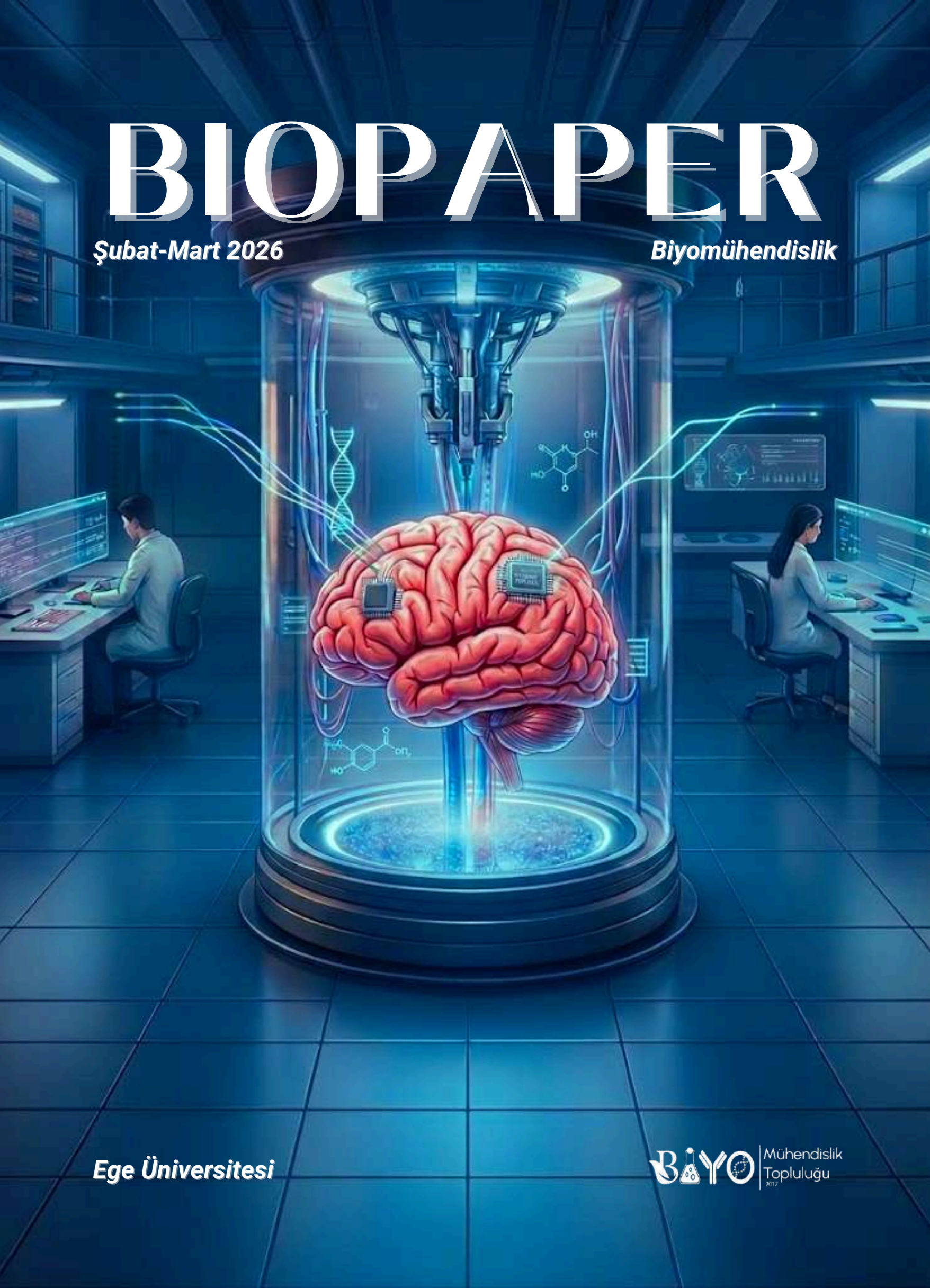


BİOPAPER

Şubat-Mart 2026

Biyomühendislik



Ege Üniversitesi

BiYO Mühendislik
Topluluğu
2017

LİTERATÜR / YAZIM EKİBİ

EKİP KOORDİNATÖRLERİ:

Asya ATABEK
Ömer Said ÖZKAN
Simay KILIÇASLAN
Zeynep KARTAL

EKİP ÜYELERİ:

Aybüke ALDEMİR
Deniz HELVACI
Derya Bahar AYDIN
Ecem ÇELİKTÖPUZ
Gülce ÜNSALAN
Melis BOZ
Melis ER
Merve ATEŞ
Pelin ŞAHİN
Seher Sena DUMAN
Yaren AKYÜZ

GENEL KOORDİNATÖR: Fatma Beyza ŞAHİN



BioPaper



Mühendislik
Topluluğu
2017 Ege Üniversitesi

TASARIM EKİBİ

EKİP KOORDİNATÖRÜ:

Berfin Dicle AKYÜZLÜ

EKİP ÜYELERİ:

Bahar CEYHAN
Berra Su AKTAŞ
Ceylin DOĞAN
Dilara OCAK
Hazan Nisa ÇİFTÇİ
Hazal ÇELİK
Melis BOZ
Nur Deniz NEGİZSOY
Nurhayat DEMİR
Nuran CAN
Seçil ÇAMLI
Saadet Yağmur DEĞER

EDİT EKİBİ

EKİP KOORDİNATÖRLERİ:

Öykü PINARBAŞI
Zehra ARICIOĞLU

EKİP ÜYELERİ:

Buse Nur KIRAL
Ezgi NURGÖREN
Melis ER
Metin ERSAN
Simge DEMİR
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!

Şubat-Mart Ayı İçerik Bilgilendirmesi

Özenle hazırladığımız Şubat-Mart sayımızla hem baharın gelişini hem de yeni eğitim dönemini büyük bir heyecanla karşılıyoruz. Biyomühendisliğin multidisipliner yapısından ilham alarak hazırladığımız yeni sayımızda; nörobilimden sürdürülebilir kimyaya, giyilebilir teknolojilerden uzay araştırmalarına kadar literatürde ses getiren pek çok güncel çalışmaya yer verdik. Literatürdeki en güncel gelişmelerin yanı sıra, Prof. Dr. Aziz Sancar'ın glioblastoma üzerine gerçekleştirdiği heyecan verici keşif ve Dr. Gizem Karslı Uzunbaş'ın akciğer kanseri için geliştirdiği FDA onaylı ilaç gibi ülkemiz adına gurur verici bilimsel başarıları mercek altına aldık.

"Ege Biyomühendislik'ten Haberler" köşemizde bu ay, bölümümüz öğretim üyelerinden Dr. Emine Güler Çelik ile akademik serüveni ve güncel çalışma alanları üzerine ilham verici bir söyleşi gerçekleştirdik. Hocamızın paylaştığı değerli tecrübelerin, tüm okurlarımız için ufuk açıcı bir rehber olacağına inanıyoruz.

Ayrıca bilimin sadece laboratuvar duvarlarıyla sınırlı kalmadığını vurgulamak amacıyla, toplumsal farkındalığı odağımıza aldığımız özel içerikler de hazırladık. 11 Şubat Uluslararası Bilimde Kadın ve Kız Çocukları Günü ve 21 Mart Dünya Down Sendromu Günü'ne dair hazırladığımız özel içeriklerle, bilimin insani ve sosyal boyutuna ışık tutmayı amaçlıyoruz.

Keyifli okumalar dileriz.



06

ULUSLARASI BİLİMDE KADIN VE KIZ
ÇOCUKLARI GÜNÜ

10

Canlı Yüzeyler

13

Eyelectronics
Şaşılık Teşhisinde Yapay Zekâ Destekli
Giyilebilir Devrim

14

Uyuyan Tümörleri Görmek

18

21 Mart Dünya Down Sendromu
Günü: Gelecekte Tedavisi Mümkün
Olabilir mi?

20

Derin Öğrenme İle Akciğer Seslerinin
Otomatik Tanımlanması: Klinik Karar
Destek Sistemlerinde Yeni Ufuklar

22

Çok Fonksiyonlu Akıllı Hidrojeller

24

Otizmde Gelişimsel Yakınsama Modeli

- 26** Peptit Sentezinde Daha Yeşil Bir Gelecek: Sulu Fmoc-SPPS
- 28** Küresel Su İflası: Artık “Stres” Değil, Yapısal Tükeniş
- 29** Kanserin Kaosundan Bilimin Aydınlığına: Türk Bilim İnsanıdan Akciğer Kanserinde Devrim Niteliğinde Buluş
- 30** Aziz Sancar’dan Glioblastomaya Moleküler Bir Hamle
- 32** EGE BİYOMÜHENDİSLİKTE HİBERLER: Dr. Emine Güler Çelik ile Söyleşi
- 38** Uyku Verilerinden Hastalık Tahmini: Yapay Zekâ Destekli Yeni Bir Yaklaşım
- 40** Alzheimer’da Hafıza Neden Pekışemez? Tekrar Oynatma Mekanizmasının Çöküşü
- 41** MARS’TA HAYATIN İZLERİ
- 42** Kaynakça



İÇİNDEKİLER



ULUSLARARASI BİLİMDE KADIN VE KIZ ÇOCUKLARI GÜNÜ

11 Şubat tarihi, Birleşmiş Milletler tarafından alınan karar doğrultusunda 2016 yılından bu yana “Uluslararası Bilimde Kadın ve Kız Çocukları Günü” olarak kutlanmaktadır. Bu tarih, kadınların pek çok alanda olduğu gibi, bilim dünyasında da maruz kaldığı zorlukların varlığını sürdürdüğüne dikkat çekmek amacıyla belirlenmiştir. Bu konuda yaşanan olumsuzluklar bir kader değil; bilinç, dayanışma ve farkındalık ile değiştirilebilecek bir olgudur.

Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarında kadınların bulunma oranı dünya genelinde erkeklere kıyasla yaklaşık %30 seviyesindedir. Ayrıca kadınlar, yer aldıkları işlerde aynı pozisyonda bulunan erkek meslektaşlarına kıyasla genellikle daha düşük ücret almaya maruz bırakılmaktadır. Bu yapısal sorunlar yalnızca belirli ülkelerde değil, küresel ölçekte kadınların karşı karşıya kaldığı önemli eşitsizliklerdir.

Geçmişten bu yana dönem fark etmeksizin yaşanan bu zorluklara karşı, kendilerine dayatılanlara karşı pes etmeyerek bilime çok değerli katkılar sunmuş pek çok kadın bilim insanı var olmuştur. X-ışını kırınım görüntülerini elde ederek DNA'nın çift sarmal yapısını ortaya koyan Rosalind Franklin, radyum ve polonyumu keşfederek radyoaktiviteyi açıklayan Marie Curie, nükleer fisyonu teorik olarak tanımlayarak atom bombasının bilimsel temelini ortaya koyan Lise Meitner, “transpozon” yani zıplayan genleri keşfeden Barbara McClintock gibi isimler bu kadınlardan yalnızca bazılarıdır.

11 Şubat tarihini Kadınlar ve Kız Çocukları açısından bir ayrıcalık talebi olarak değil; aksine yıllardır süregelen haksızlıkların, adaletsizliklerin, küçümseyiş ve mobbinglerin son bulması için bir fırsat olarak görmeliyiz. Bu günü, onlara hak ettikleri değeri göstermek, emeklerinin karşılığını vermek; ataerkil bir düzende yüzyıllardır verdikleri varoluş mücadelesini takdir etmek ve cesaretlerinden ilham almak için değerlendirmeliyiz.

Çoğunluğu kız mühendislik öğrencilerinden oluşan bir öğrenci dergisi olarak, 11 Şubat Uluslararası Bilimde Kadın ve Kız Çocukları Günü vesilesiyle bilim camiasında buluşları ile hepimizin tanınması gereken ses getirmiş Türk kadın bilim insanlarımızın hayatlarından bahsettik. Dileğimiz; kadınların ve kız çocuklarının potansiyelini destekleyen, bilimde eşitlik ilkesini benimseyen ve onların gelişimine bilinçli şekilde katkı sunan bir toplumsal anlayışın güçlenmesidir. Keyifli okumalar dileriz.

Bu isimlerden bir kısmı yaşarken çalışmaları ve değerleri anlaşıp Nobel'e layık görülse de (Marie Curie: 1903 Fizik, 1911 Kimya Nobel Ödülü; tarihte iki farklı alanda Nobel alan tek bilim insanıdır), Barbara McClintock: 1983 Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü), maalesef Rosalind Franklin gibi bazı isimler yaşarken tanınmayıp çalışmaları görülmemiştir, 1962 yılında Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü yine aynı buluşla James Watson ve Francis Crick'e verilmiştir. 1944 Nobel Kimya Ödülü ise, aynı çalışma içerisinde bulunmalarına rağmen Lise Meitner'e değil, yalnızca erkek çalışma arkadaşı olan Otto Hahn'a verilmiş ve ödülde kendisinin adı dahi geçmemiştir. Bu olay, bilim camiasında yaşanan en büyük adaletsizliklerden biri olarak tarihe geçmiştir.

11 Şubat, kadın ve kız çocuklarının bilime tam ve eşit katılımının önemini hatırlatmak açısından çok önem arz ediyor. Bu tarih, bireysel ve toplumsal ölçekte kendimizi sorgulamamız ve fırsat eşitliğinin sağlanması için bir sorumluluk üstlenme çağrısıdır. Aynı zamanda, karşılaştıkları zorluklara rağmen bilim ve teknoloji alanında üretmeye devam eden tüm kadınların emeklerini takdir etmek için de önemli bir vesiledir.

Prof. Dr. Dilhan Eryurt (1926- 2012)

Ülkemizin en önemli astrofizikçilerinden biri olan Prof. Dr. Dilhan Eryurt, İstanbul Üniversitesi Yüksek Matematik ve Astronomi Bölümü mezunudur. Lisansüstü eğitimi için Michigan Üniversitesi'ne gitmesiyle beraber eğitim ve öğretim çalışmalarına ABD'de devam etmiştir. Ağırlıklı olarak Güneş ve yıldızlar üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir. Prof. Dr. Dilhan Eryurt, NASA'da çalışan ilk Türk bilim insanlarından biri olmuştur. 1969 yılındaki Ay'a iniş çalışmalarına verdiği destekler neticesinde NASA tarafından Apollo Ödülü'ne layık görülmüştür. Kendisi bu ödülü alan ilk ve tek Türk bilim insanıdır. 1973 yılında ODTÜ Fizik Bölümü'ne dönüş yapmıştır. Modern astrofizik alanında ülkemize çok değerli katkılar sunarak çok sayıda ödül almıştır. 2012 yılında vefat etmiştir.



Prof. Dr. Dilhan Eryurt'un illüstrasyonu
(Yapay Zeka ile oluşturulmuştur)

Prof. Dr. Banu Onaral (1949-2024)



Banu Onaral - Drexel University (2015)

Boğaziçi Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuş ve yine aynı bölümde yüksek lisansını tamamlamıştır. Sonrasında Pensilvanya Üniversitesi'nde Biyomedikal Mühendisliği alanında doktorasını tamamlamıştır (Dünyada bu alanda doktora yapan ilk bilim insanlarından biridir). Çeşitli görevleri sonrasında Drexel Üniversitesi'nde Biyomedikal Mühendisliği Bölümünün kuruculuğunu üstlenmiştir. ABD'deki ilk biyomedikal mühendisliği bölümlerinden biri olan bu bölümü sıfırdan kurumsal bir yapı haline getirmiştir. Kıymetli çalışmaları sonucunda, IEEE Tıp ve Biyoloji Mühendisliği Topluluğu (EMBS) başkanlığı, ABD Ulusal Mühendislik Akademisi (NAE) üyeliği ve uluslararası arenada çok sayıda ödüle layık görülmüştür. Prof. Dr. Banu Onaral, biyomedikal mühendisliği alanının oluşturulması ve geliştirilmesi sürecine küresel anlamda çok değerli katkılar sunmuştur. 2024 yılında vefat etmiştir.

Prof. Dr. Ayşe Erzan

Ankara doğumlu olan Ayşe Erzan, lisans eğitimini ABD'de bulunan Bryn Mawr College'da fizik alanında, doktorasını ise State University of New York at Stony Brook'ta yine fizik alanında tamamlamıştır. 1981 yılına kadar ODTÜ ve İstanbul Teknik Üniversitesi'nde akademisyen olarak görev yapmış, ardından İsveç, İtalya, İsviçre, Portekiz, Almanya ve Hollanda'da istatistiksel fizik alanında araştırmacı ve öğretim üyesi olarak bulunmuştur. 1990 yılında İTÜ'ye dönerek eğitim ve araştırmalarına buradaki Fizik Bölümü'nde devam etmiştir. Ağırlıklı olarak hal değişimleri, fraktaller, karmaşık sistemler ve sistem biyolojisi üzerine çalışmalar yürüten



Prof. Dr. Ayşe Erzan - İTÜ web sayfası

Prof. Dr. Ayşe Erzan, 1995 yılında Türkiye Bilimler Akademisi asosiye üyesi ve 1997 yılında asil üyesi seçilmiştir. 1997 yılında TÜBİTAK Bilim Ödülü, 2003 yılında L'Oreal-UNESCO Avrupa Kıtası "Kadın ve Bilim Ödülü, 2010 yılında Rammal Ödülü'ne layık görülmüştür.

Kendisi ayrıca Academia Europaea ve TWAS (Kalkınmakta olan ülkeler Bilim Akademisi) üyesi ve Filistin Bilim ve Teknoloji Akademisi onur üyesidir. Akademik başarılarının yanı sıra Uluslararası Akademiler İnsan Hakları Ağı yönetim kurulu ve Avrupa Bilim Akademileri Birliği (ALLEA) Bilim ve Etik Daimi Komitesi üyeliği görevlerinde bulunmuştur. 2020 yılında "Yaşam boyu insan haklarına olan bağlılığı ve her koşulda yapmaktan vazgeçmediği insan hakları savunuculuğu" nedeniyle American Physical Society (Amerika Fizik Topluluğu) tarafından iki yılda bir verilen insan hakları ödülüne layık görülmüştür.



Prof. Dr. Sevil Atasoy

Kanıt dizisi ve çeşitli TV programlarından tanıdığımız Prof. Dr. Sevil Atasoy, ülkemizin adli bilimler alanında yetiştirdiği en yetkin bilim insanlarından biridir. İstanbul Üniversitesi Kimya Bölümünde lisans eğitiminin ardından İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Anabilim Dalı Biyokimya alanında yüksek lisans ve doktorasını tamamlamıştır. Doçent ve Profesörlük unvanlarını alması ile beraber çok sayıda görevde bulunmuştur. Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Kimyasal Tahliller İhtisas Dairesi Başkanlığı, İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Müdürlüğü gibi makamların yanı sıra ulusal ve uluslararası pek çok adli laboratuvarlarda araştırmacı olarak yer almıştır. Olay yeri inceleme, kriminal laboratuvarların gelişmesi ve DNA analizlerine katkısı nedeniyle hem ulusal hem uluslararası pek çok ödüle layık görülmüştür. 2005 yılında Birleşmiş Milletler Uluslararası Uyuşturucu Kontrol Kurulu (INCB) üyeliği ve 2009 yılında ise bu kurulun başkanlığına seçilmiştir.



Sevil Atasoy – Wikimedia Commons

Prof. Dr. Sevil Atasoy 2025 itibari ile yeniden INCB başkanı seçilmiştir, günümüzde bu uluslararası görevini sürdürmektedir. Akademik başarılarının yanı sıra çok sayıda TV programı içeriği ve dizi için adli danışmanlık yapmış, Kanıt isimli TV dizisinde bizzat kendisi de bilgi veren kişi olarak yer almıştır.

Ayrıca Labirent, Bu Ayak İzi Senin Dr. Watson, Her Çikolata Yenmez, Kusursuz Cinayet Yoktur gibi pek çok popüler adli bilim kitabı bulunmaktadır. Günümüzde Üsküdar Üniversitesi Rektör Yardımcısı olan Prof. Dr. Sevil Atasoy'un ayrıca Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Adli Bilimler Bölümü Başkanlığı, Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü ve Anabilim Dalı Başkanlığı, Şiddet ve Suçla Mücadele Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü görevleri bulunmaktadır.



Doç. Dr. Canan Dağdeviren

Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olduktan sonra Sabancı Üniversitesi'nde Malzeme Bilimi ve Mühendisliği alanında yüksek lisans yapan Canan Dağdeviren, University of Illinois'te (ABD) yine aynı alanda doktorasını tamamlamıştır. 2017 yılında MIT Media Lab'da (ABD) kendi laboratuvarını kurmasıyla kalp, akciğer, kas hareketlerinden enerji üretebilen ve sağlık takibini sağlayan giyilebilir sensör sistemleri üzerine çalışmaya başlamıştır. "Rising Star Awards" ve "Young Scientist Award" gibi global anlamda çok prestijli ödüllere layık görülmüştür. Ayrıca Forbes dergisinin "30 yaşından genç 30 bilim insanı", MIT Technology Review'in her yıl derlediği "35 Yaş Altı Mucitler" ve BBC'nin "İlham veren 100 kadın" gibi önemli listelerinde yer almıştır. 11 Şubat 2018'de "Uluslararası Bilimde Kadın ve Kızlar Günü" kutlamaları kapsamında Barışı ve Kalkınmayı Sürdürmek amacıyla Diplomaside Bilimde Kadın Etkinliği'nde konuşma yapması için Birleşmiş Milletler'e davet edilmiştir. Günümüzde çalışmalarını MIT'deki laboratuvarında sürdüren Dağdeviren, ayrıca ülkemizde Kadir Has Üniversitesi Mütevelli Heyeti Üyeliği görevini yürütmektedir. Geçtiğimiz yıl geçirdiği ciddi bir sağlık sürecinin ardından çalışmalarına yeniden dönen Dağdeviren, 9 Haziran tarihini "yeniden doğduğu gün" olarak tanımlamakta ve bilime olan tutkusunu bu deneyimin ardından da sürdürmektedir.



Canan Dağdeviren-Linkedn

Dr. Burçin Mutlu Pakdil



Burçin Mutlu Pakdil - Wikimedia Commons

Bilkent Üniversitesi Fizik Bölümü'nden mezun olan Pakdil, Texas Tech Üniversitesi'nde (ABD) yüksek lisansını ve Minnesota Üniversitesi'nde (ABD) doktorasını tamamlamış olan Türk astrofizikçidir. Ağırlıklı olarak galaksi oluşumu, süper kütleli kara deliklerin davranışları ve evrendeki erken dönem galaksi oluşum modelleri konularına katkıda bulunmuştur. Kendisinin global anlamda asıl tanınırlığı "PGC 1000714" adlı sıra dışı bir galaksiyi keşfetmesiyle gerçekleşmiştir. Dünya basınında "Burçin'in Galaksisi" (Burçin's Galaxy) olarak tanımlanan bu bilimsel buluş, oldukça ses getirmiştir. The New York Times, National Geographic ve BBC gibi global medya organlarında çeşitli haberlere konu olmuştur. Burçin Mutlu Pakdil, 2018 yılında TED Fellow, 2020 yılında ise TED Senior Fellow seçilmiştir. TED konuşması ("A rare galaxy that's challenging our understanding of the universe") 2,6 milyondan fazla izlenmeye ulaşmıştır. 2019 yılında American Association for the Advancement of Science (AAAS) tarafından IF/THEN Bilim Elçisi olarak seçilmiştir. Bu görevi doğrultusunda genç kızları bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarına teşvik eden projelerde aktif olarak yer almıştır. 2021 yılından itibaren Dartmouth College'da (ABD) fizik ve astronomi doçenti olarak görev yapmaya başlamıştır. Büyük gözlemsel veri setleri ve görüntüleme taramaları kullanarak galaksilerin nasıl evrimleştiğini ve karanlık maddenin bu süreçteki rolünü anlamaya yönelik çalışmalarını sürdürmektedir.

Fatma Beyza Şahin

CANLI YÜZEYLER

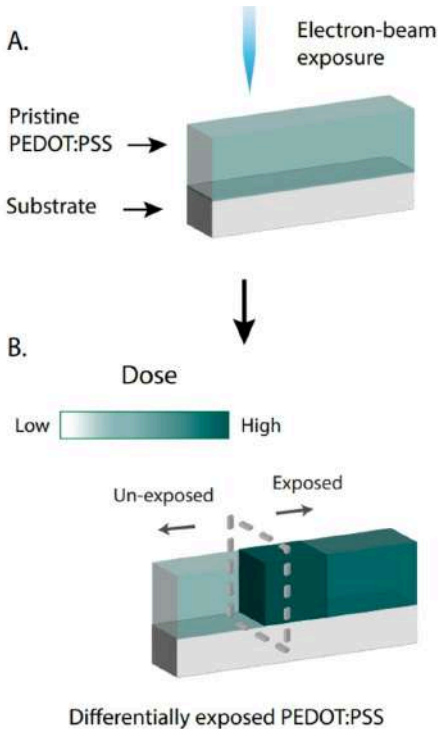


İnsanlar uzun zamandır doğayı problemlerin çözümünde taklit etmektedir. Mühendislik, tıp, mimari ve malzeme bilimi gibi birçok alanda, doğal seçim yoluyla şekillenmiş biyolojik çözümler insan tasarımına ilham vermiştir [1]. Kuşlar ve yarasalar uçakların geliştirilmesinde, bitki dikenleri cırt cırt bantların tasarımında, köpekbalığı derisi ise yüksek performanslı yüzücü kumaşlarının geliştirilmesinde model olarak kullanılmıştır. Bu tasarım yaklaşımı, kökeni Yunanca “yaşam” anlamına gelen bio ve “taklit” anlamına gelen mimesis sözcüklerine dayanan **biyomimikri** olarak adlandırılmaktadır [2].

Nature dergisinde yayımlanan yeni bir çalışma, bu bilimsel geleneğin güncel bir örneğini sunmaktadır [3]. Ahtapot, mürekkep balığı ve kalamar gibi kafadanbacaklıların uyarlanabilir deri yapılarından esinlenen araştırmacılar, yüzey dokusu ve rengin dinamik olarak kontrol edilebildiği yumuşak fotonik yapay deriler geliştirmiştir. Fotonik deri, ışığın yüzeyle etkileşimini belirleyen yapısal özellikler üzerinden renk, parlaklık ve görsel doku oluşturan ve bu özellikleri dinamik olarak değiştirebilen yapay bir yüzey sistemidir. Çalışma, Siddharth Doshi ve Mark Brongersma liderliğinde, Stanford Üniversitesi merkezli uluslararası malzeme bilimcileri ve mühendislerden oluşan ekip tarafından yürütülmüş olup biyolojik ilhamın programlanabilir fotonik malzemelere nasıl dönüştürülebileceğini göstermektedir [2,3].



Görsel-1 : Kamufle olmuş ahtapot [Fotoğraf: unsplash, Roger Darnell]



Önceki çalışmalar, nanoyapılar kullanarak yapısal rengin üretilmesini ve ayarlanmasını büyük ölçüde başarmış olsa da yüzey dokusunun dinamik ve geri dönüşümlü olarak kontrol edilmesi sınırlı kalmıştır [4]. Bu çalışma, sabit nanoyapılar yerine yumuşak polimer sistemlere odaklanarak hem dokunun hem de rengin aktif olarak programlanabildiği bir yaklaşım sunmaktadır.

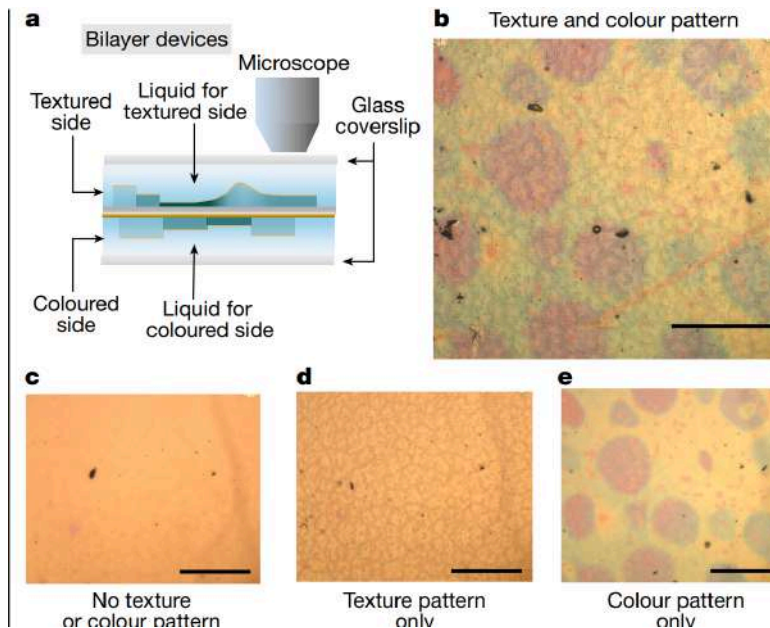
Kafadanbacaklılar, çevreleriyle etkileşimlerini doğrudan derileri üzerinden düzenleyebilen canlılar arasında benzersiz bir yere sahiptir [5]. Sinir sistemi tarafından doğrudan kontrol edilen kromatoforlar, iridoforlar ve kaslı papillalar sayesinde deri; renk, desen ve üç boyutlu dokusunu son derece hızlı ve geri dönüşümlü bir biçimde değiştirebilmektedir [Görsel-1][6]. Bu aktif ve çok katmanlı kontrol mekanizması, çalışmada geliştirilen yapay fotonik deriler için doğrudan bir biyolojik model oluşturmaktadır.

Çalışmadaki fotonik deriler, farklı bölgeleri önceden programlanmış ince polimer filmlerden oluşup sıvılarla temas ettiklerinde kontrollü bir biçimde şişip büzülerek yüzey geometrisini değiştirebiliyor. Bu mekanizma sayesinde yüzey topografisi değiştirilen deri, ışığın yansıma ve saçılma özelliklerini yeniden düzenleyerek farklı renk ve görsel doku algıları oluşturmaktadır [7].

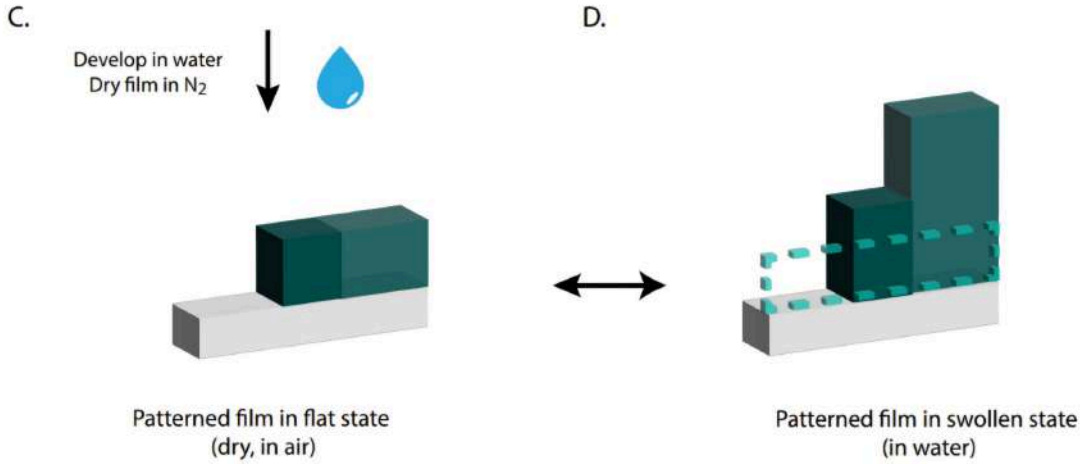
Bu tür karmaşık ve geri dönüşümlü yüzey dokularının elde edilebilmesi, malzemenin farklı ölçeklerde fiziksel olarak şekil değiştirebilme yeteneğine bağlıdır. Araştırmacılar bu amaçla, yaygın olarak kullanılan iletken bir polimer olan poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate (**PEDOT:PSS**) temelli ince filmlerden yararlanmıştır. PEDOT:PSS filmleri, farklı sıvılarla temas ettiklerinde farklı şekilde şişip büzülebilmekte; bu hacim değişimi, yüzeyde mikrometre ve milimetre ölçeklerinde topografik farklılıklar yaratmaktadır [3,8]. Bu topografik değişimler, filmlerin Fabry-Perot optik boşlukları gibi davranmasını sağlayarak belirli dalga boylarındaki ışığı yansıtma ve gözlemlenen renk değişimlerine katkıda bulunuyor [8]. Topografik değişimler, farklı boyut ölçeklerinde programlanabilir olmalarının yanında, yüzeyin ışık saçılımını etkileyerek parlaklık ve yansıtma gibi optik özelliklerin de ayarlanabilmesine olanak tanımaktadır [9].

Sürecin ayırt edici yönü ise şişme miktarının yüzeyin her noktasında aynı olmamasıdır. Elektron demeti kullanılarak polimer filmin farklı bölgelerine farklı dozlarla ışınlama uygulanmaktadır ve böylece her bölgenin sıvılara verdiği mekanik tepki önceden programlanabilmektedir [10]. Daha sonra yüzey farklı çözücülere daldırıldığında, bu önceden belirlenmiş bölgeler farklı oranlarda şişerek gizlenmiş veya belirginleşen yüzey dokularının ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşım sayesinde yüzey, düz bir durumdan üç boyutlu ve karmaşık yapılara geçiş yapabilmekte ve bu geçişler istenildiğinde tersine çevrilebilmektedir [3].

Bu sistemin dikkat çekici bir yönü, renk ve yüzey dokusunun **birbirinden bağımsız olarak** ayarlanabilmesidir [Görsel-2]. Araştırmacılar, farklı işlevleri ayrı katmanlara yerleştirerek çok katmanlı yapılar tasarlamışlardır. Üst katmanlar yüzey topografisini belirlerken, alt katmanlar Fabry-Perot optik boşlukları aracılığıyla renk değişimlerini kontrol etmektedir. Bu mimari ayrım sayesinde, yüzeydeki dokusu ve rengi ayrı ayrı programlanabilmektedir, böylece daha sofistike ve dinamik görsel efektler elde edilmektedir [3]



Görsel-2: Çok katmanlı cihazlarla yüzey dokusunun ve rengin dinamik ve bağımsız kontrolü [3]



Görsel-3: Programlanabilir yüzeyler için elektron ışını desenleme işlem akış [3]

Ayrıca bu PEDOT:PSS tabakaları, iki ince metalik katman arasına yerleştirilerek Fabry-Perot optik boşlukları oluşturmak için kullanılabilir. Polimer tabakasının kalınlığı, belirli dalga boylarındaki ışığın yansımaları kontrol ederek gözlemlenen renk değişimlerini belirler [3]. Düz durumda yüzey neredeyse hiç renk kontrastı göstermese de, polimer şiştiğinde yüzey topografisi görünür renk desenleri yaratmaktadır [Görsel-3][11]. Şişme derecesindeki büyük değişiklikler, optik boşlukların farklı aralıklarla oluşmasını sağlar ve böylece geniş bir renk yelpazesi elde edilir. Kullanılan metal türü değiştirildiğinde (örneğin alüminyum gibi farklı optik özelliklere sahip metaller), erişilebilir renk alanı daha da genişletilebilir [12]. Bu yöntem, fotonik derilerin belirli desenleri gizlemesine veya ortaya çıkarmasına ve farklı arka planlara uyum sağlayarak dinamik kamuflaj işlevi görmesine olanak tanımaktadır [7,13].

Bu çalışma, önceki araştırmalara kıyasla önemli bir adım olarak öne çıkmaktadır. Önceki çalışmaların aksine, yeni geliştirilen fotonik deriler dinamik renk ve yüzey dokusunun bağımsız dinamik kontrolünü sağlamaktadır ve yüzeyin düz hâlden karmaşık üç boyutlu dokulara kolayca geçmesini mümkün kılmaktadır. Ancak hâlâ bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Başyazar Siddharth Doshi, sistemin geniş bir renk yelpazesini kapsadığını vurgularken, belirli renk tonları ile bu tonlara ait parlaklık, yoğunluk ve doygunluk gibi özelliklerin hassas şekilde kontrol edilmesinin hâlâ oldukça zor olduğunu belirtmektedir [14].



Current Opinion in Neurobiology

Bu tür çalışmaların dikkat çekici yönlerinden biri de doğanın sunduğu çözüm çeşitliliğini ve yaratıcılığı yakından gözlemlene olanağı sağlamasıdır. Çalışmanın yazarlarından Nicholas Melosh, bu süreci “Doğanın ne kadar çeşitli ve zekice çözümler geliştirdiğini görmek ve bunların bazılarını yeniden üretmeye çalışmak bu projelerin en keyifli yanlarından biri. Sonrasında bu fikirlerin nereye evrileceğini görmek ise ayrı bir merak konusu.” sözleriyle ifade etmektedir [14].

Bu bulgular, biyomimikrinin sadece doğayı taklit etmekle kalmayıp, mühendisliğe yaratıcı ve işlevsel çözümler sunabileceğini kanıtlamaktadır. Dinamik, çok katmanlı ve programlanabilir yüzeyler, gelecekte kamuflajdan görsel iletişime, yumuşak robotikten ileri düzey tasarım teknolojilerine kadar çeşitli alanlarda uygulanabilirlik potansiyeli taşımaktadır [7,15].

Şaşılık Teşhisinde Yapay Zekâ Destekli Giyilebilir Devrim

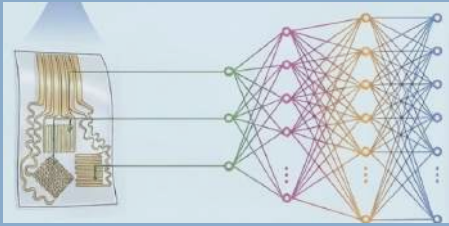
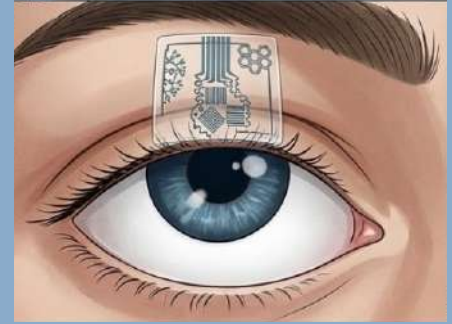
Dünya genelindeki çocukların yaklaşık %4'ünü etkileyen şaşılık, göz dışı kas (EOM) disfonksiyonu, nörolojik sorunlar veya travma nedeniyle göz hizasında bozulmaya ve fonksiyonel bozukluklara neden olan bir sağlık sorunudur.



Doğru şaşılık teşhisi, doktorun değerlendirmesi, hastanın iş birliği ve hantal cihaz kullanımı da dahil olmak üzere birçok değişkene dayanır. Teşhis yapıldıktan sonra bile vakaların %20 ila %50'si yanlış şaşılık açısı ölçümü nedeniyle yeniden ameliyat edilmek durumunda kalır. Bununla birlikte, şaşılık teşhisi için çeşitli yöntemler olsa da klinik tanı, göz hizalaması, göz dışı kas fonksiyonu ve sapma açısının hesaplanması için çok sayıda alet ve aşamalı muayene gerekir. Araştırmacılar, bu sınırlamaları aşmak amacıyla yapay zekâ ile entegre, giyilebilir “Eyelectronics” cihazını geliştirdiler.

Cihazın Yapısı ve Özellikleri

Eyelectronics, hassas göz kapağına uyumlu şekilde tasarlanmış, ultra ince, çok yönlü gerilim algılama dizisine sahip ve tek noktadan şaşılık dijital tanısı yapabilen bir sistemdir. Bu icat, cilt benzeri giyilebilir bir **HMS dizisi**, **başa takılan bir sinyal işleme devresi** ve **Bluetooth özellikli bir cihaz** içermektedir. Sistemde aynı zamanda, teşhiste doğruluk oranını artırmak ve şaşılık ölçümünü gerçekleştirmek için özel olarak geliştirilmiş bir yapay zekâ algoritması da yer alıyor.



Peki bu cihaz tam olarak nasıl çalışıyor? HMS dizisi, ultra ince ve nefes alabilen tasarımı sayesinde konforlu bir şekilde göz kapağına bağlanabilmektedir, cihazda 0°, 45°, 90° olarak ayrılan, göz kapağı deformasyonunu çok yönlü algılama yolu ile ölçebilen üç ünite bulunuyor. manyetik rezonans görüntüleme (MRI) simülasyonlarıyla doğrulanmış biyomekanik modeller sayesinde, oluşan deformasyonlar ile göz hareketleri arasında önceden bir korelasyon kuruluyor. Elde edilen verilerle Eyelectronics, yapay zekâ algoritmasını kullanarak şaşılık açısını eş zamanlı ölçüyor ve felçli kası tespit ediyor.

Başarı Oranı ve Gelecek Potansiyeli

Araştırmacılar bu sistemi doğrulamak için üç boyutlu modeller ve simülasyonlar kullanarak çalışmalar yaptılar. Eyelectronics, yapılan muayenelerde dört yönlü göz hareketlerinde %96,6 sınıflandırma doğruluğu ve 1,2° açısal doğruluk sağladı. Klinik standart testlerle yapılan karşılaştırmalar da cihazın güvenilirliğini kanıtlamıştır.

Sonuç olarak yapay zekâ ve esnek elektronikteki ilerlemeleri birleştiren bu sistem, çoklu cihaz ve aşamalı muayenelere dayanan geleneksel tanı yöntemlerinin sınırlamalarını ortadan kaldırıyor. Eyelectronics, giyilebilir ve dijital bir çözüm sunarak hem doktorlar hem de çocuklar için teşhis sürecini daha konforlu hale getirmektedir. Ayrıca bu sistem gelecekte şaşılık tedavisindeki cerrahi yaklaşımları da geliştirecek potansiyele sahiptir.

Uyuyan Tümörleri Görmek:

MRG'de yeni bir sensör, kanseri daha başlamadan sakalayabilir mi?

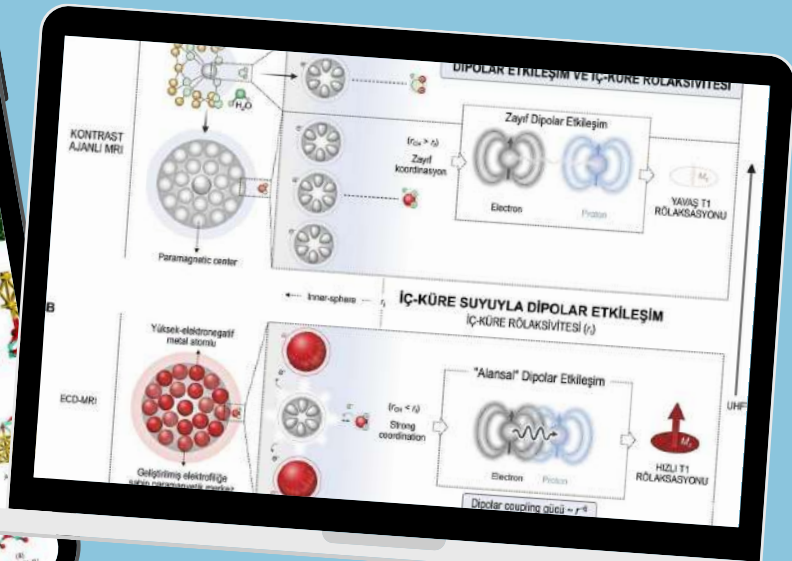
Kanser, hücrelerin büyüme ve bölünme kontrolünü kaybetmesiyle ortaya çıkan ciddi bir hastalık türüdür. Bu kontrolsüz çoğalma zamanla büyük bir tümör oluşturabilir ve hastalık ilerlediğinde diğer organların işleyişini bozarak hayati risk yaratabilir. Bu nedenle kanserle mücadelede en kritik adımlardan biri, hastalığı mümkün olan en erken aşamada tespit edebilmektir.

Ancak erken teşhis her zaman kolay değildir. Bazı kanser hücreleri genetik olarak değişmiş olmalarına rağmen hızlı bir şekilde çoğalmaz. Bunun yerine uygun koşulların olmasını bekleyerek "uyku" halinde kalabilirler. Bu hücre kümeleri genellikle çok küçüktür, henüz damar oluşturmamıştır ve çevre dokudan belirgin bir şekilde ayrılmaz. Bağışıklık sisteminin tespit edemediği gibi mevcut görüntüleme yöntemleriyle de fark edilmeleri oldukça zordur.

Science Advances'ta yayımlanan yeni bir araştırma, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) için geliştirilen özel bir sensörün, daha önce tespit edilemeyen bu mikroskobik ve sessiz tümör hücrelerini görünür hale getirebileceğini ortaya koymaktadır [1]. Çalışmaya göre, yeni tasarlanan bu sensör sayesinde son derece küçük tümör kümeleri bile detaylı şekilde görüntülenebilmiş ve erken müdahale için önemli bir adım atılmıştır.

Sorun: Çok Küçük, Çok Derinde, Çok Sessiz

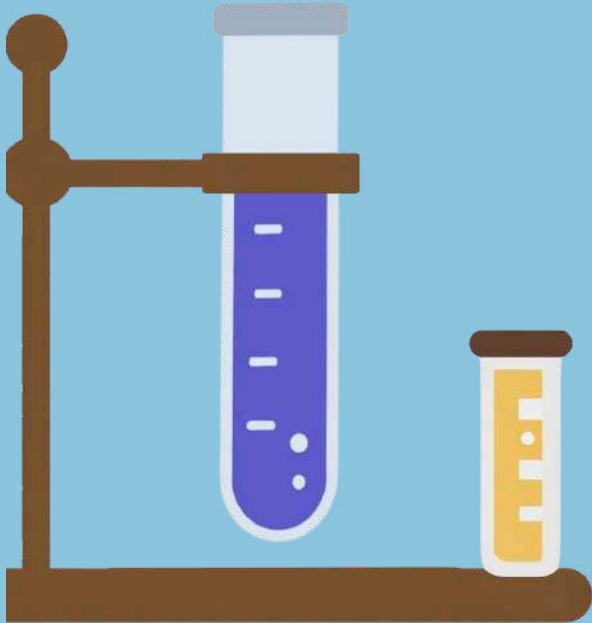
Geleneksel görüntüleme teknikleri, insan vücudunu anlamada büyük ilerleme sağlamış olsa da belirli fiziksel ve biyolojik sınırlarla karşı karşıyadır. Bilgisayarlı tomografi (BT), özellikle yumuşak dokular arasında yeterli kontrast farkı oluşturmakta zorlanır; bu nedenle benzer yoğunluktaki dokuların ayrımı sınırlı kalabilir. Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) metabolik aktiviteyi gösterebilse de iyonlaştırıcı radyasyon içerir ve ayrıntılı anatomik çözünürlük sunmaz. Optik görüntüleme yöntemleri ise ışığın dokuda saçılması nedeniyle yalnızca yüzeysel katmanlarla sınırlıdır.



Bu noktada Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), iyonlaştırıcı radyasyon kullanmadan yüksek doku kontrastı sağlayabilmesi ile öne çıkar. Özellikle 7 Tesla ve üzeri ultra yüksek alanlı sistemler, yüz mikrometre düzeyine yaklaşan çözünürlük potansiyeliyle mikroyapısal ayrıntıları görünür kılabilen kapasitededir. Ancak görüntüleme fiziğinin sunduğu bu teknik güç tek başına yeterli değildir. Çözünürlüğün klinik ve biyolojik anlam kazanabilmesi için dokular arasındaki sinyal farkını belirginleştirecek etkili kontrast maddelere ihtiyaç vardır. Ultra yüksek alanlarda mevcut kontrast ajanlarının performansı her zaman ölçekle orantılı artmaz; bazı durumlarda sinyal davranışı karmaşıklaşabilir. Dolayısıyla asıl eksik halka, bu yüksek manyetik alanın sunduğu hassasiyeti tam olarak kullanabilecek, güvenli ve güçlü yeni nesil kontrast stratejileridir. İşte güncel araştırmaların odak noktası tam da burada şekillenmektedir.

Manyetik Kimyada Yeni Bir Hamle: Elektrofilik Tasarımla Güçlenen Kontrast

Araştırmacılar bu çalışmada klasik yaklaşımı tersine çevirerek temel soruyu yeniden tanımladı: “Daha fazla gadolinyum kullanmak” yerine, “Mevcut gadolinyumu nasıl daha etkili hâle getirebiliriz?” Gadolinyum (Gd), uzun süredir MRG kontrast maddelerinin temel bileşeni olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise eşleşmemiş elektronları sayesinde çevresindeki su moleküllerinin manyetik davranışını güçlü biçimde etkileyebilmesidir. Ancak bu element nanopartikül formunda kullanıldığında beklenen performans artışı her zaman ortaya çıkmaz. Çünkü yüzey kimyası, gadolinyum atomlarının su molekülleriyle doğrudan ve yeterince yakın temas kurmasını sınırlandırabilir. Oysa MRG sinyalinin kalitesini belirleyen temel unsur, tam olarak bu atom-su etkileşiminin gücü ve mesafesidir.



Yeni tasarımda gadolinyum manyetik merkez olarak korunurken, yapıya altın (Au) atomları stratejik biçimde entegre edildi. Altın burada yalnızca yapısal bir destek değil, gadolinyumun elektron dağılımını düzenleyen aktif bir bileşen olarak görev yapıyor. Au atomları, Gd'nin elektron çekme kapasitesini artırarak onu daha “elektrofilik” hale getiriyor. Yani su moleküllerinin elektron yoğunluğunu daha güçlü biçimde kendine çekebilen bir yapıya dönüştürüyor. Bu ince ayar sayesinde su molekülleri gadolinyuma daha yakın ve daha kararlı şekilde bağlanabiliyor. Araştırmacıların “Elektrofilik Katalitik Dipol (ECD) etkileşimi” olarak adlandırdığı bu mekanizma, MRG sinyalinin temel parametrelerinden biri olan T1 gevşeme süresini belirgin biçimde kısaltıyor. Bunun pratik karşılığı ise açık: Aynı manyetik alan koşullarında daha güçlü sinyal, daha yüksek kontrast ve daha net görüntüler.

Ultra Yüksek Alanda Çarpıcı Performans

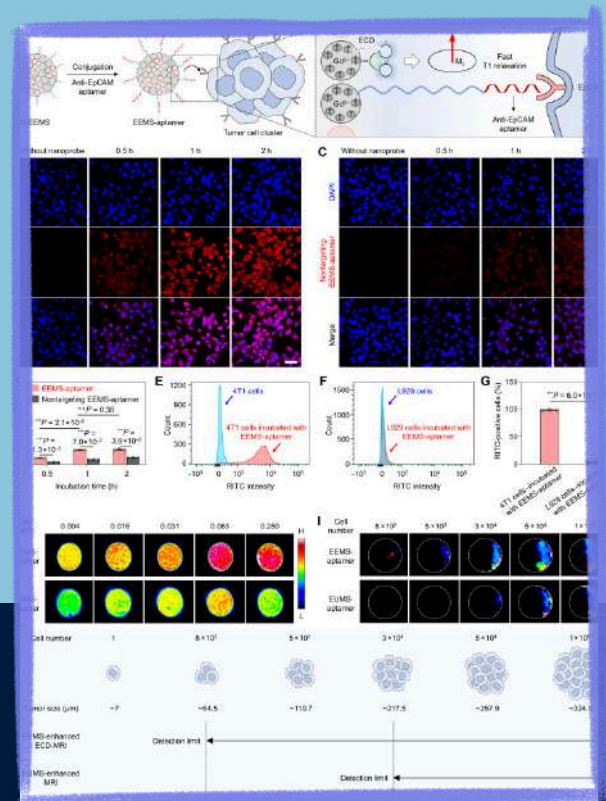
Kuramsal tasarımın en kritik sınavı deney masasında verildi. Ve sonuçlar beklentinin de ötesindeydi. 9 Tesla gibi ultra yüksek manyetik alan koşullarında yapılan ölçümlerde, geliştirilen yapının sinyal gücü geleneksel gadolinyum nanopartiküllere kıyasla yaklaşık beş kat daha yüksek bulundu. Daha çarpıcı olan ise klinikte yaygın olarak kullanılan standart bir kontrast maddeye göre yaklaşık altı katlık artış sağlamasıydı. Bu artış yalnızca niceliksel bir iyileşme değil, yüksek manyetik alanlarda genellikle zorlaşan T1 kontrast üretiminin etkin biçimde sürdürülebileceğini gösteren niteliksel bir sıçrama anlamına geliyor.

Bir diğer önemli bulgu, görüntüyü gölgeleyebilen T2 etkisinin oldukça düşük kalmasıydı. Pek çok güçlü manyetik nanopartikül, sinyali artırırken aynı zamanda istenmeyen kararma (T2 kısalması) oluşturabilir. Bu yeni tasarımda ise T1 sinyali belirgin biçimde güçlenirken T2 katkısı sınırlı kaldı; bu da sistemi ideal bir T1 kontrast ajanı konumuna taşıdı.

Yani görüntüyü koyulaştırmadan parlak hale getiren bir yapı sağlandı. Araştırmacılar ayrıca tasarımın kimyasal özgülüğünü test etmek için altın yerine gümüş kullandıklarında aynı performansı elde edemediler. Bu kontrol deneyleri, gözlenen etkinin basit bir nanopartikül etkisi değil, altının gadolinyum üzerindeki özgün elektronik düzenleyici rolünden kaynaklandığını açık biçimde ortaya koydu. Başarı, yapısal değil kimyasal bir ince ayarın ürünüydü.

Moleküler Hedefleme ile Erken Evreyi Görmek

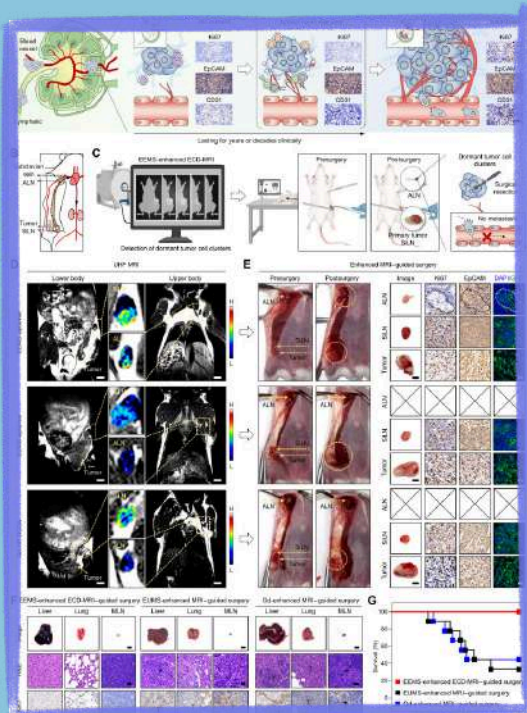
Geliştirilen sensör, kanser hücrelerinde sıkça bulunan EpCAM adlı yüzey proteinini tanıyan bir aptamer ile kaplandığında sistem yalnızca güçlü bir kontrast ajanı olmaktan çıkıp hedefli bir görüntüleme aracına dönüştü. Aptamerler, belirli biyomoleküllere yüksek özgüllük ile bağlanabilen kısa nükleik asit dizileridir. Bu çalışmada kullanılan **EpCAM** aptameri, sensörün doğrudan kanser hücrelerinin yüzeyine tutunmasını sağlayarak kontrast etkisinin sağlıklı dokuda değil, hedef hücrelerde yoğunlaşmasına imkân verdi. Böylece manyetik sinyal yalnızca güçlü değil, aynı zamanda seçici hale getirildi.



Görüntüden Tedaviye: Hayatta Kalımı Değiştiren Sonuç

MRG rehberliğinde gerçekleştirilen cerrahi müdahaleler, bu teknolojinin yalnızca tanısal değil, terapötik değerini de ortaya koydu. Sensör sayesinde görünür hâle gelen mikroskobik metastaz odakları operasyon sırasında hassas biçimde tespit edilerek tamamen çıkarıldı. En dikkat çekici sonuç ise uzun dönem takip verilerinde ortaya çıktı: Metastaz taşıyan farelerde ameliyat sonrası 100 gün boyunca %100 hayatta kalma oranı gözlemlendi. Bu veri, deneysel onkoloji açısından son derece güçlü bir gösterge. Çünkü metastaz, kanser ilişkili ölümlerin temel nedeni olarak biliniyor. Elde edilen veriler, erken ve yüksek hassasiyetli görüntülemenin yalnızca teknik bir başarı olmadığını; doğrudan yaşam süresine yansıtılabilecek klinik bir avantaja dönüşebileceğini ortaya koyuyor.

Çalışmanın hayvan deneylerinden elde edilen sonuçları da oldukça dikkat çekici. Fare modellerinde yalnızca 68,5 mikrometre çapında, yani bir insanın saç telinin kalınlığına yakın ölçekte, tümör hücresi kümeleri başarıyla görüntüldü. Üstelik bu hücre grupları henüz damarlanma geliştirmemiş, aktif biçimde çoğalmayan ve biyolojik olarak “sessiz” kabul edilen erken evre yapılardan oluşuyordu. Bu ölçekteki oluşumlar mevcut görüntüleme yöntemleriyle neredeyse tamamen görünmez kabul edilir. Sensörün sağladığı yüksek T1 kontrast ve moleküler hedefleme kombinasyonu, tümör gelişiminin en erken aşamalarına dair doğrudan görsel kanıt sunulabileceğini gösterdi. Bu da görüntülemenin yalnızca daha net değil, daha erken olabileceğine işaret ediyor.

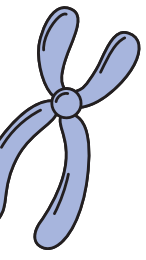


Bu Teknolojinin Geleceği

İnsan çalışmalarında benzer sonuçlar elde edilmesi durumunda etkileri oldukça geniş olabilir. Metastatik süreç henüz başlangıç aşamasındayken saptanabilir, cerrahi sınırlar milimetrik değil mikrometrik hassasiyetle belirlenebilir. Daha da ötesi, yalnızca kanser değil; Alzheimer hastalığında görülen plak oluşumları ya da inflamasyon odakları gibi mikroskobik patolojiler de erken evrede tespit edilebilir.

Elbette klinik uygulamaya geçiş için kapsamlı güvenlik, doz optimizasyonu ve biyoyoumluluk testleri gerekecek. Ancak bu çalışma önemli bir kavramsal değişime işaret ediyor: Tıbbi görüntülemede asıl sorun her zaman cihazın çözünürlüğü değil, sinyali doğru moleküler noktadan yeterince güçlü üretmekti. Elektrofili mühendislik yaklaşımıyla geliştirilen bu sensör ise belki de görüntülemenin sınırlarını fiziksel değil kimyasal tasarımla yeniden tanımlayabileceğimizi gösteriyor.

Ömer Said Özkan



21 MART DÜNYA DOWN SENDROMU GÜNÜ: GELECEKTE TEDAVİSİ MÜMKÜN OLABİLİR Mİ?

Güncel bilimsel araştırmalar, Down sendromunun beyin gelişimini nasıl etkilediğini ve bu etkinin altında yatan mekanizmaları anlamaya yöneliktir. Araştırmalardan elde edilen bilgiler doğrultusunda geliştirilecek tedaviler ile bu genetik farklılığa çözüm bulunması amaçlanmaktadır. Çok yakın tarihte bu konu üzerinde yapılan yeni bir çalışma bu amaca yönelik bir çaba olarak gösterilebilir

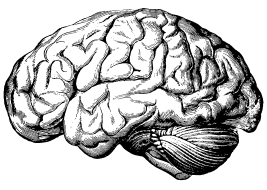


21 Mart Dünya Down Sendromu Günü, Down sendromu hakkında toplumsal farkındalık yaratmak, sendroma sahip olan kişiler için eşit haklar sağlamak ve bu bireylerin yaşam kalitelerini artırmak amacıyla kutlanmaktadır. Bu tarih rastgele seçilmiş bir gün değildir; **21/03** tarihindeki **“21” sayısı 21. kromozomu, “3” sayısı ise Down sendromuna neden olan durumu, yani 21. kromozomun 3 kopya bulundurmasını** sembolize eder.

Normal bireylerde 46 kromozom bulunurken, Down sendromlu bireylerde 21. kromozomun fazladan bir kopyası bulunmaktadır. Bu genetik farklılık, öğrenme güçlüğü, kas yapısında zayıflık, gelişimsel farklılıklar ve kendine özgü bir yüz yapısına sebebiyet vermektedir. Ancak her Down sendromlu bireyin bu durumdan etkilenme düzeyi aynı değildir. Bu sendroma sahip bireyler, uygun eğitim ve sağlık desteği sağlandığında çevrelerinden bağımsız bir şekilde hayatlarını sürdürebilmektedir.

Araştırmacılar, bu yeni çalışmada gelişmekte olan Down sendromlu bir fetal beyin korteksinin **tek-hücre atlasını** oluşturmayı başardılar. Yaklaşık 250.000 beyin hücresinden elde edilen verilerle, bu sendromdan etkilenen hücre tipleri ve genetik mekanizmalar oluşturulan hücre atlası aracılığıyla analiz edilmiştir. Sonuç olarak, özellikle bilişsel işlevler için büyük önem taşıyan uyarıcı nöronlardaki nörogelişimsel gen programlarının bozulduğu ortaya çıkmıştır. Zihinsel gelişim farklılıkları ile ilişkilendirilebilecek diğer bir önemli gözlem ise kortikal devrelerin oluşumunda görevli olan RORB ve FOXP1 genlerini ifade eden nöronların sayısında meydana gelen azalmadır.



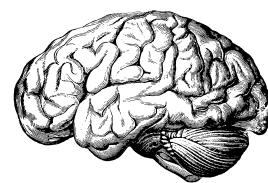


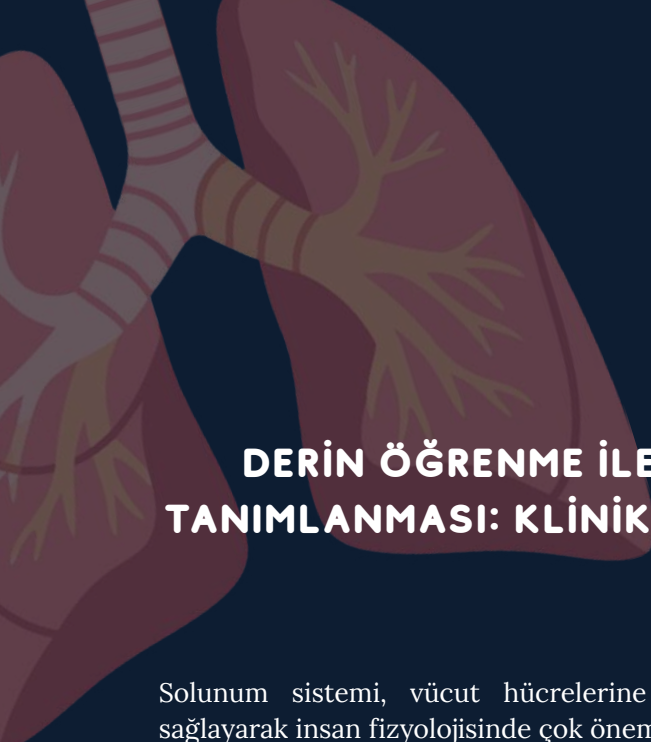
Bu çalışma ayrıca 21. kromozomda bulunan bazı düzenleyici genlerin (BACH1, PKNOX1, GABPA) beyin gelişimi ve nöron farklılaşmasında görevli birçok hedef geni (FOXP1, FEZF2, TCF7L2, RORA) düzenleyen “merkez düzenleyiciler” olduğunu tanımlamıştır. Bu genetik değişiklikler; akson ve dendrit gelişimi, sinaptik iletim ve ön beyin oluşumu gibi süreçleri etkileyebilmektedir. Araştırmacılar, kök hücreden elde edilen insan nöronlarında bu düzenleyici genlerin düzeyini antisens oligonükleotid yöntemiyle azaltmış ve bazı anormal gen ifade örüntülerinin kısmen düzeldiğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, gelecekte hedefe yönelik tedavilerin geliştirilebileceğine işaret ederken Down sendromu alanındaki yeni çalışmalar için çok güçlü bir bilimsel temel sunmaktadır.



Sonuç olarak, 21 Mart yalnızca bir farkındalık günü olmanın ötesinde, Down sendromuna yönelik bilimsel araştırmaların sürdürülmesinin de önemini vurgulayan çok anlamlı bir gündür. Bu alanda yürütülen nörogelişimsel düzeydeki çalışmalar, sendromun beyin gelişimini nasıl etkilediğini daha ayrıntılı bir biçimde ortaya koymaktadır. Hastalığın altında yatan biyolojik mekanizmalar, tek hücre analizleri, gen düzenleyici ağların incelenmesi ve kök hücre modelleri gibi ileri teknolojiler sayesinde daha iyi anlaşılmaktadır. Elde edilen bu bilgiler, yalnızca temel bilim açısından değil; erken tanı, risk belirleme ve hedefe yönelik tedavi stratejileri geliştirme açısından da büyük önem taşımaktadır.

Seher Sena Duman





DERİN ÖĞRENME İLE AKCİĞER SESLERİNİN OTOMATİK TANIMLANMASI: KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİNDE YENİ UFUKLAR

Solunum sistemi, vücut hücrelerine oksijen taşınmasını ve karbondioksitin uzaklaştırılmasını sağlayarak insan fizyolojisinde çok önemli bir rol oynar. Bununla birlikte, küresel ölçekte en önde gelen ölüm nedenlerinden olan kronik solunum yolu hastalıkları, invaziv olmayan oskültasyon yoluyla erken aşamada teşhis edilebilir. Ancak, etkili akciğer seslerinin manuel olarak ayırt edilmesi yalnızca keskin işitsel beceriler değil, aynı zamanda önemli klinik deneyim de gerektirir.

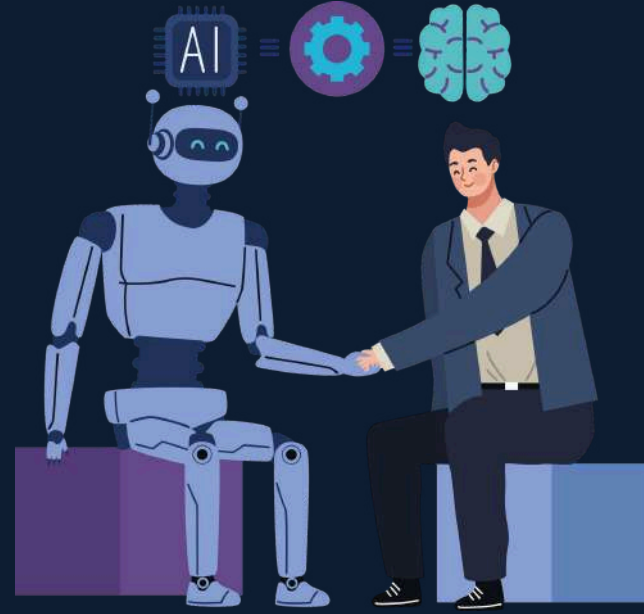
En son teknolojik gelişmelerle birlikte yapay zeka, akciğer seslerini uzmanlara kıyasla daha yüksek doğrulukla ayırt etme yeteneğini göstermiştir. Akciğer sesleri, solunum sırasında hava yollarından ve akciğer dokusundan havanın hareketiyle üretilir ve solunum sistemi sağlığının değerlendirilmesinde büyük önem taşır. 1816'da Laennec tarafından öncülük edilen stetoskopun ortaya çıkışı, akciğer seslerinin işitsel algılanması yoluyla solunum yolu rahatsızlıklarının tanısı değerlendirilmesinde önemli bir ilerlemeyi işaret etmiş ve stetoskopu hekimin tanısı araç gereçleri arasında vazgeçilmez bir araç haline getirmiştir [1].

Stetoskop gibi klasik araçlar doğru akciğer sesi teşhisine yardımcı olsa da etkinliği büyük ölçüde klinisyenin uzmanlığına bağlıdır ve özellikle daha az deneyimli uygulayıcılar arasında değişkenliğe ve potansiyel hatalara yol açar. Düşük frekanslı sesleri algılamada yaşanan zorluklar ve çevresel gürültünün etkileri gibi çeşitli sınırlamalar bunlardan bazılarıdır. Bu sınırlamalar, solunum yolu hastalıklarının teşhisinde geleneksel olarak karşılaşılan başlıca zorlukları meydana getirmektedir.

Normal solunum sesleri, akciğerlerin yapısal bileşenlerinden hava akışını gösteren, yumuşak ve düşük frekanslı olmalarıyla karakterize edilir ve akciğerlerin farklı bölgelerinde duyulabilir. Bu farklı akciğer sesi tiplerinin tanısı değeri göz önüne alındığında, bunların analizi solunum yolu hastalıklarının erken teşhisi ve etkili yönetimi için hayati önem taşır. Hekimler, tıbbi cihazların artmasıyla birlikte hastaların sağlık verilerine hem daha kolay ulaşım imkânı bulmuş hem de hastalıklara tanı koyma sürecinde pek çok kolaylık elde etmiştir [2]. Ancak, hastalarda fark edilebilir semptomların gecikmeli olarak ortaya çıkması tanı ve tedavide sıklıkla gecikmelerine yol açmaktadır. Bu yöntemler, klinik kararları doğrulamaya yardımcı olan ve insan hatası riskini önemli ölçüde azaltarak ikinci bir görüş sağlayan bir karar destek aracı olarak hizmet edebilir.

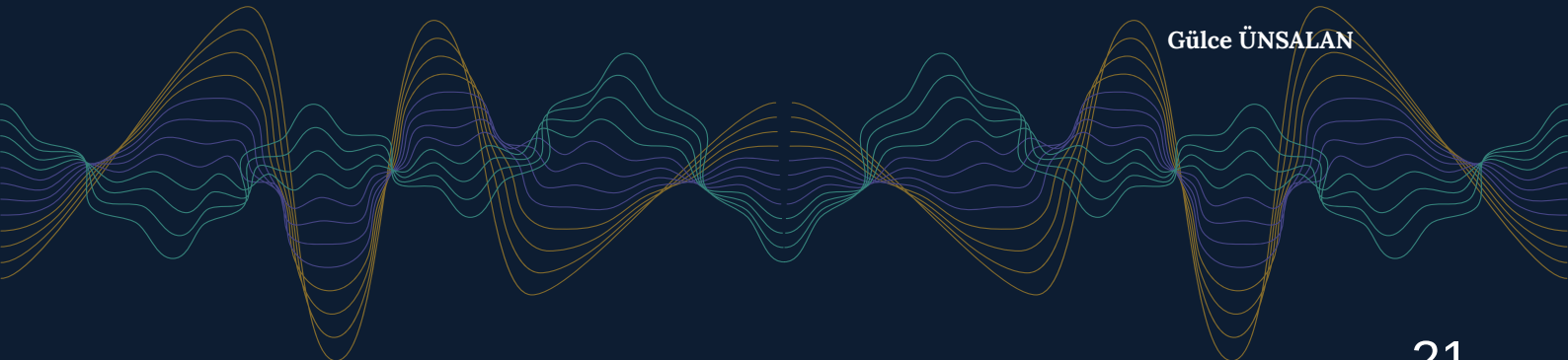


Yaşanan eksiklikleri gidermek için, yapay zeka destekli analiz yöntemlerini sinyal işleme teknikleriyle kullanmak üzere dijital stetoskoplar kullanılmaktadır. Bireysel değişkenliğe bağlı olarak farklı uzunluklardaki akciğer sesleri için oluşturulan nefes verme kısımları, uzman rehberliğinde elde edilmiş ve etiketlenmiş olup, bir dizi sinyal işleme prosedürü kullanılarak otomatik olarak tespit edilmiş ve bu şekilde bir veritabanı oluşturulmuştur. Bu yaygın akciğer seslerindeki veri tabanı daha sonra karşılaştırma için spektrogramlar, skalogramlar, Mel-spektrogramlar ve gammatonegramlar gibi çeşitli zaman-frekans gösterimleri kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bu şekilde kanıtlanmış, evrimsel sinir ağı (CNN) tabanlı önceden eğitilmiş modellerin transfer öğrenme yoluyla kullanılması, sınıflandırma sürecinde kullanılacak özelliklerin elde edilmesini sağlamıştır [3].



Çalışma, tek kanallı bir elektronik stetoskop ile kaydedilen akciğer seslerini otomatik olarak solunum döngülerine ayırıp derin öğrenme temelli sınıflandırma yapmayı amaçlamaktadır [4]. 94 yetişkin (18-70 yaş) üzerinden oluşturulan veri seti, normal, ronk, ince ve kaba kırılma seslerinden her biri için 100 döngü içerir. Solunum döngüleri, FFT tabanlı spektrogramlar ve dinamik zaman bükülmesi (DTW) ile çeşitli zaman aralıklarında otomatik olarak tespit edilmiştir. Transfer öğrenme yöntemiyle ön eğitilmiş CNN modelleri üç sınıflandırıcı mimarisi (CNN, CNN LSTM, CNN SVM) denenmiştir. Sonuçlar, gammatonegram ile CNN'nin %97,3 doğruluk elde ettiğini göstermiştir; bu veri, diğer temsiller ve mimarilerden anlamlı derecede yüksektir. Çalışma, otomatik döngü tespiti sayesinde manuel etiketleme ihtiyacını ortadan kaldırmakta ve tek kanallı kayıtların, çok kanallı sistemlere benzer doğrulukta sınıflandırılabilirdiğini göstermektedir. Ayrıca gammatonegramın, düşük frekanslı ayrıntıları gürültüye dayanıklı biçimde yakalayabildiği ortaya konmuştur. Bu yaklaşım, klinik ortamda hızlı ve güvenilir akciğer ses analizi için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Elde edilen bulgular, yapay zekâ destekli sistemlerin klinik karar destek süreçlerinde önemli bir tamamlayıcı araç olarak kullanılabileceğinin bir kez daha altını çizmektedir.

Gülce ÜNSALAN





DOKU MÜHENDİSLİĞİNDE YENİ BİR DÖNEM: ÇOK FONKSİYONLU AKILLI HİDROJELLER



Biyomedikal ve doku mühendisliği alanlarının son zamanlardaki yıldızlarından olan hidrojeller, sıvılar gibi akışkan yapılarını sürdürmelerinin yanında katılar gibi kendi formlarını koruyabilen biyomalzemelerdir. Esnek yapıları sayesinde vücudumuzdaki hücre dışı matriksi taklit edebilen bu yapılar gelişen teknolojiyle birlikte, artık yalnızca birer dolgu malzemesi değil, çeşitli görevler üstlenen çok işlevli sistemler olarak kullanılmaktadır.

S. Yang ve ekibi, bu alanda gerçekleştirdikleri güncel bir çalışmada **ipek fibroin** ve **aljinat** gibi doğal bileşenleri **gümüş katkılı grafen oksit (Ag-rGO)** ve **kuersetin** ile birleştirerek hibrit bir yapı geliştirmiştir. Bitkilerde bulunan, antioksidan, anti-inflamatuar ve antibakteriyel özelliklere sahip bir flavonoid olan kuersetinin etkisini karşılaştırmak amacıyla, hem saf hem de kuersetin yüklü numuneler kullanarak özgün akıllı hidrojeller tasarlamışlardır.



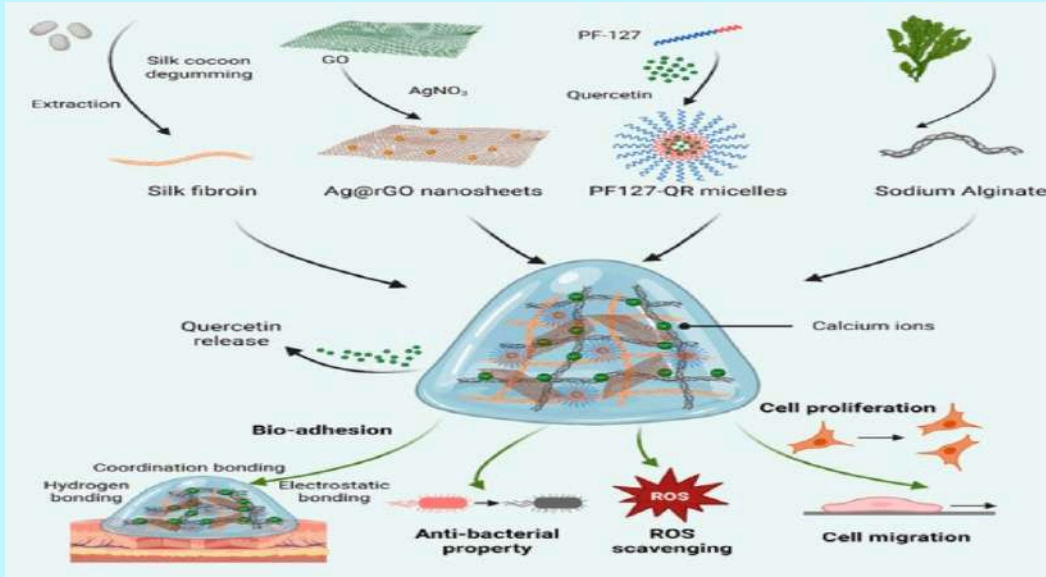
Elektriksel sinyaller, vücudumuzdaki dokuların yenilenebilmesi için hayati önem taşımaktadır. Araştırmacılar, bu çalışmada geliştirdikleri hidrojin yapısındaki Ag-rGO miktarını artırdıkça malzemenin sinyalleri daha güçlü ilettiğini ve meydana gelen bu iletkenlik artışının biyolojik sinyaller için verimli bir iletişim ağı oluşturduğunu saptamışlardır. Bahsi geçen hidrojel, basit bir elektrik devresine bağlandığında bir ampülü aydınatabilecek güçte iletkenlik sergilemiştir. Geliştirilen hidrojin bu özellikleri, vücuttaki hücreler arasında elektriksel sinyal iletimini sağlayarak hücreler arası iletişimde kullanılabileceğini göstermektedir.

“



Bu biyomalzemelerin en önemli özelliklerinden biri de dokulara tutunabilme becerileridir. Deri, metal, plastik ve cam gibi çok farklı yüzeylerde yapılan testlerde, tüm yüzeylerde mükemmel yapışma performansı sergiledikleri görülmüştür. Güçlü tutunma yeteneği, malzemenin yara yüzeyinde sabit durabilmesini ve dokularla uyum içinde çalışmasını sağlamaktadır. Hidrojeller, yapışma kabiliyetine ek olarak şaşırtıcı biçimde kendini iyileştirme kapasitesine de sahiptirler. Yapılan deneyler, ikiye kesilen parçalar tekrar birleştirildiğinde 15 dakika içinde eski sağlamlığına kavuştuğunu ortaya koymaktadır. Öyle ki onarılan parça cımbızla havaya kaldırıldığında bile yapısal bütünlüğünü korumayı başarmıştır. Kendi kendini tamir etme yeteneği, malzemenin vücut içerisindeki darbelerden etkilenmeden görevine devam edebileceği olarak yorumlanmaktadır.

Yapılan mikroskopik gözlemler, akıllı hidrojinin yalnızca bir dolgu malzemesi değil, hücreler için dinamik bir yaşam alanı sunduğunu kanıtlar niteliktedir. Deneyin başında tespit edilen az sayıdaki ölü hücrenin yerini kısa sürede oluşan sağlıklı ve canlı bir doku tabakası alırken, bu hücrelerin günler içinde hızla çoğalarak koloniler kurduğu gözlemlenmiştir. Bu yaşam alanı desteği, hücrelerin hareket yeteneklerini ölçen yara iyileştirme testleriyle de desteklenmiştir. Yapay olarak oluşturulan yara boşluğunda, özellikle ipek fibroin ve aljinat gibi doğal bileşenler sayesinde hücrelerin 12 saat içinde yara boşluğuna doğru kararlı bir şekilde göç etmeye başladığı görülmüştür.



Hidrojellerin antibakteriyel performansları *S. aureus* ve *E. coli* bakterileri üzerinde test edilmiştir. Yapılarındaki Ag-rGO miktarı arttıkça antibakteriyel etkinin arttığı, özellikle kuersetin ile zenginleştirilmiş hidrojellerin daha yüksek performans sergilediği doğrulanmıştır. Kan uyumluluğu testlerinde ise hidrojellerin çoğu hemouyumlu bir karakter sergilemiştir. Ancak gümüş yüklenmiş grafen oksit miktarının en yüksek olduğu grupta, hücre zarlarında hasar gözlemlenmiştir. Bu durum, malzemenin tedavi edici gücü ile biyolojik güvenliği arasındaki dengenin korunmasının ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermektedir.

Tüm sonuçlar doğrultusunda, ipek fibroin, aljinat ve kuersetin gibi bileşenlerin entegrasyonuyla çok yönlü bir yapı elde edildiği görülüyor. Geliştirilen bu hidrojeller, kendi kendini onarabilme ve güçlü yapışma gibi özelliklerinin yanı sıra doku yenilenmesi için de uygun bir ortam hazırlıyor. Geliştirilen biyomalzemenin gerçek tedavi süreçlerindeki başarısı, yakın gelecekte yapılacak olan klinik testlerle ortaya koyulacak.

Melis Er

Otizmde Gelişimsel Yakınsama Modeli

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), çocukluk çağında yaklaşık %2 oranında görülen ve belirgin bir genetik heterojeniteye sahip nörogelişimsel bir bozukluktur [1]. Son yıllarda yapılan genetik çalışmalar, yüzlerce risk geninin OSB ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Nadir ve yüksek etkili mutasyonlar, olguların yaklaşık %10–15'ini açıklarken, yaygın genetik varyasyonların toplam genetik riskin en az %50'sini oluşturduğu düşünülmektedir [2,3]. Bu tablo, OSB'nin tek bir gen veya tek bir biyolojik yol üzerinden açıklanamayacak kadar karmaşık bir genetik mimariye sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çeşitlilik, temel bir soruyu gündeme getirmektedir: Birbirinden oldukça farklı genetik mutasyonlar nasıl benzer nörogelişimsel fenotiplere yol açabilmektedir?

Bu soruya yanıt arayan araştırmacılar, **insan indüklenmiş pluripotent kök hücrelerinden (hiPSC, human induced pluripotent stem cells)** türetilen kortikal organoidler aracılığıyla erken insan beyin gelişimini in vitro ortamda modellemiştir [4]. Sekiz farklı OSB ile ilişkili genetik mutasyona sahip bireylerden, idiyopatik OSB tanılı bireylerden ve sağlıklı kontrol grubundan elde edilen hücrelerle oluşturulan organoidlerde, gelişimin farklı evrelerinde (gün 25, 50, 75 ve 100) transkriptom analizleri gerçekleştirilmiştir.



Elde edilen bulgular, mutasyonlara özgü en belirgin gen ekspresyon değişikliklerinin erken gelişim evrelerinde ortaya çıktığını göstermiştir. Özellikle nöral progenitör hücrelerin baskın olduğu erken dönemde, kromatin yeniden düzenlenmesi, Wnt sinyal yolları ve nöral hücre proliferasyonu ile ilişkili genlerde anlamlı değişiklikler saptanmıştır [5]. Bu durum, OSB risk mutasyonlarının erken nörogelişimsel programları ve hücrel kader kararlarını etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Bununla birlikte, başlangıçta mutasyonlara özgü olarak gözlemlenen transkripsiyonel farklılıkların gelişim ilerledikçe birbirine yaklaştığı tespit edilmiştir. Özellikle ileri evrelerde, farklı genetik formlar arasındaki sinaptik işlev, iyon kanalı aktivitesi ve nöronal iletişim ile ilişkili genlerde ortak bir aşağı regülasyon gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, genetik olarak farklı başlangıç noktalarına rağmen, moleküler düzeyde bir “**yakınsama**” (convergence) sürecinin gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Çalışmada ayrıca, SWI/SNF kompleks üyelerini de içeren kromatin ve transkripsiyon düzenleyici bir gen ağının baskılandığı gösterilmiştir [6]. Bu ağın deneysel olarak hedeflenmesi, aşağı akım nörogelişimsel genlerin ekspresyonunda değişikliklere yol açmış ve ortak bir düzenleyici “darboğaz” mekanizmasının varlığını desteklemiştir.

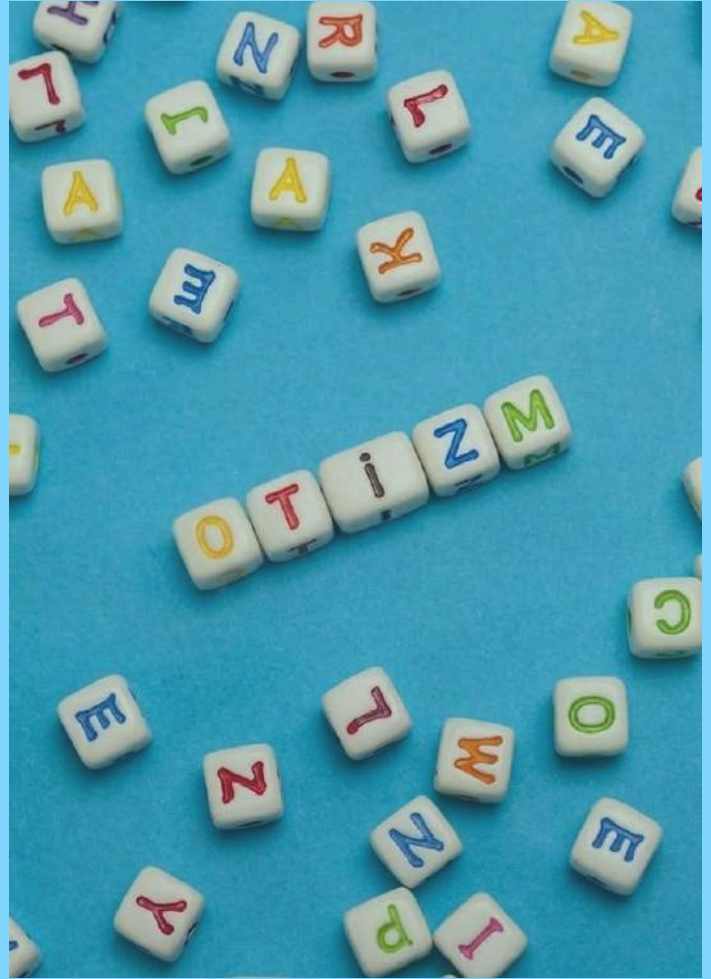
Çalışmada ayrıca, SWI/SNF kompleks üyelerini de içeren kromatin ve transkripsiyon düzenleyici bir gen ağının baskılandığı gösterilmiştir [6]. Bu ağın deneysel olarak hedeflenmesi, aşağı akım nörogelişimsel genlerin ekspresyonunda değişikliklere yol açmış ve ortak bir düzenleyici “darboğaz” mekanizmasının varlığını desteklemiştir.

Sonuç ve Gelecek Perspektifi

Bu çalışma, OSB'nin genetik olarak heterojen bir yapıya sahip olmasına rağmen gelişimsel süreçte moleküler düzeyde bir yakınsama gösterdiğini ortaya koymaktadır. Farklı mutasyonlar erken dönemde özgül etkiler oluştursa da, ilerleyen evrelerde sinaptik ve nöronal yollarda ortak değişimlere yol açmaktadır. Özellikle kromatin düzenlenmesi ve transkripsiyonel kontrol mekanizmalarının bu yakınsamanın merkezinde yer aldığı görülmektedir.

Bu bulgular, OSB'nin tekil gen bozukluklarından ziyade erken gelişimsel düzenleyici ağların bozulması bağlamında ele alınması gerektiğini düşündürmektedir. Gelecekte, bu ortak düzenleyici düğüm noktalarının hedeflenmesi, daha erken ve etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Deniz Helvacı



Peptit Sentezinde Daha Yeşil Bir Gelecek: Sulu Fmoc-SPPS

Son yıllarda sürdürülebilirliğin önemi her alanda giderek artmakta, bu kapsamda daha çevreci yaklaşımlar bulmak için ilaç endüstrisinde de çalışmalar hız kazanmaktadır. İlaç endüstrisinde önemli bir yere sahip olan peptitler, hem kimyasal hem de biyolojik çalışmaların ilerlemesinde büyük katkı sağlamıştır. Yüksek hedef seçicilikleri, güçlü biyolojik aktiviteleri ve genellikle daha güvenli yan etki profili sağlamaları nedenleriyle küçük molekülü ilaçlar için önemli bir alternatif oluşturmaktadırlar. Günümüzde birçok terapötik peptit klinikte aktif olarak kullanılırken çok büyük bir çoğunluğu ise hâlâ klinik araştırma veya geliştirme aşamasındadır. Peptit sektörü, bu etkileri nedeniyle genel ilaç pazarına kıyasla iki kat daha fazla daha fazla büyüme hızına sahiptir ve güncel tahminler bu artışın 2028 yılına kadar devam edeceğini öngörmektedir. Özellikle son yıllarda geliştirilen GLP-1 türevi peptitler, bu sektörün büyümesine ciddi bir katkı sağlamaktadır.

SPPS (Solid Phase Peptide Synthesis) ve Çevresel Etkileri

Endüstride büyük ölçekli üretimlerde yaygın olarak SPPS (Katı Faz Peptit Sentezi) teknolojisi kullanılmaktadır. Sentezlenen terapötik peptitlerin birçoğu için yüksek miktarda kimyasal tüketilmekte ve bunların önemli bir kısmı toksik özellik göstermektedir. SPPS yönteminde her amino asit eklenmeden önce N α -korumalı koruyucu grup kaldırılır, ardından yeni amino asit aktive edilerek zincire bağlanır. Ancak bu süreç boyunca özellikle DMF (N,N-dimetilformamid) gibi toksik ve çevre açısından sakıncalı organik çözücüler yoğun şekilde kullanılmaktadır. SPPS yöntemi, son koparma aşamasında hidrojen florür gerektiren orijinal tert-bütoksikarbonil (Boc) kimyasına kıyasla daha verimli olması sebebiyle günümüzde hala hem akademik araştırmalarda hem de endüstride sıklıkla tercih edilmektedir.

Sürdürülebilirlik Sorunları ve Çözücü Atıkları

SPPS yönteminin çevresel etkileri, sürdürülebilirlik bakış açısıyla özellikle aşılması gereken kritik bir konu olarak dikkat çekmektedir. Bu yöntemde, katı desteğin yıkanması, amino asitlerin bağlanması (açılasyon) ve Fmoc koruyucu grubunun uzaklaştırılması (deproteksiyon) adımları için büyük miktarda özel çözücüler kullanılır. Özellikle DMF (N,N-dimetilformamid) ve NMP (N-metilpirolidon) gibi dipolar aprotik çözücüler ile birlikte piperidin

kullanımı gereklidir. Peptit üretiminde oluşan atığın %80-90'ı çözücülerden kaynaklanmaktadır. Örneğin, 1 kilogram GLP-1 benzeri bir terapötik peptit üretimi için yaklaşık 14 ton organik çözücüye ihtiyaç duyulabileceği bildirilmektedir. Bu miktar, küçük molekülü ilaç üretimine kıyasla çok daha yüksektir. Bu nedenle daha çevreci ve su bazlı sentez yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.





Alternatif Çözücü Arayışları ve Kısıtlamalar

Geçmişte DMF'nin yerine N-formilmorfolin, izosorbid dimetil eter, dimetil karbonat (DMC), etil asetat, dimetilsülfoksit (DMSO) ve PolarClean (PC) ya da bu çözücülerin kombinasyonları gibi alternatifler kullanılmıştır. Ancak teknik kısıtlamalar ve reaksiyon verimliliğindeki düşüşler nedeniyle bu çözücüler henüz DMF'ye tam anlamıyla uygun bir alternatif olamamıştır. Aynı zamanda SPPS'nin büyük ölçüde sulu ortamda yürütülmesi hedeflenmektedir; ancak Fmoc-korumalı amino asitler hidrofobik yapısı ve sulu ortamda yeterli çözünürlük göstermemeleri nedeniyle önemli bir engel oluşturmaktadır.

Sulu Ortamda Fmoc-SPPS: Yenilikçi ve Sürdürülebilir Bir Yaklaşım

Geçmişte suda çözünebilir alternatif koruyucu gruplar geliştirilmiş olsa da bu sistemler genellikle yetersiz raf stabilitesi, yüksek maliyet ve sınırlı bulunabilirlik gibi sebeplerle ticari olarak uygun bulunmamıştır. Bu çalışmada araştırmacılar Fmoc-amino asitlerin basit organik bazlarla tuz oluşturduğunda suda çözünür hale geldiğini göstermiştir. Özellikle N-metilmorfolin (NMM) ve trietanolamin (TEOA) kullanıldığında, Fmoc-amino asitler suda yüksek konsantrasyonlarda çözünmektedir. Yapılan analizler, çözünürlüğün tuz oluşumundan kaynaklandığını doğrulamaktadır.

Bu çözünürlük stratejisi, daha sonra sulu ortamda Fmoc-SPPS stratejisine uyarlanmıştır. Amino asitlerin aktive edilmesi için çeşitli reaktifler denenmiş; ancak yalnızca EDCI ve HOBt kombinasyonu başarılı sonuç vermiştir. Yöntemin başarısı çeşitli peptit sentezleri ile test edilmiş ve denemeler sonucunda Leu-enkefalin hem yüksek verim hem de yüksek saflıkla sentezlenmiştir. En göze çarpan örnek ise 20 amino asitlik terapötik bir peptit olan bivalirudinin sentezidir. Bu uzun ve kompleks dizide dahi yüksek verim ve saflığa ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar, yöntemin yalnızca kısa peptitler için değil, daha uzun ve farmasötik öneme sahip peptitler için de uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

En nihayetinde bu yaklaşım; klasik Fmoc kimyasını tamamen değiştirmeden, kullanılan çözücülerin miktarında yüksek oranda bir azalma sağlar. Özellikle DMF gibi toksik çözücülerin sadece çok az bir miktarda kullanımıyla, toplam DMF ihtiyacını %90 oranında azaltabilme potansiyeli taşımakta ve kullanılan çözücülerin arıtımının ardından tekrar kullanılabilmesi gibi avantajlar sunmaktadır. Bu sayede sürdürülebilirliği destekleyerek daha çevre dostu ve ölçeklenebilir bir yaklaşım sağlamaktadır [1].

DMF İHTİYACINDA



Aybüke ALDEMİR

Küresel Su İflası: Artık “Stres” Değil, Yapısal Tükeniş



“Su krizi”, kısa süreli kuraklıklardan nehirlerin ve yeraltı sularının yıllarca süren aşırı kullanımına kadar su stresinin neredeyse her aşaması için kullanılan genel bir etiket hâline geldi. Oysa risk ve afet literatüründe kriz, yalnızca istenmeyen bir durum değil; temel değerlere ve yaşamı sürdüren sistemlere ciddi tehdit oluşturan, yüksek belirsizlik yaratan ve zaman baskısı altında acil kararlar gerektiren bir kırılma anı olarak tanımlanır.

20 Ocak 2026’da, New York’taki Birleşmiş Milletler Genel Merkezi’nde yayımlanan yeni bir rapor ise dünyanın artık bu eşiği de aştığını savunuyor. United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH) tarafından, 2026 BM Su Konferansı öncesinde yayımlanan “Küresel Su İflası: Kriz Sonrası Dönem ve Hidrolojik İmkânlarımızın Ötesinde Yaşamak” başlıklı rapor; kronik yeraltı suyu tükenmesi, aşırı su kullanımı, arazi ve toprak bozulması, ormansızlaşma, kirlilik ve küresel ısınmanın birleşik etkileriyle “küresel su iflası” çağının başladığını ilan ediyor.

Rapora göre, giderek daha fazla nehir havzası ve yeraltı su kaynağı tarihsel “normal” koşullarına geri dönme kapasitesini yitiriyor. Bir zamanlar geçici kabul edilen kuraklıklar, kıtlıklar ve kirlilik olayları birçok bölgede artık kronik hale gelmiş durumda. Bu durum, raporun “su iflası” olarak adlandırdığı kriz sonrası bir aşamaya işaret ediyor.

“Su iflası” kavramı iki şekilde tanımlanıyor. İlk olarak, uzun vadede yüzey ve yeraltı sularından yapılan ortalama insan kaynaklı çekimlerin; yenilenebilir tatlı su girişlerini, stratejik rezervlerin güvenli sınırlarını ve suya bağımlı ekosistemlerin taşıma kapasitesini aşması durumunu ifade ediyor. İkinci olarak ise suyla ilişkili doğal sermayenin tükenmesi ve bozulmasını kapsıyor.

Bu bozulma, toplumsal açıdan kritik zaman dilimlerinde kısmen geri döndürülemez hasarlar yaratarak su temini ve ekosistem işlevlerinin, aşırı sosyal ve ekonomik maliyetler olmadan eski düzeylerine dönmesini imkânsız hale getiriyor. Buradaki “güvenli sınırlar”, sistemin hidrolojik taşıma kapasitesini ifade eder. Bu kavram; su kalitesindeki bozulmayı, toprak çökmesini, sulak alan kaybını, tuzlanmayı ve biyoçeşitlilik kaybını önleyebilecek azami tüketimsel kullanım düzeyini tanımlar. Bu sınır aşıldığında sorun geçici bir stres olmaktan çıkar, yapısal bir aşırı kullanım haline gelir.

Bölgesel örnekler bu tabloyu somutlaştırıyor. Orta Doğu ve Kuzey Afrika’da yüksek su stres; iklim kırılganlığı ve enerji yoğun tuzsuzlaştırma faaliyetleriyle kesişiyor. Güney Asya’da yeraltı suyuna bağımlı tarım ve kentleşme kronik düşürlere ve toprak çökmesine yol açıyor. ABD’nin güneybatısında ise Colorado River ve rezervuarları, kapasitesinin üzerinde vaat edilen suyun sembolü haline gelmiş durumda.

Artan sıcaklıklar buharlaşmayı hızlandırarak tarımın ve ormanların su ihtiyacını yükseltiyor. Aynı zamanda soğutma amaçlı elektrik talebi artıyor; bu da enerji sektörünün su gereksinimini artırıyor. Yağış rejimindeki sapmalar ve toprak nemindeki azalma, sulamaya bağımlılığı daha da güçlendiriyor. İklim ısındıkça su talebi artıyor ancak su sistemlerinin esnekliği azalıyor.

Raporun vardığı sonuç net: Çözüm, yalnızca yeni su kaynakları yaratmak değil; hidrolojik sınırları kabul eden bir kalkınma modeline geçmek. Tuzdan arındırma ve atık suyun yeniden kullanımı gibi seçenekler destekleyici olabilir ancak pahalı ve enerji yoğunudur. Su açısından iflas etmiş sistemlerde geçmişteki “bol su” seviyelerine dönüş vaatleri gerçekçi değildir.

Gerçek direnç yaklaşımı; doğal varlıkları kısa vadeli kazançlar uğruna tüketmek yerine stratejik rezervler olarak korumayı, sürdürülemez faaliyetlerden kontrollü geri çekilmeyi ve ekonomiyi mevcut su gerçekliğine göre yeniden tasarlamayı gerektirir. Mevcut sınırlamaların ve kayıpların açık biçimde kabul edilmesi ise kamu güveninin yeniden inşası için temel koşuldur.

Zeynep Kartal



Kanserin Kaosundan Bilimin Aydınlığına: Türk Bilim İnsanı Akciğer Kanseri Devrim Niteliğinde Buluş

Vücudumuz, biyolojik bir mühendislik harikası olan kusursuz bir hücresel uyumla çalışır. Ancak bu uyum, tek bir hücrenin genetik kodundaki o kritik hatayla; "dur" emrine itaat etmeyi bırakıp kontrolsüzce bölünmesiyle bozulur. İşte kanser, bu hücresel başkaldırının yarattığı bir kaostur. Programlı hücre ölümünü (**apoptoz**) reddederek adeta ölümsüzleşen bu hücreler; kurdukları tümör ordularıyla sağlıklı dokuları işgal eder, organları kuşatır ve vücudun enerji kaynaklarını sömürerek sistemi içeriden çökertir. Kanserin en korkutucu safhası, kan veya lenf yoluyla uzak organlara sıçraması (**metastaz**) olsa da; günümüzde bağışıklık sistemini eğiten immünoterapiler ve sadece hedefi vuran akıllı ilaçlar sayesinde, bu hastalık; çaresiz bir son olmaktan çıkıp bilimsel inovasyonla yönetilebilir bir mücadeleye dönüşüyor.

Umudun Yeni Adı:

Dr. Gizem Karslı Uzunbaş

Kanser bugün hâlâ modern dünyanın en büyük korkularından biri. Ancak son dönemde bu korkunun karşısına dikilen umut ışıkları giderek güçleniyor. Üstelik en agresif türlerden biri olan akciğer kanserine meydan okuyan yeni bir tedavi yöntemi, gurur verici bir şekilde Türk bir bilim insanı tarafından geliştirildi.

Dr. Gizem Karslı Uzunbaş: akademik yolculuğuna Sabancı Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümünde başlamış, ardından 2019 yılında ABD'deki Rutgers Üniversitesi'nde otofaji ve tümör metabolizması üzerine doktorasını tamamlamıştır. Kariyerini Harvard Üniversitesi Tıp Fakültesi'ne bağlı Dana-Farber Kanser Enstitüsü'nde, ardından da MIT ve Harvard'ın ortak araştırma merkezi olan dünyaca ünlü **Broad Institute'ta** sürdüren Uzunbaş, bugün burada "Kıdemli Araştırmacı" olarak insanlık adına kritik çalışmalara imza atmaktadır.



Dr. Gizem Karslı Uzunbaş

Akciğer Kanseri Devrim Niteliğinde Yeni Bir Dönem

Dr. Uzunbaş, Broad Enstitüsü bünyesinde altı yıl süren titiz çalışmalarının sonucunda akciğer kanseri tedavisinde devrimsel bir kapı araladı. Geliştirilen bu yeni yöntem, kanserin karmaşık hücresel mekanizmalarını doğrudan hedef alarak, sağlıklı hücrelere zarar vermeden kontrollü bir tedavi süreci amaçlıyor [1].

Bu buluşun en heyecan verici yanı ise şunlar:

Dirençli Vakalar İçin Çözüm: Mevcut tedavilere yanıt vermeyen hastalar için alternatif bir yol sunmuştur.

Daha Az Yan Etki: Geleneksel yöntemlerin yıpratıcı yan etkilerinden yorulan hastalar için yeni bir soluk getirmiştir.

FDA Onayı: Yöntemin güvenilirliği ve potansiyeli, FDA tarafından onaylanarak klinik deneylerin (insanlar üzerindeki çalışmaların) önünü açmıştır.

Bilimin Işığında Gurur Verici Bir Adım

Böylesine devasa bir bilimsel çalışmanın merkezinde bir Türk kadın bilim insanını görmek, hepimiz için büyük bir gurur vesilesi. Kanserin her geçen gün daha fazla hayatı etkilediği bir dünyada, Dr. Gizem Karslı Uzunbaş'ın bu başarısı sadece tıbbi bir ilerleme değil, aynı zamanda karanlığa karşı yakılmış bir meşaledir. İnanıyoruz ki bilim ilerledikçe, kanser "korkulan bir son" olmaktan çıkıp, insan zekasının zafer kazandığı bir "geçmiş" olarak anılacaktır.

Yaren Akyüz

Aziz Sancar'dan Glioblastomaya Moleküler Bir Hamle



Türkiye'nin Nobel ödüllü bilim insanı Aziz Sancar, DNA onarım mekanizmalarına dair keşifleriyle moleküler biyolojinin temel taşlarından birini inşa etmişti. Şimdi ise aynı biyokimyasal altyapıyı, modern onkolojinin en zorlu hastalıklarından biri olan glioblastomaya karşı kullanıyor. Gelişmiş tedavi yöntemlerine rağmen ortalama sağkalımın yaklaşık 12 ay olduğu bu agresif beyin tümörü için geliştirilen yeni bir terapötik yaklaşım, prelinik fare modellerinde dikkat çekici sonuçlar ortaya koydu.

Glioblastoma; yalnızca hızlı büyüme ve yayılma kapasitesiyle değil, aynı zamanda tedaviye direnç geliştirme eğilimiyle de bilinen malign tümörlerden biridir. Cerrahi müdahale, radyoterapi ve temozolomid (TMZ) temelli kemoterapiye rağmen hastaların büyük kısmında tümör nüks etmektedir. Bu noktada Sancar ve ekibi, hücrenin en kritik savunma hattı olan DNA onarım ağını hedef alan çift yönlü bir strateji geliştirdi.

Araştırmanın merkezinde iki molekül yer alıyor: klinikte halihazırda kullanılan alkilleyici ajan **temozolomid (TMZ)** ve normalde DNA replikasyonunu işaretlemek amacıyla kullanılan **5-ethynyl-2'-deoxyuridine (EdU)**. İlk bakışta biri klasik bir kemoterapi ilacı, diğeri laboratuvar aracı gibi görünse de birlikte kullanıldıklarında hücrenin onarım kapasitesini aşırı yükleyen güçlü bir biyolojik etkileşim oluşturuyor.

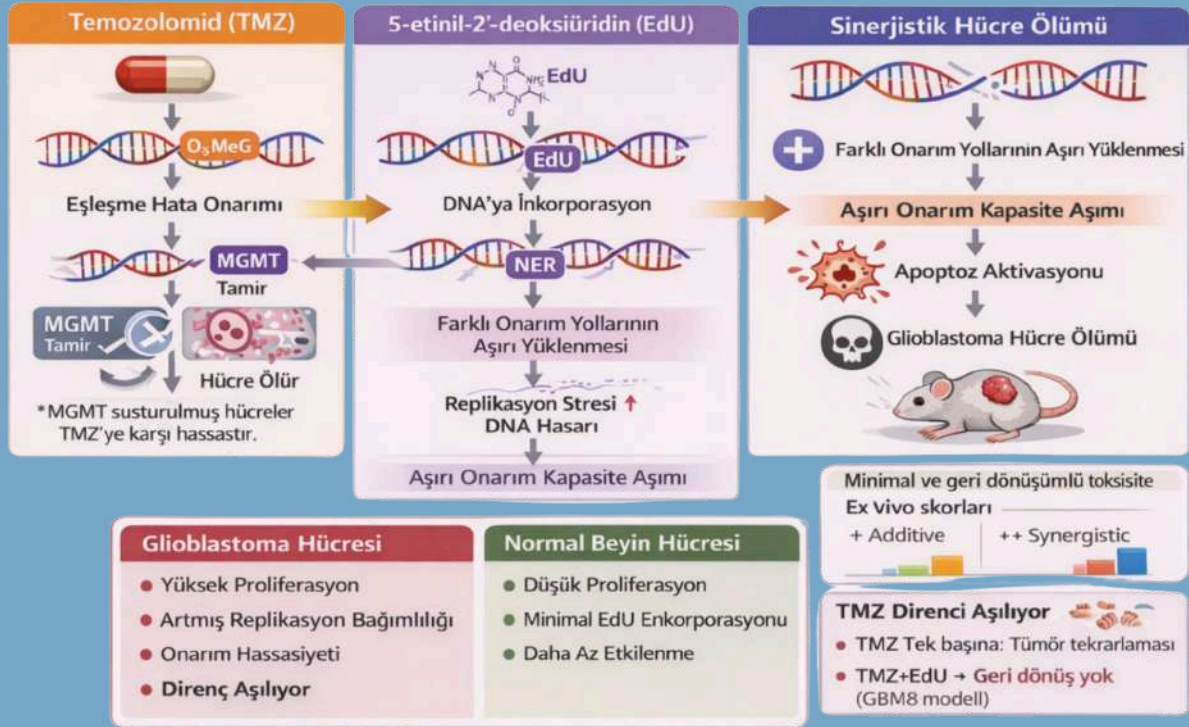


TMZ, DNA'da O6-metilguanin lezyonları oluşturarak hücreyi sürekli bir yanlış eşleşme ve onarım döngüsüne sokarken; EdU, replikasyon sırasında DNA'ya entegre olup, nükleotid eksizyon onarımı yoluyla zincirden tekrar tekrar çıkarılmaya çalışılıyor. Bu "boşa giden onarım döngüsü", özellikle hızlı bölünen tümör hücrelerinde birikimli DNA hasarı oluşturmaktadır. İki mekanizma birleştğinde, kanser hücresinin onarım sistemleri adeta kısa devre yapıyor ve replikatif çöküşle sonuçlanan bir stres ortamı oluşuyor.

Farelerde oluşturulan ortotopik glioblastoma modellerinde uygulanan bu kombinasyon tedavisi, bazı modellerde tümör progresyonunu belirgin şekilde baskıladı. Özellikle hasta-türevi GBM8 modelinde tümörlerin tamamen ortadan kalktığı ve nüksün engellendiği bildirildi. Tek başına TMZ uygulamasında görülen direnç gelişimi ise kombinasyon grubunda gözlenmedi. Bulgular, DNA onarım yollarının eş zamanlı hedeflenmesinin klinikte sık karşılaşılan TMZ direncini aşma potansiyeline işaret ediyor.

Elbette sonuçlar henüz prelinik düzeyde ve insan klinik denemelerine geçilmiş değil. Ancak EdU'nun tümör hücrelerinde seçici birikim göstermesi, minimal ve geri dönüşümlü toksisite profili sunması ve farklı hasta dokularında sinerjik ya da additif etki oluşturması, bu yaklaşımı translasyonel açıdan umut verici bir aday haline getiriyor.

TMZ ve EdU ile Oluşan Sinerjistik Hücre Ölümü



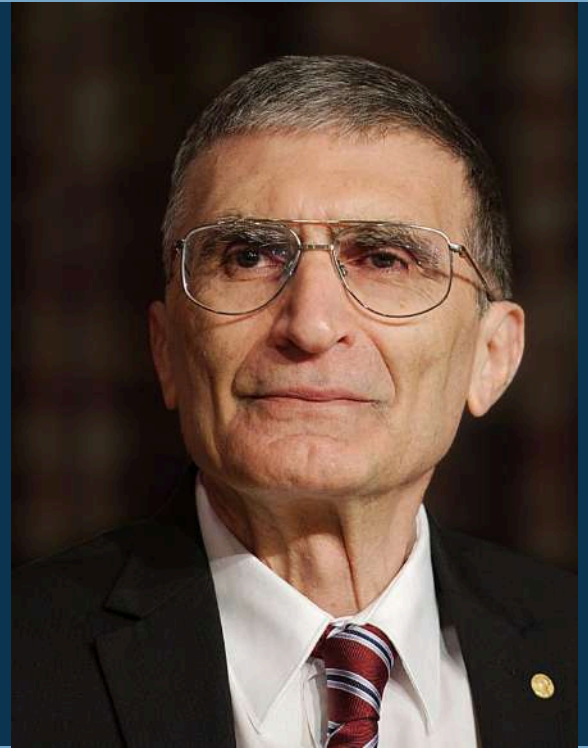
(Yapay zeka ile oluşturulmuştur)

Onarım Mekanizmasından Terapötik Stratejiye

Sancar'ın Nobel'e uzanan çalışmaları, DNA hasarının nasıl tanındığını ve onarıldığını ortaya koymuştu. Bu yeni çalışma ise aynı biyolojik prensiplerin kanser hücresine karşı bir zayıflık noktası olarak kullanılabileceğini gösteriyor. Hücrenin hayatta kalmak için ihtiyaç duyduğu tamir sistemleri, doğru koşullarda onun en kırılgan tarafına dönüşebiliyor.

Glioblastoma gibi heterojen ve dirençli bir tümör karşısında tek bir molekül yerine çoklu onarım yollarını eş zamanlı hedeflemek, geleceğin tedavi stratejileri için güçlü bir kavramsal çerçeve sunuyor. Bu araştırma yalnızca yeni bir ilaç kombinasyonu önermiyor; moleküler biyolojinin temel bilgisinin klinik problemlere nasıl dönüştürülebileceğini de gösteriyor. DNA'nın tamir mekanizmalarını anlamak, artık yalnızca hücresel yaşamı açıklamak değil; ölümcül bir hastalığa karşı yeni bir kapı aralamak anlamına geliyor [1].

Merve Ateş



EGE BİYOMÜHENDİSLİKTE HABERLER

Dr. Emine Güler Çelik



Biopaper'in Şubat-Mart sayısında, Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü öğretim üyesi Dr. Emine Güler Çelik ile bir araya geldik. Akademik yolculuğu, araştırmaları ve çalışma alanının geleceğine dair öngörülerini üzerine ilham dolu bir söyleşi gerçekleştirdik. Kıymetli vaktini bizlere ayırdığı için kendisine teşekkür eder, keyifli okumalar dileriz.

BİYOSENSÖR



Tespit edilmek istenen hedef molekülü algılayarak bu etkileşimi elektriksel veya optik sinyallere dönüştüren biyosensörler, temel olarak iki ana bileşenden oluşur: biyoreseptör ve transduser. Biyoreseptör, numunedeki analiti spesifik olarak yakalamak amacıyla antikor, enzim veya aptamer (kısa DNA/RNA dizisi) gibi biyolojik elemanlar kullanılarak oluşturulan kısımdır. Transduser ise analit ile biyoreseptör arasında gerçekleşen ısı, ışık, kütle artışı veya elektron transferi gibi moleküler etkileşimleri algılayarak bunları ölçülebilir elektriksel ya da optik sinyallere dönüştürür. Çevre, sağlık, gıda güvenliği ve savunma sanayii gibi pek çok alanda etkin biçimde kullanılan biyosensörlere: elektrokimyasal sensörler (şeker ölçüm cihazları), gebelik testleri, COVID-19 hızlı antijen testleri (yanal akış testi, LFA) ve akıllı saatlerdeki giyilebilir sensörler örnek olarak gösterilebilir.

1) Hocam, hem hazırlayanı hem de okuru öğrencilerden oluşan bir dergi olarak, sizi bugünkü noktaya taşıyan hikâyeyi duymanın hepimize ilham olacağını düşünüyorum ve akademik yolculuğunuzun başına gitmek istiyorum. Ege Üniversitesi Biyokimya Bölümünden 2012 yılında mezun olmanızın ardından yüksek lisans ve doktoranızı da yine aynı bölümde tamamladınız. Kariyerinize akademide devam etmeye nasıl karar verdiniz?

Üniversitede olmak, çocukluğumdan beri aşına olduğum ve hep istediğim bir şeydi. Yani aslında lisans eğitimime başladığımda, kariyerime akademide devam edeceğimi biliyordum. Üçüncü sınıftayken, birçok öğrenci gibi bende bitirme tezim için bir TÜBİTAK 2209 projesi yürütmeye başladım; bu süreç akademi kararımı iyice pekiştirdi. Lisansın son iki yılını, yani üçüncü ve dördüncü sınıfı tamamen bu proje kapsamında laboratuvarında çalışarak geçirdim. Bu iki yıllık yoğun çalışma sürecinden çok keyif aldığımı fark edince de yüksek lisansa devam etmeye karar verdim. Yüksek lisans ve doktora eğitimimi yine Biyokimya çatısı altında **Biyoteknoloji, Nanoteknoloji, Biyosensörler ve Tanı kitleri** üzerine çalışmalar yürüterek tamamladım.

2) 2021 yılından bu yana Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümünde öğretim üyesi olarak bulunuyorsunuz. Biyokimya kökenli biri olarak Biyomühendislik ile yolunuz nasıl kesişti?

Doktoramı bitirdikten sonra, o dönem üniversitede uygun bir pozisyon bulamadığım için özel sektöre geçiş yaptım ve yaklaşık dört yıl moleküler genetik alanında çalıştım. Bu süreçte doktora deneyiminin; özellikle Ar-Ge projeleri yazmak, yurt dışı ilişkilerini yürütmek ve yeni proje fikirleri geliştirmek açısından büyük faydasını gördüm. Sonrasında YÖK'ün "öncelikli alanlar" kadroları kapsamında bölümümüzde Biyomedikal Tanı Teknolojileri alanında açılan kadroya, biyoteknoloji, biyosensör ve biyomedikal tanı sensörleri üzerine yürüttüğüm çalışmalarım bu alanla örtüştüğü için başvurduğum ve kabul edildim.

3) Hocam, çalışmalarınıza baktığımızda kalp krizi ve kanser gibi ciddi hastalık biyobelirteçlerinden yasa dışı madde tespitine kadar geniş bir uygulama yelpazesi görüyoruz. Ama hepsinde ortak olan hızlı, sahada kullanılabilir, düşük maliyetli tanı sağlamak. Çalışmalarınızda tanı alanına odaklanmaya nasıl karar verdiniz ve birbirinden farklı birçok alanla çalışma pratiğinizi nasıl sağlıyorsunuz?

Tanı alanına girişim aslında lisans dönemindeki mikrobiyal tabanlı biyosensör çalışmam ile başladı. Doktoramda ise tamamen **“lateral flow assay” (yanal akış testi, LFA)** testleri üzerine yoğunlaştım. O dönem bu konuya yönelmemin temel nedeni, sanayiden gelen yoğun üniversite-sanayi işbirliği talebi üzerineydi. Tanı kitleri tamamen yurt dışından getirilip burada paketlenerek piyasaya sürülüyordu. Sanayiden gelen bu alana yönelik yerli üretim talebi doğrultusunda, doktora tezimde tamamen bu teknolojinin Ar-Ge’si üzerine çalıştım. Aslında bu alanda çalışmanın en büyük avantajı, temel teknolojiye yani “know-how” bilgisine bir kez sahip olduğunuzda; bunu kanser teşhisinden çevre analizlerine, madde tespitinden ev tipi testlere kadar her alana adapte edebiliyorsunuz. Dolayısıyla farklı hedefleri, farklı biyobelirteçleri ve maddeleri tespit edebiliyorsunuz. Ancak bilimsel altyapıya sahip olmak her zaman her alanda kolayca ilerleyeceğimiz anlamına da gelmiyor; her disiplinin kendine özel dikkat edilmesi gereken detayları bulunuyor.

Bu noktada bizim çalışma modelimiz, dünyada da birçok grubun benimsediği **“translasyonel yaklaşım”** modeli üzerine kurulu. Bu modelde; tıp fakültesindeki klinisyen hocalarımız, mühendisler ve temel bilimciler olarak bir zincir oluşturuyoruz. Klinisyenler bize sahadaki ihtiyacı; yani hangi biyobelirtecin, hangi numunede (tükürük, idrar, serum vb.) hangi hassasiyetle tespit edilmesi gerektiğini bildiriyorlar. Biz de bu talebe en uygun tanı kiti tasarımını gerçekleştiriyoruz. Bu süreçte nasıl bir test olması gerektiğini belirleyen çeşitli karar parametreleri bulunuyor: Sahada hızlı ve pratik bir sonuç mu gerekiyor (kağıt tabanlı testler), yüksek hassasiyet ve sayısal veri mi kritik (elektrokimyasal testler), son kullanıcı kim olacak (evdeki birey mi, laboratuvaradaki profesyonel mi) vb. Tasarım netleştikten sonra da Ar-Ge sürecini başlatıyoruz. Eğer hedefimiz ticari bir ürün ise, **IVDR (İn vitro Tanı Tıbbi Cihaz Düzenlemesi)** regülasyonlarını ve sertifikasyon süreçlerini titizlikle takip ediyoruz. Eğer çalışma ticari bir kaygıdan ziyade araştırma odaklıysa, bilimsel derinliği ve yeni yöntem geliştirmeyi ön planda tutan bir yaklaşım sergiliyoruz.

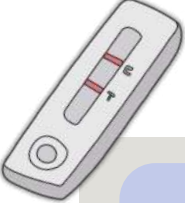
Yanal Akış Testi (Lateral Flow Assay, LFA)



Bakım Noktası Testlerinin (Point of Care, POCT) en dikkat çeken örneklerinden olan LFA’lar, uzun raf ömürleri, taşınabilir yapıları ve hızlı analiz yetenekleriyle öne çıkan biyosensörlerdir. Günümüzde hastanın bireysel olarak uygulayıp sonuç alabileceği örnekler (gebelik testi) halk arasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında, hastanede bir uzman tarafından numune alınarak gerçekleştirilen LFA çeşitleri de bulunmaktadır. COVID zamanında sıkça kullanılan antijen ve antikor testleri bunlara örnek olarak verilebilir.

LFA sistemleri, diğer biyosensör türlerine kıyasla hem maliyet hem de son kullanıcı için uygulama kolaylığı sağlamaktadır. Bu sistemler, hedef analite spesifik olarak antikor, antijen veya aptamerler ile selüloz, cam elyaf veya polyester gibi farklı materyallerden oluşan pedler üzerine oluşturulmaktadır. Testin cevabının görüldüğü test ve kontrol çizgileri ise genellikle nitroselüloz membran üzerine yine hedef analite özgü olarak oluşturulmaktadır. Bu sistemlerin temel çalışma prensibi, numunenin kapiler akış etkisiyle kit boyunca ilerlemesine dayanmaktadır. Testin cevabını sağlayan ana mekanizma ise tıpkı diğer biyosensörlerde olduğu gibi hedeflenen moleküler etkileşimler ile sağlanmaktadır. Laboratuvara gerek olmaksızın hastanın yanı başında, hızlı ve güvenilir tanı imkanı sağlayan optik sensör sistemleridir.





4) Hocam, doktora sürecinizle beraber yasa dışı madde tespiti üzerine yoğunlaşıyorsunuz ve bu alanda gerçekten öncü çalışmalar gerçekleştiriyorsunuz. Bu konunun sadece bilimsel değil; adli ve toplumsal tarafı da bulunuyor. Bu alanda çalışma isteğiniz nasıl gelişti, testlerin geliştirilme süreci nasıl ilerliyor?

Bu alana yönelmemde iki temel etken oldu: Birincisi, sanayicilerden gelen “tükürükte madde tespiti yapan hızlı tanı kitleri” talebiydi. Diğeri ise psikiyatrideki klinisyen hocalarımızın, yurt dışına bağımlı olduğumuz bu testlerin yerleştirilmesi gerektiği yönündeki çağrılarıydı. Biyokimya doktoram sürerken, eş zamanlı olarak “**Madde Bağımlılığı**” alanında da doktora başladım. Bu noktada şunu söyleyebilirim: Multidisipliner iş birlikleri çok kıymetli olmakla birlikte bazen interdisipliner olarak entegre olduğunuzda oluşan hibrit model sayesinde süreç çok daha verimli ilerliyor. Madde bağımlılığı doktoram sırasında aldığım eğitimlerin bu noktada büyük faydasını gördüm. Örneğin; laboratuvarla sentetik ortamda uyuşturucu maddeyi başarıyla tespit eden bir kit geliştiriyorsunuz ancak gerçek bir hasta numunesine (tükürük) geçtiğinizde testin çalışmadığını görüyorsunuz. Bu noktada fizyolojik parametreleri anlamak ancak interdisipliner bir bakış açısıyla mümkün olabiliyor. Burada öğrencilerime de hep anlattığım, Madde Bağımlılığı ve Bağımlılık Toksikolojisine yoğunlaştığım dönemde öğrendiğim çok çarpıcı bir detay var: Numune topladığınız swab’ın (pamuklu çubuk) türü bile sonucu değiştirebiliyor. Bazı swablar mukoza tükürüğünü, bazıları ise seröz tükürüğü uyarıyor. Mukoza tükürüğünde kokain geçişi olmazken, seröz tükürükteki madde miktarı kandaki seviyeyi birebir yansıtabiliyor. Aynı zamanda tükürük pH’sı kokainin çözünürlüğünü etkileyeceğinden testlerin hemen öncesinde tüketilen gıda ve içecekler maddenin doğru tespit edilememesine neden olabiliyor. Bu yüzden sadece laboratuvara odaklanmak yetmiyor; numunenin doğasını ve uygulama alanını da çok iyi bilmek gerekiyor.

Yeni Nesil Tehditler ve Aptamer Teknolojisi

Günümüzde trafik kontrollerinde halihazırda yapılan alkol testinin yanında yasa dışı madde testleri yapılması gündemde. Özellikle iş yeri madde testleri için düzenli tarama programlarına geçilmesi öngörülüyor. Bu noktada bizim en büyük avantajımızı halihazırda testlerin üretim teknolojisine şimdiden sahip olmamız olarak görüyorum. Bunların dışında da yasa dışı maddeler her geçen gün sürekli formları değiştirilerek yeniden piyasaya sürülüyor. Klasik antikör tabanlı testler bu yeni türevleri yakalamakta yetersiz kalabiliyor; çünkü yeni bir maddeye antikör geliştirme süreci 6 aya kadar uzayabiliyor. Biz bu noktada projelerimizde “**aptamer**” (Hedef moleküle bağlanabilen kısa RNA/DNA dizileri) kullanımına odaklanıyoruz. Aptamerlerin seçilimini 2-6 hafta gibi kısa bir sürede tamamlayabiliyoruz. Antikora göre çok daha hızlı sonuç veren bu yöntem, maliyetleri de ciddi oranda düşürüyor. Bu teknoloji sayesinde piyasaya sürülen yeni sentetik yasa dışı maddelere karşı çok daha hızlı aksiyon alabiliyoruz.

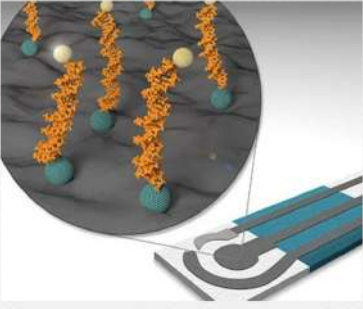
Regülasyon ve Klinik Süreçler

Geliştirdiğimiz bir kitin ticari bir ürüne dönüşebilmesi için artık **CE-IVDR (Avrupa Birliği İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihaz Yönetmeliği)** regülasyonlarına tabi olması gerekiyor. Bu süreçte “Onaylanmış Kuruluşlar” (Notified Body) ile çalışarak sertifikasyon almanız şart. Ülkemizde henüz bu yetkide bir kurum olmadığı için Avrupa merkezli kuruluşlarla ilerliyoruz. Sertifikasyon süreci, ürünün kullanım amacına göre iki ana kategoriye ayrılıyor: Eğitimli bir sağlık personeli tarafından uygulanan “**profesyonel kullanım**” ve hastanın hiçbir destek almadan tek başına uygulayıp sonuç alabildiği “**self-test**” (**Ev Tipi**). Self-Test’lerin regülasyon süreci çok daha uzun ve maliyetli oluyor. Sertifikasyonun tamamlanması için ise üç aşamalı bir performans doğrulaması gerekiyor: Laboratuvarla sentetik numunelerle yapılan **analitik performans**, gerçek hasta numuneleriyle yine laboratuvarla gerçekleştirilen **preklinik performans** ve son olarak ürünün sahada bizzat son kullanıcı tarafından denendiği **klinik performans**. Tüm bu sertifikasyon süreçleri tamamlandığında, sadece teknik bir başarıyı değil, aynı zamanda uluslararası standartlarda güvenilirliği tescillenmiş yerli bir tanı teknolojisini ülkemize kazandırmış oluyoruz.

Elektrokimyasal Biyosensörler



LFA sistemlerine kıyasla çok daha hassas ve kantitatif (sayısal) veri sağlayan elektrokimyasal biyosensörler; çevre güvenliğinde ağır metal analizi, gıda güvenliğinde aflatoksin ve küf tespiti, tarımda pestisit analizi, sağlıkta glikoz, laktat, dopamin, CRP, kortizol, kolesterol ve toksin gibi insan vücudunda bulunan pek çok biyobelirtecin referans değerlerine göre ölçümünü gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Bu sistemlerde transduser (sinyal dönüştürücü) olarak karbon, grafit, altın, gümüş veya çelik gibi iletken materyallerden üretilen elektrotlar kullanılmaktadır. Elektrot yüzeyleri; hedeflenen analit ile spesifik etkileşim kurabilmesi amacıyla antikor, antijen, aptamer veya enzim gibi biyoreseptörlerin immobilize edilerek fonksiyonelleştirilmektedir. Analit, elektrot yüzeyindeki biyoreseptörüne bağlandıktan sonra bir redoks tepkimesi (elektron alışverişi) gerçekleşmekte ve yüzeyde elektriksel değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler potansiyostat cihazı aracılığıyla; voltammetrik (CV, DPV) veya impedimetrik (EIS) yöntemlerinden uygun olanı seçilerek analiz edilmekte ve yüksek hassasiyette ölçüm sağlanmaktadır. Yüksek duyarlılık sunan elektrokimyasal biyosensörlerin başlıca dezavantajları ise son kullanıcılarının genellikle alanında uzman kişilerden oluşması ve görece yüksek maliyetleridir.



5) Hocam, biyomühendislik bazında akademik çalışmalar genellikle daha teorik düzlemde kalırken sizin çalışma alanlarınız biyosensörler ve lateral flow assay gibi tanı teknolojileri, hem güçlü bir akademik literatür hem de somut bir ticari potansiyel taşıyor. Siz bu alandaki akademi-özel sektör iş birliğini nasıl yönetiyorsunuz? Bilimsel özgürlük ile ticari beklentiler zaman zaman çatışıyor mu, yoksa birbirini besliyor mu?

Bizim en büyük avantajımız, geliştirdiğimiz tanı teknolojilerinin sadece akademik birer çalışma olarak raflarda kalmayıp son ürüne dönüşebilmesi. Benim kurucu ortağı olduğum ve bünyesinde ortak olarak Tıp Fakültesi ve Fen Fakültesi'nden hocalarımızın da bulunduğu Teknopark bünyesinde bir startup firmamız var. Bu startup, bizim için aslında çok önemli bir köprü görevi görüyor. Birçok biyomühendislik öğrencimiz için bir istihdam ortamı oluştururken, öğrencilerimizin aktif olarak çalışıp aynı zamanda yüksek lisans ve doktora tezlerini yürütebildikleri bir alan sağlıyor. Ar-Ge çalışmaları ve sahadaki ihtiyaçları görme anlamında akademi ve sektör işbirliğinin birbirini desteklediğini söyleyebilirim.

Her ne kadar birbirini desteklese de akademinin ve sanayinin birbirlerinden farklı dinamikleri bulunuyor, biz de bu ikisini dengede tutmaya çalışıyoruz. Akademiye bilimsel anlamda rekabet sanayiden çok daha fazla. Bu nedenle akademiye temel kriterimiz özgün ve nitelikli yayınlar yapmak. Güncel literatürü ve inovasyonu her zaman ön planda tutuyoruz ama ürünleşme potansiyelini de göz ardı etmiyoruz. Ticari tarafta ise daha çok piyasa araştırması ve son kullanıcı gereksinimlerine göre şekilleniyoruz. Burada her zaman yepyeni bir teknoloji icat etme amacıyla değil, dünyada halihazırda kullanılan ama Türkiye'de üretimi olmayan teknolojileri yerleştirmeye de odaklanabiliyoruz. Bu noktada maliyetler, pazar payı ve yatırımcı bakış açısı bizim için belirleyici oluyor.

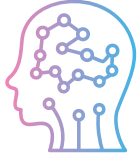
6) Hocam, in vitro diagnostik teknolojilerinin geleceğine de odaklanmak istiyorum. Sizin de halihazırda geliştirmiş olduğunuz akıllı telefon tabanlı ve Qr sistemli çalışmalarınız mevcut. Elektrokimyasal sensörlerin ve LFA sistemlerinin geleceğini nasıl öngörüyorsunuz? Özellikle elektrokimyasal sensörlerin vücut içine entegrasyonu, yapay zeka ve Beyin-Bilgisayar Arayüzü teknolojileri ile kombinlenmesiyle gelecekte bizleri neler bekliyor?





Aslında **implantable (vücuda yerleştirilebilir)** biyosensörler, sürekli gözlem sağlayarak gelişen teknolojinin çok önemli bir sınıfını oluşturuyor. Çünkü bu sensörler hastanın hastanede yatmasına gerek kalmadan, evde “sürekli izlem” (continuous monitoring) yapabilmemize olanak sağlıyorlar. Riskli bir durum oluştuğunda telefonunuza ya da doğrudan doktorunuza anlık bildirim gidiyor. Şu an akademik dünyada “telemedicine” ile biyosensörleri birleştirmek oldukça popüler bir konu; ayrıca sadece teoride değil, halihazırda geliştirilen ticari örnekleri de mevcut. Mesela kan şekerini anlık olarak ölçüp ihtiyaca göre insülin salınımı yapan sistemler şu anda aktif olarak kullanılıyor. Özellikle sporcular, kardiyak vakalar veya kronik böbrek hastaları için bu tarz bir sürekli takip sistemi hayati bir önem taşıyor.

Geleneksel biyosensörlerde bir cihaza, bir potansiyostata bağımlı olarak çalışırken şimdi gelişen teknoloji ile beraber işbirliği yaptığımız gruplarla kablosuz, NFC tabanlı ve vücuttan sinyal ileten sistemler üzerine yoğunlaşıyoruz. Bu noktada işin içine artık elektrik-elektronikçiler ve yazılımcılar da dahil oluyor. Ben bu teknolojinin çok kısa sürede yaygınlaşacağına inanıyorum. Hatta şu an kendi startup’ımızda, kişinin evde kendi kendine vitamin testini yapıp sonucunu cep telefonu ile okuyabileceği bir projenin prelinik çalışmalarını yürütüyoruz. “Hastaneye gidip kan vermeye gerek kalmayacağı” sıklıkla konuşulduğu gibi; ticari ürünlerin gidişatına baktığımızda bu geleceğin aslında hiç de uzak olmadığını görebiliyoruz.



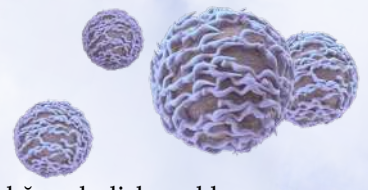
Multiplexing (Çoklu tespit) ve Yapay Zeka

Hızlı testlerin önündeki en büyük bariyerlerden biri **multiplexing**, yani aynı anda birden fazla biyobelirtecini tespitini sağlamak. Klasik LFA sistemlerinde bir şeritte en fazla 4-5 maddeye bakabilirsiniz, bu kısıtlayıcı bir unsur. Ama yeni bilimsel teknolojilerle birlikte “akıllı etiketler” ve “biyobarkodların” kullanımı söz konusu. Her biyobelirtece farklı bir floresans veya genetik etiket atanabilir. Belki siz gözle o çizgileri görmeyebilirsiniz ama görüntü işleme ve yapay zeka algoritmaları ile tek bir çizgide veya spotta aynı anda 20-30 farklı parametreyi ayırıp analiz etmek teknolojik olarak mümkün. Şu anda literatür özellikle sensitiviteyi iyileştirme ve multiplexing kapasitesini artırmaya odaklanıyor. Aslında her ikisine de giden yolda yazılım teknolojilerinin yeri çok önemli. Özellikle **Yapay Zeka (AI) entegre klinik karar destek sistemleri** şu an oldukça popüler. Örneğin; yine sanayi işbirliğinde odaklandığımız bir projede, biyobelirteçleri tespit eden bir tanı kiti farklı sensör verileriyle tek bir cihazda birleştirilebiliyor. Yapay zeka; ambulanslarda, triyaj alanlarında veya imkanların kısıtlı olduğu bölgelerde tüm bu verileri analiz ederek klinik karar desteği sağlayan bir risk skoru üretebiliyor. Klinik karar destek sistemi olarak adlandırılan bu modeller; tanı kitleri ve biyomedikal cihazların yapay zeka ile birleştirilmesi doğrultusunda, tam anlamıyla hayat kurtarıcı bir teknoloji olarak karşımıza çıkıyor. Ayrıca QR kod teknolojisi yine COVID dönemiyle oldukça popüler olan bir hale geldi. Bu teknoloji de yine tanı alanına adapte edilerek özellikle gıda güvenliğinde kullanılıyor. Örneğin, gıdalar için geliştirilen akıllı bir pakette gıda bozulduğunda QR kod üzerinden bir sinyal veriyor ve siz telefonunuzla okutup gıdanın durumunu anında görebiliyorsunuz. Gelişen teknolojiyle beraber üzerinde çalıştığımız test sistemlerini dijital altyapılarla birleştiren projeler her geçen gün daha da çeşitleniyor.

7) Hocam, “Yüksek Riskli HPV Tipleri ve HPV Kaynaklı Rahim Ağzı Kanseri Diagnostiğinde Akıllı Telefon Tabanlı Floresans Multipleks Hızlı Tanı Kiti Geliştirilmesi” isimli projeniz, geçtiğimiz yıl **TÜBİTAK 1001 Destek Programı** kapsamında desteklenmeye uygun bulundu. Sizin bu projeye ilgili bahsetmek istediğiniz detaylar neler?

HPV (İnsan Papilloma Virüsü) dünya genelinde çok yaygın bir hastalık ama her HPV enfeksiyonu kanser anlamına gelmiyor. Virüsün çeşitli alt tipleri bulunuyor. Biz de bu projede özellikle rahim ağzı kanseriyle doğrudan ilişkili olan “yüksek riskli” üç ana türü (16, 18 ve 45) hedef aldık. Bu türler tespit ve tedavi edilmezse kanser riski hızla artıyor.





Projemizin en özgün yanı, geliştireceğimiz taşınabilir tanı kitinin sadece HPV varlığını belirlemekle kalmayıp rahim ağzı kanserinin erken biyobelirteçlerini de eş zamanlı olarak tespit edebilecek olmasıdır. Yani bu testle beraber “Vücudunuzda enfeksiyon var ama kanser riski yok” ya da “Enfeksiyon var ve kansere dönüşme riski de başlamış” gibi çıkarımlar yapılabilecek. Hem HPV hem de kanser taraması yapabilen, klasik laboratuvar koşullarına ihtiyaç duymayan, düşük maliyetli ve akıllı telefon tabanlı bu sistemin; özellikle sağlık imkânlarının kısıtlı olduğu bölgelerde hayat kurtarıcı olacağını düşünüyoruz.

8) Hocam, son olarak biraz daha kişisel bir yere gelmek istiyorum. Genç bir akademisyen olarak TÜBİTAK 1001 kabulü, ulusal ve uluslararası projeler, akademi-endüstri iş birliklerinin hepsini bir arada yürütüyorsunuz. Bunların yanında bir de aile ve sosyal hayat var. Bu tempoda motivasyonunuzu canlı tutan şey ne? Akademide kalmak isteyen öğrencilere neler söylemek istersiniz?

Akademik hayatım boyunca “çok inek bir öğrenciydim” diyemem ama çalışmak benim için her zaman bir hayat tarzı oldu. Biraz son dakikacı bir yapım vardır ama zamanı gelince müthiş bir tempoyla çalışırım. Bunların dışında akademiyle ilgili olarak yüksek lisans ve doktora sürecinin büyük bir özveri gerektirdiğini söyleyebilirim. Benim kariyerimde danışman hocamın yönlendirmeleri bu noktada çok belirleyici oldu; yüksek lisans için 5, doktora için 20 makale hedeflemiştik, ben doktoramı 34 makale ile bitirdim. Tabii bu süreç, özellikle doktora, gerçekten çok yoğun emek ve fedakârlık gerektiriyor; otobüslerde bile makale yazdığım günleri bilirim. Hayatınızın pek çok alanından ödün vermeniz gereken bir dönem oluyor. Gündüz laboratuvar da deneyleri yapıp akşam evde o deneyleri yazıya dökmeniz gerekiyor; özel hayatınızdan fedakârlık etmeden bu yolda yürümek pek mümkün değil. Tüm yoğunluğuna rağmen bir araştırma grubunun üyesi olmak, yalnızca bilimsel çıktı üretmek değil; birlikte başarmanın verdiği motivasyonu, kalıcı dostlukları ve güçlü bir aidiyet hissini de beraberinde getiriyor.

Şu an beni akademide en çok motive eden şey ise gençlerle bir arada olmak. Onlara mentorluk yapmayı, kendi kariyerimden ziyade her bir öğrencimin kariyerinin güzelleştiğini görmeyi çok önemsiyorum. Kurduğumuz startup'ta orayı öğrencilerimiz için bir istihdam alanına dönüştürebilmek benim önemli motivasyonlarımdan biri. Kendi açımdan da doktora sonrasında özel sektörle çalışmadan önce sanayi bakış açısından oldukça uzak olduğumu fark ettim. Biz akademisyenler hep “en özgün ve en yenilikçi” ürüne odaklanıyoruz; ama sanayici/yatırımcı haklı olarak sonuca, maliyete ve sürdürülebilirliğe bakıyor. Bu nedenle bakış açımızda akademi ve sanayinin iç içe olması gerektiğini düşünüyorum; ancak aynı dili konuştuğumuzda bilim gerçek bir ürüne ve toplumsal faydaya dönüşebiliyor.

Genç meslektaşlarıma ve öğrenci arkadaşlarıma en büyük tavsiyem; sadece derslerle yetinmeyip henüz lisanstayken teknoparklarda bulunmaları olabilir. İyi hazırlanmış bir niyet mektubu yazmaktan, kapıları çalmaktan ve sürecin peşini bırakmaktan çekinmeyin. Gönüllü ya da ücretli, bir şekilde bu ekosistemin içinde yer almak size bambaşka bir vizyon kazandırır. Hayatta her şey sadece planlamakla olmuyor; bazen o ilk adımı atmak, çabalamak gerekiyor. Siz o gayreti gösterdiğinizde, emeğinizin karşılığı da bir şekilde size ulaşır.

Söyleşi: Fatma Beyza Şahin

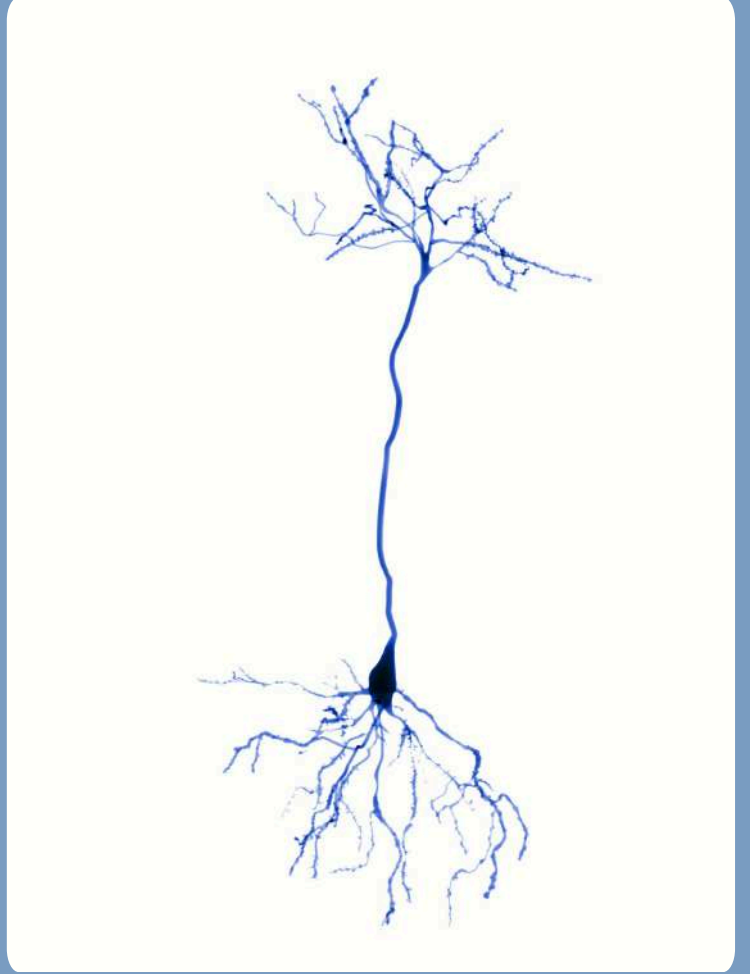
Uyku Verilerinden Hastalık Tahmini: Yapay Zekâ Destekli Yeni Bir Yaklaşım

Milyonlarca insanı etkileyen uyku bozuklukları, çeşitli rahatsızlıkların bir göstergesi olmasının yanı sıra, bu rahatsızlıkların gelişimine katkıda bulunan bir faktör olarak da kabul görmektedir. Bu durum, uykunun genel sağlığın korunmasındaki kritik rolünü ortaya koyarken, uyku bozukluklarının birçok hastalık açısından öngörücü bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Uyku, fiziksel ve mental sağlık için oldukça temel bir biyolojik süreç olmasına rağmen, hastalıklarla olan karmaşık ilişkisi yıllardan bu yana tam olarak anlaşılamamaktadır. Bu alanda gerçekleştirilen çalışmaların büyük ölçüde yalnızca uykuya özgü sonuçlara odaklanması, temel modellerin hastalıkları öngörmedeki daha geniş potansiyelini sınırlandırmaktadır.

Her ne kadar bu modeller uyku verilerinin analizinde umut verici sonuçlar sunsa da, çoğunlukla uykuya özgü sonuçlarla sınırlı kalmaları ve polisomnografi kayıtlarının farklı yapıları arasında yeterli uyum sağlayamamaları önemli kısıtlar oluşturmaktadır. Bu noktada, farklı veri kümeleri arasında genelleme yapabilen ve uykunun daha geniş bir hastalık yelpazesini öngörmedeki önemli rolünü sistematik olarak ortaya koyabilen modellerin araştırılması kaçınılmaz hale gelmektedir.

Uyku analizinin altın standardı olarak kabul edilen **Polisomnografi (PSG)**, uyku sırasında beyin aktivitesi sinyalleri de dâhil olmak üzere göz hareketleri, kas aktivitesi, kalp ritmi ve oksijen satürasyonu gibi birçok farklı fizyolojik parametreyi kaydeden ve analiz eden klinik bir tanı yöntemidir. Ancak bu yöntem, yakın zamana kadar genellenebilirlik ve çok modlu entegrasyon zorlukları nedeniyle daha sınırlı bir kullanılabilirliğe sahipti.





Bu zorluklarla mücadele edebilmek amacıyla Stanford araştırmacıları tarafından geliştirilen **SleepFM**, yeni ve karşılaştırmalı bir öğrenme yaklaşımıyla eğitilen, farklı PSG yapıları barındıran ve uyku verileriyle ön eğitimi yapılmış bir yapay zeka modelidir. Yaklaşık 65.000 kişinin 585.000 saati aşan PSG kayıtlarından elde edilen verilere dayanarak oluşturulan SleepFM, uykunun fizyolojik ve zamana bağlı yapısını yakalayan gizli uyku temsilleri üreterek gelecekteki hastalık riskini doğru bir şekilde tahmin etmeyi sağlamaktadır.

SleepFM, PSG sinyallerini 5 saniyelik kısa zaman aralıklarına bölerek her segmentten derin öğrenme tabanlı kodlayıcılar ile temsiller çıkarma ve bu kısa segmentleri bir zaman dizisi olarak birlikte değerlendirme prensibiyle çalışmaktadır. Böylece bir segmentin anlamını tek başına değil, öncesi ve sonrasındaki uyku paternlerine göre yorumlamaktadır.

SleepFM tek bir gece uykusundan kalp yetmezliği, kronik böbrek rahatsızlığı, demans dahil olmak üzere toplam 130 rahatsızlığı doğru tahmin edebilme becerisine sahiptir. Üstelik bu model, ön eğitim aşamasında yer almayan Sleep Heart Study verileri üzerinde test edildiğinde, uyku evreleri için özellikle geliştirilen U-Sleep ve YASA gibi modellerle karşılaştırıldığında beklenmedik şekilde rekabetçi bir performans sergilemektedir. En isabetli bulgular ise %87 doğruluk oranıyla uyku apnesi tespitinde elde edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma, SleepFM gibi modellerin çok modlu uyku kayıtları üzerinden uykunun dilini öğrenerek, düşük etiket gereksinimine sahip analizlerle dahi hastalık öngörülerini yapılabileceğini ortaya koymaktadır [1].

Pelin Şahin





Alzheimer'da Hafıza Neden Pekişemez?

“Tekrar Oynatma” Mekanizmasının Çöküşü

Hafıza genellikle bilginin depolanması olarak düşünülse de aslında beynin son derece dinamik ve sürekli yeniden organize olan bir sürecidir. Öğrendiğimiz deneyimler, özellikle dinlenme ve uyku sırasında beynin belirli bölgelerinde “tekrar oynatılarak” pekiştirilir. Bu sürece hafıza tekrar oynatma denir ve öğrenmenin kalıcı hale gelmesinde kritik bir rol oynar.

University College London (UCL) araştırmacıları tarafından Current Biology dergisinde yayımlanan yeni bir çalışma, Alzheimer hastalığında bu tekrar oynatma mekanizmasının nasıl bozulduğunu ortaya koymaktadır [1]. Araştırmaya göre, Alzheimer hastalığında biriken amiloid plakları sadece nöronlara zarar vermekle kalmaz; aynı zamanda hafıza konsolidasyonu için gerekli olan bu hassas nöronal aktivite modelini de bozar [2].

Fareler üzerinde gerçekleştirilen deneylerde hafızayla ilişkili beyin hücrelerinin normal koşullar altında dinlenme sırasında belirli ve düzenli diziler halinde yeniden aktive edildiği gözlemlenmiştir [1]. Bu düzenli tekrarlar, beynin yaşanmış deneyimleri “tekrar oynatarak” uzun süreli hafızaya dönüştürmesine olanak tanır. Ancak Alzheimer benzeri patolojiye sahip farelerde, bu nöronal dizilerin yapısının bozulduğu, yani tekrarların daha düzensiz ve kaotik hale geldiği tespit edilmiştir [1,2]. İlginç bir şekilde tekrarlayan olayların sıklıkları korunmasına rağmen, organizasyonları ortadan kaybolmuştur [1]. Başka bir deyişle beyin hala anıları yeniden canlandırmaya çalışsa da bunu doğru sırayla ve anlamlı bir şekilde gerçekleştiremediği görülmüştür. Bu durum, hayvanlarda hafıza görevlerindeki performans düşüşüyle doğrudan ilişkilendirilmiştir [2]. Elde edilen bulgular, Alzheimer'daki hafıza kaybının yalnızca bilgilerin silinmesiyle açıklanamayacağını göstermektedir. Asıl sorun, yeni bilgilerin beyinde düzgün bir şekilde pekiştirilememesi, yani kalıcı hale getirilememesi olabilir. Bu bakış açısı, Alzheimer'ın erken evrelerinde ortaya çıkan hafıza sorunlarını anlamak ve gelecekte hedefli tedaviler geliştirmek için önemli bir içgörü sunmaktadır. Sonuç olarak bu çalışma Alzheimer'ın sadece bir “nöron kaybı hastalığı” değil, aynı zamanda beyin ağlarının senkronizasyonunun bozulduğu bir öğrenme ve hafıza bozukluğu olduğunu vurgulamaktadır [1,2]. Anıları doğru sırayla yeniden canlandıramama, beynin geçmiş deneyimleri bir araya getirmesini engeller ve bu da hastaların günlük yaşamda karşılaştığı bilişsel zorlukların temelini oluşturur.

Ecem Çeliktöpus

MARS'TA HAYATIN İZLERİ

NASA'DAN TARİHİ KEŞİF: Mars'ta Hayata Dair En Güçlü İpucu

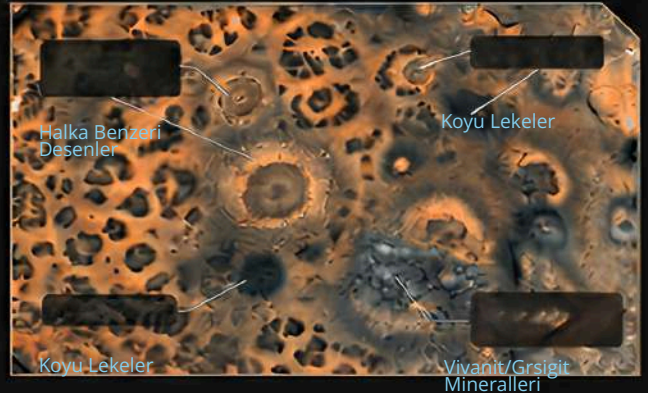
Mars'ta Hayat Var mı?

Mars, milyarlarca yıl önce gerçekten canlılara ev sahipliği yapmış olabilir mi?

NASA'nın Perseverance gezgini, Jezero Krateri'nde yer alan antik bir göl yatağından aldığı kaya örneklerinde, Dünya'daki mikroorganizmalarla ilişkilendirilen mineral yapılar keşfetti. "Cheyava Falls" adlı kayada tespit edilen vivianit ve greigit mineralleri, Mars'ın geçmişte yaşama elverişli olabileceğine dair güçlü ipuçları sunuyor. Bu keşif, Kızıl Gezegen'in bir zamanlar sandığımızdan çok daha farklı bir yer olabileceğini düşündürüyor.

Bu İzler Canlıların Eseri Mi? Yoksa Doğanın Bir Oyunu Mu?

Kaya yüzeyinde gözlemlenen halka benzeri desenler ve koyu lekeler, bilim insanlarının "potansiyel biyolojik imza" olarak tanımladığı yapılar arasında yer alıyor. Dünya'da benzer oluşumlar çoğu zaman mikroorganizmaların metabolik faaliyetleriyle ilişkilendiriliyor. Ancak bu yapıların biyolojik olmayan kimyasal süreçlerle de oluşabilmesi, araştırmacıların kesin bir sonuca varmadan önce temkinli davranmasına neden oluyor.



Mars'taki bu gizem nasıl çözülebilir?

Perseverance'ın topladığı kaya örnekleri şu anda Mars'ta mühürlü halde bekliyor. Bilim insanlarına göre Mars'ta geçmişte yaşam olup olmadığı sorusu, bu örneklerin Dünya'daki gelişmiş laboratuvarlarda incelenmesiyle netleşecek. Eğer bu gerçekleşirse, küçük bir Mars kayası bile insanlığın evrendeki yerini yeniden sorgulatabilir.



Melis Boz

Kaynakça

Uluslararası Bilimde Kadın ve Kız Çocukları Günü

1. Bilim Akademisi. Prof. Dr. Ayşe Erzan – Kurucu Üye. Bilim Akademisi. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
2. Drexel University. Banu Onaral Faculty Profile. Drexel University College of Engineering. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
3. Fizikçiler.info. Dilhan Eryurt. Fizikçiler.info – Türk Fizikçileri Ansiklopedisi. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
4. Habertürk. Dünyaca Ünlü Bilim İnsanı Canan Dağdeviren Beyin Kanaması Geçirdi. Habertürk. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
5. International Narcotics Control Board. Sevil Atasoy. INCB Official Website. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
6. Kadir Has University. Dr. Öğr. Üyesi Canan Dağdeviren. Kadir Has Üniversitesi. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
7. Küre Ansiklopedisi Contributors. Burçin Mutlu Pakdil. Küre Ansiklopedisi. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
8. Üsküdar University. Prof. Dr. Sevil Atasoy. Üsküdar Üniversitesi Akademik Kadro. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
9. Wikipedia Contributors. Banu Onaral. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
10. Wikipedia Contributors. Burçin Mutlu Pakdil. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
11. Wikipedia Contributors. Canan Dağdeviren. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
12. Wikipedia Contributors. Dilhan Eryurt. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.

Fotoğraflar

1. Dağdeviren, Canan. "LinkedIn Profile." LinkedIn. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
2. Erzan, Ayşe. "Personal Web Page." Istanbul Technical University. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
3. Onaral, Banu. "Faculty Profile." Drexel University, College of Engineering. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
4. Wikimedia Commons Contributors. "Dr. BurcinMP.jpg." Wikimedia Commons. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.
5. Wikimedia Commons Contributors. "Sevil Atasoy 2." Wikimedia Commons. Erişim tarihi: 15 Şubat 2026.

Canlı Yüzeyler

1. Allen, J. J., G. R. Bell, A. M. Kuzirian, et al. Cuttlefish skin papilla morphology suggests a muscular hydrostatic function for rapid changeability. *Journal of Morphology* 274, no. 6 (2013): 645-656.
2. Benyus, J. M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: Morrow, 1997.
3. Chaudhary, N., M. Bharti, A. Singh, et al. Electron beam induced modifications in electrical properties of Poly (3, 4-ethylenedioxythiophene): poly (styrenesulfonate) films. *Vacuum* 152 (2018): 243-247.
4. Doshi, S., N. A. Gusken, G. Dijk, et al. Soft photonic skins with dynamic texture and colour control. *Nature* 649 (2026): 345-352.
5. Doshi, S., D. Ludescher, J. Karst, et al. Direct electron beam patterning of electro-optically active PEDOT: PSS. *Nanophotonics* 13, no. 12 (2024): 2271-2280.
6. Dumanli, A. G. ve T. Savin. Recent advances in the biomimicry of structural colours. *Chemical Society Reviews* 45, no. 24 (2016): 6698-6724.
7. How, M. J., M. D. Norman, J. Finn, et al. Dynamic skin patterns in cephalopods. *Frontiers in Physiology* 8 (2017): 393.
8. Kelman, E. J., R. J. Baddeley, A. J. Shohet, et al. Perception of visual texture and the expression of disruptive camouflage by the cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274, no. 1616 (2007): 1369-1375.
9. Kristensen, A., J. K. Yang, S. I. Bozhevolnyi, et al. Plasmonic colour generation. *Nature Reviews Materials* 2, no. 1 (2016): 16088.
10. Lu, J., W. Wu, F. M. Colombari, et al. Nano-achiral complex composites for extreme polarization optics. *Nature* 630, no. 8018 (2024): 860-865.
11. Pikul, J. H., S. Li, H. Bai, et al. Stretchable surfaces with programmable 3D texture morphing for synthetic camouflaging skins. *Science* 358, no. 6360 (2017): 210-214.
12. Sterl, F., E. Herkert, S. Both, et al. Shaping the color and angular appearance of plasmonic metasurfaces with tailored disorder. *ACS Nano* 15, no. 6 (2021): 10318-10327.
13. Tan, S. J., L. Zhang, D. Zhu, et al. Plasmonic color palettes for photorealistic printing with aluminum nanostructures. *Nano Letters* 14, no. 7 (2014): 4023-4029.
14. Tran, P. Stanford researchers develop 'photonic skin' that can camouflage like octopus. *The Stanford Daily*, 22 Ocak 2026.
15. Vynck, K., R. Pacanowski, A. Agreda, et al. The visual appearances of disordered optical metasurfaces. *Nature Materials* 21, no. 9 (2022): 1035-1041.

Eyelectronics: Şaşılık Teşhisinde Yapay Zekâ Destekli Giyilebilir Devrim

1. Wang, Y., Y. Jiao, J. Zhang, et al. One-stop strabismus digital diagnosis via AI-integrated skin-like and wearable "Eyelectronics". *Science Advances* 12, no. 5 (2026): eaeb7242.

Uyuyan Tümörleri Görmek: MRG'de yeni bir sensör, kanseri daha başlamadan yakalayabilir mi?

1. Liang, Z., B. Zhang, X. Liu, L. Xiao, S. Xie, H. Du, Q. Wang, F. Li ve D. Ling. An electrophilicity-engineered magnetic sensor for MRI detection of dormant tumor cell clusters. *Science Advances* 12, no. 5 (2026): eaeb5236. doi:10.1126/sciadv.aeb5236.

21 Mart Dünya Down Sendromlular Günü: Gelecekte Tedavisi Mümkün Olabilir Mi?

1. Lattke, M., W. L. Tan, S. K. Sukumaran, et al. Single-cell atlas of the developing Down syndrome brain cortex. *Nature Medicine* (2026). doi:10.1038/s41591-026-04211-1.

Derin Öğrenme ile Akciğer Seslerinin Otomatik Tanımlanması: Klinik Karar Destek Sistemlerinde Yeni Ufuklar

1. Roguin, A. Rene Theophile Hyacinthe Laënnec (1781-1826): The man behind the stethoscope. *Clinical Medicine & Research* 4, no. 3 (2006): 230-235. doi:10.3121/cmr.4.3.230.
2. Demet, E. N. Endüstri 4.0'ın Sağlıkta Dönüşüm Programı ve Sağlık Hizmeti Sunumu Üzerine Etkisi. Ankara: Gece Kitaplığı, 2024.
3. Bharati, P. ve A. Pramanik. *Deep Learning Techniques—R-CNN to Mask R-CNN: A Survey*. İçinde *Deep Learning: Concepts and Applications*, 657-668. Singapore: Springer, 2020. doi:10.1007/978-981-13-9042-5_56.
- Engin, M. A., R. Uzun Arslan, İ. Senyer Yapici, S. Aras ve A. Gangal. Deep learning-based classification of common lung sounds via auto-detected respiratory cycles. *Bioengineering* 13, no. 2 (2026): 170. doi:10.3390/bioengineering13020170.

Peptit Sentezinde Daha Yeşil Bir Gelecek: Sulu Fmoc-SPPS

1. Wellings, D. A., J. Greenwood, I. Thomas, C. Hughes, W. Li, F. Lin, M. A. Hossain, A. E. Lanza, M. Meldal ve J. D. Wade. Water-based coupling of amino acids for sustainable solid-phase peptide synthesis. *Nature Sustainability* (2026). doi:10.1038/s41893-025-01761-z.

Otizmde Gelişimsel Yakınsama Modeli

1. Zeidan, J., et al. Global prevalence of autism: a systematic review update. *Autism Research* 15 (2022): 778–790.
2. Havdahl, A., et al. Genetic contributions to autism spectrum disorder. *Psychological Medicine* 51 (2021): 2260–2273.
3. Geschwind, D. H. ve M. W. State. Gene hunting in autism spectrum disorder: on the path to precision medicine. *The Lancet Neurology* 14 (2015): 1109–1120.
4. Yoon, S. J., et al. Reliability of human cortical organoid generation. *Nature Methods* 16 (2019): 75–78.
5. Oldham, M. C., et al. Functional organization of the transcriptome in human brain. *Nature Neuroscience* 11 (2008): 1271–1282.
6. Satterstrom, F. K., et al. Large-scale exome sequencing study implicates both developmental and functional changes in the neurobiology of autism. *Cell* 180 (2020): 568–584.

Küresel Su İflası: Artık “Stres” Değil, Yapısal Tükeniş

1. Madani, Kaveh. Global water bankruptcy: living beyond our hydrological means in the post-crisis era. United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH) (2026). doi:10.53328/INR26KAM001.
2. AghaKouchak, Amir, Amir Mirchi, Kaveh Madani, Giuliano Di Baldassarre, Ali Nazemi, Ali Alborzi, Hamed Anjileli, Maziar Azarderakhsh, Lulin Cheng, Mojtaba Sadegh, Fengge Su, ve Niko Wanders. Anthropogenic drought: definition, challenges, and opportunities. *Reviews of Geophysics* 59, no. 2 (2021): e2019RG000683. doi:10.1029/2019RG000683.
3. Madani, Kaveh. The concept of water bankruptcy. *Water Resources Management* (2025). doi:10.1007/s11269-025-04484-0.

Akciğer Kanserine Meydan Okuyan Türk Bilim İnsanı

1. Karsli-Uzunbas G, et al. Targeting cellular mechanisms in lung cancer treatment. *Cancer Discovery*. 2026; doi:10.1158/2159-8290.CD-25-0605.

Aziz Sancar’dan Glioblastomaya Moleküler Bir Hamle

1. Kaanoğlu, H., Y. K. Akyel, A. Adefolaju, ve diğerleri. Combinatorial treatment of glioblastoma with temozolomide (TMZ) plus 5-ethynyl-2'-deoxyuridine (EDU). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 123, no. 1 (2025). doi:10.1073/pnas.253218123.

Uyku Verilerinden Hastalık Tahmini: Yapay Zekâ Destekli Yeni Bir Yaklaşım

1. Thapa R, Kjaer MR, He B, et al. A multimodal sleep foundation model for disease prediction. *Nature Medicine* (2026). doi:10.1038/s41591-025-04133-4.

Alzheimer’da Hafıza Neden Pekişemez?

1. Shipley, S., M. P. Abrate, R. Hayman, D. Chan, ve C. Barry. Disrupted hippocampal replay is associated with reduced offline map stabilization in an Alzheimer’s mouse model. *Current Biology* (2026).
2. UCL. How the brain’s “memory replay” goes wrong in Alzheimer’s disease. *UCL News* (2026).

NASA’dan Tarihi Keşif: Mars’ta Hayata Dair En Güçlü İpucu

1. Reuters. NASA rover finds potential sign of ancient life in Martian rocks. *Reuters* (10 Eylül 2025).
2. National Aeronautics and Space Administration (NASA). Mars 2020 Perseverance Rover mission overview. *NASA* (2024–2025).

BIOPAPER

