dalgalarınızı Nasıl Ele Geçiriyor?
- 38** Kaynakça



İÇİNDEKİLER

Prof. Dr. Rengin Eltem'i Saygı ve Minnetle Anıyoruz

Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü ailesi olarak, bilime ve eğitime adanmış bir ömrü; öğrencilerine ve mesleğine derin bir bağlılıkla hizmet etmiş çok değerli bir akademisyeni kaybetmenin üzüntüsünü yaşıyoruz.

Rengin Hocamız, ardında yalnızca akademik başarılar değil; yetiştirdiği öğrenciler, topluma dokunan çalışmaları ve örnek duruşuyla kalıcı bir iz bırakmıştır.

Prof. Dr. Rengin Eltem, lisans eğitimini 1976-1980 yılları arasında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde tamamlamış; ardından yine Ege Üniversitesi'nde Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji alanında yüksek lisans yapmıştır. 1991 yılında biyoloji alanında doktorasını tamamlayarak aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nda yardımcı doçent olarak akademik yaşamına adım atmıştır.



Akademik kariyerini istikrarlı bir şekilde sürdüren Prof. Dr. Eltem; 1995-2001 yılları arasında doçent olarak görev yapmış, 2001-2002 yıllarında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü'nde doçent unvanıyla çalışmalarını sürdürmüştür. 2002 yılında profesör unvanını alarak yine aynı bölümde görevine devam etmiş; biyoloji temelli güçlü bilimsel altyapısını biyomühendislik disipliniyle buluşturarak bölümümüzün akademik gelişimine çok değerli katkılar sağlamıştır.

Bilimsel çalışmalarını ağırlıklı olarak mikrobiyoloji, endüstriyel mikrobiyoloji ve biyoteknoloji alanlarında yürüten Prof. Dr. Rengin Eltem; özellikle bitki gelişimini destekleyen mikroorganizmalar, biyolojik mücadele ajanları ve mikrobiyal biyopreparatlar üzerine yaptığı araştırmalarla öne çıkmıştır. Çevre dostu, sürdürülebilir ve yerli biyoteknolojik çözümler üretmeyi hedefleyen bu çalışmalar, biyomühendisliğin toplumsal fayda yönünü güçlendirmiştir.

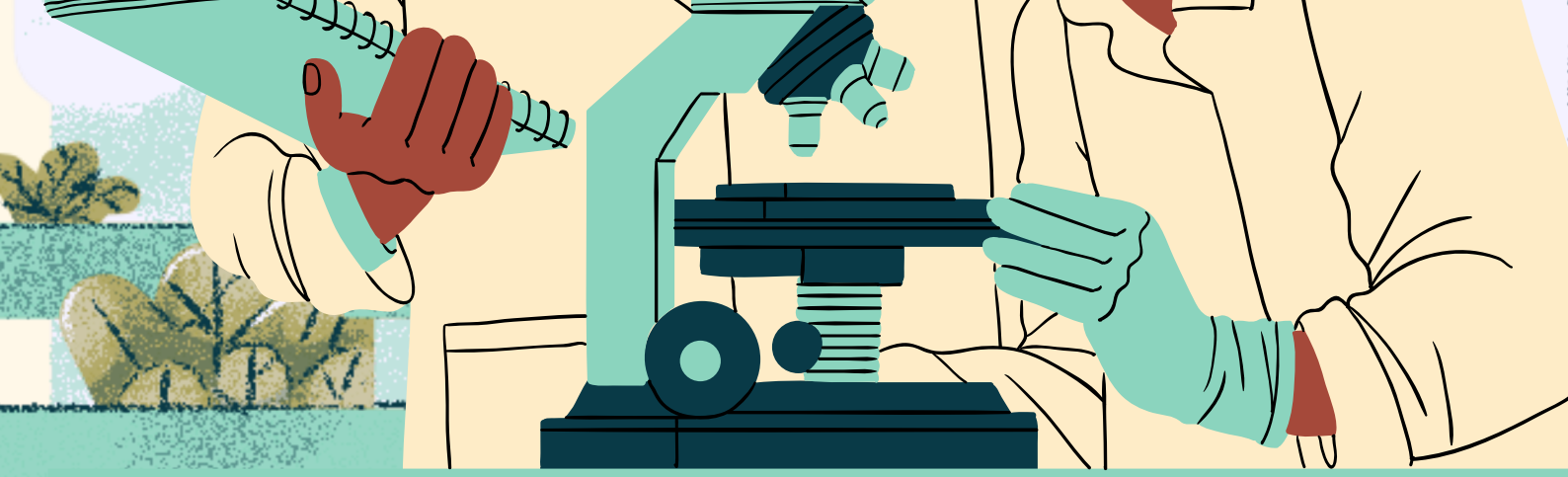
Hocamız, akademik üretkenliğinin yanı sıra Ege Üniversitesi bünyesinde önemli idari sorumluluklar da üstlenmiştir. 2011-2019 yılları arasında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı Başkanlığı görevini yürütmüş; bu süreçte lisansüstü eğitimin akademik niteliğinin güçlendirilmesine önemli katkılar sunmuştur. 2013-2016 yılları arasında Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü olarak görev yapmıştır. 2018-2020 yılları arasında ise Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü başkanlığı görevini üstlenerek bölümümüzün akademik ve kurumsal gelişimine yön vermiştir. Üstlendiği tüm bu görevlerde bilimsel etik, sorumluluk ve kurumsal aidiyet anlayışıyla her zaman örnek bir duruş sergilemiştir.

Ancak onu asıl unutulmaz kılan, öğrencilerine verdiği emek ve rehberliktir. Lisans ve lisansüstü düzeyde yetiştirdiği öğrenciler için Prof. Dr. Eltem, yalnızca ders anlatan bir akademisyen değil; bilimin nasıl yapılması gerektiğini öğreten, yol gösteren bir hoca ve rol modelidir.

Bugün kendisini kaybetmenin derin hüznünü yaşarken, ardında bıraktığı bilimsel miras ve yetiştirdiği öğrencilerle aslında yaşamaya devam ettiğini biliyoruz. Prof. Dr. Rengin Eltem, Biyomühendislik Bölümü'nün tarihinde daima saygıyla anılacak; bilgisi, emeği ve duruşuyla yeni nesillere ilham vermeyi sürdürecektir.

Kendisini saygı, minnet ve rahmetle anıyoruz.

ECEM ÇELİKTOPUZ - MELİS KUYUMCU



Biyomühendisliğe Dair

Tarih boyunca biyomühendisler, çoğu zaman görünmeyen ama hayati çözümler üreterek bilimin ilerlemesine katkı sunmuştur. Kökleri klasik mühendislik disiplinlerine, biyolojiye ve tıba uzanan bu alan; hücrelerden sistemlere, moleküllerden toplumsal etkilere kadar geniş bir ölçekte düşünmeyi ve çalışmayı gerektirir. Rosalind Franklin'den George M. Whitesides'a uzanan bilim insanlarının yıllar içinde geliştirdiği disiplinler arası yaklaşımlar, bu alanın bugünkü yapısını belirlemiştir.

Bugün biz biyomühendisler, hızla değişen, sınırları sürekli yeniden tanımlanan ve yeni sorumluluklar yüklenen bir alanın içerisindeyiz. Laboratuvarlarda, üretim tesislerinde, bilgisayar başında ya da disiplinler arası ekiplerin tam ortasında çalışırken; sağlık, çevre ve sürdürülebilirlik gibi temel sorunlara mühendislik bakışıyla yaklaşmaya devam ediyoruz.

Bu yolculuk, başarılar ve keşiflerin yanı sıra zorluklar ve belirsizliklerle de şekillenirken, arka planda çoğu zaman fark edilmeyen yoğun bir emek yer alıyor.



Tüm bunlara rağmen mesleğimiz, bugün hâlâ öğrenen, sorgulayan ve kendi yolunu çizen genç biyomühendislerle birlikte gelişmeye devam ediyor; bizler de bu yolculuğun bir parçası olmaktan gurur duyuyoruz. Bizim için biyomühendislik yalnızca bir meslek değil; bilgiyi sorumlulukla taşımak demek. Bu yüzden geliştirdiğimiz yöntemler, okuduğumuz makaleler ve kurguladığımız sistemler, bizden önce bu yola emek verenlerin bıraktığı izlerin doğal bir devamı olarak şekilleniyor.

6 Aralık tarihini, biyomühendisliğin tarihine katkı sunmuş, üretmiş ve bilgisini paylaşmış tüm biyomühendisleri anmak için ortak bir durak olarak görüyoruz. Bu mesleğin birer öğrencisi olarak bu dergiyi hazırlarken temel amacımız, yalnızca güncel çalışmaları aktarmak değil; bilginin doğru, anlaşılır ve erişilebilir biçimde paylaşılmasına küçük de olsa bir katkı sağlamak, aynı zamanda mesleğimizi daha iyi anlatabilmek ve tanıtabilmektir.

6 Aralık Dünya Biyomühendisler Günü vesilesiyle; geçmişe saygıyla, bugüne emekle ve geleceğe merakla bakan tüm biyomühendislerin gününü kutluyoruz. Bizler için anlamlı olan bu günde, aramızdan ayrılan hocalarımızı, meslektaşlarımızı ve bu alanın gelişimine katkı sağlayan herkesi saygıyla anıyoruz.

MERVE ATEŞ

BIYONİK DOKUNUŞ

Geçmişten günümüze büyük bir ilerleme kaydeden biyoni el teknolojisi, bugünlerde yalnızca ekonomik açıdan elverişli bireyler için erişilebilir durumda bulunuyor. Düşük maliyetli alternatif seçeneklerde dokunma hissinin bulunmaması, kullanıcının protezi yalnızca bir alet olarak kullanmasına yol açıyor; ince motor kontrolü ve doğal hareket deneyimini büyük ölçüde kısıtlıyordu.

University College London'daki (UCL) bir grup araştırmacı, **dokunsal (haptik)** geri bildirim sunan protez elleri daha ucuz ve erişilebilir hâle getirmek amacıyla çalışmalar yürütüyor. Bu amaç doğrultusunda UCL, PROLIMB gibi projelerle alandaki gelişmeleri desteklemeye devam ediyor [1]. Yapılan çalışmalar sayesinde, hayat değiştiren bu teknolojinin dünya genelinde çok daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşma potansiyeli doğuyor [2].

Bu çalışmalarda son gelişmeler, amputelerin hayatını kolaylaştıran yeni bir teknolojiyi ortaya koyuyor. UCL Mekanik Mühendisliği Bölümünden Dr. Helge Wurdemann ve ekibi, basit “biyoni” elleri dünyanın her yerinde erişilebilir kılmayı amaçlayan bir dokunma teknolojisi ve 3D baskı kombinasyonu geliştirdi [3][4]. Bu gelişmenin arkasında, biyolojik dokunma sistemini taklit edebilen yeni haptik çözümler yer alıyor.

I. Dokunmanın Yeniden Tanımlanması

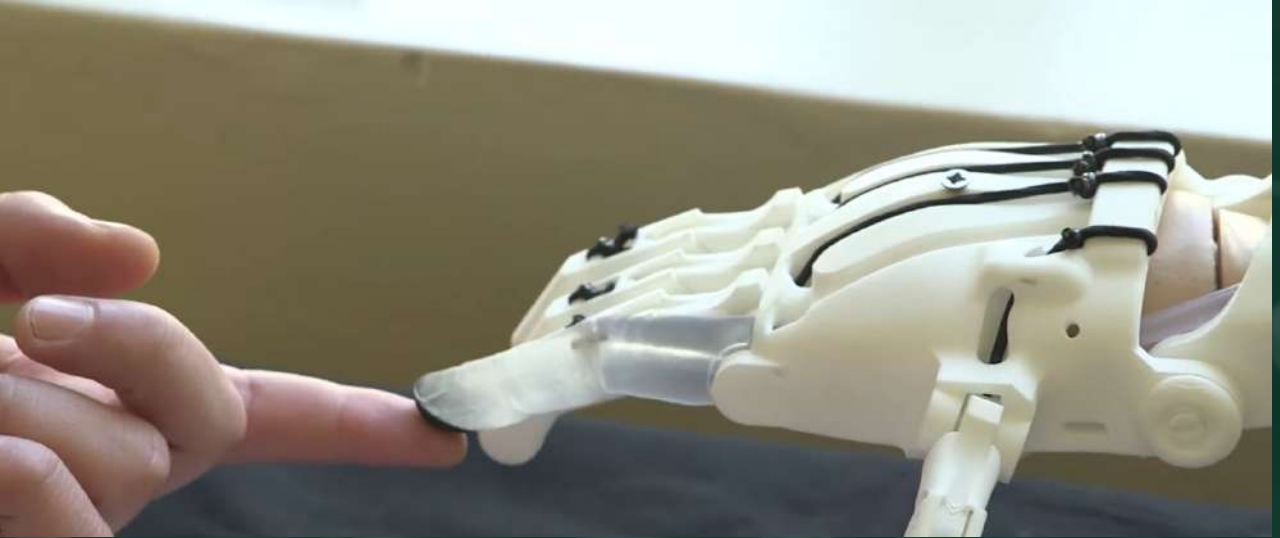
Dokunma duyusu, dünyayı algılamak için temel kanallardan biridir. Sadece tek bir his değil, derinin şekil değiştirmesi, titreşmesi ya da gerilmesiyle üretilen sinyallerin karmaşık bir etkileşimidir. Parmak uçlarındaki mekanoreseptörler, basınç, hareket, titreşim, sıcaklık değişimi ve acıyı algılayarak bunları nöral sinyallere dönüştürür. Bu sinyal, sinir yollarından ilerleyerek beynin somatosensoriyel korteksine ulaşır. Burada şekil, doku, basınç, titreşim ve hareket gibi temel algılara dönüştürülür [5].

Haptik (dokunma bilimi), biyolojik dokunma sistemini ve bu sistemi taklit etmeyi amaçlayan teknolojileri kapsar. Modern haptik cihazlar, aynı reseptörleri aktive etmek için güç, titreşim ve koordineli hareketten yararlanır, böylece beynin yapay girdileri gerçek bir dokunma gibi yorumlamasını sağlar [6]. Buradaki temel amaç, biyolojik dokunmanın her detayını mükemmel bir şekilde taklit etmekten ziyade, beyne gelen sinyalin dokunsal deneyim olarak algılanması amacıyla yeterli ve düzenli bilgiyi sağlamaktır [7]. Bu biyolojik anlayış, modern protez teknolojilerinin tasarımına doğrudan ilham veriyor.

II. Biyonik Temasın Anatomisi

Haptik mekanizmaları eklemeli imalatla bir araya getiren araştırmacılar, uygulanan basınca bağlı olarak elektrik direnci değişen piezodirençli iletken polimerler kullanarak 3D baskılı protez eller geliştirdi [8][9]. Bu sistemler, temas sırasında oluşan basıncı algılayabiliyor ve aynı bilgiyi kullanıcının cildine geri bildirim darbeleri şeklinde ileterek dokunma hissini yeniden üretmeyi amaçlıyor. Mevcut modeller hâlâ geliştirilmeye açık olsa da, parmak ucu benzeri mekanik arayüzlerin, insan derisinin kuvveti yayma ve lokalleştirme biçimini taklit etmesiyle gerçekçiliği önemli ölçüde artırabildiği gösteriliyor [10].

Bu alandaki temel hedeflerden biri, dokunma hissini doğru biçimde kalibre edilmesidir. Algılanan temas ne rahatsız edici, ne de fark edilmeyecek kadar zayıf düzeyde olmalı; ayrıca zamanlaması da gerçekleşen fiziksel olaylarla uyumlu olmalıdır. Yapılan araştırmalar, kullanıcıların yapay dokunsal duyumları zamanla pratik yoluyla protezle ilişkilendirmeyi öğrendiğini gösteriyor. Bu öğrenme süreci ilerledikçe, yapay duysal haritalama giderek doğallaşıyor ve böylece protezle daha hızlı kavrama sonucunda daha hassas kuvvet kontrolü mümkün hâle geliyor [11][12].



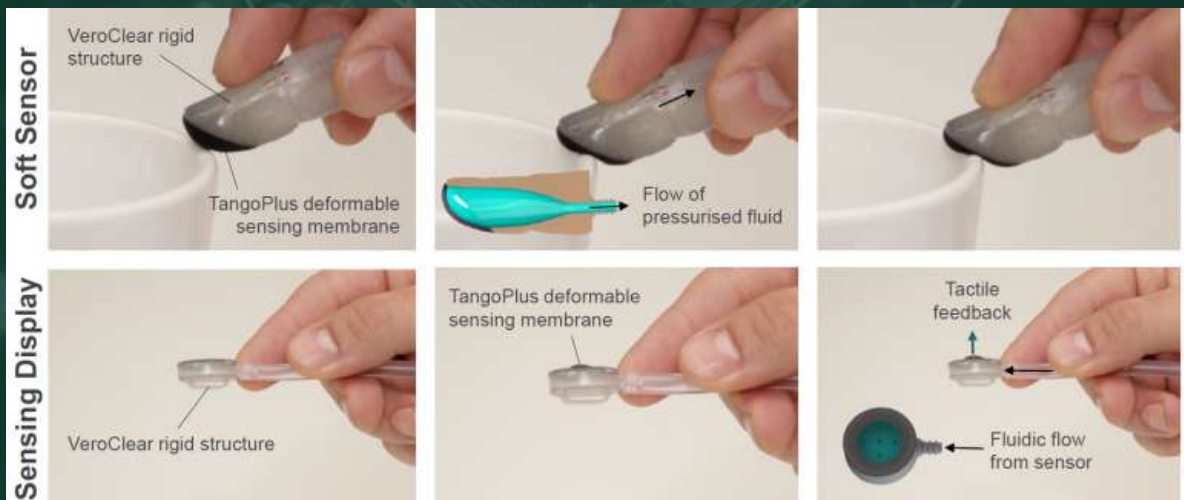
Dokunma hissini herkes için erişilebilir kılmak.
UCL Made at UCL.

III. Hayalet (Fantom) Uzuv ve Beynin Haritası

Amputasyon sonrası birçok insan, artık var olmayan bir uzuvdan geliyormuş gibi hissedilen duyuları deneyimlemeye devam eder. Bu durum “fantom uzuv” olarak tanımlanır ve yalnızca ağrıdan ibaret değildir. Beynin somatosensoriyel korteksi, uzvun duyu haritasını tam olarak silemez. Örneğin parmakların yeri, basıncın nerede hissedileceği ve hatta hangi hareketin hangi hisle bağlantılı olduğu yıllarca edinilen deneyimler doğrultusunda sinir sistemine kodlanmıştır [13].

Bu kalıcı harita ilk bakışta bir problem gibi görülebilir. Birçok ampute, ağrı, basınç ve benzeri rahatsızlık veren durumlar deneyimlemektedir. Fakat yeni haptik çalışmalar bu durumu bir engel değil, fırsat olarak yorumluyor. Eğer beyin hâlâ ele ait duyu haritasını bekliyorsa, yapay dokunsal sinyaller bu beklentiyle eşleştiği takdirde gerçek kaynağın o hayali el olduğuna dair bir illüzyon oluşturabiliyor [11]. Başka bir deyişle, kullanıcı zamanla koluna gelen titreşimi protez parmağındaki temas olarak algılamayı öğreniyor.

Bu yaklaşım, “sensörimotor döngünün” yeniden kurulmasını sağlar. Protez parmak bir nesneye temas ettiğinde piezodirençli sensör basıncı algılar; kontrolcü bu bilgiyi deriye uygulanan kısa bir geri bildirim sinyaline dönüştürür ve kullanıcı bu duyuma göre kavrama kuvvetini ayarlar. İlk başta bu eşleşme bilinçli çabayla yapılır. Fakat çalışmalar, tekrar eden kalibrasyon ve pratikle bu eşleşmenin otomatikleştiğini gösteriyor. Dokunuş artık düşünerek değil hissederek yönetilen bir davranışa dönüşmüş oluyor [12]. İşte burada “Fantom uzuv algısı” kilit rol oynamaktadır. Beynin “el hâlâ orada” beklentisi, yapay uyarımı o konuma taşır ve protez sadece uzatılmış bir araç olmaktan çıkarak vücudun bir parçası gibi hissedilmeye başlar. Bu his hem ince motor kontrolünü artırır hem de protezle duygusal bağlantıyı güçlendirir. Tekrar eden başarı kullanıcıda güven oluşturur; artık bir objeyi tutmak, deneme-yanılma değil, refleksif bir eylemdir [14]



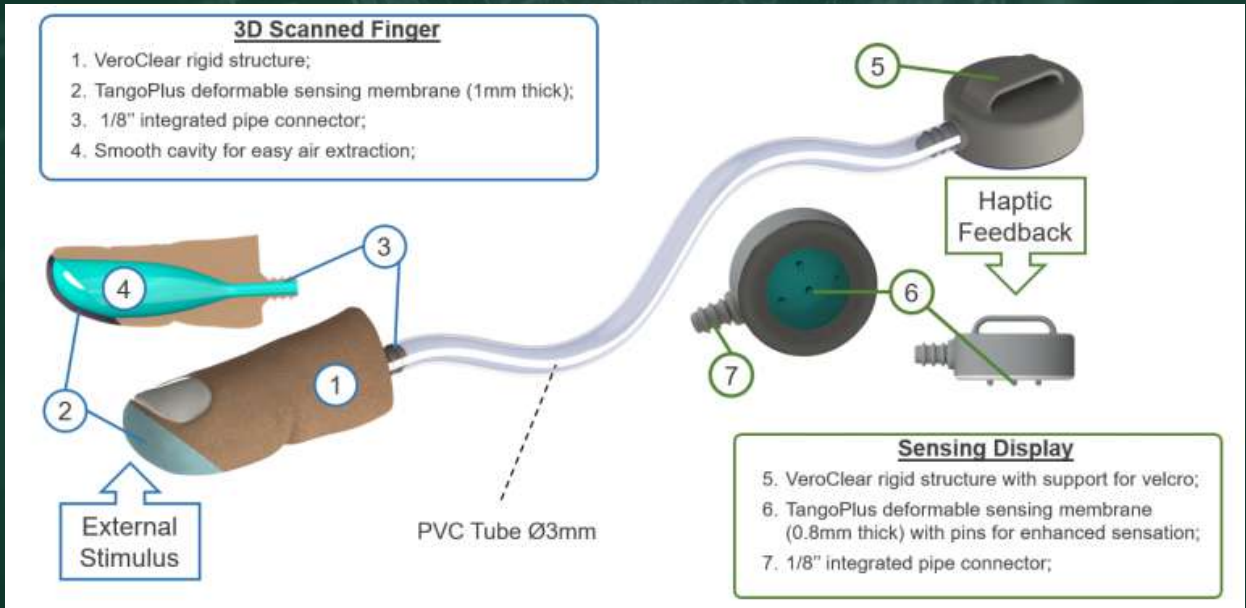
Dokunma hissini herkes için erişilebilir kılmak.
UCL Made at UCL.

IV. Sınırlar ve Gerçek Dünya

Her ne kadar UCL'in haptik protezleri umut verici sonuçlar sunsa da, bu teknolojinin uygulanabilirliğini sınırlayan önemli faktörler hâlâ bulunmaktadır. Bunların başında ise gecikme sorunu gelmektedir. Sensörün objeyi algılayıp kontrolcüye ve cilde geri bildirim göndermesi arasındaki milisaniyelik gecikme, özellikle hızlı veya hassas hareketlerde algısal uyumsuzluklara yol açabilmektedir [12, 15]. Ayrıca, sensör çözünürlüğü ve geri bildirim yoğunluğu hâlâ biyolojik dokunmanın seviyesine ulaşmış değildir. Bunun yanında, yüzey dokusu, küçük titreşimler veya sıcaklık değişimleri gibi detaylar da sınırlı olarak algılanmaktadır [7, 10].

Bu durum, protezin çevreyle kurduğu etkileşimin hâlâ kısmen yapay kalmasına neden olur. Teknik sınırlamaların yanı sıra düzenleyici ve etik boyutlar da diğer sınırlayıcı faktörleri oluşturuyor. Protezlerin klinik onayı, güvenlik testleri ve maliyet optimizasyonu uzun süreçler gerektiriyor. Bu kısıtlamalar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde erişimi zorlaştırmaktadır [16]. Ek olarak, kullanıcı eğitimi ve kalibrasyon süreci, her bireyin sinir sistemine göre uyum gerektirdiğinden zaman almakta; bireysel farklılıklar ise otomatik ve evrensel çözümleri sınırlamaktadır [11, 12].

Tüm sınırlamalara rağmen, haptik geri bildirimli protezlerin bu alanda getirdiği avantajlar çok önemlidir. Fantom uzuv ve sensörimotor uyum sayesinde protezler yalnızca bir araç değil, kullanıcıyla bütünleşmiş bir deneyim sunuyor. Yine de gerçek dünya koşullarında hız, dayanıklılık, maliyet ve erişim engelleri aşılması gereken kritik engeller olarak varlığını korumaktadır [14].



Dokunma hissini herkes için erişilebilir kılmak.

UCL Made at UCL.

DERYA BAHAR AYDIN

SETY©: GELECEĞİN CERRAHLARINI UZAY STANDARTLARINDA YETİŞTİREN BİR PLATFORM

Robotik cerrahi, küçük kesilerle gerçekleştirilen ameliyatların en gelişmiş hali olarak karmaşık mühendislik ile yüksek hassasiyetli hesaplama teknolojisini bir araya getirilmesine olanak tanıyor. Bu alan, tıp eğitiminde çığır açmış olsa da cerrahlar yakın gelecekte yepyeni ve ağır bir zorlukla karşı karşıya kalacak: uzayda ameliyat yapmak.

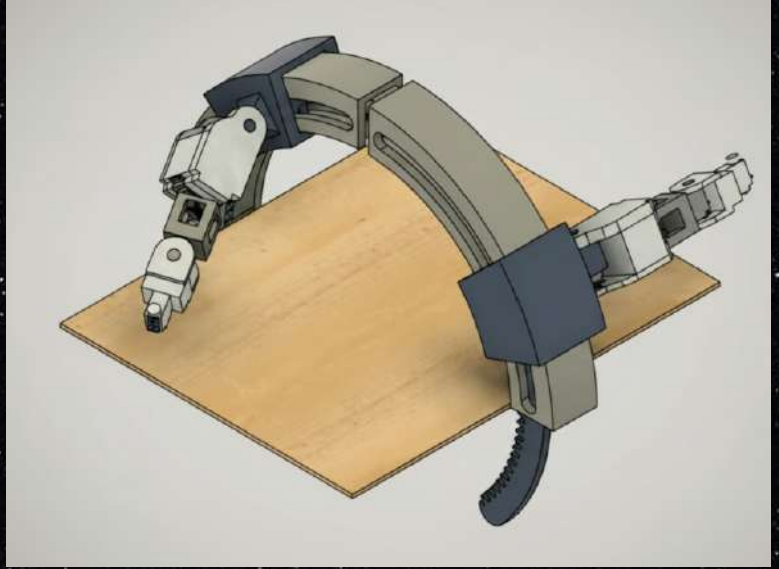
Uluslararası Uzay İstasyonu'ndan binlerce kilometre uzaktayken, bir astronotun acil tıbbi müdahaleye ihtiyacı olduğunu düşünün. Mikro yerçekimi, Dünya ile uzay aracı arasındaki kritik iletişim gecikmeleri ve son derece sınırlı kaynaklar... Mevcut robotik eğitim sistemleri yalnızca yeryüzü koşulları için tasarlandığından, bu ortamda cerrahi beceri kazanmak neredeyse imkânsız. Tüm bu zorluklar, geleceğin cerrahlarının becerilerini, uzay koşullarına uygun yenilikçi simülasyonlarla geliştirmesi gerektiğini ortaya koyuyor.



SETY© platformu, tıp eğitiminin başındaki doktorları bile sınırlı kaynaklara sahip aşırı uzay uçuşlarında ameliyat yapmaya hazırlama amacıyla tasarlandı. Platformun temel gayesi: yüksek maliyet, az sayıda cerrahi merkez ve taşınabilirlik sorunu gibi robotik eğitimdeki kısıtları aşmaktır. Böylece, doktorların genel cerrahi becerilerini ve dolayısıyla hasta bakım kalitesini artırmayı hedeflemektedir. Uzay Sistemleri Merkezi (CSET) tarafından yönetilen SY-MIS programı kapsamındaki bu proje, küçük kesilerle yapılan robotik ameliyatlara için uygun bir cerrahi eğitim platformu tasarlayarak ilk prototipini üretmeyi başardı [1].

GÜVENİLİRLİK VE PERFORMANS TESTLERİ

Yapılan detaylı analizler, geliştirilen cerrahi robotun bileşen ve sistemlerinin en zorlu koşullar altında bile sağlamlığını koruduğunu gösterdi. Prototipin, eğitim için gerekli standartlara uygun olduğu doğrulandı. Bu sonuçlar, özellikle uzun süreli ve yoğun kullanımın olduğu eğitim ortamlarında robotun uzun vadeli güvenilirliğini koruyacağını kanıtlamaktadır. Robot, zorlanmaya ve yıpranmaya dayanıklı yapısıyla cerrahi eğitimlerin kesintisiz ve güvenli şekilde sürdürülmesine olanak tanıyacak.



Robotik cerrahi kolunun tasarımı.
Córnejo ve ark.'ndan uyarlanmıştır (2025).

KRİTİK BÖLGEYE KUSURSUZ ERİŞİM



Robot kolları, ameliyatın temelini ve en kritik noktasını oluşturan merkezi çalışma alanına kolayca, akıcı ve tutarlı bir şekilde ulaşabiliyor. Üstelik bu bölgede farklı yönlere ve açılara erişim kabiliyeti de oldukça yüksek. SETYO®, iki kolunu gerçek bir cerrah gibi kusursuz bir uyumla yöneterek; eğitim için gerekli her görevi rahatlıkla yerine getirebiliyor. Cihaz, çalışma alanının kenarlarında zaman zaman hareket zorluğu yaşasa da cerrahi eğitimler için en önemli olan orta alanda mükemmel hareket ve erişim kabiliyetine sahip. Bu sayede, öğrencilere iki kolu koordineli kullanmayı gerektiren karmaşık küçük kesi cerrahisi tekniklerini öğretmek için tamamen yeterli ve güvenilir bir platform sunuyor.

MİNİMAL ENERJİ, MAKSİMUM PERFORMANS: İYİLEŞTİRME ALANLARI

Ayrıca, planlanan hız profillerinde, sarsıntısız hareket etme ve çok az kuvvet gerektirme yeteneğine sahip. Böylece gücü eklemler, dişliler ve kollar boyunca verimli bir şekilde iletebiliyor. Minimum enerji kayıpları, robotun eklemlerinde ani ve büyük kuvvet değişimlerini engelleyerek sistemin dayanıklılığını ve kullanım ömrünü artırıyor. Ancak yapılan testlerde, robotun hızlanmaya başladığı veya durduğu anlarda hızında meydana gelen ani sıçramaların, hareketin pürüzsüzlüğünü bozduğu gözlemlendi. Bu küçük aksaklıklar, hafif bir sarsıntıya veya istenmeyen titreşime neden olma potansiyeli taşıyor. Bu tür hareket kusurlarını gidermek ve platformun performansını artırmak amacıyla, daha gelişmiş sönümleme mekanizmalarına ihtiyaç duyulmakta ve robotun hareket yörüngesini daha yumuşak geçişlerle planlayacak yazılım optimizasyonlarının yapılması hedeflenmektedir.



TAŞINABİLİR VE EKONOMİK TASARIM



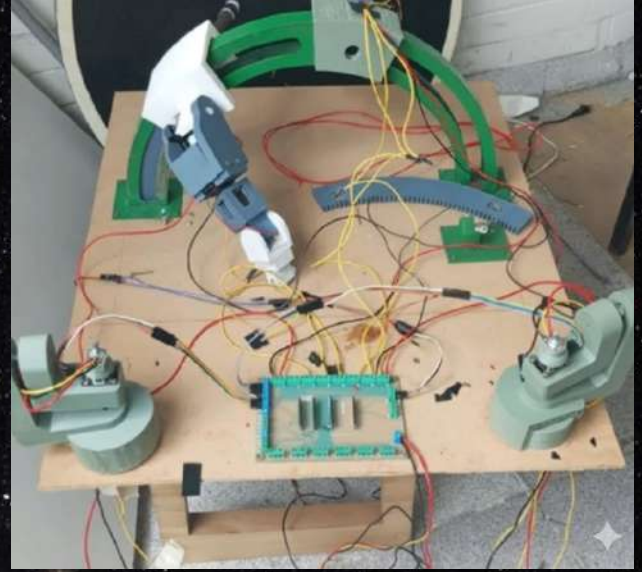
Sistemin iki robot kolu, eğimli bir yay üzerine yerleştirildi ve hareketleri motorlarla sağlandı. Robotun tabanı yalnızca bir dizüstü bilgisayar büyüklüğünde olması (yaklaşık 40 x 50 cm), onu son derece taşınabilir hale getiriyor. Yapının neredeyse tamamı, hem maliyeti düşürmek hem de hızlı üretim sağlamak amacıyla 3D yazıcılar aracılığıyla PLA (plastik) kullanılarak üretildi. Kolların hassas kontrolü için sekiz ayrı motor görev yaparken, cerrahlar bu robotik sistemi şaşırtıcı derecede basit bir arayüzle yönetiyor. Kolların hareketleri, gerçek zamanlı ve uyumlu şekilde bir oyun konsolu ve üzerindeki düğmeler aracılığıyla kontrol edilebiliyor.

AÇIK KAYNAK İLE YÜKSEK PERFORMANS

SETY©, pahalı ticari sistemlerin aksine, daha az karmaşık sensörler ve herkesin erişebileceği açık kaynaklı donanım kullanarak yüksek performansın mümkün olduğunu gösterdi. Geliştirilen bu ekonomik ve basit sistem, daha gelişmiş ve pahalı cerrahi eğitim platformları ile benzer işlevsel yeteneklere ulaşmayı başardı.

Platformun en güçlü yönlerinden birini, kullanıcının el hareketlerini gecikmesiz olarak sanal ortama aktarma ve hassas hareketleri doğru bir şekilde algılama yeteneği oluşturuyor. Hareket verilerini sürekli ve hızlı bir şekilde yenileyebilme kabiliyeti sayesinde, robot kolları aynı anda çalışırken birbirine çarpması etkili bir şekilde engellenmektedir. Ayrıca temel cerrahi eğitim alıştırmaları için sistemin tepki hızı ve hassasiyeti tamamen yeterli düzeyde bulunuyor. Bu özellikler, geliştirilen çözümün robotik cerrahi için hem bütçe dostu hem de etkili bir araç olduğunu kanıtıyor.

Düşük maliyetli ve erişilebilir bir cerrahi eğitim aracı olan SETY©, uygulanabilirliğini başarıyla kanıtladı ve kısıtlı imkânlara sahip eğitim merkezlerindeki tıp öğrencileri için robotik cerrahi eğitiminin kapılarını aralıyor. Ticari rakipleriyle tam olarak rekabet edebilmesi için performansını artıracak bazı iyileştirmeler gerekli olsa da, araştırmacılar artık en kritik adıma odaklanmış durumda: çok merkezli klinik doğrulamalar.



Robotik cerrahi sistem bileşenleri.
Cornejo ve ark.'ndan uyarlanmıştır (2025).

Eğer SETY© bu zorlu testi başarıyla geçerse, geleceğin cerrahlarını yetiştirme biçimimizde küresel bir dönüşümü tetikleyebilir; cerrahi eğitimi hem daha ulaşılabilir kılabilir hem de kelimenin tam anlamıyla uzay standartlarına taşıyabilir.

MELİS ER

AGRESİF B HÜCRELİ AKUT LENFOBLASTİK LÖSEMIYE KARŞI İKİNCİ ŞANS: OBE-CEL CAR T-HÜCRE TEDAVİSİ

Yıllar önce İngiltere’de University College London’ın (UCL) küçük bir laboratuvarında başlayan iddialı bir fikir, bugün agresif lösemiyle mücadele eden yetişkinler için somut bir zafer hikâyesine dönüştü. Ulusal Sağlık Sistemi’nin (NHS) onaylayıp kullanıma açtığı bu yeni tedavi, hastanın kendi bağışıklık sistemini kanseri avlayan bir süper kahramana dönüştürüyor. Bu kahramanın adı, *Obe-cel* isimli CAR T-hücre tedavisi.



Peki “canlı ilaç” olarak kategorize edilen bu tedavi tam olarak ne yapıyor? Tıbbın en zekice hamlelerinden biri olarak görülen CAR T-hücre tedavisinde, doktorlar önce hastanın kanından bağışıklık sisteminin temel savaşçıları olan T hücrelerini topluyor. Ardından bu hücreler laboratuvar ortamında genetik olarak yeniden programlanıyor.

Hücrelere eklenen *Kimerik Antijen Reseptörü* (CAR) sayesinde, artık kanser hücreleri üzerindeki belirli hedefleri yüksek özgüllükle tanıyabilen, onlara sıkıca bağlanabilen ve doğrudan öldürücü sinyaller başlatabilen bir yapı kazandırılıyor.

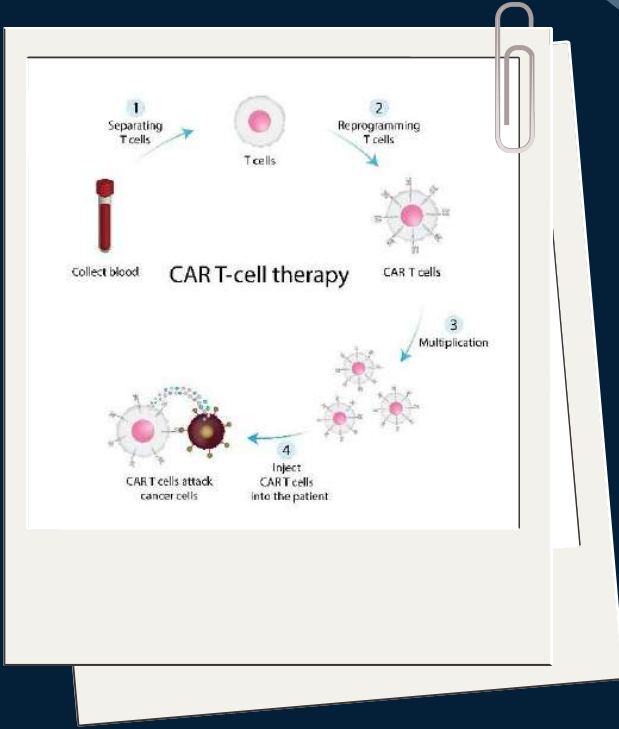
Mühendislikle yeni özel yetenekler kazandırılan T-hücreleri hastaya geri verildiğinde ise, bağışıklık sistemi yalnızca geçici bir tedavi yanıtı üretmekle kalmıyor; aynı zamanda vücutta uzun süre kalabilen, çoğalabilen ve gerektiğinde yeniden aktive olabilen dinamik bir savunma mekanizması oluşturuyor. Bu özellik, CAR T-hücre tedavisini klasik kemoterapi ya da tek dozluk ilaçlardan ayıran en kritik nokta olarak öne çıkıyor.

PEKİ, OBE-CEL’İ DİĞERLERİNDEN FARKLI KILAN NEDİR?

Daha önceki CAR T-hücre tedavileri de önemli başarılar sağlamıştı. Ancak bağışıklık sisteminin aşırı tepkisi anlamına gelen “immün toksisite” gibi ciddi yan etkiler ve tedavi edilen hücrelerin kısa sürede etkisini kaybetmesi gibi sorunlar vardı. Obe-cel’in asıl yeniliği tam da burada ortaya çıkıyor.

Araştırmalar, bu yeni tasarımın potansiyel immün toksisite riskini önemli ölçüde azalttığını ve —belki de en önemlisi— T-hücrelerinin vücutta çok daha uzun süre aktif kalabildiğini gösteriyor. Bu iki gelişme, hastalığın nüksetme riskini azaltabilecek güçlü bir potansiyel taşıyor ve bilim dünyasında önemli bir eşik olarak görülüyor [1].





SONUÇLAR UMUT VAAT EDİYOR!

Çalışmadan elde edilen klinik deneme sonuçları, *Agresif B hücreli Akut Lenfoblastik Lösemi (ALL)* tedavisinde anlamlı veriler sunuyor.

ALL ile mücadele eden hastaların yaklaşık dörtte üçünde hastalığın tamamen temizlenmesi ve bu hastaların bir bölümünün üç buçuk yılı aşkın süredir kansersiz yaşamını sürdürmesi, dikkat çekici bir başarı.

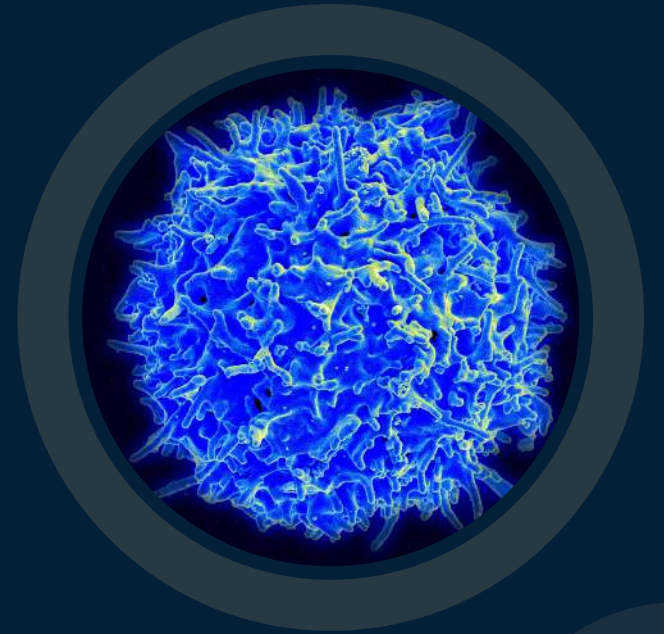
Kanserdeki tabloyu düşündüğümüzde; standart tedavilerle sadece birkaç aylık yaşam beklentisi olan hastalar, şimdi yıllarca süren uzun süreli ve hastalısız bir ikinci şansa kavuşabiliyor.

Bu tedaviyi alan genç bir öğrenci olan Harry'nin, sonuçları "beklediğimden çok daha iyi, hatta mucize gibi" sözleriyle anlatması, rakamlardan çok daha fazlasını ifade ediyor.

Bu başarı, yıllarını laboratuvarında geçiren UCL araştırmacıları, klinikte hastaları ayakta tutmaya çalışan doktorlar ve büyük ölçekli yatırımların birleşmesiyle oluştu. Bu tablo, koca bir ülkenin "bilimle iyileştirme" vizyonunun somut bir örneğini gösteriyor.

En heyecan verici kısmı ise şu:

Bu tedavi artık bilimsel dergilerin sayfalarının veya sınırlı klinik denemelerin dışına çıktı.



Ulusal Sistemi (NHS) tarafından onaylandı ve önümüzdeki haftalarda bu agresif kan kanseriyle boğuşan hastalara bir seçenek olarak sunulacak.

Obe-cel çalışması; bilim insanlarının, doktorların, üniversitelerin ve ulusal sağlık sisteminin aynı hedefe kilitlendiğinde, umudun somut bir şansa nasıl dönüştürülebileceğinin en güçlü örneklerinden birini ortaya koydu. Bu hikâye, bilimin bazen sadece bir ilacı değil, aynı zamanda ikinci bir hayat şansını nasıl hediye edebileceğini bize bir kez daha güçlü bir şekilde hatırlatıyor.



YAREN AKYÜZ

CRISPR İLE FAZLA KROMOZOMU SİLMEK: DOWN SENDROMU ARAŞTIRMALARINDA YENİ BİR DÖNEM

Bilim dünyası, Trizomi 21'in hücresel seviyede düzeltilmesi konusunda çığır açan bir çalışmaya tanıklık ediyor. Tarihte ilk kez insan hücreesindeki fazla bir kromozom, doğru alel seçilerek silindi. Araştırmacılar, Down sendromunun temel nedeni olan fazla 21. kromozomu, gelişmiş bir CRISPR tekniğiyle hücre içinden seçici şekilde kaldırmayı başardı. Bu yöntem, hem genetik düzenleme çalışmalarında hem de geleceğin tedavi yaklaşımlarında büyük bir umut vaat ediyor.

Down sendromu, insan genomunda 21. kromozomun üç adet bulunması (Trizomi 21) ile ortaya çıkar. Bu fazladan kromozom, yüzlerce genin gereğinden fazla çalışmasına yol açarak sinir sistemi gelişiminde bozukluklara, metabolik dengesizliklere, oksidatif strese ve hücrelerin daha yavaş büyümesine neden olur. Bu doğrultuda bilim insanlarının uzun yıllardır cevap aradığı temel soru; hücredeki fazla kromozomun tamamen ve güvenli bir şekilde çıkarılıp çıkarılamayacağıydı.

Trizomi 21 hücrelerinde biri babadan gelen, ikisi anneden gelen toplam üç farklı 21. kromozom bulunur. Bu kromozomlar birbirinin kopyası değildir ve küçük DNA farklılıkları taşırlar. Gerçekleştirilen çalışmada üç kromozomdan yalnızca M2 adı verilen alel, DNA dizilimindeki küçük farklılıklar kullanılarak özgün biçimde hedef alındı. Tercih edilen bu yöntem, araştırmanın en yenilikçi yönünü oluşturdu. Araştırmacılar, **M2** kromozomu üzerinde sadece bu alele özgü olan 13 farklı CRISPR hedef noktası belirledi. Bu işlemi gerçekleştirirken **Cas9** enzimini kullanarak belirlenen noktalardan aynı anda kesimler yaptı. Çoklu kesimler sonucunda hücre bu hasarlı kromozomu parçaladı ve geriye istenildiği gibi yalnızca iki sağlıklı kromozom kaldı. Bu işlem sonrasında karyotipin 47'den 46 kromozoma düştüğü görüldü. Elde edilen bulgular, Trizomi 21 yerine normal genom dizilişine geri dönülmesi anlamına geliyor [1].

Gerçekleştirilen çalışma, Down sendromu için henüz klinik bir tedavi sunmuyor. Araştırma, Down sendromunun yanı sıra trizomi kaynaklı hastalıkların, kromozom fazlalığı içeren kanser tiplerinin ve gen dozajı bozukluklarının gelecekte nasıl düzeltililebileceğine dair güçlü bir temel oluşturuyor. Elde edilen bulgular ve gelinen nokta, genetik tıpta bir dönüm noktası olarak değerlendiriliyor.

CRISPR teknolojisinin ulaştığı bu seviye, sadece gen düzenleme alanının değil, insan sağlığını yeniden şekillendirebilecek tıbbî vizyonun da genişlediğini gösteriyor. Down sendromu için hücresel düzeyde böylesine kesin bir müdahalenin mümkün olması, gelecekte tedavi yaklaşımlarının daha da gelişebileceğine işaret ediyor.

GÜLCE ÜNSALAN



DERİN BAKIŞ

BİLİM ARENASI

Embriyolarda Genetik Düzenleme: Tıbbî Devrim mi, Etik Felaket mi?



Amerika'nın Batı Yakası'ndaki bir biyoteknoloji girişimcisi, 30 milyon dolarlık yatırımla "Preventive" adlı yeni bir şirket kurarak kalıtsal genom düzenleme konusunu yeniden gündeme taşıdı. Şirketin ilk hedefi, genetiği düzenlenmiş bebekler üretmekten ziyade gelecekte embriyo düzenlemenin güvenli ve etik açıdan kabul edilebilir bir şekilde uygulanıp uygulanamayacağını araştırmak.

Embriyonun düzenlenmesi gerektiğini destekleyenler, bu teknolojinin tıbbî köklü bir şekilde değiştirebileceğine inanıyor. Bu yaklaşıma göre, zararlı genler bebek daha doğmadan düzeltilirse ciddi kalıtsal hastalıklar tamamen ortadan kaldırılabilir. Böyle bir müdahale sadece bireyi değil gelecek nesilleri de koruyabilir. CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) gibi teknolojiler daha hassas ve düşük maliyetli hâle geldikçe bunun bir gün gerçek bir tıbbî seçenek olabileceğini savunuyor.

Ancak pek çok bilim insanı bu fikre şiddetle karşı çıkıyor. Embriyo düzenlemenin henüz bilinmeyen riskler taşıdığını; hedef dışı mutasyonlar, eksik düzenlemeler ve uzun vadede ortaya çıkabilecek yan etkiler gibi çeşitli önemli riskler barındırdığını vurguluyorlar. Üstelik yapılan genetik değişiklikler kalıtsal olduğu için, olası hataların gelecekteki nesillere aktarılma ihtimali ciddi bir tehdit oluşturuyor.

Eleştirmenler, toplumsal sonuçlara da dikkat çekiyor: genetik eşitsizliğin derinleşmesi, üremenin ticarileşmesi ve hastalık önleme amacından tartışmalı genetik "iyileştirmelere" kayma riski... Bu nedenle kalıtsal genom düzenleme, Türkiye'nin de aralarında bulunduğu birçok ülkede insan embriyolarında klinik kullanım açısından yasaklanmış durumda.

Preventive, bilimsel güvenilirlik kazanmak için tanınmış araştırmacılarla işbirliği yaparak varlığını sürdürmek istese de şu ana kadar yalnızca bir uzman, Paula Amato, şirkete danışmanlık yapmayı kabul etti. Bunun aksine, Berkeley'den Fyodor Urnov gibi önde gelen bilim insanları ise bu girişimlere açıkça karşı çıkıyor ve yol açabileceği zarar riskinin, sağlayacağı faydadan çok daha yüksek olduğunu savunuyor.

Sonuç olarak, embriyo düzenlemesi üzerine süren tartışma, bilimsel ilerleme arzusu ile etik kaygılar arasındaki gerilimi net bir şekilde ortaya koyuyor. Teknoloji, hastalıkları önleme açısından büyük bir potansiyel taşısa da barındırdığı riskler ve belirsizlikler hâlâ çok büyük. Kalıtsal genom düzenlemenin bir gün kabul göreceği bir tıbbî uygulama mı yoksa asla aşılmaması gereken bir sınır mı olacağı da bu noktada belirsizliğini koruyor. Ancak bu tartışmanın kendisi bile, biyoteknolojinin toplumsal ve ahlaki sınırları nasıl zorladığına dair önemli sorular sormamızı sağlıyor [1].

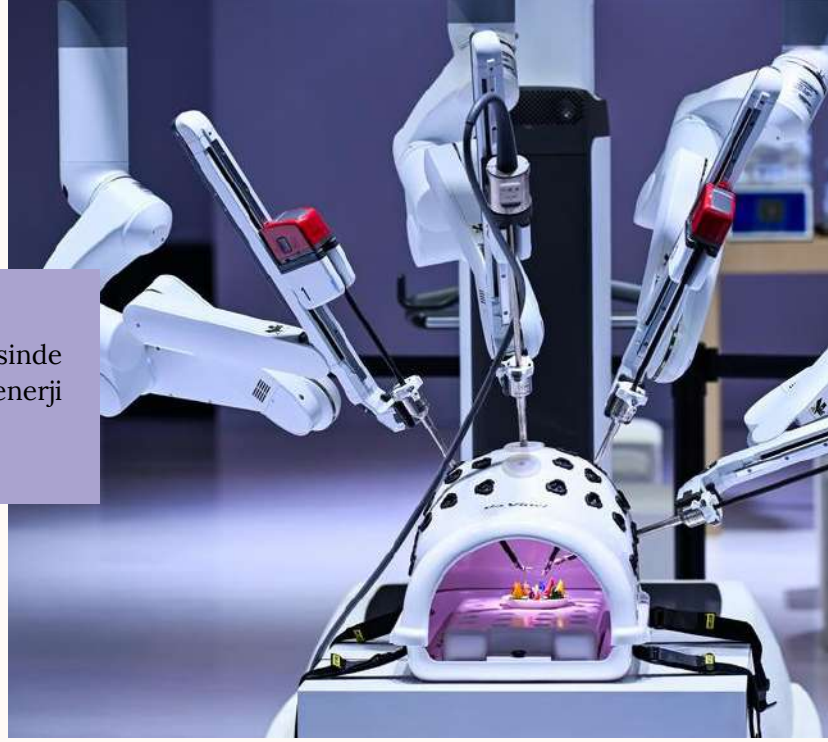
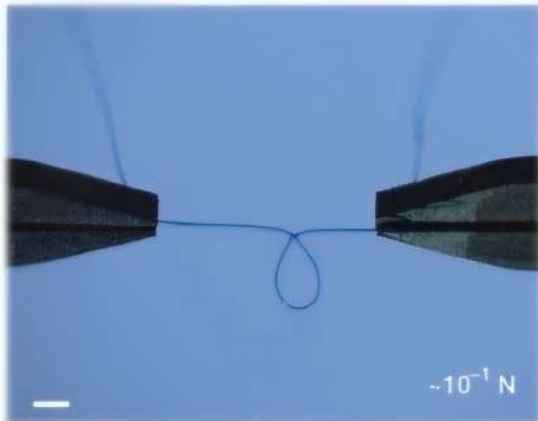
DENİZ HELVACI

ELEKTRİKSİZ CERRAHİ ROBOTLAR: KAYDIRMALI DÜĞÜM DEVRİMİ

“Kaydırmalı Düğüm Teknolojisi” sayesinde cerrahi işlemler artık daha kolay ve enerji gerektirmeden yapılabilecek.

Öyle bir teknoloji düşünün ki; herhangi bir elektrik şebekesine bağlı olmadan, robot kolların gerçekleştirebildiği hassas cerrahi işlemler enerji altyapısının yetersiz olduğu bölgelerde bile büyük bir titizlikle uygulanabiliyor. **“Slipknot” (kaydırmalı düğüm)** adı verilen bu yeni nesil teknoloji, mekanik kuvveti depolayıp kontrollü bir şekilde açığa çıkararak karmaşık cerrahi işlemlerin her koşulda yapılabilmesine olanak tanıyor. Bu teknoloji, uzaktan cerrahi robotlarına entegre edildiğinde dünyanın her köşesinde acil ve hassas cerrahi müdahalelerin gerçekleştirilebilmesi için yepyeni bir imkân sunuyor.

Çin'deki Zhejiang Üniversitesi'nden Yaoting Xue, Jiasheng Cao, Tao Feng ve Kaihang Zhang'ın oluşturduğu araştırma ekibi, kaydırmalı düğümlerin dinamik işleyişini yakalamak için yüksek hızlı görüntüleme ve mikrobilgisayarlı tomografi (mikro-BT) tarama tekniklerini kullandı.



Bu mekanizmada düğüm oluşturulurken ipin bağlanmasıyla birlikte sisteme mekanik enerji yükleniyor. Düğüme F kuvveti uygulanarak adeta mekanik bir “bilgi” yazılıyor; bu işlem tekrarlandıkça sistemde biriken kuvvetin bir kısmı kontrollü biçimde salınıyor. Bu salınım, düğümün çekim kuvvetine, sürtünme özelliklerine ve kullanılan elastik malzemenin deformasyon davranışına bağlı olarak gerçekleşiyor.

Araştırmacılar, ipi düğümlemek için her iki uca 7.500 N kuvvet uyguluyor. 500 farklı ip üzerinde yapılan denemelerin sonucunda, sistemden elde edilen çıkış kuvveti yaklaşık 3.000 N olarak ölçülmüştür. Bu fark, düğümleme sırasında enerjinin bir kısmının (sürtünme, ısı gibi yollarla) kaybedildiğini ve dolayısıyla tamamının korunmadığını ortaya koymaktadır. Ancak meydana gelen bu enerji kaybı, sistemin enerjiyi hiç depolamadığı veya zamanla sızdırmadığı anlamına gelmiyor. Nitekim, 32 gün boyunca bekletilen düğümler çözüldüğünde, ortaya çıkan kuvvetin hâlâ aynı değerde (3.000 N) olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu, düğümleme esnasında enerji kaybı yaşanırken, düğüm bağlandıktan sonra içinde kalan enerjinin uzun süreler boyunca kararlı bir şekilde korunduğunu göstermektedir.

Çalışmada elde edilen bir diğer önemli bulgu ise serbest ip uçlarına uygulanan dış kuvvet artırıldığı zaman kayar halkanın uzunluğunun da kademeli olarak azaldığının keşfedilmesi olmuştur. En son aşamada, maksimum kuvvet uygulandığında, ipin düğümü çözülmeye başlamıştır. Ancak ilginç olan nokta, düğüm çözülürken topolojik hâlinin –yani matematiksel özü ve bağlantı yapısının– değişmemiş olmasıdır. Öteki taraftan, fiziksel şekli “**Reidemeister hareketleri**” adı verilen ve düğüm teorisinde kabul gören temel şekil değiştirme kurallarına uygun olarak tam sekiz kez değişime uğramıştır. Başka bir ifadeyle düğüm, aynı matematiksel kimliği koruyarak sekiz farklı geometrik görünüme bürünmüştür.

Slipknot (kaydırmalı düğüm) tabanlı mekanik iletim mekanizmasının çalışması iki önemli aşamaya ayrılır. İlk aşama, Reidemeister hareketlerinin gerçekleşmesinden önceki “bırakma” sürecini içerir. Bu süreçte, düğümdeki temas, sürtünme ve elastikiyetin birleşik etkileri nedeniyle çekme kuvveti artar. Son aşamada ise ek Reidemeister hareketleri devreye girer ve bir çatallanma oluşur. Bu çatallanma, çekme kuvvetinde ani bir zirveye (F zirvesi) ve ardından kuvvetin daha da azalmasına yol açar.

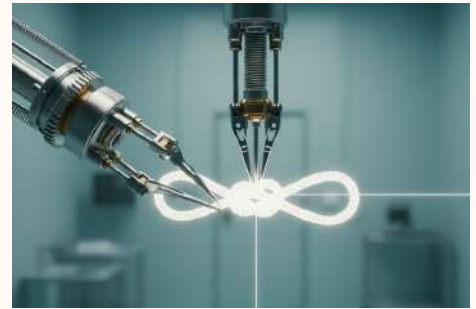
Ameliyatlarda kesikleri kapatmak için hayati önem taşıyan düğüm atma işlemi, büyük ölçüde cerrahın deneyimi ve el becerisine bağlıdır. Bu nedenle, işlemin başarısı tamamen cerrahın sorumluluğundadır. Örneğin, bağırsak ameliyatlarında dikiş atmak oldukça zordur. Çünkü mide ve bağırsaklar sürekli hareket eden ve kasılıp gevşeyen organlar oldukları için atılan dikişler zamanla gevşeyebilir, açılabilir veya aşırı sıkışarak dokuyu kesebilir. Bunun sonucunda, "anastomoz kaçağı" dediğimiz ve bağırsak sıvısının dikiş hattından sızmasına yol açan ciddi bir durum ortaya çıkabilir. Peki, kaydırmalı düğüm teknolojisinin sağladığı bu hassas ve güçlü mekanik iletim sayesinde bu tür zorlu işlemleri çok daha güvenli ve tutarlı bir şekilde gerçekleştirmemiz mümkün olabilir mi?



Bilim insanları bu hipotezi test etmek için iki grup ve iki değişkenden oluşan bir deney tasarladı. Deneyde, az tecrübeli genç cerrahlar (10 yıldan az deneyimi olanlar) ile deneyimli cerrahlardan (10 yıldan fazla deneyimi olanlar) biri standart cerrahi düğüm, diğeri kaydırmalı düğüm (Slipknot) teknolojisini kullanarak iki tür dikiş atmaları istendi.

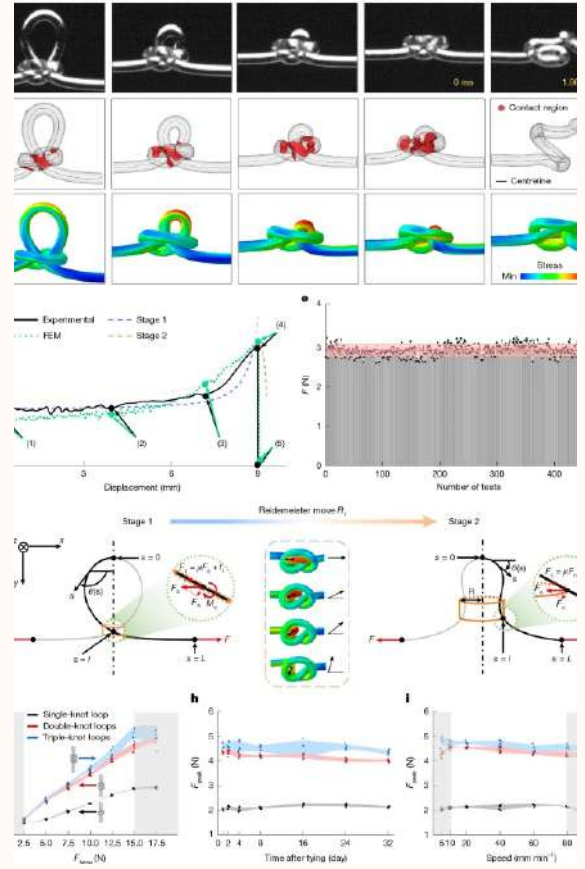
Standart düğümle dikiş atıldığında, az tecrübeli cerrahların dokuyu bağlarken uyguladıkları ortalama kuvvet 1.716 N olarak ölçüldü. Deneyimli cerrahların uyguladığı kuvvet ise ortalama 1.534 N idi. Ancak biliniyor ki, bir insan dokusunda hem sağlam hem de zarar vermeyen ideal bir dikiş için uygulanması gereken kuvvet 1.400–1.500 N aralığındadır.

Kaydırmalı düğüm kullanıldığında ise sonuçlar çarpıcı biçimde değişti. Düğümler, önceden 1.400 N'lik bir hedef kuvvete göre ayarlanmıştı. Bu sistemle çalışan az tecrübeli cerrahlar ortalama 1.445 N, deneyimli cerrahlar ise 1.480 N kuvvet uyguladı. Deney sonuçları, kaydırmalı düğüm sayesinde az tecrübeli cerrahların uyguladıkları kuvvetin ideal aralığa yaklaştığını ve neredeyse deneyimli cerrahlar ile eşitlendiğini ortaya koydu. Geliştirilen teknoloji sayesinde, daha az deneyimli cerrahlar deneyimli meslektaşlarıyla aynı derecede sağlam ve güvenli dikiş atabilmiştir. Deneyimli cerrahların performansında kayda değer bir değişiklik gözlenmedi.



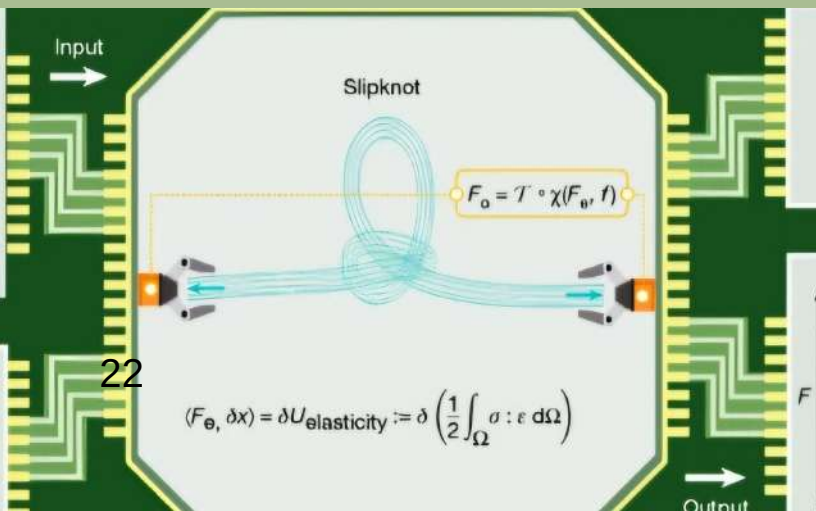
Benzer deney farelerde uygulandığında, normal dikiş sonrası iyileşmede patlama kan basıncı normale bir haftada dönerken, kaydırmalı düğüm sonrası iyileşmede patlama kan basıncı beş günde eski haline döndü. Bu da şunu gösteriyor ki kaydırmalı düğüm normal düğüme göre daha hızlı iyileşme performansı sergiliyor.

Kaydırmalı düğüm teknolojisi, gelişmiş malzemeler veya elektronik ekipman gerektirmeyen, tamamen mekanik bir tasarımdır. Bu özelliği, onu geleneksel elektronik kuvvet sınırlayıcı cihazlarla karşılaştırıldığında daha basit, tek kullanımlık olmaya uygun ve daha ekonomik kılar. Maliyetli kuvvet algılama sistemlerine ihtiyaç duymadan kolayca üretilebilir ve çalıştırılabilir. Bu kaydırmalı düğümler, yalnızca genç cerrahların eğitimi için değil, aynı zamanda tıbbi ekipmanın yetersiz olduğu veya erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde, geleneksel dikiş yöntemlerine pratik ve etkili bir alternatif olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Bu düğüm mekanizması robotik cerrahi kollarıyla entegre edildiğinde ise robotun çalışma prensibine dahil edilir ve sistemdeki kuvvet belirlenen bir eşik değeri aştığında otomatik olarak kesme işlevi gösterebilir. Bu tür bir sistem, yapısal aşırı yüklenmeyi önlemek ve insan-robot etkileşimlerini daha güvenli hale getirmek için çeşitli alanlarda kullanılabilir.



“ The Slipknot

Bu çalışmanın en heyecan verici yönlerinden biri, henüz keşfedilmemiş potansiyelidir: diğer yapısal elemanlara (farklı malzemelere, geometrilere veya biyolojik yapılara) gömülü “mekanik bilgi”.



Bu bilginin ortaya çıkarılması, mekanik zekâ kavramını robotikten nanoteknolojiye, genetikten malzeme bilimine kadar uzanan çok daha geniş bir uygulama yelpazesine taşıyabilir. Basit bir düğümde saklı olan bu ilke, geleceğin akıllı materyallerinin ve sistemlerinin temel taşlarından biri olabilir [1].

ÖMER SAİD ÖZKAN

Kanser Tedavisinde Yan Etkileri Sınırlamak: D2L Yöntemi

Günümüzde sürekli büyüyen sağlık sorunlarından biri olan kanser, her gün yüzlerce insanın hayatını kaybetmesine neden olmaktadır. Hastalığın erken aşamalarında belirti göstermemesi, belirli bir dokuya özgü olmayışı ve özellikle de tedavisinin çeşitli sebeplerle oldukça zorlayıcı olması, bu sağlık sorununu çözmeyi daha güç hâle getirmektedir. Kanser hücrelerini yok etmek için kullanılan tedavi yöntemleri ise aynı zamanda sağlıklı hücelere de zarar verdiğinden, kanser hastaları tedavi süreçlerinde istenmeyen çeşitli yan etkilere maruz kalmaktadır. Hastada meydana gelen yan etkiler, hastanın hem psikolojik hem de fizyolojik açıdan zarar görmesine neden olmakta, tedavide zorluklar meydana getirmektedir.

İşte tam da bu noktada gerçekleştirilen yeni bir çalışma, sağlıklı hücelere zarar vermeden tümörü yok etmeyi hedefleyen farklı bir yaklaşım ortaya koymaktadır. Araştırma, “**D2L (decaging-to-ligation)**” adı verilen akıllı bir kimyasal sistemi kullanıyor. Bu sistem, tümör hücrelerinde çok yüksek miktarda bulunan **LAT-1** amino asit taşıyıcısını hedef alıyor. LAT-1, amino asitlerin kanser hücrelerine onları büyütme amaçlı giriş yaptığı bir “geçit” gibi çalışmaktadır. Araştırmacılar, bu geçitten içeri girebilen özel bir “**anahtar molekül**” (**Phe-BF3**) tasarladılar.

Sağlıklı hücelere neredeyse hiç giremeyen bu molekül, tümör hücrelerine kendilerine benzerliği dolayısıyla hızla girebilmektedir. Hücrenin içine girdikten sonra, önce üzerindeki TBS korumasını kaldırarak etkisiz durumdaki fenilhidrazini aktif hâle getirmekte (decaging), sonra aktiveşen fenilhidrazinin ikinci bir bileşen olan **2-fPBA** ile güçlü bir bağ kurmaktadır (ligation).

Bu birleşmenin nasıl bir yapı oluşturduğu ise tedavinin temel şeklini belirlemektedir. Eğer parçalar **PROTAC** bileşenleri yani hücredeki zararlı ve gereksiz proteinleri yok edecek şekilde tasarlanmış ise tümörün içinde birleşerek kanser hücresinin yaşaması için gerekli bazı proteinleri hedef alıp yok eden bir PROTAC ilacına dönüşmektedir. Eğer parçalar nanoparçacık yüzeyinde ise T hücrelerini tümöre çeken nanoyapılar oluşturmakta ve lokal bir immün saldırı ile tedaviyi sağlamaktadır. Her iki durumda da tedavi yalnızca tümörün içinde ve hedeflenen şekilde aktiveşme ile gerçekleştirilmektedir.



Çalışmanın hayvan deneyleri oldukça umut verici sonuçlar ortaya koymuştur. D2L yöntemiyle tedavi edilen gruplarda tümör büyümesi belirgin bir şekilde baskılanmış, bazı gruplarda tümör boyutunda kayda değer küçülmeler gözlemlenmiştir. Üstelik çalışma, yöntemin sağlıklı dokularda neredeyse hiç yan etkiye yol açmadığını da ortaya koymaktadır. Aynı amaçla kullanılan benzer tedavilerde sıklıkla karşılaşılan, beyaz kan hücrelerinde aşırılık, trombosit düşüşü veya lenfositlerde ciddi dalgalanmalar gibi toksik yan etkiler bu yöntemde neredeyse hiç gözlemlenmemiştir [1].

Tüm bu bulgular doğrultusunda, geliştirilen D2L yönteminin laboratuvarla sınırlı kalmayıp klinik aşamalara geçilebilecek potansiyele sahip olduğu anlaşılmıştır. Kanser tedavi süreçlerinin yoğun yan etkiler nedeniyle hastalar için ne kadar yıpratıcı olduğu düşünüldüğünde, bu çalışma hastalar için ciddi bir umut vadetmektedir. D2L tedavi yaklaşımının geliştirilmesi ile beraber, ilerleyen dönemlerde çok daha güvenli ve etkili kanser tedavilerinin ortaya çıkması daha mümkün hale gelebilir.

SEHER SENA DUMAN

Damarların İçindeki Mikro-Mühendislik: Akışkan Destekli Mikroyüzgeç Teknolojisi



Medikal teknolojide sınırlar zorlanmaya devam ediyor, pasif cerrahi aletler devri kapanıyor olabilir!

Advanced Science dergisindeki yeni çalışma, vasküler cerrahiye akıllı ve akışkan dinamiği ile desteklenen bir bakış açısı getiriyor. Araştırmacılar, damarların zorlu ve kıvrımlı yollarında ilerleme amacıyla mekanik kuvvetleri ve hidrodinamiği birleştiren bir çözüm geliştirdi [1].

Endovasküler, yani damar içi prosedürlerde (örneğin anjiyografi veya stent takılması) cerrahların karşılaştığı en büyük engel, insan damar sisteminin “tortuosity” adı verilen karmaşık ve kıvrımlı yapısıdır. Mevcut kılavuz teller, tıpkı dar bir tünelde ilerlemeye çalışan esnek bir çubuk gibidir; keskin virajlarda yönlendirme yeteneklerini kaybedebilir veya “buckling” (burkulma) dediğimiz telin ilerlemek yerine kendi üzerine katlanması sorunuyla karşılaşabilirler. Peki, bu pasif telleri akıllı ve aktif bir sisteme dönüştürmek mümkün mü? Araştırmacılar bu sorunu çözmek için standart bir kılavuz telin ucuna, manyetik olarak yönlendirilebilen mikroyüzgeçler (micro-fins) entegre ettiler. Ancak bu tasarımın asıl mühendislik başarısı, aynı sistemde hem manyetizma hem de hidrodinamiğin birleştirilmesidir. Sistem, “fluid drag” (akışkan sürüklemesi) prensibini kullanıyor. Bu kuvvet, bir cismin akışkan (bu sistemde akışkan olarak kan kullanılmıştır) içinde hareket ederken maruz kaldığı dirençtir. Normalde bu direnci azaltmak isteriz; ancak bu tasarımda mühendisler kan akışının oluşturduğu bu kuvveti, telin ucundaki yüzgeçleri itmek için bir “rüzgâr” gibi kullanıyorlar. Bu mikroyüzgeçli tel, damar içinde ilerlerken üç farklı fiziksel kuvveti eşzamanlı kullanıyor: manyetik tork, akışkan sürüklemesi ve temas kuvvetleri. Manyetik tork sayesinde dışarıdan uygulanan manyetik alan, telin ucunun istenen yöne çevrilmesini sağlıyor. Akışkan sürüklemesi ise kan akışının yüzgeçlere hızla uyguladığı kuvvet sayesinde teli ileriye doğru itiyor. Tel damar duvarına temas ettiğinde ortaya çıkan etki-tepki kuvvetleri de bu harekete katkı sağlayarak ileri yönlü hareket bileşenini güçlendiriyor. Böylece sistem, bu üç kuvvetin eşzamanlı etkisiyle çok daha az enerji harcayarak aynı ilerlemeyi gerçekleştirebiliyor.



Geleneksel manyetik navigasyon sistemleri, teli bükme için yüksek manyetik alanlara (yaklaşık 34 mT) ihtiyaç duyarken, bu mikroyüzgeçli yapı sayesinde akışın da yardımıyla gereken alan 15 mT seviyelerine düşürülüyor. Yani daha az enerjiyle, daha hassas bir kontrol sağlanıyor. Ayrıca sistem, dış manyetik alan hizalamasında 45 dereceye kadar sapmaları tolere edebiliyor; yani sistem "hata toleranslı" (error-tolerant) bir yapısı ile çalışıyor.

Çalışmanın canlı uygulamalarındaki sonuçları ise oldukça umut vad ediyor. Tavşan vasküler modellerinde yapılan in vivo testler, bu teknolojinin cerrahi süresini büyük ölçüde kısalttığını gösteriyor. Mikroyüzgeçli tel sayesinde, ticari olarak kullanılan standart kılavuz tellere kıyasla operasyon süresinde %50 azalma sağlanırken, en zorlu ana arterlere erişim süresi 1 dakikanın altına düşürüldü.

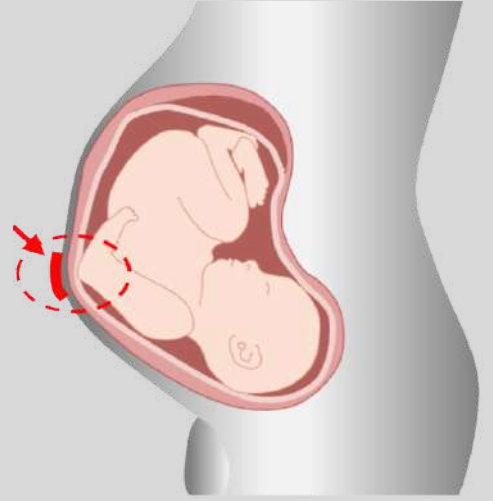
Bu çalışma, cerrahi bir aletin performansını artırmak için her zaman karmaşık motorlara veya elektronik devrelere ihtiyaç olmadığını gösteriyor. Araştırmacılar, sadece telin ucuna ekledikleri bu mikroyüzgeç geometrisi sayesinde, kanın akış kuvvetini (drag force) bir avantaja çevirmeyi başardılar. Bu buluş, özellikle damarların en kıvrımlı bölgelerinde yaşanan 'burkulma' (buckling) sorununun mühendislik açısından tamamen mekanik prensiplerle çözülebileceğini gösteriyor. Tavşan deneylerinde elde edilen yüksek başarı oranı, bu teknolojinin sadece laboratuvarlarla sınırlı kalmayacağını gözler önüne seriyor.

SİMAY KILIÇASLAN



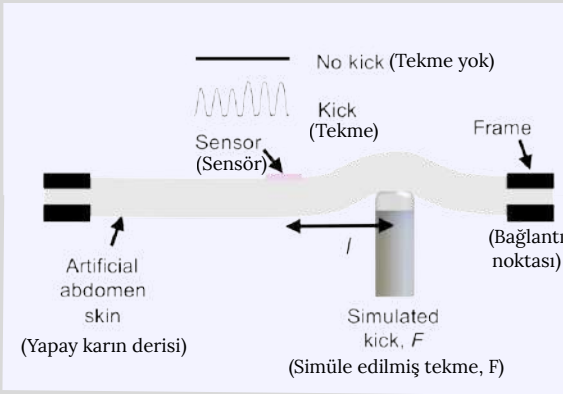
Fetal Hareket İzlemede Yeni Bir Adım: Akıllı Giyilebilir Sensörler

Fetal hareket (FH), bebeğin rahim içinde gerçekleştirdiği **tekme, çarpınma, savrulma veya yuvarlanma** gibi hareketler, sağlıklı gelişimin önemli bir göstergesidir. Sağlıklı bir bebek, hamileliğin son dönemlerinde bu hareketleri düzenli aralıklarla gerçekleştirir. Ancak fetüs, bir tehlikeyle karşılaşarsa oksijeni korumak amacıyla hareketlerini azaltabilir ve bu durum ölü doğum riskini artırabilir. Bu nedenle, özellikle hamileliğin geç evrelerinde fetal hareketlerin doğru ve sürekli olarak izlenmesi büyük bir önem taşır. Araştırmacılar, bu amaca yönelik olarak yapay zeka destekli, kompakt ve giyilebilir bir basınç-gerinim sensör sistemi geliştirdi. Bugüne kadar, fetal hareket takibi için çok çeşitli yöntemlere başvurulmuştur. Bu yöntemlerden en bilineni, annenin hissettiği fetal hareketleri bildirmesidir. Ancak fetal hareketlerin yaklaşık %40'ı anne tarafından fark edilmediğinden bu yöntem düşük bir güvenilirliğe sahiptir. Ultrason gibi alternatif yöntemler ise genellikle büyük cihazlar gerektirir, uzman kontrolünde yapılır ve dış etkenlerden kolayca etkilenebilir. Araştırmacıların geliştirdiği yara bandı benzeri sensör sistemi, bu noktada devreye giriyor.

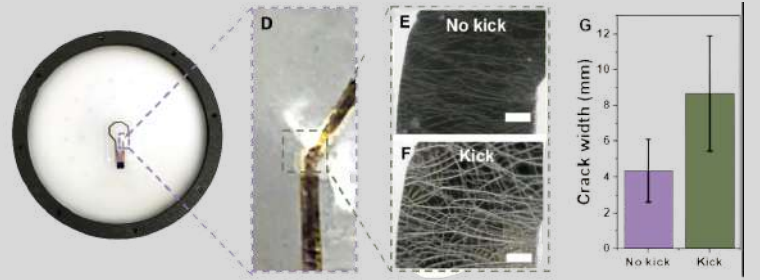


Peki, bu yeni teknoloji tam olarak nasıl çalışıyor?

Sistem, her biri 3 mm kalınlığında ve 3 g ağırlığında iki ayrı parçadan oluşuyor. Bunlardan birinde sekizgen biçimli altın nanotel tabanlı bir gerinim sensörü, diğerinde ise iç içe geçmiş elektrot tabanlı bir basınç sensörü yer alıyor. Bu kombine sistemde gerinim sensörü, geniş bir alanda izotropik ve çok yönlü hassasiyet sağlıyor. Basınç sensörü ise küçük etki alanında yüksek hassasiyet sunarak fetal hareketlerin doğru şekilde lokalize edilmesine olanak tanıyor. Ayrıca çeşitli çalışmalar sonucunda sisteme eklenen makine öğrenimi algoritması, fetal hareketleri fetal olmayan hareketlerden daha kolay ayırt etmeyi mümkün kılıyor [1].

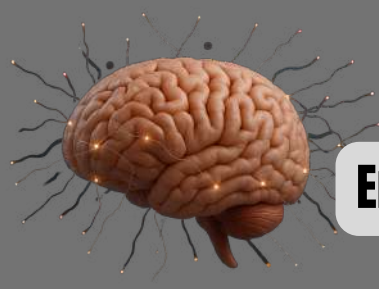


Bu teknoloji, hem 2B hem de 3B yapay karın sistemlerinde başarıyla test edildi. Ardından 59 hamile kadın üzerinde yapılan klinik testlerde, sensörün fetal hareketleri diğer hareketlerden %90'ın üzerinde bir doğruluk oranıyla ayırt edebildiği görüldü. Sistem, tekmeleme, nefes alma, baş hareketleri, irkilme, sallanma, seğirme ve hıçkırık gibi dokuz farklı hareket türünü tespit edebiliyor.



Araştırmacılar, bu giyilebilir teknoloji sayesinde fetal hareketlerin sürekli, invaziv olmayan ve doğru bir şekilde ölçülebileceği yeni bir bakış açısı sunmayı başardı. Tüm hamile kadınların kullanımına uygun, yumuşak ve hafif yapıda olan bu teknoloji, fetüs sağlığını izlemede büyük bir potansiyel taşıyor. Ancak araştırmacılar, bu cihazların daha da geliştirilmesi ve fetal hareketleri değerlendirmedeki etkinliğinin kesinleştirilmesi için büyük ölçekli klinik çalışmalara ihtiyaç olduğunu da belirtiyorlar. Eğer bu çalışmalar olumlu sonuçlanırsa, geliştirilen teknolojinin hamile kadınların hem sağlık güvenliğini hem de konforunu artırabileceği öngörülmüyor.

ASYA ATABEK



Erken Şizofreni Beyin Yapısında Parmak İzi Bırakıyor



Şizofreninin en erken evrelerinde beyinde neler oluyor?

Sevilla Üniversitesi'nden bir araştırma ekibi, farklı beyin bölgeleri arasındaki benzerlikleri karşılaştıran yeni bir MRG tabanlı yöntem kullanarak bu soruyu yanıtlamayı hedefledi. Bu MRG yöntemi, erken şizofreninin beyin önemli bölgelerindeki yapısal benzerliği bozduğunu ortaya koyuyor.

Peki şizofreni nedir? Olaya biyolojik açıdan bakmadan önce şizofreniyi psikolojik temelde ele alalım: Şizofreni, bireyin duygu, düşünce ve davranışlarını derinden etkileyen; gerçeklik algısında bozulmaya yol açan psikotik bir ruhsal bozukluktur [1]. Psikoz ise, en dar tanımıyla hezeyanlar ya da belirgin halüsinasyonların varlığıyla tanımlanır [2].

Şizofreni genellikle ergenliğin sonlarında veya erken yetişkinlikte ortaya çıkar. Birçok çalışma, şizofreni hastalarının beyin yapısında, özellikle temporal lob, singulat korteks ve insula gibi hafıza, duygu ve öz farkındalıkla ilgili bölgelerde farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Ancak bu değişimlerin klinik belirtiler, düşünme güçlükleri ve hastalığın biyolojik temelleriyle nasıl ilişkili olduğu uzun süre netlik kazanamamıştır.

Araştırma ekibi, beyin taramalarını analiz etmek için Yapısal Benzerlik Ağı (YBA) olarak bilinen nispeten yeni bir yöntemle odaklandı. Bu yöntem, beyin bölgeleri arasındaki doğrudan bağlantıları inceleyip haritalamak yerine, farklı beyin bölgelerinin şekil ve boyutlarını karşılaştırarak ne kadar benzer olduklarını tespit ediyor. Ekip, şizofreni spektrum bozukluklarının ilk ataklarını yaşayan 352 hasta ve 195 sağlıklı gönüllünün yapısal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) taramalarını analiz etti [3]. Ayrıca bu hastaların çoğunun daha önce hiç antipsikotik ilaç kullanmamış olması, ilaçların beyin yapısı üzerindeki etkilerini sınırlamaya yardımcı oldu. Çalışmada, farklı beyin bölgelerinin şekil ve yapı olarak birbirine ne kadar benzediğini gösteren "benzerlik haritası" oluşturan MIND adlı bir yöntem kullanıldı. Araştırmacılar daha sonra bu örüntülerin semptomlar, düşünme sorunları, hastalıktaki erken değişim noktaları ve beyin biyolojisinin bilinen özellikleriyle nasıl ilişkili olduğunu test ettiler. Ekip, erken yapısal değişiklikleri tespit etmek amacıyla her bir kişinin beyin hacmini, 120 binden fazla kişiden oluşan bir popülasyonun yaşa göre ayarlanmış referans verileriyle karşılaştırdı. Daha sonra bu benzerlik değişikliklerinin beyin gelişimiyle nasıl ilişkili olduğunu inceledi. En güçlü azalmalar, daha geç olgunlaşan ve karmaşık düşünme için önemli olan bölgelerde ortaya çıktı. Buna karşılık, basit hacim değişiklikleri daha erken olgunlaşan bölgelerde görüldü.



Ayrıca çalışma ekibi, MRG bulgularını sağlıklı örneklerden oluşturulan beyin biyolojisi haritalarıyla da karşılaştırdı. Benzerliği azalmış bölgelerde, özellikle astrositler olmak üzere belirli hücre tipleri yüksek seviyelerde bulunuyordu ve dopamin-serotonin sinyalizasyonunda rol oynayan reseptörler ve taşıyıcılar açısından zengin olduğu görüldü. Bu bölgeler ayrıca daha düşük metabolizma ve daha zayıf mikro yapı ile bağlantılı belirtiler de sergilemiştir. Bilişsel performansla ilgili ölçümler, hafıza ve dikkatle ilgili sistemlerin şekillendirdiği alanlarla uyumluydu.

Bulgular, şizofreninin beyin bölgeleri özellikle de yaşamın ilerleyen dönemlerinde olgunlaşan bölgeler arasındaki iletişimin bozulmasıyla ilişkili olduğu fikrini desteklemektedir. Erken yapısal değişiklikler küçük bir bölgede başlayıp daha sonra yakından ilişkili diğer bölgeleri etkileyebilir. Çalışma, bu örüntüleri bilinen biyolojik özelliklerle ilişkilendirerek görüntüleme bulgularını hastalığın altında yatan mekanizmalara daha da yaklaştırmıştır.

RÜMEYSA BİLİCİ



Geleneksel Kore'nin Mucizevi İlacı *Torreya nucifera*

Kore geleneksel tıbbının “gizli yıldızı” olarak anılan ***Torreya nucifera***, yüzyılı aşkın süredir çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan ve biyomoleküler açıdan son derece zengin olan bir bitkidir. “비자(榧子)” adıyla bilinen bu tür, özellikle inflamatuvar yanıtları hafifletmedeki belirgin etkileriyle dikkat çekmektedir. Daha önceki araştırmalar, *T. nucifera*'nın NF- κ B ve AP-1 gibi temel sinyal yollarını baskılayarak güçlü bir immünomodülatör etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu tarihsel kullanım, biyolojik ipuçlarıyla birleştğinde bitkiyi romatoid artrit (RA) gibi karmaşık inflamatuvar hastalıklar için potansiyel bir doğal tedavi adayı hâline getirmektedir.

İncelediğimiz çalışma, *T. nucifera* tohumlarından izole edilen fenolik bileşiklerin terapötik etkilerini ağ farmakolojisi ve moleküler docking yaklaşımlarıyla bir bütün olarak değerlendirmekte ve 12 özgün fenolik bileşiğin gen-yolak düzeyindeki etkileşimlerini ortaya çıkararak RA'ya özgü anti-inflamatuvar mekanizmaları aydınlatmaktadır. Elde edilen bulgular, *T. nucifera*'nın RA patogenezinde yer alan kritik sinyal yollarını hedefleyebilen yenilikçi ve doğal bir kaynak olabileceğini göstermektedir.

Bu tarihi mucize, araştırmacıları bitkinin çekirdeklerinde saklanan moleküler gizemleri daha yakından incelemeye yönlendirmiştir. Tohumlardan elde edilen ekstrakt, gelişmiş moleküler ağ analizleriyle tarandığında, *T. nucifera*'nın zengin bir fenolik bileşik ailesi barındırdığı ortaya çıkmış ve toplam 12 ayrı fenolik bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerin her biri hastalık durumunda aktif hâle gelen, inflamatuvar süreçlere dokunabilecek küçük ama etkili ‘biyolojik oyuncular’ olarak tanımlanmıştır. Ardından yapılan ağ farmakolojisi analizleri, bu moleküllerin RA ile ilişkili yüzlerce gen arasından özellikle dikkat çeken 20 ortak hedefle kesiştiğini göstermiştir. Bunların içinden NFKB1, RELA ve TNFRSF1A gibi hastalığın bel kemiği olan sinyal düğümleri, fenolik bileşiklerin adeta odaklandığı noktalar olarak öne çıkmaktadır.

Bu sonuçlar yalnızca teorik düzeyde değil; KEGG ve GO analizleri ile de doğrulanmış ve bileşiklerin NF- κ B, MAPK, TNF ve kemokin sinyal yolları gibi RA patogenezinin temel hatlarını etkileyebilecek kapasitede olduğu gösterilmiştir. Moleküler docking çalışmaları da aynı sonuçları vererek fenolik bileşiklerin bu kritik proteinlere güçlü bir şekilde bağlanabildiğini doğrulamıştır.

Bir diğer dikkat çekici nokta ise izole edilen bileşiklerin büyük çoğunluğunun ilaç geliştirme açısından oldukça elverişli fizikokimyasal özellikler taşımasıdır. Bu durum *T. nucifera*'yı yalnızca geleneksel tıbbın değil, aynı zamanda modern terapötik araştırmaların da ciddi bir adayı hâline getiriyor. Tüm bu bulgular, bitkinin RA üzerinde çoklu hedefleri aynı anda etkileyen bütünsel bir mekanizmayla çalışıyor olabileceğini düşündürmektedir. Yani *T. nucifera*, karmaşık bir hastalığa karşı yine çok katmanlı bir biyolojik yanıt sunuyor gibi görünüyor [1].

MERVE ATEŞ



KANSERİ LABORATUVARDA YENİDEN İNŞA ETMEK :TÜMÖROİD ORGANOİDLER

Organoidler, sınırsız bölünebilme kapasitesine sahip olan ve farklı hücre tiplerine dönüşebilen kök hücrelere dayanmaktadır. Bilim insanlarının bu hücreler için uygun çevresel koşulları sağlayarak onların kendi genetik talimatlarını izlemesine imkân tanınması sonucunda, kök hücrelerin dışarıdan yönlendirme olmaksızın kendiliğinden organize olan ve çok sayıda hücre tipinden oluşan, gerçek organlara şaşırtıcı derecede benzeyen minyatür yapılar oluşturduğu görülmüştür; bu yapılar “organoid” olarak tanımlanmaktadır.

Boyutları bir saç telinin kalınlığından, yaklaşık 5 milimetre çapındaki yapılara kadar değişebilen organoidler, araştırmacılara organ gelişiminin ve büyümesinin ayrıntılı biçimde incelenmesi için eşsiz ve oldukça elverişli bir yol sunmaktadır. Böylece hastalık mekanizmaları hakkında yeni bilgiler elde etmeyi mümkün hale getirmektedir. Organoidler, ilaçların dokular üzerindeki etkilerini doğrudan gözlemlene ve test etme fırsatı tanımaktadır. Mini organlar olarak nitelendirilen bu yapılar üzerinde gerçekleştirilen deneyler, ilaç keşfi süreçlerini kökten dönüştürme potansiyeli taşıırken, hastaya özgü tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi için yeni kapılar aralamıştır.

Organoid teknolojileri ile kişiselleştirilmiş tıp alanında devrim yaratabilecek yöntemlerin temeli atılırken, yeni bir çalışma bu yaklaşımın kanser araştırmalarında kullanılabilecek potansiyeli ile ön plana çıkmıştır. Tamamen in vitro ortamda büyütülen üç boyutlu “tümöroid” isimli yapılar, hücrelerin alındığı birincil dokuya benzer şekilde kendiliğinden kümelenmektedir. Ayrıca insan tümör mikroçevresini (TME) taklit edebilme yetenekleri sayesinde, hassas tıp alanında kullanılmakta ve yeni kanser ilaçlarının uygun maliyetli araştırmaları için önemli bir potansiyel sunmaktadır [1].

Kanserin ortaya çıktığı lokal mikroçevrenin anlaşılması, kanser hücrelerinin kaderinin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle meme kanserinde hücreler ile hücreler arası madde (HAM) arasında doğrudan temas ve çeşitli sinyal molekülleri aracılığıyla gerçekleşen karmaşık etkileşimler, yüksek düzeyde organize olmuş özgün bir hücre dışı matriks yapısının oluşmasına yol açmaktadır. Hücreler arası maddede meydana gelen bozulmalar, kanser başlangıcını tetikleyebilen birtakım faktörlerin aktive olmasına neden olmaktadır.

Bahsi geçen çalışmada, bu mekanizmaları daha ayrıntılı incelemek amacıyla meme kanseri hücreleri hücreler arası madde kullanılarak tümöroid modellerine dönüştürülmüştür. Bu tümöroidlerin farelerin meme bezlerine enjekte edilmesi sonucunda, farklı organlardan elde edilen kök hücrelerin tümöroidin bulunduğu alana gelip çoğalmaya başladığı ve farklı hücre tiplerine dönüşebildiği gözlemlenmiştir. Yani tümöroidlerin kök hücreleri kendilerine doğru çekebildiği ve onların aktif hale gelmesini sağladığı anlaşılmıştır [2].

Ayrıca tümöroidler, sağlıklı meme mikroçevresinin kanser hücreleri üzerinde fizyolojik özellikleri yeniden kazandırıcı bir etki oluşturup oluşturmadığını değerlendirmek ve geliştirilen kanser karşıtı ilaçlara verilen hücresel yanıtları analiz etmek amacıyla etkin biçimde kullanılmıştır. Bu gelişmiş modeller; yeni nesil kemoterapi ajanlarının potansiyel yan etkilerinin öngörülmesi, zararlı bağışıklık yanıtlarının incelenmesi, karmaşık kanser süreçlerinin güvenli ve kontrollü deney ortamlarında test edilmesi için ciddi bir potansiyel taşıyor.

PELİN ŞAHİN

AGROEKOLOJİK DÖNÜŞÜM: GELECEK KUŞAKLAR İÇİN TOPRAK DİRENCİNİ VE GIDA GÜVENLİĞİNİ ARTIRAN İYİLEŞTİRİLMİŞ BESİN YÖNETİMİ UYGULAMALARI



İnsanlığın gıda ve lif gibi temel ihtiyaçlarını karşılayan ve ekolojik dengeyi (su filtreleme, iklim düzenleme) sürdüren toprak sağlığındaki bozulma, önemli küresel zorluklara yol açmaktadır. Bu sorunlara karşı, sürdürülebilir ve uygun maliyetli bir alternatif olarak Entegre Besin Yönetimi (BTY) tavsiye edilmektedir. Modern tarımda özellikle kimyasal bazlı gübrelerin yoğun ve dengesiz kullanımı, toprak özelliklerini olumsuz etkileyen ve sürdürülebilirliği tehdit eden bir sorundur [1]. ICAR (Hindistan Tarımsal Araştırma Konseyi), 1970 yılında 11 merkezde toprak sağlığını düzenli olarak izlemek amacıyla Uzun Vadeli Gübre Deneyleri (AICRP-LTFE) adlı Tüm Hindistan Koordineli Araştırma Projesi'ni başlatmıştır. Bu çalışmaların temel amacı ise hem organik hem de inorganik gübrelemenin ürün verimliliği ile toprak sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerini değerlendirmektir [2].



Yeşil Devrim sonrası bu durumun izlenmesi amacıyla Uzun Vadeli Gübre Deneyleri (LTFE) yapılmaya başlanmıştır. Bu deneyler sonucunda NPK + FYM (çiftlik gübresi) uygulamasının, yalnızca kimyasal gübrelere veya kontrol gruplarına göre en iyi verim eğilimini sağladığı; ancak gübrelerin uzun vadede yanlış ve dengesiz kullanımının toprak sağlığına zarar verdiği ortaya çıktı.



BTY, inorganik gübreleri organik katkı maddeleriyle birleştirerek hem ürün verimliliğini korumayı hem de toprağın canlılığını ve verimliliğini artırmayı hedefler. LTFE'ler, bu entegre yaklaşımların uzun vadeli etkilerini anlamak ve gelecek nesiller için gıda güvenliğini sağlamak amacıyla önemli bir kıstas görevi görür. Küresel olarak toprakların üçte birinin besin dengesizlikleri ve kirlilik gibi nedenlerle bozulması; entegre besin yönetimi (BTY) stratejilerini toprak sağlığını ve uzun vadeli gıda güvenliğini sağlamak amacıyla daha kritik hâle getirmektedir. Sentetik gübrelerin aşırı kullanımı ötrofikasyona yol açarken, bazı bölgelerde yetersiz gübre kullanımı, verimin ve gıda güvenliğinin düşmesine neden olur. 2050 yılına kadar beklenen %60'lık gıda talebi artışı göz önüne alındığında, organik girdileri, hassas tarımı ve yenilikçi teknolojileri entegre eden sürdürülebilir bir yaklaşım zorunlu hâle gelmiştir.

Küresel Uygulamalar ve Temel Bulgular



Uluslararası vaka çalışmaları, BTY'nin farklı tarımsal ekolojik bölgelerde başarıyla uygulandığını göstermektedir. Hindistan'da çiftlik gübresi (FYM) ve NPK kombinasyonu ürün verimini %18-25 artırmıştır, Çin'de ise saman dönüşü ve kontrollü salımlı gübreler besin kullanım verimliliğini artırmıştır. İspanya'da biyokömür kullanımı tuzlu-alkali topraklarda toprak yapısını iyileştirirken, Etiyopya'da kompost ve mineral gübre entegrasyonu mısır veriminde %30 artışa neden olmuştur. Uzun Vadeli Gübre Deneyleri (LTFE), BTY'nin (özellikle NPK + FYM) toprak fiziksel özellikleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu kanıtlamıştır:

- **Yığın Yoğunluğu (BD):** BTY altında organik madde birikimi ve mikrobiyal aktivite artışı sayesinde azalır (daha gevşek toprak yapısı).
- **Agregasyon ve Kararlılık:** Organik gübreler (FYM) ve minerallerin birlikte kullanımı, toprak agregasyonunu ve stabilitesini önemli ölçüde iyileştirir.
- **Su Yönetimi:** Makro gözenekliliğin artması sayesinde doymuş hidrolik iletkenlik, sızma oranı ve su tutma kapasitesi artar.
- **Ortalama Ağırlık Çapı (MWD):** BTY (özellikle NPK + FYM) uygulamaları en yüksek MWD değerlerine sahiptir; bu da daha iyi toprak yapısı ve erozyona karşı direnç anlamına gelir.



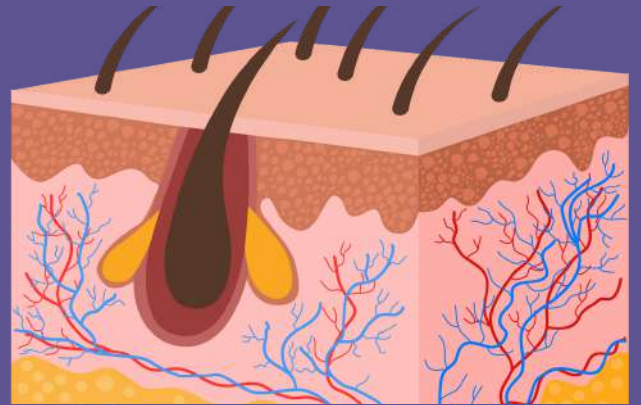
Entegre Besin Yönetimi (BTY), toprağın bozulmasını ve verimlilik kaybını önleme gayesiyle hem organik hem de inorganik kaynakları birleştirerek tarımsal sürdürülebilirliği artırmada kritik bir rol oynar [3]. Sürdürülebilir tarım ise agroekoloji, permakültür ve biyodinamik tarım gibi bütüncül uygulamalarla bağlantılıdır. Ürün rotasyonu, ürün kalıntısı ilavesi, sıfır toprak işleme (ZT) ve biyokömür kullanımı gibi geliştirilmiş yönetim uygulamaları (GMP'ler), toprak organik karbonunu(SOC) önemli ölçüde yükseltmekte ve böylece toprak sağlığını ve fiziksel özelliklerini (artmış nem tutma, azalmış yoğunluk) iyileştirmektedir. *Biomass Conversion and Biorefinery*'de bildirildiği gibi, *Eruca Sativa*'nın topraksız yetiştiriciliğinde badem kabuğu biyokömürünün uygulanması, yenilikçi organik katkı maddelerinin geleneksel olmayan tarım sistemlerinde bile besin kullanım verimliliğini nasıl optimize edebileceğini göstermektedir [4]. Özellikle pirinç-buğday ve mısır-nohut gibi rotasyonlarda, %100 NPK + FYM gibi entegre dozların uygulanması, azotlu gübrelerin tek başına kullanımına veya kontrol parsellerine göre uzun vadede en yüksek verimliliği ve kârlılığı sağlamıştır [5]. Fıstık kabuğu bazlı biyokömür gibi yenilikçi organik katkılarla desteklenen BTY, yalnızca ürün performansını değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de artıran bir yöntemdir. Sonuç olarak bu entegre ve korumacı yönetim tekniklerinin benimsenmesi, artan nüfus için sürdürülebilir gıda üretimini güvence altına alırken, toprak sağlığı göstergelerinin belirlenmesi gibi alanlarda gelecekteki araştırmalar için de bir ölçüt oluşturmaktadır.

ZEYNEP KARTAL

KOZMETİĞİN GÖZDESİ: TOPIKAL HYALURONİK ASİT

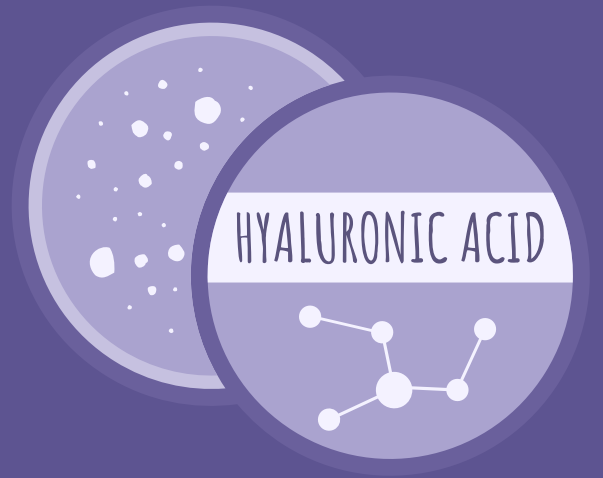
Kozmetik sektörünün gözde bileşenlerinden hyaluronik asit (HA), insan vücudunda doğal olarak bulunan ve su tutma kapasitesiyle bilinen bir biyopolimerdir. Cildin yapısında, eklemlerde ve gözde yüksek miktarda bulunan bu molekül, özellikle cilt bakımında nemlendirici ve yaşlanma karşıtı etkilerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır.

Farklı ülkelerde yürütülen dermatolojik ve biyokimyasal araştırmalar, HA'nın topikal kullanımda molekül büyüklüğüne bağlı olarak değişen biyolojik etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur [1]. Bu çalışmalar, yüksek molekül ağırlıklı HA'nın cildin üst tabakasında kalarak yüzeyde koruyucu ve nem tutan bir film oluşturarak transepidermal su kaybını azalttığını ve cilde anında dolgunluk verdiğini göstermiştir. Buna karşın düşük molekül ağırlıklı HA'nın daha derin tabakalara ulaşabileceğini ve dermiste bulunan fibroblast hücrelerini etkileyerek kolajen üretimini artırdığını göstermiştir. Sonuç olarak, düşük molekül ağırlıklı HA'nın epidermise ve hatta dermise kadar ilerleyebildiği, fibroblast hücrelerinde kolajen üretimini artırdığı ve bunun sonucunda kırışıklıkların görünümünde belirgin azalma sağladığı anlaşılmıştır.



Üstelik ciltte gözlenen bu olumlu etkiler yalnızca nem tutma ile sınırlı değil. HA'nın anti-enflamatuar (iltihap azaltıcı) ve iyileştirici özellikleri de bulunmaktadır. Hassas, kızarık veya bariyeri zayıflamış ciltlerde yapılan klinik araştırmalar, HA'nın kızarıklığı azaltabildiğini, bariyer yapılarını güçlendirdiğini ve hücre yenilenmesini desteklediğini gösteriyor. Bunun yanında, HA'nın keratinosit ve fibroblast gibi cilt hücrelerinin çoğalmasını ve farklılaşmasını etkilemesi, yalnızca kozmetik bir nemlendirici değil aynı zamanda biyolojik olarak aktif bir molekül olduğunu kanıtlıyor.

Son yıllarda, HA'nın etkisini artırmak amacıyla çeşitli kimyasal modifikasyonlar geliştirilmekte. Örneğin asetillenmiş HA, hem cilde daha iyi nüfuz eder hem de kolajen yıkımını azaltarak daha belirgin yaşlanma karşıtı sonuçlar elde edilmesini sağlar. Çapraz bağlı HA ise birbirine bağlanmış zincirlerden oluşan jel benzeri bir yapı sunarak cilt yüzeyinde daha uzun süre kalan güçlü bir nemlendirme etkisi elde eder. Katyonik (pozitif yüklü) HA, cilt yüzeyinin negatif yükünü kullanarak çok daha iyi tutunur ve durulanan ürünlerde bile etkisini koruyabilir. Retinoik asit veya mineral ajanlarla fonksiyonelleştirilmiş yeni HA türevleri, hem daha stabil hem de biyolojik olarak daha etkili hale getirilmiştir. Buna ek olarak lipozom, nanoparçacık veya kil tabanlı taşıyıcı sistemler gibi teknolojiler, normalde cildin derin tabakalarına ulaşamayan yüksek molekül ağırlıklı HA'nın daha etkin şekilde taşınmasını mümkün kılmaktadır.



Tüm bu olumlu özellikleriyle HA yalnızca cilt bakımında değil, saç bakımında da her geçen gün giderek artan bir ilgi görmektedir. Yapılan çalışmalar, özellikle 50 kDa altındaki düşük molekül ağırlıklı HA'nın saç telinin içine kadar ilerleyebildiğini ve korteks bölgesine ulaştığını göstermiştir. Bu etki, saçtaki keratin yapılarının yeniden düzenlenmesini sağlayarak elektriklenmeyi azaltır ve saçın daha yumuşak ve kontrollü görünmesine katkıda bulunur. Hem yüksek hem düşük molekül ağırlıklı HA'nın birlikte kullanıldığı formüllerin ise saçın dayanıklılığını, su tutma kapasitesini ve elastikiyetini daha fazla artırdığı belirtilmektedir. Ayrıca saç derisinde yapılan hücresel çalışmalar, HA ve amino asit kombinasyonlarının saç foliküllerinin büyümesini destekleyebileceğini ortaya koymaktadır.



Mevcut araştırmalar HA'nın çok yönlü bir biyomolekül olduğunu açıkça ortaya koysa da hâlâ yanıtlanmamış sorular bulunmaktadır. Özellikle farklı molekül ağırlıklarına sahip HA'ların ciltte tam olarak nasıl hareket ettiği, hangi reseptörlerle etkileşime girdiği ve yaşlanmış dokularda HA'nın taşınmasının nasıl değiştiği henüz tam olarak çözülememiştir. Gelecekte yapılacak çalışmaların HA'nın üç boyutlu yapısı, biyolojik işlevi ve cilt içindeki konumu arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı biçimde aydınlatması bekleniyor. Bu bilgiler, biyoteknoloji prensipleri ve olanaklarıyla doğadaki HA'nın özelliklerini taklit eden veya ondan üstün özellikler taşıyan yeni nesil "biyomimetik" HA türevlerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

ZEYNEP KANCA



BİLİM KURGU VE GERÇEK

Radyasyonu Yiyeen Mantar: Derin Uzay Keşiflerinin Biyolojik Zırhı

26 Nisan 1986'da Pripyat'ta meydana gelen ve dizilere konu olan Çernobil Faciası, maalesef hepimizin hafızasında yer etmiştir. Bu kazanın etkisi o kadar büyüktü ki Uluslararası Nükleer Olay Ölçeği'nde seviye 7 olarak sınıflandırıldı. Facia, kilometrelerce alandaki binlerce insanın, hayvanın ve doğal su kaynaklarının radyasyondan etkilenmesine neden oldu; etkilerinin ise 2060 yılına kadar sürebileceği araştırmacılar tarafından raporlandı. Kaza bölgesinden çevreye radyasyon sızıntısını önlemek amacıyla, yaklaşık 36 bin ton ağırlığında, 275 metre genişliğinde ve 108 metre yüksekliğinde çelik bir kalkan inşa edildi. Mühendisler tarafından özel olarak tasarlanan bu yapı, raylı bir sistem aracılığıyla bölgenin üzerine taşındı. Kazanın etkilerinin yayılmasını önlemeye yönelik çeşitli çalışmalar yapılmış olsa da ortaya çıkan hasar son derece yüküktü.



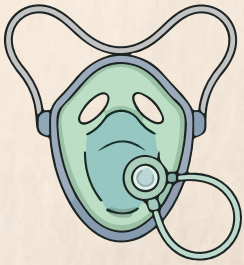
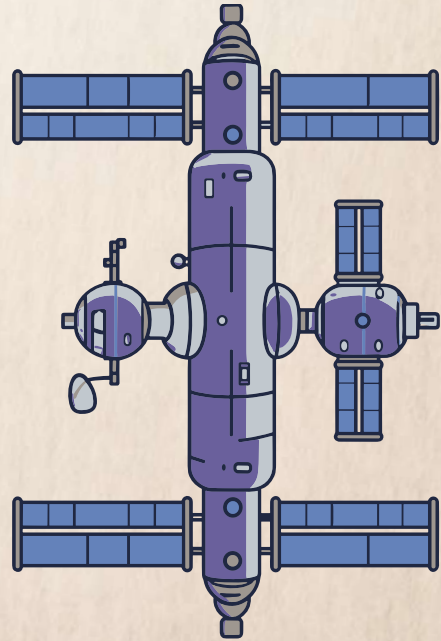
Peki, tam da bu bölgede, on binlerce tonluk bir kalkan gibi işlev görebilen ancak çok daha küçük boyutta olan bir mikroorganizmanın var olabileceğini hiç düşünmüş müydünüz? Üstelik bu mikroorganizma yalnızca radyasyondan korumuyor, aynı zamanda radyasyonla besleniyor!

Geçtiğimiz günlerde Amerika Birleşik Devletleri'nde, NASA Ames Araştırma Merkezi ve çeşitli üniversitelerin iş birliğiyle yürütülen yeni bir çalışma yayınlandı. Bu çalışmada, *Cladosporium sphaerospermum* adlı mikro mantarın derin uzay keşiflerinde biyolojik bir kalkan olarak kullanılabilme ve iyonlaştırıcı radyasyonu azaltma potansiyeli ele alındı.

Yüksek radyasyonlu bölgelerde yaşayabilen organizmaların varlığı daha öncesinde de bilinmekteydi. Ancak Çernobil faciasının ardından, normal seviyelerin 3-5 kat üzerinde radyasyon bulunan bölgelerde yapılan araştırmalarda, burada hiçbir canlının yaşayamayacağı düşünülüyordu. Buna karşın gerçekleştirilen incelemeler, siyah renkli mikro mantarların bu bölgelerde varlığını sürdürdüğünü ortaya koydu. Bu mantarların iyonlaştırıcı radyasyonu kullanarak "pozitif radyotropizm" yönelimi sergilediği görüldü. Keşfedilen türler arasında *Cladosporium sphaerospermum* mantarı da yer aldı. Bulunan siyah mantar türleri üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar, *C. sphaerospermum* mantarının besin ortamının çok yetersiz olduğu durumlarda bile diğer siyah mikro mantarlardan daha uzun süre hayatta kalabildiğini gösterdi [1].

Yapılan çalışmalar sonucunda, siyah mantarların radyasyona dayanıklılığının içerdikleri melanin pigmentinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ayrıca mantarların siyah renginin de yine bu pigmentin yoğunluğuyla ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Antioksidan özelliğe sahip olan bu pigmentin radyasyondan metabolizmaya enerji aktarımında rol oynadığı görülmüştür. Buradaki olay, bitkilerde gerçekleşen fotosenteze benzer olarak radyo-sentez kavramı ile ilişkilendirilmektedir [2,3].

Bu çalışmayla beraber, *C. sphaerospermum* izolatlarının aşırı radyasyon bulunan ortamlardaki gelişimi de ayrıntılı bir biçimde araştırılmıştır. Bu kapsamda, mikro mantarın alçak Dünya yörüngesinde (LEO) Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) yetiştirme potansiyeli incelenmiştir. Deney için inoküle edilmiş petri kapları ISS'ye gönderilmiş ve örneklerin uzay ortamında büyüme davranışları belirli aralıklarla gözlemlenmiştir. PDA üzerinde yetiştirilen *C. sphaerospermum* örneklerinde, soğuk depolama sonrasında ortam sıcaklığında normal mantar büyümesinin hızlı bir şekilde başladığı görülmüştür. Yapılan ölçümler, ISS'de yalnızca 48 saat içinde belirgin bir büyüme gerçekleştiğini ve mantarın bulunduğu bölgede ölçülen radyasyon miktarının, mantarın bulunmadığı alanlara kıyasla daha düşük olduğunu ortaya koymuştur [3].



Bu derin deneysel çalışma, bazı metodolojik sınırlamalar içerse de uzay araştırmalarında yerinde kaynak kullanımı (ISRU) yaklaşımı açısından ciddi bir umut vadetmektedir. Dünyadan uzay istasyonuna gönderilen her bir kütlenin ciddi bir maliyet oluşturmasının yanı sıra, Mars'ta uzun süreli yaşam hedefleri için yerel kaynakların kullanımı da kaçınılmazdır. Bu çalışma sonucunda düşük kütleli biyolojik radyasyon kalkanları oluşturma amacıyla radyasyon önleyici metal kalkanlar yerine, *C. sphaerospermum* mikro mantarının potansiyeli ortaya konmuş, aynı zamanda radyotrofizm etkisiyle radyoabsorpsiyon mekanizması sayesinde radyasyon kirliliğinin temizlenmesi açısından umut verici veriler elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler, doğanın en ölümcül görünen ortamlarda bile şaşırtıcı çözümler üretebildiğini bir kez daha gözler önüne sermektedir.

AYBÜKE ALDEMİR



KAHVE: HATIRI 40 YIL, ETKİSİ 5 YIL GENÇLİK

Kahve, dünya genelinde en yaygın tüketilen içeceklerden biri olmasının ötesinde, son yıllarda sağlık üzerindeki potansiyel etkileri ile de bilimsel araştırmaların odağında yer alıyor. İçerdiği antioksidan ve anti-inflamatuar bileşikler sayesinde uzun süreli sağlıkla da çoğu zaman ilişkilendiriliyor. King's College London ve Oslo Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir çalışma, orta düzey günlük kahve tüketiminin, şiddetli ruhsal hastalığı olan bireylerde daha uzun telomerlerle ilişkili olabileceğini ortaya koyuyor.

Şizofreni, bipolar bozukluk ve ağır depresyon gibi ciddi psikiyatrik bozukluklara sahip bireyler, genel nüfusa göre ortalama 15 yıl daha kısa yaşam süresine sahiptir ve daha hızlı biyolojik yaşlanma eğilimi gösterirler. Bu hızlanmış yaşlanmayı temsil eden biyolojik özelliklerden biri de telomer kısalmasıdır. Telomerler, kromozomlarımızın uçlarında bulunan ve genetik materyali koruyan yapılardır; aynı zamanda biyolojik yaşlanmanın da en belirgin göstergelerinden birini oluşturmaktadırlar. Artan yaşla birlikte doğal olarak kısalırlar ancak oksidatif stres, inflamasyon, sigara ve yaşam tarzı gibi faktörler bu süreci daha da hızlandırabilir. Bu durumda, şiddetli ruhsal bozuklukları olan kişilerde hem kahve tüketiminin hem de sigara kullanımının görece yüksek olması, söz konusu bireylerin gerçekleştirilen çalışma için ideal bir araştırma grubu haline gelmesini sağlamıştır.

Norveç'te yürütülen geniş kapsamlı bir psikoz çalışmasına (Norwegian Thematically Organised Psychosis) katılan 436 yetişkinin verileri değerlendirilmiştir. Katılımcılar, günlük kahve tüketim miktarlarına göre dört gruba ayrılmış ve telomer uzunlukları kan örnekleri üzerinden ölçülmüştür. Bulgular, kahve tüketimi ile telomer uzunluğu arasında ters J şeklinde bir ilişki olduğunu göstermiştir: Günde 3-4 fincan kahve içen bireyleri içeren grupta telomerlerin diğerlerine kıyasla daha uzun olduğu saptanmıştır. Bu değer, yılda ortalama 70 baz çifti kadar telomer kaybı temel alındığında, kahve içmeyen bireylere kıyasla yaklaşık 5 yıl daha genç bir biyolojik yaşa karşılık gelmiştir. Bu ilişki; sigara, ilaç kullanımı ve demografik faktörlere göre düzenleme yapıldıktan sonra da geçerliliğini korumuştur. Buna karşın, günde 5 fincan ve üzeri kahve tüketimi aynı olumlu etkiyi göstermemiştir. Araştırmacılar, ağır kafein tüketiminin artmış oksidatif stresle bağlantılı olabileceğini ve bu nedenle telomerler üzerindeki koruyucu etkinin yok olabileceğini öne sürmektedir.

ZEYNEP KANCA

BOYUN TARAMASI İLE KALP YETMEZLİĞİNDE ERKEN TEŞHİS

Kalp yetmezliği riski erken dönemde tespit edilebilir mi? Yeni bir araştırmaya göre, basit bir boyun taraması, kalp yetmezliği riski iki kat daha fazla olan erkeklerin belirlenmesini mümkün kılıyor.

UCL araştırmacıları tarafından yürütülen ve İngiliz Kalp Vakfı ile Ulusal Sağlık ve Bakım Araştırmaları Enstitüsü tarafından finanse edilen çalışmada, karotis ultrasonu adı verilen hızlı ve ağrısız bir tarama yöntemi kullanıldı. Karotis ultrasonu; hamilelikte kullanılan ultrasona benzer özelliklere sahip, boyun bölgesinde gezdirilerek ölçüm yapılmasını sağlayan bir görüntüleme yöntemidir.

Karotis arterlerinin esnekliğini değerlendiren bu tarama, atardamarları daha az esnek olan erkeklerin yaklaşık dörtte birinde, diğer bireylere kıyasla kalp yetmezliği gelişme olasılığının 2,5 kat daha yüksek olduğu ortaya koydu. İngiliz Bölgesel Kalp Çalışması'nın verilerine dayanan ve yalnızca erkek katılımcıları kapsayan bu araştırmanın bulgularının, kadınlar için de ayrı çalışmalarla değerlendirilmesi gerektiği araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır.

AZRA KARADEMİR



ŞARKININ RİTMİ, GÖZ KIRPMA REFLEKSİNİZİ VE BEYİN DALGALARINIZI NASIL ELE GEÇİRİYOR?

Müziğin Gizli Ritmi Göz Kapaklarınızı Nasıl Yönetiyor?

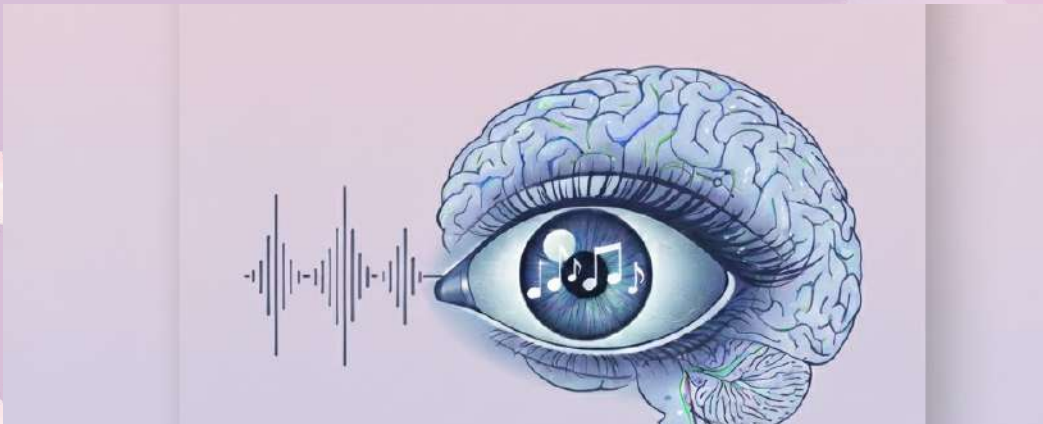
Müzik dinlerken ayağınızla tempo tutmanın tamamen bilinçli bir tercih olduğunu düşünebilirsiniz. Oysa vücudunuz, en savunmasız anında bile ritme nasıl teslim olduğunu size farketmeden gösterir. PLOS Biology dergisinde yayımlanan ve bilim dünyasında büyük yankı uyandıran yeni bir keşif, kulaklıktan gelen ritimlerin farkında olmadan vücudumuzun istemsiz hareketlerini etkilediğini ortaya koydu. Araştırma, bu etkinin en hayati refleksimiz olan göz kırpmayı bile senkronize ettiğini kanıtladı.

Normalde gözlerimizi günde yaklaşık 20 bin kez, sadece göz küresini nemli tutmak ve korumak amacıyla tamamen istemsiz bir şekilde kırparız. Ancak Çin Bilimler Akademisi tarafından yapılan araştırmaya göre, bu otomatik hayatta kalma mekanizması güçlü bir ritim karşısında adeta hipnotize oluyor. Dinleyicilerin göz kapakları ve beyin dalgaları, çalan şarkının temposuna o kadar kusursuz bir zamanlamayla eşlik ediyor ki, vücut adeta şarkının bir enstrümanına dönüşüyor.



Bu biyolojik etkinin en çarpıcı yanı ise beynin ritmik hipnoza girmesi için şarkıyı sevmesine, tanımasına veya melodiden duygusal olarak etkilenmesine bile gerek olmamasıdır. Deneylerde müzik tersten çalınıp anlamsız bir ses yığınına dönüşse bile, ritmik yapı korunduğu sürece gözler uyum sağlamaya devam ediyor. Ancak bu büyüleyici biyolojik bağlantının tek bir zayıf noktası var: Odaklanmak. Araştırmacılar, kişilerin dikkati görsel bir göreve kaydığı anda, örneğin ekranda beliren bir noktaya odaklandıklarında bu sihrin bozulduğunu ve gözlerin tekrar kendi rutinine döndüğünü tespit etti. Bu keşif, müziğin yalnızca ruhumuzu değil, beynimizin en derin motor merkezlerini de etkileyebilen gizli bir anahtar olduğunu gösteriyor. Bulgular, gelecekte Parkinson gibi hareket bozukluklarında hasarlı beyin devrelerini 'yeniden ritme sokmak' için kullanılabilecek devrimsel tedavilerin önünü açabilir.

MELİS BOZ



Kaynakça

Biyonik Dokunuş

1. University College London. A sensorimotor prosthesis for the upper limb (PROLIMB) [Internet]. London: UCL Robotics; 2022 [cited 2025 Dec 14].
2. University College London. Making the feeling of touch accessible to all [Internet]. London: UCL; [cited 2025 Dec 14].
3. University College London. UCL engineers and medical scientists combine to develop haptic feedback for prosthetic hands [Internet]. London: UCL Grand Challenges; 2017 [cited 2025 Dec 14].
4. Wurdemann H, et al. Fingertip-inspired mechanical-based haptic feedback system [Internet]. London: UCL Discovery; 2023 [cited 2025 Dec 14].
5. Caruso C. Exploring our sense of touch from every angle [Internet]. Boston: Harvard Medical School Research; 2024 Jun 11 [cited 2025 Dec 14].
6. Castellini C, et al. Electrotactile feedback for hand and arm interactions: a systematic review. *arXiv* [Preprint]. 2021.
7. Chen J, Teo EHT, Yao K. Electromechanical actuators for haptic feedback with fingertip contact. *Actuators*. 2023;12(5):214–237.
8. Wang J, Nunes-Pereira J, Silva AP, et al. 3D printed robotic hand with piezoresistive touch capability. *Appl Sci*. 2023;13(14):8002. doi:10.3390/app13148002.
9. Ten Berge M, Koelewijn J, Kooijman T. Low-cost 3D printed myoelectric prosthetic hand with tactile sensors. *J Prosthet Orthot*. 2019;31(3):185–194.
10. Ghazaei G, et al. Tactile perception in upper limb prostheses: mechanical characterization, human experiments and computational findings. *arXiv* [Preprint]. 2024.
11. Oddo CM, Controzzi M, Guglielmelli E, Carrozza MC. Artificial tactile feedback for upper limb prosthetics. *Neural Netw*. 2012;32:1–13.
12. Saal HP, Bensmaia SJ. Tactile sensory feedback for prosthetic hands. *Curr Opin Biomed Eng*. 2018;8:28–34.
13. Delhaye B, Lefevre P, Thonnard JL. Mechanoreceptors and the perception of tactile properties. *Nat Rev Neurosci*. 2016;17:313–326.
14. Flesher SN, Yin B, Collinger DM, et al. Restored sensation in a human subject with a brain-computer interface. *Science*. 2021;372(6537):1166–1170.
15. Guo K, Lu J, Wu Y, Hu X, Yang H. The latest research progress on bionic artificial hands: a systematic review. *Micromachines*. 2024.
16. Zuniga J, Blumensaat A, Vijay AS. 3D printed upper-limb prosthetics for developing countries. *Prosthet Orthot Int*. 2020;44(1):42–49.

SETY©: Geleceğin Cerrahlarını Uzun Standartlarında Yetiştiren Bir Platform

1. Cornejo J, Oscco B, Gamarra-Vásquez L, et al. SETY©: a next-generation robotic training platform for safe and autonomous surgery in space—surgical biomechatronics design and hardware–software integration within the SY-MIS project. *J Robotic Surg*. 2026;20(35). doi:10.1007/s11701-025-02980-4.

Agresif B hücreli Akut Lenfoblastik Lösemiye Karşı İkinci Şans: Obe-cel CAR T-Hücre Tedavisi

1. University College London. Wondrous drug to treat aggressive leukaemia approved for use in adults [Internet]. UCL News. 2025 Nov 26 [cited 2025 Dec 14].

Derin Bakış: CRISPR ile Fazla Kromozomu Silmek: Down Sendromu Araştırmalarında Yeni Bir Dönem

1. Hashizume R, Wakita S, Sawada H, Takebayashi SI, Kitabatake Y, Miyagawa Y, Hirokawa YS, Imai H, Kurahashi H. Trisomic rescue via allele-specific multiple chromosome cleavage using CRISPR-Cas9 in trisomy 21 cells. *PNAS Nexus*. 2025;4(2):pgaf022. doi:10.1093/pnasnexus/pgaf022

Bilim Arenası: Embriyolarda Genetik Düzenleme: Tıbbî Devrim mi, Etik Felaket mi?

1. MIT Technology Review. Here is the latest company planning for gene-edited babies [Internet]. 2025 Oct 31 [cited 2025 Dec 14].

Elektriksiz Cerrahi Robotlar: Kaydırmalı Düğüm Devrimi

1. Xue Y, Cao J, Feng T, Zhang K, Li S, Hu J, et al. Slipknot-gauged mechanical transmission and robotic operation. *Nature*. 2025;647(8091):889–896.

Kanser Tedavisinde Yan Etkileri Sınırlamak: D2L Yöntemi

1. Wang C, Chen M, Zhang M, Qi Y, Chen J, Zeng Y, Liu Z, et al. Tumour-specific bioorthogonal synthesis of proteolysis-targeting chimeras and nanoparticles boosts T cell activity. *Nat Biomed Eng*. 2025;Nov 27; doi:10.1038/s41551-025-01560-z.

Damarların İçindeki Mikro-Mühendislik: Akışkan Destekli "Yüzgeç" Teknolojisi

1. Liu X, et al. Bio-inspired micro-fin-assisted multi-modal vascular intervention. *Adv Sci*. 2025;12:2515119. doi:10.1002/advs.202515119

Fetal Hareket İzlemede Yeni Bir Adım: Akıllı Giyilebilir Sensörler

1. Yap LW, Levin A, Jiang Y, Nhu D, Gong S, Warty R, Vera Anaya D, Li Q, Lu Y, Gao R, et al. An intelligent, compact wearable pressure-strain combo sensor system for continuous fetal movement monitoring. *Sci Adv*. 2025;11(48):eady2661. doi:10.1126/sciadv.eady2661

Erken Şizofreni Beyin Yapısında Parmak İzi Bırakıyor

1. Acıbadem Web ve Yayın Kurulu. Şizofreni nedir? Şizofreni belirtileri ve tedavi yöntemleri nelerdir? [Internet]. Acıbadem; 2025 [cited 2025 Dec 13].
2. Medaim Yanık Kliniği. Psikotik bozukluklar [Internet]. [cited 2025 Dec 13].
3. Smith R. Early schizophrenia leaves a fingerprint on brain structure [Internet]. Technology Networks; 2025 [cited 2025 Dec 13].

Geleneksel Kore'nin Mucizevi İlacı *Torreya nucifera*

1. Le D. D., Dang T., Truong V., Yu S., Yang S.-H., Choi M.-H., Lee M. Integrative discovery through network pharmacology and molecular docking approaches of phenolic compounds isolated from *Torreya nucifera* to treat rheumatoid arthritis. *Int. J. Mol. Sci*. 2025, 26, 11629.

Kanseri Laboratuvarında Yeniden İnşa Etmek: Tümöröid Organoidler

1. Harvard Stem Cell Institute. Kanseri Laboratuvarında Yeniden İnşa Etmek: Tümöröid Organoidler. 2025, Accessed Dec 14.
2. Tatullo M., Marrelli B., Benincasa C., Aiello E., Makeeva I., Zavan B., Ballini A., De Vito D., Spagnuolo G. Tümöröidler. Gelecek Bilimde [online]. Published 2025 [cited 14 Dec 2025].

Agroekolojik Dönüşüm: Gelecek Kuşaklar İçin Toprak Direncini ve Gıda Güvenliğini Artıran İyileştirilmiş Besin Yönetimi Uygulamaları

1. Das, B. S., Wani, S. P., Benbi, D. K., Muddu, S., Bhattacharyya, T., Mandal, B., Reddy, N. N. Soil health and its relationship with food security and human health to meet the sustainable development goals in India. Soil Security 2022, 8, 100071.
2. Khambalkar, P. A., Agrawal, S., Dhaliwal, S. S., Yadav, S. S., Sadawarti, M. J., Singh, A., Afreen, N. Sustainable nutrient management balancing soil health and food security for future generations. Appl. Food Res. 2025, 1, 101087.
3. Walia, M. K., Walia, S. S., Dhaliwal, S. S. Long-term effect of integrated nutrient management of properties of Typic Ustochrept after 23 cycles of an irrigated rice (Oryza sativa L.)–wheat (Triticum aestivum L.) system. J. Sustain. Agric. 2010, 34(7), 724–743.
4. Thapa, U., Ansari, Z. G., Ramesh, S., Anbalagan, K., Rabi, A. Plant hormones and growth regulators: Mechanisms, interactions, and agricultural applications. Agric. Arch. Int. J. 2024, 3, 11–20.
5. Choudhary, M., Rana, K. S., Bana, R. S., Ghasal, P. C., Choudhary, G. L., Jakhar, P., Verma, R. K. Energy budgeting and carbon footprint of pearl millet–mustard cropping system under conventional and conservation agriculture in rainfed semi-arid agro-ecosystem. Energy 2017, 141, 1052–1058.

Kozmetiğin Gözdesi: Topikal Hyaluronik Asit

1. Zanchetta C., Scandolera A., Reynaud R. Hyaluronic acid in topical applications: the various forms and biological effects of a hero molecule in the cosmetics industry. Biomolecules 2025, 15(12), 1656.

Bilim Kurgu ve Gerçek Radyasyonu Yiyen Mantar: Derin Uzak Keşiflerinin Biyolojik Zırhı

1. Tibolla M. H., Fischer J. Radiotrophic fungi and their use as bioremediation agents of areas affected by radiation and as protective agents. Res. Soc. Dev. 2025, 14(1), e2514147965.
2. Aversch N. J., Shunk G. K., Kern C. Cultivation of the dematiaceous fungus Cladosporium sphaerospermum aboard the International Space Station and effects of ionizing radiation. Front. Microbiol. 2022, 13, 877625.
3. Shunk G. K., Gomez X. R., Aversch N. J. H. A self-replicating radiation-shield for human deep-space exploration: Radiotrophic fungi can attenuate ionizing radiation aboard the International Space Station. bioRxiv 2020.

KAHVE: HATIRI 40 YIL, ETKİSİ 5 YIL GENÇLİK

1. Technology Networks. Three to four cups of coffee linked to slower cellular aging. 2025, Accessed Dec 14, 2025.

Boyun Taraması İle Kalp Yetmezliğinde Erken Teşhis

1. University College London. A simple neck scan could detect men at high risk of heart failure. UCL, 2025, Accessed Dec 14, 2025.

Şarkının Ritmi, Göz Kırpma Refleksinizi ve Beyin Dalgalarınızı Nasıl Ele Geçiriyor?

1. Paul A. Humans sync their blinks and brain waves to a song's beat. Pop Sci., 2025 Nov 18, Accessed Dec 14, 2025.

Görseller

- Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü. Prof. Dr. Rengin Eltem. Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü Web Sayfası. 2025, Accessed Dec 14, 2025.
- UCL Made at UCL. Making the feeling of touch accessible to all. Visual material. 2025, Accessed Dec 14, 2025.
- UCL Grand Challenges Showcase. Visual material. 2025, Accessed Dec 14, 2025.
- Cornejo J., Oscco B., Gamarra-Vásquez L., et al. SETY© robotic training platform. J. Robotic Surg. 2026. Visual material.

BIOPAPER

