

TÜBA

GÜNCE

Türkiye
Bilimler
Akademisi
Yayıncısıdır.

78. SAYI
MAYIS 2025

TÜBA
TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
TURKISH ACADEMY OF SCIENCES



BAŞKAN ŞEKER G20 ZİRVESİNDE



YAPAY ZEKÂ HUKUKUNA KÜRESEL BAKIŞ



TÜRKOLOJİ YAZ OKULU
BAŞVURULARI BAŞLADI

TÜBA GENÇ AKADEMİ ÜYESİ
DOÇ. DR. AYÇA BAL ÖZTÜRK ile
RÖPORTAJ

TÜRK İSLAM BİLİM KÜLTÜR
MİRASI DİZİSİ KAPSAMINDA
YAYIMLANAN ESER SAYISI
60'A ULAŞTI

TÜRKÇE BİLİM TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ

Bilimsel çalışmalarda, iletişimde, eğitim ve öğretimde Türkçenin kullanılması ve geliştirilmesi amacıyla, 2002 yılında Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü Projesi'ni başlatan TÜBA, bilimsel kavram ve terimlerin Türkçe ifade edilmesi ve Türkiye'de bilimsel düşüncenin gelişmesine katkıda bulunuyor. Bu kapsamda çalışmalarına devam eden TÜBA, son olarak Türkçenin doğa bilimlerinde kullanımının yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla basımı gerçekleşen Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğünü yayımladı.



TÜBA Yayınları için:
<https://satis.tuba.gov.tr>

başkandan...

Değerli Günce Okurları,



Bilim, yalnızca bilgi üretimi değil; hakikatin, özgürlüğün ve insanlık onurunun da yanında yer almaktır. TÜBA, bilimsel özgürlüğün, düşüncelerini özgürce ifade edebilmesinin ve akademik üretimin özgür biçimde yapılabilmesi için çalışmalarını sürdürmektedir. Bilimsel üretimin özgürlüğü ve bilimin insan yararına yapılması için dünyadaki tüm akademilerin sorumluluk alması gelecek nesiller açısından da bir sorumluluktur. Buradan hareketle Gazze’de yaşanan insani trajediye akademilerin sessiz kalması düşünülemez. Sorunun barışçıl yollarla çözümü ve bölgede huzurun bir an önce tesisi için akademisyenler de grevden kaçamazlar. Ancak başta ABD olmak üzere bazı üniversitelerde sansür, baskı ve yaptırımların yaşandığı ise açık biçimde ortadadır.

Akademi, akademisyen ve öğrencilerin maruz kaldıkları yaptırım ve ayrımcılığı derin bir kaygıyla takip ediyoruz. Akademi Konseyimiz bu anlamda dünya kamuoyuna çağrıda bulunmuştur. Yayımlanan açıklama, yalnızca bir dayanışma beyanı değil; özgür, eleştirel ve ahlaki sorumluluk taşıyan bilimin evrensel değerlerine sahip çıkan bir bildirgedir.

TÜBA Günce’nin 78. sayısında, her sayıda olduğu gibi Akademi’nin farklı alanlardaki çalışmalarını, Türkiye ve dünyadaki bilimsel gelişmeleri okura ulaştırırken aynı zamanda TÜBA üyelerinin ulusal ve uluslararası başarılarına da yer veriyoruz. Karabağ’da düzenlenecek olan ve artık gelenekselleşen ve bizim de oldukça önemseydiğimiz 7. Türkoloji Yaz Okulu’nda, Türk dünyasının genç akademisyenlerini ortak bir tarih, kültür ve bilim zemininde buluşturmayı hedefliyoruz. Türk Kültür Hayatından Yansımalar kitabı, Hacı Bektâş-ı Velî, Yunus Emre ve Mehmed Âkif Ersoy gibi evrensel şahsiyetlerin düşünce dünyasını akademik düzlemde yeniden değerlendirmeye sunarken; The Historical Atlas of Turkic States adlı özgün harita çalışması da tarihsel bilinci zenginleştiriyor, tarihte yeni kapılar aralıyor. Ayrıca, “Depreme Bağlı Hukuki Sorunlar” sempozyumundan yapay zekâ hukukuna, G20 Zirvesi’nden Inclusion Konferansı’na kadar geniş bir yelpazede hem bilimsel hem de toplumsal sorumluluk taşıyan içerikler yer alıyor. Bilim diplomasisinin eşitsizlikleri azaltma ve sürdürülebilir kalkınmayı evrensel düzlemde destekleme gücüne sahip olduğunu bu vesileyle tekrar vurgulamak isterim. Zira gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki bilgi üretimi ve paylaşımı dengesi kurulmalı ve bilimin yalnızca teknik değil, aynı zamanda ahlaki bir sorumluluk olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

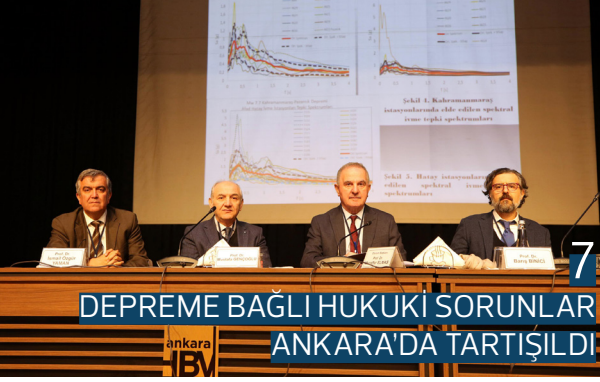
Dil, bilimde millî üretimin temelidir. Bu anlayışla akademimizce yürütülen Bilim Terimleri Sözlüğü Programı, geçtiğimiz günlerde yayımlanan Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğü ile önemli bir aşama kaydetti. Türkçenin bilim dili olarak yerleşmesi yönündeki yayın çalışmalarımız, önümüzdeki dönemde artarak sürecek. Ayrıca TÜBA Türk İslam Bilim Kültür Mirası (TİBKM) dizisinde yayımlanan eser sayımızın 60’a ulaştığını özellikle belirtmek isterim; çeşitli alanlarda hazırlıkları süren yeni yayınlarımız da yakında okurlarla buluşacak. TÜBA Günce’nin 78. sayısının hayırlı olmasını temenni eder, emeği geçenlere şükranlarımı sunarım.

Prof. Dr. Muzaffer ŞEKER
TÜBA Başkanı

içindekiler



MAYIS 2025 | SAYI 78



7
DEPREME BAĞLI HUKUKİ SORUNLAR
ANKARA'DA TARTIŞILDI



39
TEKNOFEST'25 COŞKUSU KIBRIS'TA



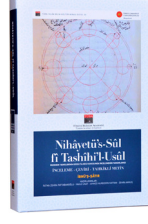
52
TÜBA-SANAYİDE YEŞİL DÖNÜŞÜM ve
DÖNGÜSEL EKONOMİ ÇALIŞTAYI

- 4 TÜBA'NIN TÜRK DÜNYASINA BİLİM KÖPRÜSÜ:
7. TÜRKOLJİ YAZ OKULU
- 5 BAŞKAN ŞEKER CUMHURBAŞKANLIĞI BİLİM,
TEKNOLOJİ ve YENİLİK POLİTİKALARI KURULU'NA
SEÇİLDİ
- 6 İLK KEZ ÇİZİLEN HARİTALARLA TÜRK TARİHİNE
YENİ BİR KÖPRÜ
- 9 ABD'DE AKADEMİK ÖZGÜRLÜK ÜZERİNE
TÜBA AÇIKLAMASI
- 10 TÜRKÇE, BİLİM DİLİNDE GÜÇLENİYOR:
DOĞA BİLİMLERİ TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ
- 16 BAŞKAN ŞEKER G20 ZİRVESİNDE
- 17 FONKSİYONEL GIDALAR ve FİTOKİMYASALLARIN
SAĞLIĞA KATKISI
Prof. Dr. Kazim Şahin
Arş. Gör. Gözde Erkek
- 28 SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEK İÇİN TEMEL BİLİMLER
- 29 ULUSLARARASI KÜLTÜREL MİRAS SEKTÖRÜNDE
INCLUSION KONFERANSI
- 30 BAŞKAN ŞEKER: "BİLİM DİPLOMASİSİ,
AKILLI UZMANLAŞMANIN STRATEJİK ORTAĞIDIR"
- 31 YAPAY ZEKA HUKUKUNA KÜRESEL BAKIŞ



11

RÖPORTAJ:
TÜBA GENÇ AKADEMİ ÜYESİ
Doç. Dr. Ayça Bal Öztürk



54

TÜBA'DAN BİLİM ve
FELSEFE TARİHİNE
İKİ KLASİK ESER

35 ALLEA'NIN AKADEMİK ÖZGÜRLÜĞE YÖNELİK
DEVAM EDEN SALDIRILARA İLİŞKİN AÇIKLAMASI

37 YENİ ULUSLARARASI DÜZENİN DOĞUŞU
Prof. Dr. Jeffrey D. Sachs

41 SU KAYIP ve İSRAFININ BOYUTLARI:
İKLİM KAYNAKLI POTANSİYEL RİSK ve TEHDİTLER
Prof. Dr. İzzet Öztürk
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Melih Koşucu
Arş. Gör. Elif Zeynep Deneri

49 TÜBA'DAN OBEZİTE UYARISI:
1.9 MİLYAR İNSAN RİSK ALTINDA

50 TÜBA'DAN, S20 ZİRVESİNDE KÜRESEL İKLİM
İŞ BİRLİĞİ ÇAĞRISI

55 NANOTEKNOLOJİNİN YÜKSELEN YILDIZI MXENE'LERİN
BİYOMEDİKAL YOLCULUĞU
Doç. Dr. Açelya Yılmaz Aktuna

61 TÜBA ERASMUS+ PROJESİ
DEOR TOPLANTISINDA TANITILDI

63 EKOSİSTEM ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GEREKÇELERİ
Prof. Dr. Sezai Ercişli

68 HABERLER

73 ZİYARETLER



TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ

TÜBA GÜNCE

Sahibi

Türkiye Bilimler Akademisi Adına:
TÜBA Başkanı

Prof. Dr. Muzaffer ŞEKER

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü ve Editör

Asiye KOMUT

Grafik Tasarım

İbrahim TOPSAKAL

Redaksiyon

Prof. Dr. Yasin BULDUKLU

Çeviri

Mert ORHAN

TÜBA GÜNCE

Vedat Dalokay Cad. No: 112

Çankaya-ANKARA 06670

Tel: 0.312. 442 29 03 (pbx)

Faks: 0.312. 442 64 91

e-posta: tubagun[at]tuba.gov.tr

Baskı

Tekses Ofset Matbaacılık

Yayıncılık San. Ltd. Şti.

Tel: +90 312 341 66 19

ISSN: 1302-9541

Günce 750 adet basılmıştır.

HAZİRAN 2025

Sorumluluk

TÜBA GÜNCE'de yayımlanan
yazıların hukuksal sorumluluğu
yazarlara aittir.

Günce, 4 ayda bir yayımlanan,
ulusal ve süreli bir yayındır.

 www.tuba.gov.tr

 www.facebook.com/TUBAakademi

 twitter.com/TUBAakademi

 instagram.com/TUBAakademi

TÜBA'NIN TÜRK DÜNYASINA BİLİM KÖPRÜSÜ: 7. TÜRKOLOJİ YAZ OKULU

Geleneksel Türk Devletleri Türkoloji Yaz Okulu" için başvurular 15 Haziran 2025 tarihine kadar devam edecek.



TÜBA, Türk Devletlerinden genç akademisyenleri bir araya getirmeye, Türkoloji alanında teorik ve pratik bilgilerini derinleştirmelerini sağlamaya devam ediyor. Bu kapsamda 7. kez gerçekleştirilecek olan "Geleneksel Türk Devletleri Türkoloji Yaz Okulu" için başvurular <https://summerschool2025.tuba.gov.tr/> adresi üzerinden 15 Haziran 2025 tarihine kadar devam edecek.

12 ülkenin genç Türkologları Karabağ'da buluşacak

TÜBA ve Uluslararası Türk Akademisi iş birliğiyle planlanan Yaz Okulu, 10-17 Ağustos 2025 tarihleri arasında Azerbaycan'ın Hankendi şehrindeki

Karabağ Üniversitesi'nde düzenlenecek. Yaz Okulu'nda katılımcıların bilimsel yayın, sunum yapma ve araştırma fonlarından yararlanma gibi birbiriyle ilişkili alanlarda becerilerini geliştirmeleri hedefleniyor. Bu çerçevede 2025 Yaz Okulu için programlanan eğitim; Türk Dünyası İlişkileri, Türk Devletleri Tarihi, Türk Dünyası Arkeolojisi, Türk Dünyası Sanat ve Düşünce Tarihi ile Türk Lehçeleri ve Edebiyatları alanında verilecek.

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Yaz Okulu'nun önemine ilişkin yaptığı açıklamada şunları kaydetti: "Türk Dünyası'nın ortak kültürel ve bilimsel mirasını daha görünür kılmak ve genç akademisyenler arasında kalıcı bağlar kurmak, TÜBA'nın öncelikli hedefleri arasında yer alıyor. Bu kapsamda Uluslararası Türk Akademisi ile yürüttüğümüz iş birliği bizler için stratejik bir değer taşıyor. Bilgi üretiminde sınırlar ötesi düşünmek ve bilim insanlarımızı ortak dil, tarih ve kültür ekseninde bir araya getirmek, sadece akademik gelişime değil, aynı zamanda toplumsal dayanışma ve barış kültürüne de katkı sağlıyor. 7. Türkoloji Yaz Okulu'nun Karabağ'da gerçekleştirilmesi ise tarihi bir anlam taşıyor; bu buluşmanın genç araştırmacılarımıza ilham vereceğine yürekten inanıyorum."

Yaz Okulunda; Azerbaycan, Bosna-Hersek, Kazakistan, Kırgızistan, Kuzey Kıbrıs Türkiye Cumhuriyeti, Kuzey Makedonya, Kosova, Arnavutluk, Karadağ, Moğolistan, Özbekistan, Polonya, Türkiye ve Türkmenistan uyruklu; 35 yaşını aşmamış, belirtilen konu kapsamında çalışan doktora öğrencisi ve doktora sonrası araştırmacılar yer alacak.

Eğitim dili Türkçe olan günlük dersler, teknik seminerler ve kültürel etkinlikler içeren program, alanında uluslararası çalışmalara imza atan Türk Devletlerinin akademisyenleri tarafından yürütülecek ayrıca katılımcıların yol, yemek ve konaklama giderleri karşılanacak.



BAŞKAN ŞEKER CUMHURBAŞKANLIĞI BİLİM, TEKNOLOJİ ve YENİLİK POLİTİKALARI KURULU'NA SEÇİLDİ



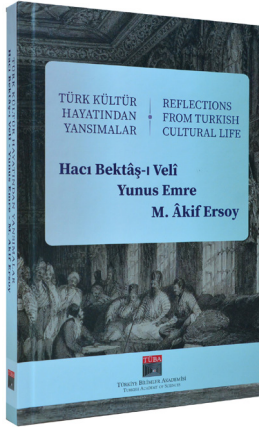
TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Resmi Gazete’de yayımlanan kararla birlikte Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu üyeliğine seçildi.

Başkan Şeker Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu’na seçilmiş olmaktan duyduğu memnuniyeti dile getirdi ve “Geleceğin Türkiye’si için çalışmak hepimizin sorumluluğu. Görevimizin gereğini en iyi şekilde yapmak için var gücümüzle çalışacağız. Türkiye Yüzyılı hedefi için bilim ve teknolojiye büyük önem vermek gerekiyor. Ülkeler arası rekabette ülkemizin lider ko-

numa gelmesi için akademinin üzerine de önemli görevler düşüyor. Biz de bu noktada elimizden gelenin en iyisini yapma gayreti içinde olacağız. Ben tensipleri için Sayın Cumhurbaşkanımıza en kalbi şükranlarımı sunuyorum. Ayrıca TÜBA Üyelerimiz Prof. Dr. Ahmet Cevat Acar, Prof. Dr. Abdullah Atalar, Prof. Dr. Kadriye Arzum Arzum Erdem Gürsan, Prof. Dr.ERCÜMEND Arvas, Prof. Dr. Hasan Mandal, Prof. Dr. M. Verşan Kök, Prof. Dr. Orhan Aydın, Prof. Dr. Özcan Erel ve Prof. Dr. Ümran Savaş İnan’ı; çalışma grubu üyelerimiz Prof. Dr. Çağrı Erhan, Prof. Dr. M. Akif Kireççi ve Prof. Dr. Muhittin Ataman’ı da üyeliğe seçilmeleri nedeniyle tebrik ediyor, başarılar diliyorum.” dedi.

Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu: Prof. Dr. Aytuğ Altundağ, Prof. Dr.ERCÜMEND Arvas, Prof. Dr. Hasan Mandal, Prof. Dr. Kadriye Arzum Erdem Gürsan, Mehmet İhsan Taşer, Prof. Dr. Mehmet Yıldız, Mustafa Erhan Say, Prof. Dr. Mustafa Verşan Kök, Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Prof. Dr. Orhan Aydın, Prof. Dr. Tamer Yılmaz.

TÜRKOLOGLARIN KALEMİNDEN TÜRK KÜLTÜRÜ



TÜBA tarafından hazırlanan Türk Kültür Hayatından Yansımalar: Hacı Bektâş-ı Velî, Yunus Emre, Mehmed Âkif Ersoy Üzerine Uluslararası Araştırmalar adlı eser yayımlandı.

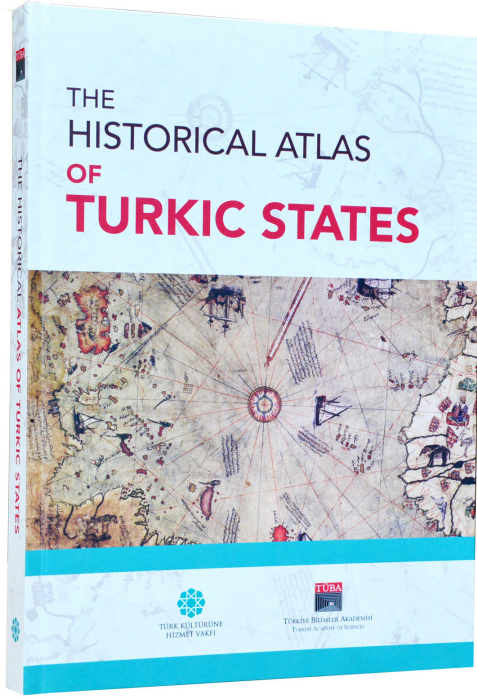
Dr. Mehmet Tuğrul editörlüğünde hazırlanan kitap, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO) UNESCO’nun özel anma yılı ilan ettiği üç önemli şahsiyetin hayatlarını, eserlerini ve düşüncelerini akademik bir bakış açısıyla ele alıyor. Türk Kültür Hayatından Yansımalar, araştırmacılar, akademisyenler ve Türk kültürüne ilgi duyan herkes için değerli bir kaynak niteliği taşıyor.

TÜBA’nın bilim diplomasisine katkı sunma görevini de destekleyen; Gürcistan, Kırgızistan, Özbekistan, Kazakistan ve Moğolistan’dan gelen Türkologların, Türkiye’de yürüttükleri araştırmaların sonucu ortaya konuluyor. Türkiye’nin önde gelen üniversitelerinde gerçekleştirilen araştırmalara da yer verilen eser ile Türk kültürü mercek altına alınıyor. Kitapta, Anadolu’da hoşgörü ve birlik mesajlarıyla tanınan mutasavvıf Hacı Bektâş-ı Velî’nin tasavvufi dünyası, Türk edebiyatının en önemli şairlerinden Yunus Emre’nin felsefesi ve edebi değeri, İstiklâl Marşı’nın yazarı Mehmed Âkif Ersoy’un eserlerindeki milli ve manevi derinlik ele alınıyor. Türkçe ve İngilizce kaleme alınan makaleler, uluslararası akademik çalışmalar için başvuru kaynağı niteliği taşıyor.

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, eserin Türk kültürü ve medeniyetine olan ilgiyi artıracaklarını belirterek, “Eser, Türk dünyasında bilim diplomasisinin, akademik iş birliğinin ve bilgi paylaşımının güçlenmesine önemli katkılar sunuyor. TÜBA desteğiyle, Gürcistan, Kırgızistan, Özbekistan, Kazakistan ve Moğolistan’dan gelen Türkologların Türkiye’deki üniversitelerde yürüttükleri araştırmaların bir ürünü olan eser, yürütülen burs programının bir neticesi. Bu önemli eseri bilim dünyasının istifadesine sunmanın memnuniyetini yaşıyoruz. Çalışma, sadece Türk dünyasına değil, dünya kültürel mirasına da önemli katkılar sunacak” dedi.

İLK KEZ ÇİZİLEN HARİTALARLA TÜRK TARİHİNE YENİ BİR KÖPRÜ

TÜBA, Türk dünyasının siyasi, kültürel ve coğrafi değişimini titizlikle haritalandırarak, Türk devletlerinin tarih boyunca geçirdiği süreci kapsamlı bir şekilde ele alan "The Historical Atlas of Turkic States"i yayımladı.



TÜBA, Türk dünyasının siyasi, kültürel ve coğrafi değişimini titizlikle haritalandırarak, Türk devletlerinin tarih boyunca geçirdiği süreci kapsamlı bir şekilde ele alan "The Historical Atlas of Turkic States"i yayımladı.

Akademisyenler ve uzmanlardan oluşan ekibin büyük çabası sonucu ortaya konan eser, Türklerin tarihini geniş bir çerçeveden değerlendirmek amacıyla hazırlandı ve tarih boyunca kurulmuş tüm Türk devletlerine ait haritaların yer almasıyla dikkatleri üzerine çekiyor. Haritalar tamamen orijinal, bazıları ilk kez çizildi. Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yılına ithaf edilen yayın, alanında önemli bir boşluğu dolduruyor ve gelecekte yapılacak çalışmalar için kaynak niteliği taşıyor.



Eserde Türk tarihine ilişkin ilk defa çizilen haritalar yer alıyor.

Küresel sorunların birlik ve iş birliğini zorunlu kıldığı bir çağda, Türk halklarının ortak mirasından çıkarılacak derslerin daha da büyük bir anlam içerdiğini, Türk devletlerinin zaman içindeki olağanüstü yolculuğunu anlatan eserin TÜBA ve Türk Kültür Vakfı iş birliği sayesinde gerçekleştiğini dile getirdi TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker şöyle konuştu "Eserdeki orijinal haritaları akademik anlatılarla birleştirerek geçmiş ile bugün arasında bir köprü kuruyor, nesilleri Türk tarihinin zengin dokusuyla buluşturuyor. Eser yalnızca geçmişimizi daha iyi anlamamıza katkı sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda dünya çapındaki Türk toplulukları arasında birlik duygusunu da pekiştiriyor." dedi.

Eserin editörlerinden Prof. Dr. Azmi Özcan ise; atlasın, Türk tarihini zaman ve mekân boyutlarıyla ele aldığını, özellikle öğrenciler ve ilgilenenler için Türklerin devlet geleneğini gözler önüne sermeyi amaçladığının altını çizdi. Eserdeki haritaların, soyut geçmişi somut bir zemine oturtarak tarih bilincinin gelişmesini sağladığını söyledi.

"Haritalar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak hazırlanmış, coğrafi unsurlar uydu görüntülerinden faydalanarak tespit edildi. Haritalarda, tarihsel sınırlar kesin olmamakla birlikte, döneme ait yerleşim merkezleri esas alınarak genel hatlar belirlendi. Bu atlas, bünyesinde tarihsel sürekliliği yansıtabilmek adına, bazı tarihsel dönemlerde Türk gelenekleriyle kurulan Moğol ve

Tibet İmparatorlukları gibi yapılarla da yer veriyor. Nihai amacımız, Türk tarih ve kültür mirasını koruma ve tanıtmaya yolunda bu eserin önemli bir rol oynamasını sağlamak oldu." dedi.

DEPREME BAĞLI HUKUKİ SORUNLAR ANKARA'DA TARTIŞILDI

TÜBA Asli Üyesi Prof. Dr. İzzet Özgenç'in başkanlığını yaptığı "Depreme Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Hukuki Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyumu" 6-7 Şubat'ta Ankara Hacı Bayramı Veli Üniversitesi ev sahipliğinde gerçekleştirildi.



TÜBA Asli Üyesi Prof. Dr. İzzet Özgenç'in başkanlığını yaptığı "Depreme Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Hukuki Sorunlar ve Çözüm Önerileri Sempozyumu" 6-7 Şubat'ta Ankara Hacı Bayramı Veli Üniversitesi (HBV) ev sahipliğinde gerçekleştirildi.

İki gün süren sempozyumda; depreme bağlı olarak ortaya çıkan hukuki sorunları ele almak ve bunlara yönelik çözüm önerileri geliştirmek üzere hazırlandı; özellikle afet yönetimi, idare hukuku, ceza hukuku, medeni hukuk ve sigorta hukuku açısından depremin doğurduğu sorumluluklar detaylı şekilde incelendi. Ayrıca, geçmişte yaşanan depremlerden alınan dersler ışığında mevzuatın değerlendirilmesi ve geliştirilmesi gibi konular da ele alındı. Program TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Ankara HBV Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Mehmet Naci Bostancı ve Ankara HBV Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dekanı Prof. Dr. İlhan Üzülmüş'in konuşmalarıyla açıldı.

Sempozyumun ilk gününde Deprem ve Sebebiyet Verdiği Hasarlar'dan Mücbir Sebep Olarak Deprem'e toplam altı oturumda 33 bilim insanı 24 başlığı masaya yatırdı. İkinci gün 6 oturumda ise 29 bilim insanı ve yetkili 21 başlık hakkında konuştu.

Depreme bağlı hukuki sorumluluklar masaya yatırılıyor

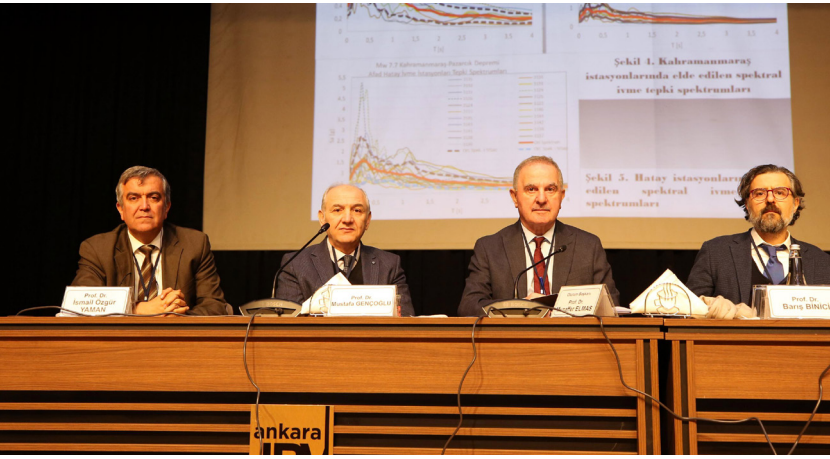
Başkan Şeker, Türkiye'nin deprem gerçeğinden kaçamayacağını, deprem hazırlıklı olmak mecburiyetinden kaçmanın mümkün olmadığını ifade ederek sözlerine başladı. "Bu ve benzerleri

dünyamız için ne ilk ne de son depremlerdir; kabul etmeliyiz ki depremler doğal jeolojik ve sismolojik temelli bilimsel açıklamaları olan hareketliliklerdir. Depremin zamanını farklı parametreleri kullanarak olasılık hesapları ile yaklaşık olarak belirlediğini beyan edenler olsa da mevcut bilimsel teknolojilerin sağladığı imkanlar çerçevesinde tespit ve tayin etme mümkün değildir. Bu sebeple bizler de depremlerle yaşamaya alışmak ve her daim hazırlıklı olmak zorundayız." dedi.

Hükümetler nezdinde yapılan ciddi tedbir paketleri özellikle AFAD ve Türk Kızılayı çerçevesinde şekillendirildiğine ve bu konuda ciddi yatırımlar gerçekleştirildiğine dikkat çeken Şeker "Çalışmaların her birine yönelik olarak elbette olumlu ya da olumsuz pek çok şey söylenebilir. Bütüncül bakıldığında dünyada bizim yaşamış olduğumuz gibi 11 ili kapsayan bu büyüklükteki asrın felaketi sürecini yaşayıp bu



denli çabuk toparlama sürecine girecek çok az devlet var. El birliğiyle, büyük bir kararlılıkla oluşturulan kurullarla 11 ili restore etmek ve yeniden ülkeye, hayat kazandırmak için çok çalışma yapıldı." dedi. Kelimelerin artık kifayetsiz olduğunu, giden insanların geri gelmeyeceğini söyleyen Şeker, bundan sonrası için ise aynı acıları tekrar yaşamamak için yapılacak çok şey olduğunu vurguladı. TÜBA'nın deprem döneminde en sıkıntılı sürecini yaşadığını ifade eden Başkan Şeker "Öğrenci ve akademisyenlerin yanı sıra deprem sonrası üniversiteler kurtarma ekipleriyle iş birliği içindeydi, yaralılara yardım ve lojistik destek



konusunda üniversiteler can simidi niteliğindeydi, bizzat şahit oldum. Üniversitelerin bu tür kriz durumlarında şehrin koruyucusu olarak güvenilir mekanlar oluşturması en önemli başlıklardan bir tanesi. Altyapısı döşenmiş güvenli alanların afet durumlarında önemi ortaya çıkıyor. Bunu deprem sonrası üniversite rektörleri, valilikler, kriz masaları ve idarecilerle yapmış olduğumuz görüşmelerde açıkça gördük.” dedi.

Fiziksel olarak hasar telafi ediliyor ama ahlaki dejenerasyon düzeltilemiyor

Depreme karşı direnç geliştirmenin çok paydaşlı ve disiplinler arası bir anlayışla mümkün olacağını ifade eden Başkan Prof. Dr. Muzaffer Şeker: “Deprem öncesi ve sonrası işlemlerde duyarsızlıklar nedeniyle oluşan can kayıplarından ve hasarlardan tüm toplum katmanlarının az veya çok suçu olduğu bilinciyle konuya akademik ahlak, ticari ahlak, siyasi ahlak, hukuki ahlak ve iletişim ahlakı başta olmak üzere tüm vatandaşlarımızın özeleştirisi yaparak deprem hasarının ahlak depremiyle de ilişkili boyutunun da değerlendirmede göz önünde bulundurulması gerekiyor. Fiziksel hasar ya da dejenerasyon düzeltilebiliyor ama ahlaki açığı yozlaşmanın yaralarını sarmak maalesef mümkün olmuyor. Yaşanılan deprem felaketi bizlere bir kez daha afetlere müdahalenin afet yaşandıktan sonra değil, yaşanmadan önce risk azaltma çalışmaları ve gerekli hazırlıkları yapmakla başladığını gösterdi. Bu nedenle, iyi bir imar planlaması ve doğru yapılaşma koşullarının sağlanması kadar kapsamlı ve çağın gerekliliklerine uygun bir milli afet müdahale planı hazırlamak, özellikle de eğitim ve tatbikat aşamalarını işler hale getirmek oldukça elzem hale gelmiştir. Deprem sonrasında önceden planlandığı, bireylerin gerekli eğitimi aldığı ve toplumsal hazırlığın, duyarlılığın ve farkındalığın en üst seviyede olduğu sürdürülebilir bir afet yönetim sistemiyle kayıplar ve hasarları azaltabilir ve depreme karşı direnç oluşturabiliriz.” şeklinde konuştu.

Mevzuat değerlendiriliyor, yeni öneriler sunuluyor

Konuyu sağlıklı ele almak için bilim insanlarına düşen görevin hayati önem taşıyan “deprem”i, sadece mimar, mühendis, yerel yönetim ya da müteahhitler çerçevesinde değil, çok yönlü ve gerçekçi biçimde değerlendirmek olduğuna dikkat çeken Şeker “Bu hepimizin konusu, hepimizi ilgilendiriyor. Deprem öncesi, esnası ve sonrasında yapılması gerekenler de aslında Milli Güvenlik Kurulu başta olmak üzere tüm devlet kurumları tarafından sistematik şekilde gözden geçirildi ve değerlendirmeler güncellendi. Hukuki süreçlerle ilgili yapılması gereken başlıkları konusunda geçmişten bu güne kadar ders çıkararak güncelleme ihtiyacı ortaya çıktı. Depremün gün yüzüne çıkardığı hukuksal sorumluluklar üzerine konuşacak, eksiklerimizi, geliştirmemiz gereken yönlerimizi, teorik ve pratik anlamda yapmak zorunda olduklarımızı netleştirecek, çözümlerimizi ortak akılla masaya koyacağız.” dedi.

Rektörümüz Bostancı; Türkiye’nin bir deprem ülkesi olduğu gerçeğini vurgulayarak, depreme ilişkin tüm çalışmaların can kayıplarının yaşanmaması hedefiyle gerçekleştirilmesi gerektiğini ifade etti. Deprem gibi afetlerin ortaya çıkardığı karmaşık hukuki sorunlar karşısında sempozyuma katılan akademisyenlerin iki gün boyunca önemli başlıkları müzakere edeceğini belirten Prof. Bostancı; programa katkı sunan paydaş kuruluşlar başta olmak üzere tüm katılımcılara teşekkür ederek konuşmasını sonlandırdı.



Hukuk Fakültesi Dekanı Prof. Dr. İlhan Üzülmüş ise; sempozyum hakkında bilgi verdiği konuşmasında, depremlerin hukuk disiplinleri yönünden ortaya çıkardığı meselelerin tartışılarak çözüm önerilerinin ortaya konulacağını ifade ederek, sempozyumun düzenlenmesinde emeği geçenlere teşekkür etti.



ABD'de Akademik Baskı Üzerine TÜBA Açıklaması

TÜBA, Gazze'deki ciddi insani kriz karşısında vicdani duyarlılıklarını barışçıl yollarla ifade eden bireylerin çeşitli Amerikan üniversitelerinde ciddi kısıtlamalarla karşılaşmaları nedeniyle yaşanan son gelişmeleri derin bir endişeyle izlemektedir.

Gazze'de yaşananlar, terörizmle mücadele görüntüsü altında yürütülen ve özellikle kadınlar ile çocuklar başta olmak üzere binlerce sivilin hayatını kaybetmesine yol açan sistematik bir saldırıya dönüşmüş; aylardır tüm dünyanın gözleri önünde gerçekleştirilen bu süreç, soykırım boyutuna ulaşarak insanlığa karşı işlenen bir suç niteliği kazanmıştır. Bu gerçekler, dünya genelinde öğrencileri ve akademisyenleri insan onuru ve temel haklar savunusu adına seslerini yükseltmeye sevk etmiştir.

Ne yazık ki, insani kaygılarını barışçıl yollarla dile getiren pek çok kişinin disiplin cezalarına, uzaklaştırmalara veya sansüre maruz kaldığı görülmektedir. Oysa yükseköğretim kurumları, geleneksel olarak eleştirel düşüncenin ve açık tartışmanın sığınaklarıdır; bu kurumlar, özellikle evrensel insan haklarının savunusu amacıyla yapılan barışçıl ifade özgürlüğünü koruma görevini kararlılıkla sürdürmelidir.

TÜBA, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki üniversitelerin akademik alanların baskıdan korunması gerektiğine dair yaptığı çağrıları takdirle karşılamakta ve desteklemektedir. Akademik özgürlük yalnızca kurumsal bir değer değil, aynı zamanda demokratik toplumların temel taşı ve küresel adaletsizliklere karşı mücadelede hayati bir mekanizmadır.

Adalet, barış ve insan hakları için çaba gösteren öğrenci, akademisyen ve akademik topluluklar desteğimizi ifade ediyoruz. Tüm ilgili tarafları, özellikle insani felaket dönemlerinde, üniversitelerin fikirlerin, etik kaygıların ve insani değerlerin korkusuzca ve herhangi bir cezalandırma endişesi olmaksızın ifade edilebildiği ortamlar olarak kalmasını temin etmeye saygıyla davet ediyoruz.

Tarih, entelektüel özgürlüğün korunmasının, akademik mükemmeliyetin sağlanması, küresel krizler ve savaşlara etkili bir şekilde yanıt verilmesi ve dünya genelinde sosyal ilerleme ile insani anlayışın geliştirilmesi için hayati önem taşıdığını göstermiştir.

Türkiye Bilimler Akademisi
Akademi Konseyi

TÜRKÇE, BİLİM DİLİNDE GÜÇLENİYOR: DOĞA BİLİMLERİ TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ

TÜBA, Türkçenin bilim dili olarak yerleşmesi, bilimsel düşüncenin ve araştırmaların gelişiminde kavramlar ve terimlerin Türkçeleşmesi için Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü Programı'nı başlattı; bu kapsamda hazırladığı Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğü'nü yayımladı.



TÜBA, Türkçenin bilim dili olarak yerleşmesi, bilimsel düşüncenin ve araştırmaların gelişiminde kavramlar ve terimlerin Türkçeleşmesi için Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü Programı'nı başlattı; bu kapsamda hazırladığı Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğü'nü yayımladı.

Bilimsel düşünce ve dil Türkçeleşiyor

2000 yılında başlatılan ve dört ana alanda yürütülen Bilim Terimleri Sözlüğü Programı çerçevesinde şimdiye kadar Mühendislik, Sağlık ve Sosyal Bilimler Terimleri Sözlükleri ve son olarak Doğa Bilimleri Sözlüğü yayımlandı ve çevrimiçi erişime açıldı.

TÜBA Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğü'nün oluşturulması sürecinde özellikle, bilimsel çalışmalarda, gündelik dil kullanımında, sanayide ve tüm paydaşların kolaylıkla izleyip yorumlayabileceği sadelikte ve yaygın kullanım yapıları dikkate alınarak hazırlandı. Benzerlerinden farklı olarak örneğin, tüm kimyasalları değil sanayide, bilimde ve tüm alanlarda kullanılan diğerlerine göre daha yaygın, yeni ve kaynaklarda kolay bulunamayan terimleri kapsıyor.

Çalışmanın, Türkçenin kendi yapısını koruması ancak başka dillerle etkileşim içerisinde olarak zenginleşmesi ve bu zenginliğin Doğa Bilimleri alanında kullanılması

amacıyla hayata geçirildiğini ifade eden eserin editörü Prof. Dr. Bekir Salih, bilim kurullarının yoğun çalışmalarıyla sözlüğün 2016 yılında elektronik erişime açıldığı hatırlattı. Prof. Salih'in yürütücülüğünü yaptığı, Kimya, Fizik, Matematik, Biyoloji ile birlikte Moleküler Biyoloji ve Genetik alt bilim dallarından oluşan, alanlarında uzman yaklaşık 30 kişilik bir kurulun iki yılı aşkın yoğun çalışmaları sonucu 10.000 terimden oluşan Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğü yayımlanarak kamuoyuyla paylaşıldı, elektronik ortamda her geçen gün güncellenerek bilimin faydasına sunuldu.

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, sözlüğe ilişkin yaptığı değerlendirmede şunları söyledi: "Türkçenin bilim dili olarak gelişmesi, sadece kültürel bir mesele değil; aynı zamanda bağımsız düşünce üretiminin ve yerli bilimsel kapasitenin inşası açısından da hayati önemdedir. TÜBA olarak bu anlayışla yürüttüğümüz Bilim Terimleri Sözlüğü Programı, bilimsel kavramların Türkçede yerleşik, anlaşılır ve işlevsel biçimde kullanılmasına yönelik uzun soluklu ve titiz bir çabanın ürünüdür. Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğü ise bu sürecin önemli bir kilometre taşıdır. Türkçenin bilimsel düşünceyi ifade etme gücünü artırmak, genç araştırmacıların ana dillerinde üretkenliklerini desteklemek ve terminolojik birliği sağlamak adına bu çalışmayı bilim dünyamızla paylaşmak-tan memnuniyet duyuyoruz."

Bilimsel yeni gelişmelerin baş döndürücü olduğunun altını çizen Prof. Dr. Bekir Salih ise, zaman zaman yenilenmesi ve bazı terimlerin İngilizce dışında diğer dillerden Türkçeye katılması dolayısıyla terimlerin karşılıklarının da yer alması için sözlüğün güncellenmesi konusunda tüm uzmanların hem fikir olduğunu söyledi. "Doğa Bilimleri Terimleri Sözlüğü'nün hazırlanmasında, terimlerin bilim diline uygun olarak Türkçeleştirilmesi, mümkün olmadığı durumlarda terimlerin üretildikleri dillerin esasına sadık kalarak alınmalarına özellikle dikkat edildi. Terimlerin açıklamalarının sade yalın ve kolayca anlaşılabilir bir şekilde ifade edilmesine özen gösterildi. Eş anlamlı terimler birbirlerine atıf yapılarak verilmiş ve sözlüğün kullanımında kolaylıklar sağlandı. Doğa Bilimleri Terimlerinin bu son baskısında, terimlerin İngilizce karşılıkları ile birlikte farklı alt disiplinlerdeki aynı adlı terim fakat farklı ifadelerine de sözlük içerisinde yer verildi." dedi.

TÜBA Genç Akademi Üyesi Doç. Dr. Ayça Bal Öztürk

“Canlı dokulara dokunmak, hayatı yeniden tasarlamak demek.”

“Geliştirdiğimiz el tipi biyoyazıcı, taşınabilirliğiyle tedavi süreçlerine yepyeni bir boyut katıyor.”

Röportaj: Asiye Komut
Fotoğraflar: Umut Akkaya

TÜBA’nın genç bilim insanlarını teşvik etmek amacıyla yürüttüğü Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanı Ödül Programı (GEBİP), Türkiye’nin bilimsel geleceğine yön veren bilim insanlarını TÜBA Genç Akademi çatısı altında toplamaya devam ediyor. 2024 yılı TÜBA-GEBİP ödülüne layık görülen İstinye Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ayça Bal Öztürk, doku mühendisliği alanında yaptığı yenilikçi çalışmalar ve geliştirdiği taşınabilir el tipi biyoyazıcıyla alanının öne çıkan bilim insanları arasında yer alıyor. Çok sayıda proje, yayın ve ödülle imza atan Öztürk ile akademik yolculuğunu, disiplinler arası çalışma anlayışını ve merak duygusunun peşinde hayatını şekillendiren bilimsel çalışmalarını konuştuk.

■ Kariyer yolculuğunuzu anlatır mısınız? TÜBA GEBİP Ödülü sahibi olmanız kariyerinizi nasıl etkiledi?

2015 yılında İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği, Kimyasal Teknolojiler Anabilim Dalı’nda doktora eğitimimi tamamladım. Doktora sürecimde, kanser hücrelerine hedeflenebilen dallanmış polimerik nanopartikül sistemleri üzerinde çalışmalar gerçekleştirdim. Bu çalışmalar bana, ilaç taşıma sistemlerinin yapısal ve fonksiyonel açıdan ne denli dinamik olduğunu, bu alanda yenilikçi çözümler geliştirme potansiyelinin ne kadar yüksek olduğunu gösterdi. Doktoramın hemen ardından, doktora sonrası çalışmalarım için TÜBİTAK bursuyla Harvard Üniversitesi’nde bulundum. Orada geçirdiğim bir yıl, kariyerimde gerçek bir dönüm noktası oldu diyebilirim. Doku mühendisliğinin büyüleyici dünyasıyla ilk kez orada tanıştım. Hücrelerin, biyomalzemelerin, yeniden inşa edilen dokuların oluşturduğu o multidisipliner ortam kariyer yolculuğumda yeni bir perspektif kazanmama vesile oldu. O dönem Türkiye’de bu alanda yapılan çalışmalar çok sınırlıydı. Çalışmalarımı tamamlayıp ülkeme döndüğümde aklımdaki tek soru, doku mühendisliği alanındaki çalışmaları Türkiye’de nasıl hızlandırabilirim sorusuydu. Akademik hayatım, doktora sonrası çalışmalarım sonrası Türkiye’ye dönüş yaptıktan sonra İstinye Üniversitesi Eczacılık Fakültesi’nde başladı. İstinye Üniversitesi’nde Eczacılık Fakültesi’nin kuruluşunda yer aldım. O tarihten bu yana tüm araştırmalarımı doku mühendisliği



alanında yapay doku ve organ geliştirilmesine yönelik biyomalzemeler ve biyosistemler ile doku yapıstırıcıları alanına odakladım. Projeler üretmek, gençleri sürece dahil ederek ve ulusal/uluslararası iş birlikleri kurarak bu alanda yol almayı hedefledim. Çok sayıda ulusal ve uluslararası yayın ve projelerde aktif olarak yer aldım. Bilimin sadece araştırma yapmak değil, bulduğunu paylaşmak ve birlikte ileriye taşımakla anlam kazandığına inanıyorum. 2024 yılında TÜBA GEBİP Ödülü'ne layık görülmem, tam da bu inancın takdir edilmesi anlamına geldi. Bu ödül, benim için sadece bir başarı göstergesi değil genç bir bilim insanı olarak taşıdığım sorumluluğun da bir simgesi. Özellikle akademik bağımsızlık ve yenilikçi projeleri hayata geçirme konusunda önemli bir motivasyon. Bilim dünyasında yalnız olmadığımı ve ürettiğim bilginin bir karşılık bulduğunu hissetmek çok değerli. Bu ödül, yürüdüğüm yolu daha da aydınlattı ve bilimsel üretim yolculuğumdaki motivasyonumu güçlendirdi.



■ Bilim dünyasına ve biyoteknolojiye ilginiz nasıl başladı? Sizi bu alana götüren temel motivasyon neydi?

Küçük yaşlarımdan beri bilime hep bir merakım vardı. Doğada olup bitenleri anlamaya, gözümle gördüğüm şeylerin ardındaki görünmeyeni sorgulamaya eğilimliydim. TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergileriyle büyüdim. Bu ilgi zamanla beni, karmaşık ama büyüleyici yapıyla kimya dünyasına yönlendirdi. Babamın kimya mühendisi olması da bu merakın şekillenmesinde etkiliydi. Atomların ve moleküllerin nasıl etkileşime girdiğini, maddelerin yapılarını ve bu yapıların nasıl değiştiğini anlamaya çalıştıkça, bilimin aslında yaşayan bir dil olduğunu fark ettim. Kimya Mühendisliği eğitimi aldığım üniversite yıllarımdan sonra bu ilgilim daha da derinleşti. Doktora yıllarımda biyoteknolojiyle tanışınca, bilimin sadece doğayı anlamakla kalmadığını, insan hayatına dokunma potansiyeline de sahip olduğunu gördüm. Hasarlı dokuların yeniden modellenmesi, hastalıklı

hücrelerin hedeflenmesi, vücuda uyumlu akıllı taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi gibi çalışma alanları beni çok etkiledi. Kanser hücrelerine yönelik hedefli ilaç taşıma sistemleri üzerine yürüttüğüm doktora çalışmam da bu motivasyonun bir sonucuydu. Asıl yön değiştirici kırılma noktası, Harvard Üniversitesi'nde doku mühendisliği alanındaki doktora sonrası araştırmalarımı yürüttüğüm dönemimdi. Orada, biyoteknolojinin yalnızca laboratuvarlara değil, insanların yaşamına dokunan bir dönüşüm gücüne sahip olduğunu gördüm. Bu bana bilimin, ancak insan hayatına temas ettiğinde gerçek anlamını bulduğunu öğretti. Biyoteknolojiye olan ilgilim, bilimi insanlık yararına kullanma ve geleceğe dair çözümler üretme motivasyonumla şekillendi.

■ Devlet destekli Ar-Ge projeleri kapsamında geliştirdiğiniz el tipi biyoyazıcı fikri nasıl doğdu? Bu ürün hangi ihtiyaca cevap veriyor?

Laboratuvar ortamında büyük hassasiyetle yürütülen doku mühendisliği çalışmaları, klinik ortama taşındığında ciddi sınırlamalarla karşılaşılıyor. Özellikle cerrahi uygulamalarda biyomalzemelerin hedef bölgeye uygulanabilirliği ve sağlıklı hücrelere zarar vermeden transferi, çözülmesi gereken önemli problemlerden biri. El tipi biyoyazıcı fikri, ilk etapta çok net değildi. Harvard Üniversitesi'ndeki çalışmalarım sonrasında ülkeme döndüğümde karşılaşacağım zorluklarla birleşince netleşti. 3B biyoyazıcı sistemlerinin oldukça maliyetli olduğu ve her ulusal araştırma projesi ile kolaylıkla temin edilemediğini gördüm. Bu durum ülkemizde doku mühendisliği alanında yapılan bilimsel çalışmaların hızını da etkiliyordu. Ayrıca, masüstü sistemlerin klinik ortamlara entegrasyonunda da ciddi operasyonel kısıtlamalar olduğunu fark etmiştim. Bu sistemler, hasta başı uygulamalar için pratiklikten uzaktı. Bu ihtiyaçlar ve gözlemler doğrultusunda, mobilitateye ve klinik sahada doğrudan kullanıma odaklanan el tipi biyoyazıcı fikri şekillenmeye başladı. Hücre içeren biyomürekkep formülasyonlarının doğrudan hasarlı bölgeye, in situ olarak basılmasını mümkün kılan bu el tipi biyoyazıcı sistemi, gelecekte ameliyathane gibi dinamik ortamlarda büyük cihazlara bağımlı kalmadan pratik ve hedefe yönelik çözümler sunma potansiyeline sahip.

Bu fikri hayata geçirmemi sağlayan ilk adım, TÜBİTAK 1512 Girişimcilik Destek Programı ile kurduğum AdBioInk Biyosistem Teknoloji A.Ş. adlı girişim ile oldu. Ardından TÜBİTAK 1507 ve 1501 projeleriyle hem teknolojiyi hem de biyomalzeme formülasyonlarını ileriye taşıdık. El tipi biyoyazıcımız sadece Türkiye'de değil, yurtdışında da ilgi gördü; patent başvurusu yaptık, ihracat süreci başladı. Bugün bu cihaz, yalnızca bir teknolojik ürün değil; cerrahlar, biyomalzeme araştırmacıları ve doku mühendisliği

uygulayıcıları için bir köprü, sahadaki ihtiyacı doğrudan karşılayan, bilimi pratiğe taşıyan bir araç diyebilirim. Bizim içinse, bilimin sahaya inebildiğini ve insan hayatına dokunabileceğimizin somut bir kanıtı.

■ **Cihazın teknik özellikleri ve sunduğu yenilikçi çözümler neler? Teknik özellikleri ve kullanım alanları hakkında bilgi verir misiniz?**

Biyoteknolojinin sahaya inebilmesi, yalnızca laboratuvarlarda üretilen bilgiyi çoğaltmakla değil, onu doğrudan ihtiyaçla buluşturmakla mümkün. Bu fikirden yola çıkarak geliştirdiğimiz el tipi biyoyazıcı, klasik masaüstü biyoyazıcı sistemlerinin sınırlarını aşan bir yaklaşımı temsil ediyor. Kompakt tasarımı sayesinde, hücre ve biyomalzeme içeren formülasyonların yerinde biyobaskı ile hasarlı dokuya doğrudan uygulanmasını mümkün kılıyor. Yani biyobaskı, sadece bir üretim aşamasında değil; aynı zamanda doğrudan müdahalenin de bir parçası haline geliyor. Cihaz, modüler bir yapıya sahip. Bu sayede farklı dalga boylarında ışık kaynağı entegrasyonları yapılabilir. Foto-kürlenabilir biyomalzemelerle çalışan araştırmacılar için bu özellik, materyalin uygulama bölgesinde in situ olarak stabilize edilebilmesini sağlıyor. Kullanıcının ihtiyacına göre değiştirilebilir kartuş yapısı ve tek elle kullanılabilir ergonomisiyle cihaz, hem laboratuvar ortamında hem de ihtiyaç bölgesindeki in situ biyobaskı uygulamalarında işlevsel bir araç haline geliyor. Cihazda henüz sıcaklık kontrollü bir sistem mevcut değil; ancak bu eksikliği fark ettiğimiz noktada, Avrupa Birliği destekli bir projeyle yeni nesil bir prototipin geliştirilmesine başladık. Böylece, sıcaklığa duyarlı biyomalzemelerle de uyumlu bir versiyona doğru ilerliyoruz. El tipi biyoyazıcımızın patent tescilini aldık, CE belgesi onaylanmış durumda. Aralarında ABD ve Japonya'nın da bulunduğu altı farklı ülkeye satışı gerçekleştirildi. Bu da el tipi biyoyazıcı sisteminin yalnızca teknolojik bir ürün değil; aynı zamanda bilgi temelli bir vizyonun dışa açılan yüzü olduğunu gösteriyor. Özetle, bu cihaz, biyoyazıcı sistemlerinin masaüstü kullanımının ötesine geçerek, doku onarımı gereken alanlara yerinde uygulamayla entegre edildiği bir uygulama modeli ortaya koymaktadır.

■ **Böylesine ileri teknolojiye sahip bir ürünü 6 farklı ülkeye ihraç etmek çok büyük bir başarı. Bu ihracat süreci nasıl gelişti?**

Her şey bir ihtiyaçla başladı. Laboratuvarlarda geliştirilen biyomürekkeplerin, doğrudan hasarlı dokuya uygulama sırasında yaşanan zorluklar, bizi portatif, kullanıcı dostu ve çok işlevli bir sistem tasarlamaya yöneltti. Bu ihtiyaç sadece bizim değil, dünyanın farklı bölgelerindeki araştırmacıların da karşılaştığı ortak bir sorundu. Ürünü tasarlarken



Harvard Üniversitesi'nde doku mühendisliği alanındaki doktora sonrası araştırmalarımı yürüttüğüm dönemde biyoteknolojinin yalnızca laboratuvarlara değil, insanların yaşamına dokunan bir dönüşüm gücüne sahip olduğunu gördüm.

yalnızca teknolojik yetkinliği değil, evrensel kullanılabilirliği de gözetmeye çalıştık. Kullanım kolaylığı, modüler ışık sistemleri ve biyomalzeme dostu yapısıyla cihaz, kısa sürede uluslararası araştırmacıların dikkatini çekti. Patent başvurularımızı ve CE sertifikasyon sürecimizi tamamladıktan sonra, ürünümüzü bilimsel kongrelerde ve akademik iş birlikleri ile görünür hale getirdik. Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya gibi ileri teknoloji altyapısına sahip ülkelerden gelen talepler, bizim için hem bir onur hem de bir motivasyon kaynağı oldu. Bu ülkelerle birlikte toplam altı farklı ülkeye satış gerçekleştirdik. Bu ihracat süreci, sadece ticari bir başarı değil bilimsel ve teknoloji temelli iş birliğimizin de doğal ve anlamlı bir sonucuydu. Bugün baktığımızda, bu cihazın farklı laboratuvarlarda, bilim insanlarının bilimsel çalışmalarında kullanıldığını görmek, belki de geliştirdiğimiz teknolojinin en anlamlı çıktısı.

■ **Uluslararası pazarlara açılma süreci hakkında bilgi verir misiniz?**

Bir teknolojiyi geliştirmek, onu laboratuvarlarda kusursuz hale getirmek önemli bir başarı; fakat asıl başarı, o teknolojinin sınırları aşarak başka coğrafyalarda da anlam bulmasını sağlayabilmek. Bizim için uluslararası pazarlara açılmak, salt bir ticaret hedefinden çok daha fazlasıydı. Geliştirdiğimiz bilginin evrensel bir ihtiyaca yanıt verdiğini görme arzusuymdu. Süreç, ürünü geliştirirken gösterdiğimiz bilimsel titizliğin bir yansıması olarak başladı. Önce kendi ihtiyaçlarımızı anlayarak yola çıktık, ardından benzer zorlukların başka araştırmacılar tarafından

da deneyimlendiğini fark ettik. Bu farkındalıkla, ürünümüzü yalnızca yerel çözümler için değil, küresel ölçekte geçerli kılacak şekilde tasarladık. Her ayrıntı, farklı kullanıcı profillerine uyum sağlayacak esneklikte planlandı. Patent sürecinin tamamlanması, CE belgesinin alınması ve uluslararası iş birlikleriyle ürünün görünürlük kazanması, doğal olarak dış pazarlara açılmanın kapısını araladı. Bilimsel kongreler ve Ar-Ge platformlarında edindiğimiz araştırmacı bağlantıları, zamanla tanınırlığımızı artıran değerli iş birliklerine dönüştü. Amerika'dan Japonya'ya, farklı araştırma merkezlerinin bizimle temasa geçmesi, yalnızca ürünümüzün değil, yaklaşımımızın da karşılık bulduğunu gösterdi. Uluslararası pazara açılmak bizim için teknolojimizi sürekli olarak geliştireceğimiz, geri bildirimlerle yeniden şekillendireceğimiz uzun soluklu bir sürecin başlangıcı oldu. Her yeni ülke, her yeni kullanıcı, bizim Ar-Ge anlayışımızı daha da derinleştirdi.

■ Devlet destekleri ve kamu teşvikleri bu projede nasıl bir rol oynadı?

Bilimsel bir fikri ürüne dönüştürmek hem bilgi birikimiyle hem de sürdürülebilir kaynaklarla mümkün. Geliştirdiğimiz el tipi biyoyazıcının ortaya çıkış hikayesinde, bu anlamda devlet destekleri ve kamu teşviklerinin çok belirleyici bir yeri var. İlk adımımızı, TÜBİTAK 1512 desteğiyle kurduğumuz girişimle attık. Bu destek, bizim için sadece bir sermaye değil, aynı zamanda fikrimize duyulan güvenin de somut bir göstergesiydi. Ardından gelen TÜBİTAK-TEYDEB 1507 ve 1501 proje destekleri, teknolojik geliştirme, prototipleme, validasyon gibi her aşamada bize hem kaynak hem yön sağladı. Kamu desteklerinin en kıymetli tarafı, finansal ve yapısal bir güven inşa ediyor olması. Risk alabilmenize, denemeye cesaret edebilmenize, başarısızlıkla karşılaştığınızda yeniden ayağa kalkabilmenize olanak tanıyor. Bizi özel sektördeki yatırımcılarla tanıştıran, üniversite-sanayi iş birliklerinin zeminini oluşturan da yine bu destek ekosistemi oldu. Bugün geldiğimiz noktada, ihracatı yapılan, patentle koruma altına alınmış ve yeni versiyonları Avrupa Birliği projeleriyle şekillenen bir üründen bahsediyorsak, bu başarıyı yalnızca bir fikre değil, o fikre güven duyan ve onu destekleyen kamu mekanizmalarına borçlu olduğumuzu söyleyebilirim.

■ Devlet destekleri ve kamu teşvikleri bu projede nasıl bir rol oynadı?

Bilimsel bir fikri ürüne dönüştürmek hem bilgi birikimiyle hem de sürdürülebilir kaynaklarla mümkün. Geliştirdiğimiz el tipi biyoyazıcının ortaya çıkış hikayesinde, bu anlamda devlet destekleri ve kamu teşviklerinin çok belirleyici bir yeri var. İlk adımımızı, TÜBİTAK 1512 desteğiyle kurduğumuz



girişimle attık. Bu destek, bizim için sadece bir sermaye değil, aynı zamanda fikrimize duyulan güvenin de somut bir göstergesiydi. Ardından gelen TÜBİTAK-TEYDEB 1507 ve 1501 proje destekleri, teknolojik geliştirme, prototipleme, validasyon gibi her aşamada bize hem kaynak hem yön sağladı. Kamu desteklerinin en kıymetli tarafı, finansal ve yapısal bir güven inşa ediyor olması. Risk alabilmenize, denemeye cesaret edebilmenize, başarısızlıkla karşılaştığınızda yeniden ayağa kalkabilmenize olanak tanıyor. Bizi özel sektördeki yatırımcılarla tanıştıran, üniversite-sanayi iş birliklerinin zeminini oluşturan da yine bu destek ekosistemi oldu. Bugün geldiğimiz noktada, ihracatı yapılan, patentle koruma altına alınmış ve yeni versiyonları Avrupa Birliği projeleriyle şekillenen bir üründen bahsediyorsak, bu başarıyı yalnızca bir fikre değil, o fikre güven duyan ve onu destekleyen kamu mekanizmalarına borçlu olduğumuzu söyleyebilirim.

■ Kullandığınız üretim teknolojileri, Ar-Ge süreçleriniz ve iş birlikleriniz hakkında bilgi verebilir misiniz?

El tipi biyoyazıcı sistemimizin geliştirilme sürecini, multidisipliner bir yaklaşımla tamamladık. Üretim teknolojilerimiz; hassas mekanik proseslerinin, yüzey işleme ve ileri entegrasyon tekniklerinin, güç yönetim sistemlerinin, optik tasarım metodolojilerinin, PCB devre kartı tasarım ve prototipleme teknolojilerinin doku mühendisliği yaklaşımıyla canlı hücrelerin hücre dışı matriksi taklit eden biyomalzemeler ile biyobasımına imkan verecek şekilde modifiye edilmesini içeriyor. Ar-Ge süreçlerimizi üniversiteler ve araştırma merkezleriyle yakın iş birlikleri içerisinde yürütüyoruz. Akademik ve ticari faaliyetleri eş zamanlı ve birbirini besleyecek şekilde sürdürmemiz, bu iş birliklerinde etkin rol almamızı sağlarken ortaklıklarımızın verimli ve sürdürülebilir biçimde ilerlemesine de katkı sağlıyor. Bu bağlamda, hali hazırda 10'un üzerinde ülke ve bu ülkelerden 20'yi aşkın firma ve üniversite ile aktif iş birliklerimiz devam ediyor. Söz konusu iş birlikleri, küresel sağlık sorunlarına yönelik

spesifik çözümler sunan teknolojilerin geliştirilmesine odaklanıyor. Bu ortaklıklardan elde edeceğimiz çıktılar ise, sınırları aşan bir teknoloji geliştirme ve üretim vizyonumuza katkı sağlıyor. Bizim için teknoloji geliştirmek yalnızca bir ürün ortaya koymak değil; aynı zamanda bir Ar-Ge kültürü inşa etmek. Bu noktada, kamu desteklerinin sunduğu güven ortamı bizim hikâyemizde belirleyici oldu. İlk adımı TÜBİTAK 1512 desteğiyle attık; bu program bize bir fikri ürüne dönüştürme cesareti verdi. Ardından TÜBİTAK 1507 ve 1501 destekleriyle teknik prototiplerimizi geliştirdik, deneysel altyapımızı kurduk, validasyon süreçlerimizi tamamladık ve yeni fikirler için alan açtık. KOSGEB İleri Girişimcilik Desteği ise üretim donanımlarından laboratuvar araçlarına kadar birçok bileşeni sistemli bir şekilde kurmamızı sağladı. Tüm bu süreçlerin sonunda ortaya sadece el tipi bir biyoyazıcı değil, aynı zamanda sürekli yeni projeler üreten ve bu projeleri ürün vizyonuna dönüştürebilen yerleşik bir Ar-Ge kültürü çıktı. Bugün firmamızda sürdürülebilirliği sağlayan şey yalnızca finansal kaynaklar değil, aynı zamanda bu kamu desteklerinin sunduğu yol açıcı güven ortamı.

diğer Avrupa Birliği projemizde ise, üretra mukozası ve çevresindeki corpus spongiosum dokusunun birlikte yeniden oluşturulmasına yönelik rejeneratif yaklaşımlar için, BioPen-X biyobaskı platformumuza farklı sıcaklıklarda kontrollü biyobaskıya olanak tanıyan entegre bir ısıtma-soğutma ünitesi geliştiriyoruz. Bu sıcaklık kontrollü yerinde (in situ) biyobaskı teknolojisinin, uygulama özelinde kullanılan biyomalzeme çeşitliliğini artıracığını, hem de klinik uygulamalara geçişte önemli bir adım olacağını değerlendiriyoruz. Ulusal projelerimizde ise, yerinde biyobaskı teknolojimizi yeni bir boyuta taşıma hedefimiz var. Bu bağlamda, koaksiyel yapıdaki biyobaskı sistemleri üzerine çalışmalara yoğunlaştık. Malzeme-malzeme etkileşimi üzerinden yapı oluşturma prensibine dayanan bu sistem, çok katmanlı ve fonksiyonel biyoyapılar elde etmemize olanak tanıyacak. Taşınabilirlik ilkesini koruyarak, bu teknolojiyi farklı alanlara da uyarlamaya yönelik çalışmalarımız da sürüyor. Geliştirdiğimiz sistemi çok yönlü ve farklı ihtiyaçlara yanıt verebilir hale getirmeye çeşitlendirmeye çalışıyoruz.

■ Ülkemizin biyoteknoloji alanında küresel rekabet gücünü artırması için sizce neler yapılmalı?

Biyoteknoloji, doğası gereği laboratuvarla sınırlı kalmayan; yaşamı, sağlığı ve geleceği şekillendiren çok boyutlu multidisipliner bir alan. Bence bu alanda küresel rekabet gücü kazanmak yalnızca nitelikli projeler üretmekle olmuyor, bu projelerin beslendiği ekosistemi de doğru kurgulamak gerekiyor. Öncelikle disiplinler arası geçişkenliği yüksek bir araştırma kültürünün yaygınlaştırılması gerekiyor. Biyoteknoloji; malzeme bilimi, genetik, yazılım, tasarım ve hatta etik gibi pek çok alanla kesişiyor. Bu nedenle araştırma ortamlarının bu geçişkenliği teşvik edecek şekilde esnek, açık ve yaratıcı bir yapıya kavuşturulması büyük önem taşıyor. Bir diğer temel gereklilik, fikri mülkiyet bilincinin erken aşamada kazandırılması. Akademide üretilen bilginin ticarileşebilmesi için sadece teknoloji yeterli değil; bu teknolojinin korunması, yönetilmesi ve stratejik olarak konumlandırılması da önemli. Bu bilinç ne kadar erken yerleşirse, bilgi o kadar hızlı katma değere dönüşecektir. Ayrıca, kamu desteklerinin daha uzun süreli Ar-Ge modellerini teşvik edecek şekilde yapılandırılması, girişimlerin yalnızca kurulmasını değil, sürdürülebilirliğini de sağlayacağını düşünüyorum. Biyoteknoloji ürünlerinin olgunlaşma süresi doğası gereği uzun soluklu; bu nedenle sabırlı, esnek ve vizyoner destek mekanizmalarına ihtiyaç var. Bu noktada, belki en kritik noktalardan biri: nitelikli insan kaynağına yatırım. Genç araştırmacıların teknik bilgiyle değil, sorgulayıcı düşünme ve yenilikçi problem çözme becerileriyle donatılması önemli. Biyoteknolojide küresel güç olmak, insan potansiyeline yapılan uzun vadeli yatırımlarla mümkün.

■ Üzerinde çalıştığınız projeler ya da yakın gelecekte planladığınız yenilikçi girişimler var mı?

Evet, şu anda hem ulusal hem uluslararası ölçekte yürüttüğümüz çok sayıda projeye oldukça dinamik bir dönemin içindeyiz. Uluslararası boyutta, aktif olarak yürüttüğümüz iki Avrupa Birliği projemiz bulunuyor. Bu projelerde partner olarak yer alıyoruz. TENTACLE isimli projemizde temel hedefimiz, geliştirmiş olduğumuz mevcut teknolojiyi bambaşka bir teknoloji olan kolonoskopik biyobaskı uygulamalarına adapte edebilmek. Mevcut el tipi biyoyazıcı sistemimizin çekirdek bileşenlerini, endoskopik cerrahiye entegre edilebilecek inovatif bir biyoyazıcı başlığa dönüştürmenin yollarını araştırıyoruz. Bu teknolojik dönüşüm ile biyobaskı teknolojisinin klinik uygulama yolunda vücut içi uygulamalara doğru ilerleyişinde kritik bir yol kat etmiş olacağız. STRONG-UR isimli



BAŞKAN ŞEKER G20 ZİRVESİNDE

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker ve TÜBA Asli Üyesi Prof. Dr. Ahmet Nuri Yurdusev, G20 Zirvesi kapsamındaki "G20 Bilim Başdanışmanları Üst Kurulu Yuvarlak Masa Toplantısı"na katıldı.



TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Güney Afrika'nın Pretoria şehrinde gerçekleştirilen G20 Zirvesi kapsamındaki "G20 Bilim Başdanışmanları Üst Kurulu Yuvarlak Masa Toplantısı"na (G20 Chief Science Advisers Roundtable-CSAR) katıldı. 2025 yılında "Herkesi kapsayan insani kalkınma ve küresel sürdürülebilirlik için eşitlik temelli bilim, teknoloji ve yenilikçilik" temalı belirlenen CSAR Toplantısında Asya Bilim Akademileri ve Toplulukları Birliği (AASSA) Başkanı ve TÜBA Asli Üyesi Prof. Dr. Ahmet Nuri Yurdusev de yer aldı.

İlk defa Hindistan'ın G20 Dönem Başkanlığında toplanan ve bilim, teknoloji ve inovasyon politikaları ile bu politikaların ulusal ve uluslararası karar alma süreçlerindeki önemi açısından kendine özgü bir rol edinen CSAR, Güney Afrika Ulusal İnovasyon Danışma Konseyi tarafından organize edildi.

Toplantı; Güney Afrika küresel G20 bilim, teknoloji ve inovasyon (Science, Technology and Innovation-STI) eşitsizliklerinin temel nedenlerini incelemek ve bu temel zorlukların aşılması için yaklaşım ve stratejiler belirlemek üzere önemli bir platform sundu. CSAR'ın hem teması hem de odak noktası, G20 Zirvesi'nin temel tematik hedefleri olan "Dayanışma, Eşitlik ve Sürdürülebilirlik" ile tamamen uyumlu olacak şekilde kurgulandı.

Toplantı Ulusal İnovasyon Danışma Konseyi (NACI) Genel Müdürü Dr. Mlungisi Cele'nin konuşmasıyla başladı. Düzenlenen üç oturumda küresel bilim, teknoloji ve inovasyon eşitsizliğinin temel etkenleri ve etkileri, Kuzey-Güney araştırma iş birliklerinde dışlanma dinamikleri ve bilgiye erişimi ve eşitliği engelleyen

temel unsurları, G20 ile Afrika kıtası, Küresel Güney ve genel olarak gelişmekte olan dünya arasında sinerjik ve stratejik iş birliği fırsatları ele alındı.

Türkiye için dayanışma, politika ve kaynaklara yansıyan somut bir taahhüt

Tüm oturumlarda bilim ve teknolojinin toplumsal gelişimdeki belirleyici rolünün artık tartışmasız olduğunu ifade eden Başkan Şeker "Bu ilerlemenin kazanımları tüm dünyada eşit şekilde paylaşılmıyor. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki yapısal eşitsizlikler, küresel bilgi sisteminin adil ve kapsayıcı bir şekilde işlemlerini engelliyor. Türkiye, bu eşitsizliklerin giderilmesi için bilimin kamusal bir sorumluluk olduğunu her fırsatta vurguluyor; yerel kapasiteyi önceleyen, iş birliğine dayalı ve şeffaf bir yaklaşımı savunuyor." dedi.

Prof. Şeker şöyle konuştu "Bu çerçevede, küresel bilgi sisteminin sadece erişimle değil, bilginin üretilme ve paylaşılma süreçlerinde de adil olması gerektiğinin altını çizerek konuşmasına devam eden Prof. Dr. Muzaffer Şeker şöyle konuştu "Yerel bilgi ve çok dillilik gibi unsurların sistemli şekilde dahil edilmesi; ortaklıkların eşit söz hakkı, finansman ve yönetim açısından daha dengeli kurulması gerekiyor. G20 girişimlerinin de Afrika, Küresel Güney ve gelişmekte olan bölgelerin özgün ihtiyaçlarına uygun şekilde şekillenmesi, yalnızca teknik destek değil, yerel liderliği güçlendiren, uzun vadeli ve kapsayıcı yapılarla mümkün. Türkiye, dayanışmayı yalnızca bir söylem değil, politika ve kaynaklara yansıyan somut bir taahhüt olarak görüyor." dedi.

Fonksiyonel Gıdalar ve Fitokimyasalların Sağlığa Katkısı

Prof. Dr. Kazım Şahin

TÜBA Asli Üyesi, Fırat Üniversitesi Öğretim Üyesi

Arş. Gör. Gözde Erek

Fırat Üniversitesi Öğretim Üyesi



Özet

Son yıllarda kronik hastalıkların önlenmesi ve sağlıklı yaşamın desteklenmesinde fonksiyonel gıdalar ve fitokimyasallar büyük önem kazanmıştır. Fonksiyonel gıdalar; yalnızca besin ögesi sağlamakla kalmayıp, içerdikleri biyoaktif bileşiklerle (örneğin polifenoller, flavonoidler, karotenoidler) antioksidan, antiinflamatuvar, antikanser ve bağışıklık güçlendirici etkiler göstererek fizyolojik süreçleri olumlu yönde etkiler. Bu ürünler geleneksel (örneğin meyve, sebze), zenginleştirilmiş (örneğin omega-3 içeren süt) veya probiyotik-prebiyotik içerikli gıdalar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu derleme, bazı fonksiyonel gıdaların içerdiği fitokimyasalların etkilerini ayrıntılı olarak incelemekte ve bu bileşiklerin sağlık üzerindeki etkilerini açıklamaktadır. Fitokimyasalların öne çıkan başlıca etkileri arasında antioksidan, antiinflamatuvar, antikanser, nöroprotektif, kolesterol ve kardiyovasküler koruyucu ile bağışıklık sistemini düzenleyici etkiler yer almaktadır. Makale ayrıca fitokimyasalların bağırsak mikrobiyotası ile çift yönlü ilişkisini de vurgular. Bu bileşikler hem mikrobiyota tarafından metabolize edilerek aktif türevlere dönüştürülür hem de probiyotik bakterilerin gelişimini destekleyerek mikrobiyotanın kompozisyonunu iyileştirir. Teknolojik gelişmeler (biyofortifikasyon, mikroenkapsülasyon, fermentasyon) ve düzenle-

yici çerçeveler (FDA, DSHEA gibi) ile fonksiyonel gıda ve takviyelerin etkinliği ve güvenliği artırılmaktadır. Ayrıca, bu alandaki gelişmelerin sürdürülebilir tarım, bireyselleştirilmiş beslenme, sağlık politikaları ve dijital sağlık teknolojileriyle entegre edilmesi gerektiği de vurgulanmaktadır.

Giriş

Son yıllarda sağlıklı yaşamın sürdürülmesi ve kronik hastalıkların önlenmesine yönelik stratejilerde, doğal kaynaklı biyoaktif bileşiklerin önemi giderek artan bir şekilde vurgulanmaktadır. Bu kapsamda, yalnızca temel besin öğelerini sağlamakla kalmayıp fizyolojik işlevleri destekleyerek sağlık üzerinde olumlu etkiler gösteren fonksiyonel gıdalar, modern beslenme biliminin merkezine yerleşmiştir. “Nutrasötik” ya da “tasarlanmış gıdalar” olarak da tanımlanan bu ürünler, özellikle kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, obezite, kanser ve nörodejeneratif bozukluklar gibi bulaşıcı olmayan kronik hastalıkların önlenmesinde stratejik bir rol üstlenmektedir.

Fonksiyonel gıdalar kavramı ilk kez 1980’li yıllarda Japonya’da, Sağlık ve Refah Bakanlığı öncülüğünde ortaya atılmış ve “Belirlenmiş Sağlık Amaçlı Gıdalar”

(FOSHU) düzenlemesi ile tanımlanmıştır. Bu düzenleyici çerçeve, fonksiyonel gıdaların Kuzey Amerika ve Avrupa'da da kabul görmesinin önünü açmıştır (Heasman & Mellentin, 2001). İnsan ve hayvanlar üzerinde yapılan epidemiyolojik ve klinik araştırmalar, meyve, sebze, tam tahıl ve fermente ürünler gibi fonksiyonel gıdaların kronik hastalık riskini azalttığını göstermektedir (Karasawa & Mohan, 2018). Günümüzde fonksiyonel gıdalar, yalnızca hastalık riskini azaltma değil, aynı zamanda yaşam kalitesini artırma potansiyeliyle de ön plana çıkmaktadır. Fonksiyonel gıdalar genel olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır: (1) doğal olarak fonksiyonel olan gıdalar (örneğin, yaban mersini, ceviz, yeşil çay), (2) belirli biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilmiş veya modifiye edilmiş gıdalar (örneğin, omega-3 ile zenginleştirilmiş süt ürünleri), ve (3) probiyotik ve prebiyotik içeriğe sahip fonksiyonel ürünler (örneğin, inülin katkılı yoğurtlar) (Diplock vd., 1999; Granato vd., 2010).

Fonksiyonel gıdalar, özellikle Batı tipi diyetin egemen olduğu toplumlarda artan metabolik bozukluk prevalansına karşı umut vadeden stratejiler arasında yer almaktadır. Örneğin, β -glukan içeren yulaf ürünlerinin LDL kolesterolü düşürdüğü (Tiwari & Cummins, 2011) triglyceride/triacylglycerol (TGL/TAG, domates ve karotenoid zengini gıdaların anti-kanser etkiler gösterdiği (Rao & Rao, 2007), yeşil çayın ise glukoz metabolizması üzerinde dengeleyici etkiler sunduğu bildirilmektedir (Nagao vd., 2007). Aynı şekilde, fermente süt ürünleri içindeki probiyotik mikroorganizmaların, gastrointestinal sağlığı iyileştirdiği ve bağışıklık sistemini modüle ettiği kanıtlanmıştır (Saad vd., 2013).

Geleneksel olarak birincil (karbonhidrat, protein, lipid) ve ikincil metabolitler arasında keskin bir ayrım yapılsa da, günümüzde birçok fitokimyasalın glikoliz ve şeker metabolizması gibi temel biyokimyasal yollardan türediği gösterilmiş ve bu ayrımın yeniden değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Fitokimyasallar; flavonoidler, fenolik asitler, stilbenler, lignanlar, alkaloidler ve terpenoidler gibi çok çeşitli kimyasal sınıflara ayrılmakta ve düşük dozlarda dahi antioksidan, anti-inflamatuvar, immünmodülatör ve metabolik dengeleyici etkiler gösterebilmektedir. Bu moleküller; reaktif oksijen türlerinin nötralizasyonu, hücre içi sinyal yollarının düzenlenmesi, gen ekspresyonunun modülasyonu ve bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesi gibi mekanizmalar üzerinden çok yönlü biyolojik işlevler üstlenmektedir. Bu çalışma, yürütülen deneysel ve klinik araştırmalardan elde edilen bulgular ışığında, başta polifenoller olmak üzere farklı fitokimyasal grupların sağlık üzerindeki etkilerini, moleküler mekanizmalarıyla birlikte kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Fonksiyonel gıdaların sağlık üzerindeki olumlu etkileri büyük ölçüde içerdiği fitokimyasallar sayesinde gerçekleşmektedir. Bitkilerin büyüme ve savunma süreçlerinde sentezlenen, fakat doğrudan yaşamsal faaliyetlerde görev almayan bu moleküller, 1891 yılında "ikincil metabolitler" olarak tanımlanmıştır.

Fonksiyonel gıdaların ve fotokimyasalların sınıflandırılması

Fonksiyonel gıdalar, içeriklerine ve sağlık üzerindeki etkilerine göre üç ana kategori altında sınıflandırılmaktadır:

Geleneksel Fonksiyonel Gıdalar: Geleneksel fonksiyonel gıdalar, herhangi bir endüstriyel işleme veya zenginleştirme işlemine tabi tutulmadan, doğal halleriyle tüketilen ve sağlık üzerinde destekleyici etkileri bulunan besinlerdir. Bu gıdalar, yalnızca temel besin öğelerini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda içeriklerindeki doğal biyoaktif bileşikler sayesinde bağışıklık sistemini güçlendirme, sindirim sağlığını destekleme, kalp-damar hastalıkları riskini azaltma gibi çeşitli faydalar sunar. Meyve ve sebzeler, antioksidanlar ve vitaminler yönünden zengindir; tam tahıllar, yüksek lif içerikleriyle bağırsak sağlığını destekler; baklagiller, bitkisel protein ve fitoöstrojen kaynağıdır; süt ürünleri, kalsiyum ve probiyotik içerikleriyle kemik ve sindirim sağlığına katkı sağlar; balık ise içerdiği omega-3 yağ asitleriyle kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu rol oynar. Bu temel besinler, düzenli olarak tüketildiklerinde hastalıkların önlenmesine ve genel sağlık durumunun iyileştirilmesine yardımcı olabilir.

Zenginleştirilmiş veya işlenmiş Fonksiyonel Gıdalar: Zenginleştirilmiş veya işlenmiş fonksiyonel gıdalar, doğal halleriyle sahip oldukları besin değerlerinin ötesine geçecek şekilde, belirli besin öğeleri ya da sağlığa faydalı biyoaktif bileşiklerle takviye edilerek işlenmiş ürünlerdir. Bu tür gıdaların amacı, sadece temel besin ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda belirli sağlık yararları sağlayarak hastalık riskini azaltmak ve fizyolojik fonksiyonları desteklemektir. Bu ürünlerde sıklıkla kullanılan takviye edici bileşenler arasında vitaminler (örneğin vitamin D, B12), mineraller (örneğin kalsiyum, demir), diyet lifi (örneğin inülin, beta-glukan), omega-3 yağ asitleri, bitkisel steroller ve probiyotik mikroorganizmalar yer alır. Örnek olarak, D vitamini ilave edilmiş sütler, probiyotik bakteriler içeren yoğurtlar ve fitosterollerle zenginleştirilmiş margarinler verilebilir. D vitamini ile zenginleştirilmiş süt, kemik sağlığını desteklerken D vitamini eksikliğini önlemeye yardımcı olur. Probiyotik içeren yoğurt-

lar, bağırsak mikrobiyotasını dengeleyerek sindirim ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler sağlar. Fitos-terol ilaveli margarinler ise kolesterol emilimini azaltarak kalp-damar hastalıkları riskini düşürmeye katkıda bulunur. Bunun dışında, omega-3 yağ asitleriyle zenginleştirilmiş yumurtalar ve lif ilaveli kahvaltılık gevrekler gibi ürünler de bu kategoriye girer. Bu tür gıdalar, hem bireysel besin eksikliklerinin giderilmesine hem de toplum genelinde koruyucu sağlık yaklaşımının güçlendirilmesine katkı sağlar.

Prebiyotik ve Probiyotik İçeren Gıdalar: Sindirim sistemini ve bağışıklık fonksiyonlarını destekleyen canlı mikroorganizmalar (probiyotikler) veya onların büyümesini teşvik eden sindirilemeyen karbonhidratlar (prebiyotikler) içeren ürünlerdir (Gibson & Roberfroid, 1995). Probiyotikler, yeterli miktarda alındıklarında konakçı organizmaya sağlık yararı sağlayan, genellikle bağırsak florasında doğal olarak bulunan canlı bakterilerdir. En yaygın kullanılan probiyotik türleri arasında *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsleri yer alır. Bu mikroorganizmalar, bağırsak mikrobiyotasının dengesini korumaya yardımcı olur, zararlı patojenlerin çoğalmasını engeller, bağışıklık sistemini güçlendirir ve bazı vitaminlerin (örneğin K ve B grubu vitaminler) sentezine katkı sağlar. Prebiyotikler ise sindirilemeyen karbonhidratlardır ve doğrudan insan hücreleri tarafından sindirilmeyip kalın bağırsağa kadar ulaşarak burada yerleşik yararlı bakteriler tarafından fermente edilir. Bu bileşikler, özellikle inülin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) gibi lif türlerinden oluşur. Prebiyotikler, probiyotik mikroorganizmaların büyümesini ve çoğalmasını teşvik ederek bağırsak florasında simbiyotik dengeyi güçlendirir. Bu tür gıdalara örnek olarak, inülin katkılı yoğurtlar, prebiyotik lif içeren süt ürünleri, fermente içecekler (örneğin kefir ve kombu çayı), probiyotik tabletler veya prebiyotik zenginleştirilmiş kahvaltılık gevrekler gösterilebilir. Probiyotik ve prebiyotik içeren ürünlerin birlikte kullanımı ise simbiyotik olarak adlandırılır ve sinerjik etkileri sayesinde hem mikrobiyal dengeyi korur hem de bağışıklık fonksiyonlarını daha etkin şekilde destekler.

Fonksiyonel gıdalar genellikle düşük miktarlarda biyolojik olarak aktif bileşenler içerir de, bu bileşenler moleküler düzeyde önemli etkiler gösterebilir. Başta

polifenoller, flavonoidler, karotenoidler, alkaloidler ve glukozinolatlar olmak üzere çeşitli fitokimyasal gruplar; oksidatif stresin azaltılması, inflamasyonun baskılanması, metabolik dengenin sağlanması ve bağışıklık yanıtlarının düzenlenmesi gibi pek çok temel biyolojik süreci etkileyerek sağlık üzerinde koruyucu ve iyileştirici rol oynayabilir (Tablo 1).

Fonksiyonel gıdalarda bulunan fitokimyasalların sınıflandırması

Fitokimyasalların sağlık üzerindeki etkilerini tam anlamıyla kavrayabilmek için, bu bileşiklerin kimyasal yapılarına ve biyolojik aktivitelere göre nasıl sınıflandırıldıklarının anlaşılması gerekmektedir. Bu bağlamda, polifenoller (flavonoidler, fenolik asitler, stilbenler), terpenoidler, alkaloidler, glukozinolatlar ve kükürt/nitrojen içeren bileşikler gibi gruplar altında incelenen fitokimyasallar, hem bitkisel kaynaklarına hem de farmakolojik etki mekanizmalarına göre çeşitlilik göstermektedir.

1. Polifenoller

Fonksiyonel gıdalarda bulunan biyoaktif bileşikler arasında polifenoller (Tablo 2), bitkisel kaynaklı diyetlerin temel bileşenlerinden biri olarak öne çıkar. Bitkilerde doğal olarak sentezlenen bu ikincil metabolitler, flavonoidler, lignanlar, stilbenler ve fenolik asitler olmak üzere dört ana gruba ayrılır. Polifenoller, vücutta oksidatif stres, kronik inflamasyon ve metabolik bozukluklara karşı koruyucu etkiler göstererek pek çok kronik hastalığın önlenmesinde rol oynar (Rudrapal vd., 2022). Çay, bitter çikolata, orman meyveleri, elma, soğan, üzüm ve yeşil yapraklı sebzeler polifenol açısından zengin besinler arasında yer alır ve sağlıklı beslenme düzeninin önemli bir parçası olarak kabul edilir. Polifenoller, reaktif oksijen türlerini etkisiz hale getirerek hücre hasarı önler, iltihap oluşturan sitokinlerin üretimini baskılar, kan lipidlerini ve tansiyonu dengeler, insülin duyarlılığını artırır ve bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek sağlık üzerinde çeşitli yararlar sağlar. Quercetin ve resveratrol gibi polifenoller, özellikle kalp sağlığı, iltihap kontrolü ve beyin fonksiyonlarının korunması açısından dikkat çeker. Kakao kaynaklı flavan-3-oller, kalp krizi, inme ve tip 2 diyabet gibi hastalıkların riskini azaltma potansiyeli taşır. Ayrıca, polifenoller ile bağırsak mikrobiyotası arasında karşılıklı bir etkileşim vardır. Bu bileşikler,



Tablo 1. Fonksiyonel Gıdalar, İçerdikleri Biyoaktif Bileşikler ve Sağlık Üzerine Etkileri

Fonksiyonel Gıda	Biyoaktif Bileşik	Sağlık Üzerine Etkisi
Yeşil çay	Epigallocateşin gallat (EGCG)	Antioksidan, antiinflamatuvar, antikanser
Zerdeçal	Kurkumin	Antioksidan, antiinflamatuvar, tümör baskılayıcı
Bitter çikolata	Flavan-3-oller	Kardiyovasküler koruma, insülin hassasiyeti artışı
Sarımsak	Allicin	Bağışıklık güçlendirme, antimikrobiyal
Yoğurt	Lactobacillus, Bifidobacterium	Bağırsak sağlığı, bağışıklık dengesi
Brokoli	Sulforafan	Detoksifikasyon enzimlerini aktive eder, kanser önleyici
Kırmızı üzüm	Resveratrol	Kalp sağlığı, yaşlanma karşıtı etki
Soğan	Quercetin	Nöroprotektif, antihipertansif
Domates	Likopen	Prostat kanseri riskini azaltma, antioksidan
Yulaf	Beta-glukan	Kolesterol düşürücü, prebiyotik etki
Kırmızı Pancar	Betalainler	Antioksidan, vasküler fonksiyonları destekler, iltihap önleyici
Kefir	Probiyotik bakteriler (Lactobacillus spp.)	Bağırsak mikrobiyotasını dengeleyici, bağışıklık güçlendirici
Zencefil	Gingeroller, shogaoller	NF-κB inhibisyonu ile antiinflamatuvar etki, sindirim sistemi düzenleyici
Aronya (Siyah Yaban Mersini)	Antosiyaninler	Endotel fonksiyonu iyileştirici, oksidatif stres azaltıcı
Avokado	Fitosteroller, oleik asit	LDL kolesterol düşürücü, antiinflamatuvar, mitokondri fonksiyonunu destekleyici
Nar	Punikalagin, ellagik asit	Prostat ve meme kanserine karşı koruyucu, antioksidan ve antiinflamatuvar

mikrobiyota tarafından daha aktif türevlere dönüştürülürken aynı zamanda faydalı bakterilerin çoğalmasını teşvik ederek mikrobiyal dengeyi destekler.

Polifenoller, ağızda ve midede parçalanmaya başlar, ince bağırsakta emilerek kana geçer ve karaciğerde metabolize edilir. Bu süreçte bazıları enzimlerle değişikliğe uğrar veya proteinlerle bağlanabilir. Sonrasında genellikle böbrekler yoluyla vücuttan atılır. Bu metabolik süreçler; bireyin genetik yapısı, beslenme biçimi ve genel sağlık durumu gibi faktörlerden etkilenir ve polifenollerin biyolojik etkilerinde kişisel farklılıklara yol açabilir.

Aşağıdaki tablo (Tablo 2), başlıca fitokimyasal alt grupları, bu gruplarda yer alan öne çıkan aktif bileşenleri, doğal olarak bulundukları besin kaynaklarını ve vücut içindeki emilim, metabolizma ve atılım süreçlerine ilişkin temel özellikleri özetlemektedir. Bu bilgiler, fonksiyonel gıdalarda bulunan fitokimyasalların biyoyararlanım düzeylerini ve potansiyel sağlık yararlarını daha iyi anlamak açısından önem taşımaktadır.

II. Terpenoidler

Terpenoidler, bitkilerde doğal olarak sentezlenen ve çoğunlukla aromatik özelliklere sahip olan geniş bir biyoaktif bileşik grubudur. Genellikle uçucu yağların yapısında bulunan bu bileşikler, bitkilerin çevresel streslere karşı savunmasında rol oynarken insan sağ-

lığı açısından da çeşitli faydalar sunar. Terpenoidler, kimyasal yapılarına göre farklı alt gruplara ayrılır ve antiinflamatuvar, antiviral, antioksidan ve hücre yenileyici özellikler gibi çeşitli fizyolojik etkilere sahiptir. Tablo 3'te, başlıca terpenoid alt grupları olan karotenoidler, monoterpenler ve diterpenler, bu gruplarda yer alan önemli temsilci bileşikler, doğal besin kaynakları ve sağlığa ilişkin özellikleriyle birlikte sunulmuştur. Karotenoidler, yağda çözünen pigmentler olup A vitamini öncüsü ve güçlü antioksidanlar olarak görev yaparken; monoterpenler, bitkisel aromalarda yer alan uçucu bileşiklerdir ve kolay emilimleri sayesinde analjezik ve antiviral etkiler gösterebilir. Diterpenler ise özellikle retinoik asit türevleriyle hücre büyümesi, farklılaşması ve yenilenmesi üzerinde etkili bileşiklerdir. Bu bileşiklerin hem geleneksel beslenmede hem de farmakolojik uygulamalarda önemli roller oynadığı bilinmektedir.

III. Kükürt içeren bileşikler

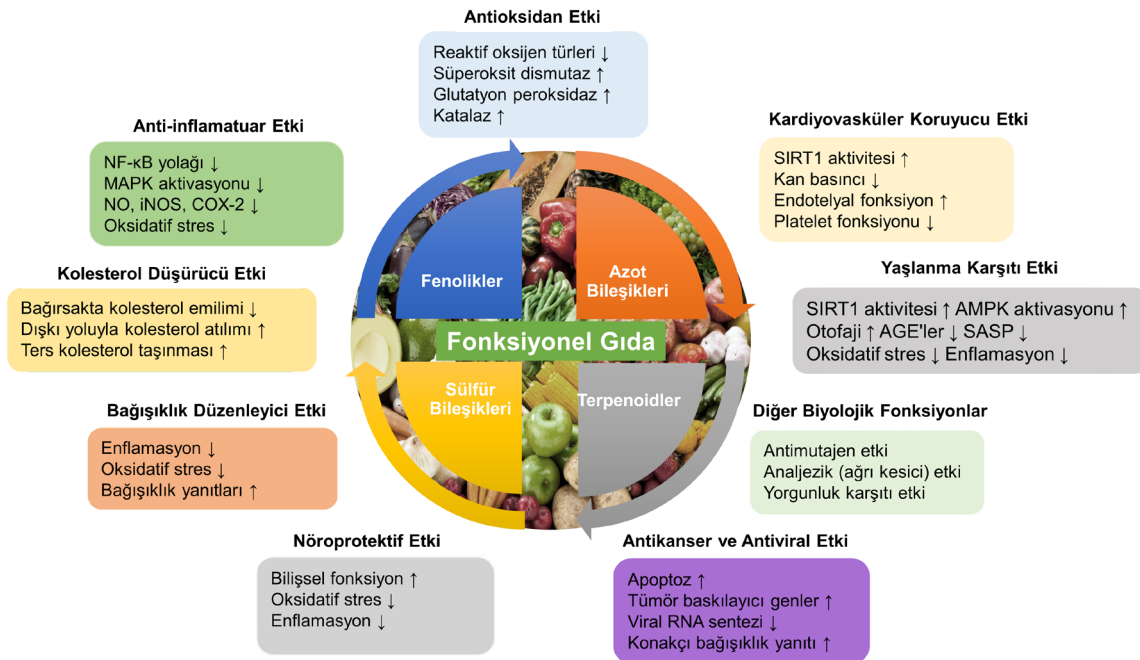
Kükürt içeren fitokimyasallar, özellikle sarımsak, soğan, brokoli, lahana ve karnabahar gibi sebzelerde doğal olarak bulunan ve sağlık açısından önemli biyolojik etkiler gösteren bileşiklerdir. Bu bileşikler, vücutta toksik maddelerin etkisiz hale getirilmesinde görev alan detoksifikasyon enzimlerini uyarak karaciğerin temizleyici işlevini destekler. Aynı zamanda antikanserojen, antioksidan ve antimikrobiyal

Tablo 2. Fitokimyasal Alt Gruplar, Biyoaktif Bileşenleri, Doğal Kaynakları ve Farmakokinetik Özellikleri

Alt Grup	Aktif Bileşikler	Kaynaklar	Özellikler
Flavonoidler	Quercetin, Naringenin, Catechin	Elma, üzüm, soğan, çay, turuncgiller	Glikozid formunda alınır; ince bağırsakta emilir; glukuronidasyon ve metilasyonla atılır
Flavanoller	Kateşinler	Yeşil çay, kakao, üzüm	İnce bağırsakta emilir; mikrobiyota tarafından fenolik asitlere çevrilir
Antosiyaninler	Siyano-3-glukosid	Yaban mersini, siyah pirinç, kırmızı lahana	Suda çözünür; mide ve ince bağırsakta düşük biyoyararlanım; kolonda mikrobiyal dönüşüm
Proantosiyanidinler	Kateşin oligomerleri	Üzüm çekirdeği, kızılcık	Polimerleşme derecesine bağlı emilim; kolonda fermente olarak fenolik bileşiklere dönüşür
Stilbenler	Resveratrol	Kırmızı şarap, fıstık, yaban mersini	Trans formu biyolojik olarak aktiftir; emilir, hızla glukuronidasyon ve sülfatlanmaya uğrar
Fenolik Asitler	Kafeik asit, ferulik asit	Tam tahıllar, kahve	İnce bağırsakta emilir, karaciğerde metabolize edilir
Lignanlar	Secoisolariciresinol	Keten tohumu, susam	Mikrobiyota tarafından enterolaktonlara çevrilerek emilir

özellikleriyle bağışıklık sistemine katkı sağlar. Bu grupta yer alan başlıca bileşiklerden biri olan allicin, sarımsak ve soğanda bulunur. Allicin, özellikle mide enfeksiyonlarına neden olan *Helicobacter pylori* gibi zararlı mikroorganizmaların yok edilmesinde etkilidir. Ayrıca serbest radikalleri nötralize ederek hücre hasarını önleyen güçlü bir antioksidan etki gösterir. Bir diğer önemli bileşik grubu glukozinolatlardır. Bu bileşikler brokoli, lahana ve karnabahar gibi sebzelerde

bulunur ve sindirim sırasında izotiyosiyanatlara dönüşerek vücutta detoksifikasyon süreçlerini başlatır. Böylece, potansiyel olarak zararlı kimyasalların ve kanserojenlerin vücuttan atılmasına yardımcı olur. Kükürt içeren bu doğal bileşikler, düzenli sebze tüketimi yoluyla alınarak kronik hastalıkların önlenmesine katkı sağlayabilir ve genel sağlığın korunmasında destekleyici bir rol üstlenir.



Şekil 1. Fonksiyonel gıdalar ve fitokimyasalların etki mekanizmaları (Yang ve Ling, 2025, uyarlanmıştır). AGE: ileri glikasyon son ürünü; AMPK: AMP ile aktive olan protein kinaz; COX: siklooksijenaz; iNOS: uyarılabilir nitrik oksit sentaz; MAPK: mitojenle aktive olan protein kinaz; NF-κB: nükleer faktör kappa B; NO: nitrik oksit; SIRT1: sirtuin-1

Tablo 3. Terpenoid ve Karotenoid Alt Grupları: Temsilci Fitokimyasallar, Kaynaklar ve Fizyolojik Özellikler

Alt Grup	Temsilci Bileşikler	Kaynaklar	Özellikler
Karotenoidler	Beta-karoten, Lutein	Havuç, ıspanak, domates	Yağda çözünen pigmentler; provitamin A kaynağı; antioksidan aktivite
Monoterpenler	Limonen, Mentol	Narenciye kabukları, nane	Lipofilik; kolay emilir; analjezik ve antiviral etkiler gösterebilir
Diterpenler	Retinoidler	Balık yağı, karaciğer	Retinoik asit türevleri ile hücre büyümesi ve diferansiyasyon etkisi

IV. Azot içeren ve diğer bileşikler

Azot içeren ve diğer biyoaktif bileşikler, bitkisel ve hayvansal kaynaklı fonksiyonel gıdalarda doğal olarak bulunan ve sağlık üzerinde çeşitli fizyolojik etkiler gösteren bileşiklerdir. Bu grup genellikle alkaloid yapısındaki maddeler ve bazı amino asit türevlerinden oluşur. Nöroprotektif (sinir hücrelerini koruyucu), antiinflamatuvar (iltihap önleyici) ve enerji metabolizmasını düzenleyici etkileriyle dikkat çekerler. Bu bileşiklerden biri olan kafein, kahve ve çay gibi içeceklerde bulunur ve merkezi sinir sistemini uyarak uyanıklık, dikkat ve zihinsel performansı artırıcı etki gösterir. Teobromin, kakao ve çikolata ürünlerinde yer alır; damar genişletici (vazodilatör) etkisi sayesinde kan akımını artırarak kalp ve damar sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlar. Betain ise pancar ve tam tahıllarda bulunur; vücutta metil donörü olarak görev yapar ve bu sayede homosistein düzeylerini düşürerek kardiyovasküler risk faktörlerini azaltabilir. Bunun yanında, hormon benzeri ve metabolik düzenleyici özellikleriyle öne çıkan bazı fitokimyasallar da bu gruba dahil edilir. Örneğin, saponinler baklagiller ve soyada bulunur; kolesterolü düşürücü etkileriyle bilinir ve karaciğer fonksiyonlarını destekler. Fitoöstrojenler ise soya ve keten tohumunda yer alır ve östrojen benzeri etkileri sayesinde özellikle menopoz dönemindeki kadınlarda hormon dengesine katkı sağlayarak semptomların hafifletilmesine yardımcı olur. Bu bileşikler, fonksiyonel gıdalar aracılığıyla alındığında, yalnızca besleyici olmakla kalmaz; aynı zamanda çeşitli sistemleri destekleyerek genel sağlık üzerinde koruyucu ve dengeleyici roller üstlenir.

Fitokimyasalların etki mekanizmaları

Bitkiler tarafından üretilen ve insan sağlığı üzerinde fizyolojik etkiler gösterebilen doğal biyoaktif bileşiklerdir. Yalnızca bitkilerin savunma ve

adaptasyon süreçlerinde değil, aynı zamanda insan sağlığının korunmasında da çok yönlü biyolojik etkiler göstermektedir. Bu moleküller, meyve, sebze, tahıl, baklagil, baharat, bitki çayları ve fonksiyonel gıdalar gibi bitkisel kaynaklarla alınır. Diyetle alındıklarında; oksidatif stresin azaltılması, inflamasyonun baskılanması, hücre proliferasyonunun düzenlenmesi ve bağışıklık yanıtlarının modülasyonu gibi çeşitli mekanizmalar üzerinden kronik hastalıkların önlenmesine katkı sağlarlar. Bu bölümde, fitokimyasalların en yaygın ve bilimsel olarak kanıtlanmış etki mekanizmaları özetlenmiştir.

1. Antioksidan etki

Fitokimyasallar, özellikle polifenoller ve flavonoidler, reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif azot türleri (RNS) gibi zararlı molekülleri nötralize ederek oksidatif stresin neden olduğu hücresel hasarı önemli ölçüde azaltırlar. Antosiyaninler, resveratrol ve β -karoten gibi moleküller; hücrelerin zararlarını korur, DNA'nın zarar görmesini engeller ve proteinlerin bozulmasını önler. Bu sayede hücrelerin sağlıklı kalmasına ve yaşlanmanın yavaşlamasına yardımcı olurlar (Tufail vd., 2025). Ayrıca bazı fitokimyasallar, vücutta zararlı kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesini engelleyen "şelatör" gibi davranarak demir ve bakır gibi metalleri bağlar. Bu metaller, serbest radikal oluşumunu tetikleyen reaksiyonlara neden olabilir. Fitokimyasallar bu zinciri keserek hücrelere zarar gelmesini önler (El Oirdi, 2024).

2. Antiinflamatuvar etki

Kronik inflamasyon, pek çok hastalığın (kalp hastalıkları, diyabet, kanser ve romatizmal hastalıklar gibi) temelinde yer alan patofizyolojik bir süreçtir. Quercetin, kurkumin ve EGCG gibi fitokimyasallar; NF- κ B, MAPK ve JAK/STAT gibi inflamatuvar sinyal yollarını inhibe ederek sitokin üretimini azaltır. Böylece

Tablo 4. Kükürtlü Fitokimyasallar ve Detoksifikasyon Aktiviteleri

Temsilci Bileşikler	Kaynaklar	Özellikler
Allicin	Sarımsak, soğan	Helicobacter pylori eradikasyonunda etkili; antioksidan, antimikrobiyal
Glukozinolatlar	Brokoli, lahan, karnabahar	İzotiyosiyanatlara dönüşür; detoksifikasyon enzimlerini uyarır

iltihaplanma azalır ve vücut dokuları korunur. Ayrıca TNF- α , prostaglandin E2 ve nitrik oksit (NO) gibi iltihabı artıran maddelerin üretimini baskılayarak da iltihabın yayılmasını önlerler (Ceramella vd., 2024).

3. Antikanser etki

Kanserli hücreler, normal hücrelerden farklı olarak kontrolsüz şekilde çoğalır ve yayılır. Fitokimyasallar, bu anormal hücreleri "intihara" yönlendirebilir; bu süreç bilimsel olarak apoptoz denir. Fitokimyasalların kanser karşıtı etkileri, çok yönlü hücresel süreçleri hedef alır: Apoptozun indüklenmesi, hücre döngüsünün durdurulması, anjiyogenez ve metastazın engellenmesi bunlar arasındadır. Resveratrol'un p53'ü aktive etmesi, kurkuminin NF- κ B'yi baskılaması ve antosiyaninlerin kaspaz aktivasyonu ile apoptoz başlatması, tümörlerin büyümesini engeller (El Oirdi, 2024).

4. Antiviral etki

Fitokimyasallar, viral replikasyonu baskılayarak ve konak hücre bağışıklık tepkilerini güçlendirerek antiviral

etki gösterir. Özellikle dihidromirisetin adlı bileşik, hepatit B virüsü, grip A virüsü ve COVID-19'a neden olan SARS-CoV-2 gibi farklı virüslere karşı laboratuvar ortamında etkili bulunmuştur (Tufail vd., 2025). Allicin gibi bileşikler ise yalnızca bakteri kaynaklı enfeksiyonlara karşı değil, bazı virüslere karşı da bağışıklık sistemini aktive edici etkiler gösterebilmektedir.

5. Kolesterol düşürücü etki

Özellikle fitosteroller (bitkisel steroller), yapısal olarak kolesterole benzer olduklarından dolayı bağırsakta kolesterolle rekabet ederler. Bu sayede kolesterolün emilimini sınırlar ve daha azının kana geçmesini sağlarlar. Bu mekanizma sonucunda LDL düzeylerinde düşüş gözlemlenir. Ginsenosidler de benzer şekilde kolesterol sentezini ve dolaşımdaki miktarını azaltarak damar sağlığını destekler. Bununla birlikte, antosiyaninler gibi bazı flavonoidler, HDL (iyi kolesterol) düzeylerini artırabilir. HDL, kandaki fazla kolesterolü karaciğere taşıyarak atılımını sağlayan faydalı bir lipoproteindir. Bu nedenle HDL düzeyinin yükselmesi, kalp hastalık-

Tablo 5. Fonksiyonel Gıdalarda Bulunan Diğer Biyoaktif Bileşikler ve Fizyolojik Etkileri

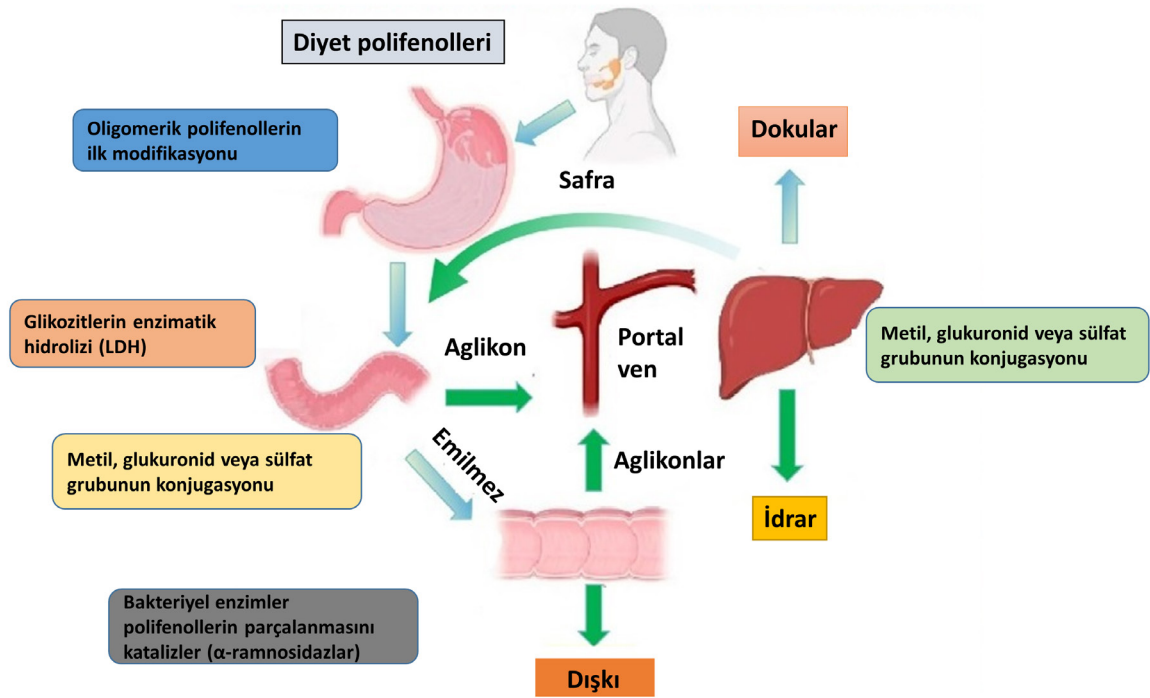
Temsilci Bileşikler	Kaynaklar	Özellikler
Kafein	Kahve, çay	Merkezi sinir sistemini uyarır; dikkat ve uyanıklık artırıcı
Teobromin	Kakao, çikolata	Vazodilatör etkisi; kan akımını artırıcı
Betain	Pancar, tam tahıllar	Metil donörü olarak homosistein düzeyini düşürücü etkiler

Tablo 6. Hormon Benzeri ve Metabolik Düzenleyici Fitokimyasallar

Temsilci Bileşikler	Kaynaklar	Özellikler
Saponinler	Baklagiller, soya	Kolesterol düşürücü; karaciğer fonksiyonlarını destekleyici
Fitoöstrojenler	Soya, keten tohumu	Östrojen benzeri etki; menopoz semptomlarını azaltıcı



Şekil 2. Farklı gıda kaynaklarından elde edilen biyoaktif bileşenler ve bunların insan vücudundaki işlevleri



Şekil 3. Polifenollerin (PP) insan vücudundaki metabolik süreci esas olarak emilim, dağılım, metabolizma ve atılım aşamaları (Wei ve ark. 2025)

ları riskinin azalmasında önemli bir rol oynar. Antosiyaninler, HDL'nin işlevini artırmakla kalmaz; aynı zamanda kolesterolün hücre dışına taşınmasını sağlayan "effluks" mekanizmasını da destekler (Ozorowski vd., 2025; Wei vd., 2025).

6. Kardiyovasküler koruyucu etki

Polifenoller (ör. quercetin, resveratrol, EGCG) damarların iç yüzeyini kaplayan endotel hücrelerinin daha sağlıklı çalışmasını sağlar, damarların genişleyip daralmasında kritik görevler üstlenir ve arteriyel sertliği azaltır. Ginsenosidler gibi bazı bileşikler, NO ve H₂S gibi gazların biyosentezini destekleyerek damarların genişlemesini sağlar. Bu bileşikler, hücrelerin insüline verdiği yanıtı iyileştirerek kan şekeri kontrolünü kolaylaştırır ve böylece kalp hastalıklarıyla bağlantılı metabolik bozuklukları da azaltır (Muszalska vd., 2025).

7. Anti-aging (Yaşlanma Karşıtı) etki

Yaşlanma, zamanla hücrelerde ve dokularda biriken hasarın sonucunda ortaya çıkan doğal bir süreçtir. Bu süreçte özellikle oksidatif stres ve kronik inflamasyon hücresel yaşlanmayı hızlandıran iki temel mekanizmadır. Fitokimyasallar, bu iki süreci hedef alarak yaşlanma ile ilişkili biyolojik hasarı yavaşlatabilir. Quercetin'in SIRT1 ve AMPK yollarını aktive etmesi hücrelerin kendini onarma kapasitesini artırır ve yaşlanma sürecini geciktirebilir (Wei vd., 2025). Proantosyanidin C1 yaşlanmış ve artık işlevini yitirmiş hücreleri hedef alarak onları programlı hücre ölümü sürecine (apoptoz) yönlendirebilir. Bu seçici etki, yaşlanmış hücrelerin dokularda birikmesini önleyerek

yaşla birlikte görülen dejeneratif hastalıkların riskini azaltabilir (Pereira vd., 2025).

8. Nöroprotektif etki

Alzheimer ve Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıklarda oksidatif hasar, mitokondriyal disfonksiyon ve nöroinflamasyon merkezi bir rol oynar. Bu süreçler, nöronların işlevini bozarak zamanla hafıza kaybı, düşünme yetisinin azalması ve motor becerilerde bozulmaya yol açar (Muszalska vd., 2025). Ginsenosidler, liganlar ve izoflavonlar, nöronları toksik etkilere karşı korur, sinaptik plastisiteyi artırarak, yani nöronlar arasındaki bağlantıların güçlenmesini destekleyerek, öğrenme ve hafıza gibi bilişsel işlevlerin korunmasına yardımcı olur (Tufail vd., 2025).

9. Bağışıklık sistemini düzenleyici etki

Fitokimyasallar, bağışıklık hücrelerinin faaliyetlerini düzenleyerek immün homeostazın sağlanmasına katkı sağlar. Hesperidin ve stigmasterol, bağışıklık sisteminde yer alan Treg/Th17 dengesini yeniden sağlayarak özellikle inflamatuvar bağırsak hastalıklarında terapötik etki gösterebilir.

10. Diğer biyolojik etkiler

Fitokimyasallar, çok çeşitli biyolojik sistemlerde sağlığı destekleyici rollere sahiptir. Antimikrobiyal, antihipertansif, antidiabetik, hepatoprotektif ve kemik sağlığını destekleyici etkiler de gösterebilir. Tüm bu etkiler, fitokimyasalların hücresel düzeydeki sinyal iletim yollarını ve gen ekspresyonunu etkilemesi sayesinde gerçekleşir. Yani bu doğal bileşikler, yalnızca kısa

vadeli etkilerle kalmaz, aynı zamanda hücrelerin uzun vadeli davranışlarını da şekillendirebilir.

Bağırsak mikrobiyotası ve fitokimyasallar arasındaki etkileşim

Bağırsak mikrobiyotası, insan sağlığında merkezi bir rol oynayan, trilyonlarca mikroorganizma içeren dinamik bir ekosistemdir. Bu mikrobiyal topluluk; karbonhidratların fermente edilmesi, kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA) üretimi, bazı vitaminlerin (örneğin B12, K vitamini) sentezi, immün toleransın geliştirilmesi ve patojen mikroorganizmaların engellenmesi gibi temel işlevlerle ev sahibi organizmanın homeostazına katkıda bulunur. Artan bilimsel kanıtlar, mikrobiyotanın yalnızca gastrointestinal sistemle sınırlı kalmayıp, endokrin, sinir ve bağışıklık sistemleriyle de etkileşim hâlinde olduğunu ve bu nedenle “ikinci beyin” ya da “unutulmuş organ” olarak adlandırıldığını ortaya koymaktadır (Nemzer vd., 2025).

Bu karmaşık mikrobiyal sistem, beslenme alışkanlıklarıyla doğrudan şekillenir ve özellikle fitokimyasallar gibi biyoaktif bitkisel bileşiklerle güçlü çift yönlü bir etkileşim içerisindedir. Fitokimyasallar, sindirim sisteminden genellikle sınırlı oranda emilebilen moleküller olup, yapısal özellikleri (örneğin molekül büyüklüğü, polarite, glikozidik bağlar), çözünürlükleri ve enzimatik stabiliteyi biyoyararlanımlarını etkiler. Örneğin, flavonoid ailesinden antosiyaninler ağızdan alındıktan sonra bağırsakta büyük oranda degradasyona uğrar; bu bileşiklerin yalnızca %1–2’si özgün kimyasal yapısını koruyarak sistemik dolaşıma geçebilir. Genel olarak, tüm fitokimyasalların yalnızca %5–10’u ince bağırsakta absorbe edilip karaciğerde metabolize edilirken, geri kalan %90–95’lik kısmı kolona ulaşır.

Kolona ulaşan bu emilmemiş bileşikler, burada bulunan mikrobiyal enzimler tarafından bir dizi biyotransformasyon işlemine uğratılır. Bu işlemler arasında hidroliz, redüksiyon, dekarboksilasyon, dehidroksilasyon, demetilasyon ve halka kırılması gibi reaksiyonlar yer alır. Bu dönüşümler sonucunda, özgün formundaki fitokimyasal molekül biyolojik olarak daha aktif, daha küçük ve daha kolay emilebilir metabolitlere çevrilir. Örneğin, soya izoflavonu daidzein, kolonda mikrobiyotaya aracılığıyla equol adlı daha biyolojik etkili bir türeve dönüştürülür. Benzer şekilde ellagik asit, mikrobiyotal aktiviteyle urolithin A gibi anti-inflamatuvar ve mitokondriyi destekleyici etkileri olan türevlerine parçalanır (Cano vd., 2024).

Ancak bu etkileşim yalnızca tek yönlü değildir. Fitokimyasallar da bağırsak mikrobiyotasının yapısını ve çeşitliliğini doğrudan etkileyebilir. Bazı fitokimyasallar probiyotik türlerin (örneğin *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*) büyümesini destekleyerek simbi-

yotik dengeyi güçlendirirken, bazı patojen mikroorganizmaların (örneğin *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*) çoğalmasını baskılayabilir. Bu nedenle, fitokimyasallar yalnızca mikrobiyotadan etkilenmekle kalmaz, aynı zamanda mikrobiyal kompozisyonun ve fonksiyonun düzenlenmesine de katkı sağlar.

Fitokimyasallar, bitkisel kaynaklı besinlerde doğal olarak bulunan ve sağlık üzerinde çok yönlü biyolojik etkiler gösteren biyoaktif bileşiklerdir. Bu bileşiklerin kimyasal yapıları, biyolojik işlevleri ve vücutta nasıl emilip işlendiği, yani farmakokinetik özellikleri, sağlık üzerindeki etkilerini doğrudan belirler.

Bununla birlikte, bu karmaşık çift yönlü ilişkinin nedensellik düzeyinde açıklanması henüz tam olarak mümkün olmamıştır. Özellikle fitokimyasalların neden olduğu mikrobiyota değişikliklerinin, kronik hastalıkların önlenmesinde mi yoksa yalnızca bir biyobelirteç düzeyinde mi rol oynadığı halen tartışmalıdır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak çok merkezli, uzun süreli ve yüksek duyarlılıkla tasarlanmış insan çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Fitokimyasallar ile mikrobiyota arasındaki bu karşılıklı etkileşimin daha iyi anlaşılması, hem bireyselleştirilmiş beslenme yaklaşımlarının hem de yeni nesil fonksiyonel gıda tasarımlarının temelini oluşturabilir (da C. Pinaffi-Langley vd., 2024).

Teknolojik gelişmeler ve düzenleyici çerçeve

Fonksiyonel bileşenlerin etkinliğini ve biyoyararlanımını artırmak için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır:

Biyofortifikasyon: Bitkilerin doğal yolla besin ögesi içeriğinin artırılması

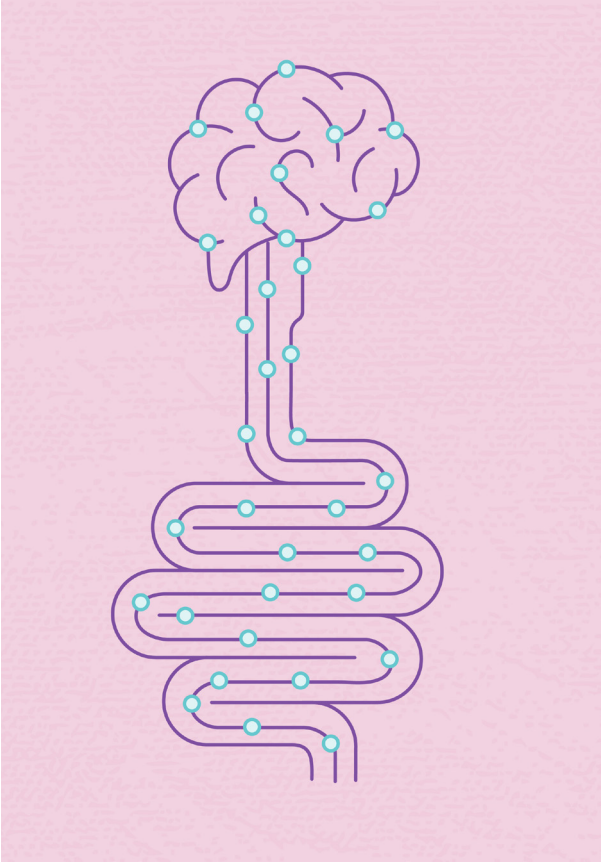
Mikroenkapsülasyon: Etkin bileşiklerin koruma altına alınıp hedefli salınımının sağlanması

Fermentasyon: Probiyotik özelliklerin artırılması ve biyoaktif bileşiklerin üretimi

Amerika Birleşik Devletleri’nde FDA Modernization Act (FDAMA) ve Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA) gibi düzenlemeler, bu ürünlerin güvenlik değerlendirmesi ve sağlık beyanları konusunda yasal çerçeve sunmaktadır.

Politika önerileri

Fonksiyonel Gıdaların Tanıtımı ve Etiketlendirme Desteği: Fitokimyasallar açısından zengin ürünlerin, beslenme etiketlerinde bilimsel temelli olarak vurgulanması teşvik edilmelidir. Gıda otoriteleri tarafından



fonksiyonel bileşen içeriğine göre sınıflandırma sistemleri geliştirilmeli ve tüketici bilinci artırılmalıdır.

Sağlık Temelli Tarım ve Gıda Politikaları: Polifenoller, flavonoidler ve benzeri bileşenlerce zengin ürünlerin yetiştirilmesi desteklenmeli; yerel ve sürdürülebilir üretim zincirlerinde bu ürünlerin kullanımına öncelik verilmelidir. Bu strateji, hem halk sağlığını hem de kırsal kalkınmayı destekleyebilir.

Bireyselleştirilmiş Beslenme Rehberleri: Genetik varyasyonlara, yaşam tarzına ve hastalık risk profiline dayalı olarak kişiye özgü beslenme önerileri geliştirilmeli; fitokimyasal takviyelerin bu rehberlere entegrasyonu sağlanmalıdır.

Halk Sağlığı Eğitim Programları: Okul çağından itibaren beslenme eğitiminin içine fonksiyonel gıdaların önemi entegre edilmeli; toplumun her kesiminde fitokimyasal farkındalığı artırılmalıdır.

Fonksiyonel gıdalar, kronik hastalıkların önlenmesinde bilimsel temelli, doğal ve sürdürülebilir bir yaklaşım olarak önem kazanmaktadır. Özellikle polifenoller gibi fitokimyasallardan zengin besinlerin günlük diyetle dahil edilmesi, hem bireysel sağlığı desteklemekte hem de toplum temelli koruyucu sağlık politikalarına katkı sağlamaktadır.

Gelecek perspektifi

Klinik Araştırma Altyapısının Güçlendirilmesi: Fitokimyasalların insan üzerindeki etkilerini daha net biçimde ortaya koymak için faz 1–3 düzeyinde, çok merkezli ve iyi tasarlanmış klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle yaş, cinsiyet, mikrobiyota profili ve genetik varyasyonlara göre alt gruplarda etkilerin belirlenmesi önemlidir.

Omik Tabanlı Yaklaşımların Kullanımı: Metabolomik, transkriptomik ve mikrobiyom analizleri gibi yüksek çözünürlüklü biyoteknolojik yöntemler, fitokimyasalların etkilerini hücresel ve sistemik düzeyde haritalamak için yaygınlaştırılmalıdır.

Fonksiyonel Gıda Endüstrisinin Ar-Ge Yatırımları: Gıda sanayisinin, biyoaktif bileşenlerin stabilitesi, biyoyararlanımı ve hedefe yönelik formülasyonları üzerine araştırma-geliştirme yatırımlarını artırması teşvik edilmelidir.

Dijital Sağlık ve Beslenme Teknolojilerinin Entegrasyonu: Fitokimyasal temelli beslenme önerilerinin, giyilebilir cihazlar ve dijital sağlık platformları aracılığıyla takip edilmesi; bireysel sağlık verileriyle desteklenerek daha etkili sağlık çıktıları elde edilmesini sağlayabilir.

Sonuç

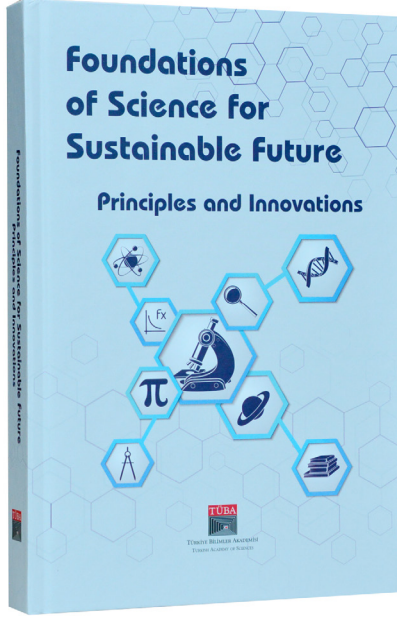
Fonksiyonel gıdalar, kronik hastalıkların önlenmesinde bilimsel temelli, doğal ve sürdürülebilir bir yaklaşım olarak önem kazanmaktadır. Özellikle polifenoller gibi fitokimyasallardan zengin besinlerin günlük diyetle dahil edilmesi, hem bireysel sağlığı desteklemekte hem de toplum temelli koruyucu sağlık politikalarına katkı sağlamaktadır. Fitokimyasallar; antioksidan ve antiinflamatuvar etkilerinin yanı sıra, hücresel sinyal yollarını düzenleme, gen ekspresyonunu modüle etme, bağırsak mikrobiyotasını şekillendirme ve metabolik dengeyi sağlama gibi birçok mekanizma üzerinden etki göstermektedir. Bu özellikleriyle diyabet, obezite, kanser, kalp-damar ve nörodejeneratif hastalıkların önlenmesinde umut verici doğal bileşikler olarak öne çıkmaktadır. Ancak mevcut verilerin çoğu hayvan ve laboratuvar temellidir. Bu nedenle, fitokimyasalların insan üzerindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek için ileri düzey klinik araştırmalara, biyoyararlanım ve bireysel farklılıkları inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır. Sonuç olarak, fitokimyasallar hem gıda bilimi hem de halk sağlığı ve beslenme tıbbı açısından sağlıkta güvenli ve etkili çözümler geliştirmek için güçlü bir potansiyele sahiptir.

Kaynaklar

- Cano, R., Bermúdez, V., Galban, N., Garrido, B., Santeliz, R., Gotera, M. P., Duran, P., Boscan, A., Carbonell-Zabaleta, A.-K., Durán-Agüero, S., Rojas-Gómez, D., González-Casanova, J., Díaz-Vásquez, W., Chacín, M., & Angarita Dávila, L. (2024). Dietary Polyphenols and Gut Microbiota Cross-Talk: Molecular and Therapeutic Perspectives for Cardiometabolic Disease: A Narrative Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/ijms25169118>
- Ceramella, J., De Maio, A. C., Basile, G., Facente, A., Scali, E., Andreu, I., Sinicropi, M. S., Iacopetta, D., & Catalano, A. (2024). Phytochemicals Involved in Mitigating Silent Toxicity Induced by Heavy Metals. *Foods*, 13(7), 978. <https://doi.org/10.3390/foods13070978>
- da C. Pinaffi-Langley, A. C., Tarantini, S., Hord, N. G., & Yabluchanskiy, A. (2024). Polyphenol-Derived Microbiota Metabolites and Cardiovascular Health: A Concise Review of Human Studies. *Antioxidants*, 13(12), 1552. <https://doi.org/10.3390/antiox13121552>
- Diplock, Aggett PJ, Ashwell M, Bornet F, Fern EB, & Roberfroid MB. (1999). Scientific Concepts of Functional Foods in Europe Consensus Document. *British Journal of Nutrition*, 81(4), S1-S27. <https://doi.org/10.1017/S0007114599000471>
- El Oirdi, M. (2024). Harnessing the Power of Polyphenols: A New Frontier in Disease Prevention and Therapy. *Pharmaceuticals*, 17(6), 692. <https://doi.org/10.3390/ph17060692>
- Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125(6), 1401-1412. <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>
- Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., & Faria, J. A. F. (2010). Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts, and Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 292-302. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00110.x>
- Heasman, M., & Mellentin, J. (2001). *The Functional Foods Revolution: Healthy People, Healthy Profits?* Earthscan.
- Karasawa, M. M. G., & Mohan, C. (2018). Fruits as Prospective Reserves of bioactive Compounds: A Review. *Natural Products and Bioprospecting*, 8(5), 335-346. <https://doi.org/10.1007/s13659-018-0186-6>
- Musalska, A., Wiecekowska, J., Michałowska, J., Pastusiak-Zgolińska, K., Polok, I., Łompięś, K., & Bogdański, P. (2025). The Role of the Planetary Diet in Managing Metabolic Syndrome and Cardiovascular Disease: A Narrative Review. *Nutrients*, 17(5), 862. <https://doi.org/10.3390/nu17050862>
- Nagao, T., Hase, T., & Tokimitsu, I. (2007). A Green Tea Extract High in Catechins Reduces Body Fat and Cardiovascular Risks in Humans. *Obesity*, 15(6), 1473-1483. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.176>
- Nemzer, B. V., Al-Taher, F., Kalita, D., Yashin, A. Y., & Yashin, Y. I. (2025). Health-Improving Effects of Polyphenols on the Human Intestinal Microbiota: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(3), 1335. <https://doi.org/10.3390/ijms26031335>
- Ozorowski, M., Wiciński, M., Kuźmiński, O., Wojciechowski, P., Siedlecki, Z., Śniegocki, M., & Włodarczyk, E. (2025). The Effects of Quercetin on Vascular Endothelium, Inflammation, Cardiovascular Disease and Lipid Metabolism—A Review. *Nutrients*, 17(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/nu17091579>
- Pereira, A. G., Echave, J., Jorge, A. O. S., Nogueira-Marques, R., Nur Yuksek, E., Barciela, P., Perez-Vazquez, A., Chamorro, F., P. P. Oliveira, M. B., Carpena, M., & Prieto, M. A. (2025). Therapeutic and Preventive Potential of Plant-Derived Antioxidant Nutraceuticals. *Foods*, 14(10), 1749. <https://doi.org/10.3390/foods14101749>
- Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55(3), 207-216. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.01.012>
- Rudrapal, M., Khairnar, S. J., Khan, J., Dukhyil, A. B., Ansari, M. A., Alomary, M. N., Alshabrm, F. M., Palai, S., Deb, P. K., & Devi, R. (2022). Dietary Polyphenols and Their Role in Oxidative Stress-Induced Human Diseases: Insights Into Protective Effects, Antioxidant Potentials and Mechanism(s) of Action. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 806470. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.806470>
- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J. M., & Bresollier, P. (2013). An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT - Food Science and Technology*, 50(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.014>
- Tiwari, U., & Cummins, E. (2011). Meta-analysis of the effect of β -glucan intake on blood cholesterol and glucose levels. *Nutrition*, 27(10), 1008-1016. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2010.11.006>
- Tufail, T., Fatima, S., Bader Ul Ain, H., Ikram, A., Noreen, S., Rebezov, M., AL-Farga, A., Saleh, R., & Shariati, M. A. (2025). Role of Phytonutrients in the Prevention and Treatment of Chronic Diseases: A Concrete Review. *ACS Omega*, 10(13), 12724-12755. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c02927>
- Wei, H., Rui, J., Yan, X., Xu, R., Chen, S., Zhang, B., Wang, L., Zhang, Z., Zhu, C., Ma, M., & Xiao, H. (2025). Plant polyphenols as natural bioactives for alleviating lipid metabolism disorder: Mechanisms and application challenges. *Food Research International*, 203, 115682. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115682>

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEK İÇİN TEMEL BİLİMLER

TÜBA, temel bilimlerin küresel sürdürülebilirlik zorluklarına çözüm bulmadaki hayati rolünü vurgulayan "Foundations of Science for Sustainable Future"ı yayımladı.



TÜBA, temel bilimlerin küresel sürdürülebilirlik zorluklarına çözüm bulmadaki hayati rolünü vurgulayan "Foundations of Science for Sustainable Future"ı (Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Bilimin Temelleri: İlkeler ve Yenilikler) yayımladı.

Kimya, biyoloji, fizik, mühendislik ve tıp gibi farklı bilim dallarından 30'un üzerinde yazarın katkılarıyla şekillenen kitap, sürdürülebilir yenilik ve küresel değişim için gerekli olan disiplinler arası yaklaşımları ele alıyor. 20 bölümden oluşuyor, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni hedef alarak iklim değişikliği, kaynak tükenmesi ve sosyo-ekonomik eşitsizlikler gibi küresel sorunlara çözüm önerileri sunuyor. Türk bilim insanları ve küresel uzmanların katkılarıyla, sürdürülebilirlik alanındaki en son araştırmaları ve yenilikleri bir araya getiriyor. Eser sürdürülebilir bir geleceği şekillendirmek için teorik temellerin yanı sıra pratik çözümler sunuyor. Kitabın her bir bölümü, kritik bilimsel gelişmeleri, yenilikleri ve bunların toplum ve çevre üzerindeki etkilerini keşfetmeye yönelik güçlü bir sorumluluk üstleniyor. Çevresel etkileri azaltmada yeşil kimyanın rolünden, dijital teknolojilerin tıp ve tarım alanındaki uygulamalarına kadar uzanan geniş bir yelpazede, yazarlar bilimin karşı karşıya olduğu zorlukları aşmada nasıl öncü bir rol üstlenebileceğine dair önemli bakış açıları sunuyor.

21. yüzyılın, insanlık için iklim değişikliği, çevresel bozulma, kaynak kıtlığı ve sosyo-ekonomik eşitsizlikler gibi benzeri görülmemiş zorluklarla şekillenen kritik bir dönem olduğunu dile getiren TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, "Bu küresel meseleler, bilimsel bilginin sürdürülebilir uygulamalarla uyum içinde kullanılmasını gerektiren yenilikçi çözümler talep ediyor. Bu yüzden "Foundations of Science for Sustainable Future"ı hazırlamış olmayı çok önemli buluyoruz. Çünkü eser, temel bilimlerin sürdürülebilir kalkınmanın karmaşıklıklarını ele alma konusunda dönüştürücü rolünü kapsamlı bir şekilde inceliyor." dedi.

Prof. Dr. Muzaffer Şeker açıklamasına şu sözlerle devam etti: "Günümüzde bilimin sadece bilgi üretmekle kalmayıp, aynı zamanda toplumsal dönüşümü ve karar alma süreçlerini yönlendirme gibi çok yönlü bir sorumluluğu bulunuyor. Bu nedenle, sürdürülebilirlik kavramının sadece çevresel değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik boyutlarıyla ele alınması büyük önem taşıyor. Kitabımızda yer alan bölümler, temel bilimlerin bu üçlü sacayağına nasıl katkı sunduğunu net biçimde ortaya koyuyor. Ayrıca, genç araştırmacılara ve politika yapıcılara bilimin rehberliğinde daha yaşanabilir bir gelecek inşa etmenin mümkün olduğunu gösteriyor. TÜBA olarak bilimsel bilgi ile toplumsal faydayı buluşturan bu tür kapsamlı yayınlarla, küresel düzeyde düşünürken yerel etkiler yaratmayı ve bilim insanlarımızı bu sürecin aktif öznesi kılmayı öncelikli görevimiz olarak görüyoruz."

Eserin bilim ve teknolojiadaki temel araştırmaların sürdürülebilirliğin ilerlemesine olan hayati katkılarını vurgulayan ortak bir çabanın ürünü olarak ortaya çıktığını söyleyen Prof. Şeker, ayrıca dayanıklı, sürdürülebilir bir gelecek inşa etme amacına hizmet ettiğini de ifade etti. Eserdeki katkıların elde edilen bilimsel verilerin, pratik uygulamalara ve politika çerçevelerine entegre edilmesinin küresel acil sorunları ele almak noktasında önemine dikkat çekti.

Eser sadece akademik bir başvuru kaynağı olmakla kalmıyor, aynı zamanda değişim yaratmayı amaçlayan herkes için bir ilham kaynağı olarak da okurunun ilgisine sunuluyor. Sunulan fikir ve çözümleri keşfetmeye, yenilikçi yaklaşımlar geliştirmeye ve disiplinler ve sınırlar ötesinde iş birliği yapmaya çağırıyor.

ULUSLARARASI KÜLTÜREL MİRAS SEKTÖRÜNDE INCLUSION KONFERANSI



TÜBA tarafından düzenlenecek Uluslararası Kültürel Miras Sektöründe iNCLUSION Konferansı” 10 Ocak 2026 tarihinde Boğaziçi Üniversitesi’nde gerçekleştirilecek.

TC Dışişleri Bakanlığı, Avrupa Birliği Başkanlığı Türkiye Ulusal Ajansı tarafından finanse edilen, TÜBA koordinatörlüğünde yürütülen iNCLUSION Erasmus+ KA220-HED projesi kapsamındaki Uluslararası Kültürel Miras Sektöründe iNCLUSION Konferansı, farklı disiplinlerden bireyleri bir araya getirerek kültürel

mirasın herkes için nasıl daha erişilebilir ve kapsayıcı hale getirilebileceğini tartışacak. AB genelinde kültürel miras alanlarının %30’u, kültürel mekânların %25’i ve kültürel web sitelerinin %40’ı erişilebilirlikten yoksunluğ; özel gereksinimli bireylerin kültürel yaşama katılımında önemli engeller oluşturmaya devam ediyor. Bu bağlamda, dijital dönüşüm, yapay zekâdan sürükleyici teknolojilere, dijital hikâye anlatımından etkileşimli öğrenme ortamlarına kadar uzanan geniş bir yelpazede erişilebilirliği yeniden tasarlamak için güçlü fırsatlar sunuyor. Konferans, bu fırsatların nasıl değerlendirilebileceğini ve kültürel miras alanında kapsayıcı politikaların nasıl geliştirilebileceğini ele alıyor, Türkiye’de ve dünyada yapılan çalışmaların, projede elde edilen bulguların ve uygulamaların paylaşılmasına olanak sağlamayı hedefliyor.

“Erişilebilirlik için teknoloji ve dijital yenilikler, Kültürel mirasa erişimde politika ve iyi uygulama örnekleri, Kültürel mirasta ortak üretim ve topluluk katılımı, Kültürel miras için kapsayıcı öğrenme ve dijital kaynaklar, Kültürel anlatılarda temsiliyet ve engellilik, Sürdürülebilir ve kapsayıcı kültürel turizm Kültürel miras araştırmaları ve eğitiminde erişilebilirlik, Gelecek yönelimleri: yenilik, politika ve uygulama” gibi temaları kapsayan konferansa gönderilecek tam bildirimler için son gün 10 Ocak 2026. Konferansla ilgili detaylı bilgiye ulaşmak için: www.tuba.gov.tr

BAŞKAN ŞEKER'DEN HOLLANDA KRALİYET SANAT ve BİLİM AKADEMİSİ'NE ZİYARET



TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Hollanda Kraliyet Sanat ve Bilim Akademisi (KNAW) Başkanı Prof. Dr. Marileen Dogterom'u ziyaret etti.

Prof. Şeker ve Prof. Dogterom her iki akademi arasında gerçekleştirilecek iş birliği faaliyetleri, ortak düzenlenebilecek program ve projeler hakkında konuştu. Başkan Şeker, KNAW Başkanına Science-20 (S-20) çalışma gruplarının ortak sunumlarının yer aldığı, TÜBA tarafından hazırlanan ve yayımlanan "G8-G20 Joint Statements from Science Academies to World Leaders"ı hediye etti. Ziyarette Başkan Danışmanı Dr. Öğretim Üyesi Mürsel Doğrul da yer aldı.

BAŞKAN ŞEKER: "Bilim Diplomasisi, Akıllı Uzmanlaşmanın Stratejik Ortağıdır"

Uluslararasılaşma Akıllı Uzmanlaşma Konferansı'nda konuşan Başkan Şeker, bilim ve teknolojinin sadece kalkınma değil, aynı zamanda güvenlik ve diplomasi için de temel bileşen haline geldiğini vurguladı.



Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından düzenlenen "Uluslararasılaşma Akıllı Uzmanlaşma Konferansı", "Ortak Vizyon, Yenilikçi Dönüşüm" temasıyla Ankara'da gerçekleştirildi.

Konferansta konuşan TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, bilim ve teknolojinin sadece kalkınma değil, aynı zamanda güvenlik ve diplomasi için de temel bileşen haline geldiğini vurguladı.

Bilim ve teknoloji yeni çağın güç unsurları

Prof. Dr. Şeker, konuşmasında küresel ölçekte yaşanan çok katmanlı dönüşüm sürecine dikkat çekerek, iklim krizi, enerji sorunları ve jeopolitik gerilimlerin bilim ve teknolojiye verilen önemi artırdığını ifade etti. Bilimin artık sadece laboratuvarlarda değil, müzakere masalarında ve toplum nezdinde de stratejik bir aktör olduğunu dile getirdi.

Bilim diplomasisinin, ülkeler arası güven inşasında ve kriz dönemlerinde çözüm üretiminde önemli rol üstlendiğini belirten Şeker, bu alanın dış politikaya paralel yürütülen, ancak daha kapsayıcı ve bağımsız bir güç alanı sunduğunu söyledi. TÜBA'nın yürüttüğü ikili ve çok taraflı bilimsel iş birliklerinin, Türkiye'nin uluslararası görünürlüğüne katkı sağladığını vurguladı.

Türkiye'nin son yıllarda hem akademik üretimde hem de uluslararası iş birliklerinde büyük bir ivme yakaladığını söyleyen Şeker, genç araştırmacıların desteklenmesiyle oluşturulan akademik ağların, yerel kalkınma politikalarına entegre edilmesinin önemine dikkat çekti. TÜBA-GEBİP ve TEKNOFEST Doktora

Bilim Ödülleri gibi programların, akıllı uzmanlaşma stratejilerini besleyen kurumsal araçlar olduğunu altını çizdi.

Konuşmasında, üniversiteler, kalkınma ajansları ve özel sektör arasında daha güçlü bir iş birliği ve yönetim modeli öneren Şeker, bölgesel inovasyon politikalarının yalnızca altyapıya değil, aynı zamanda koordinasyona ve bilgi yönetimine dayandırılması gerektiğini ifade etti.

Bilim Diplomasisi ve akıllı uzmanlaşmanın kesişimi

Prof. Dr. Şeker, bilim diplomasisi ve akıllı uzmanlaşmanın birbirini tamamlayan stratejik alanlar olduğuna işaret ederek, bu alanların birlikte düşünülmesinin hem bölgesel kalkınma hem de uluslararası iş birlikleri açısından kritik olduğunu belirtti. Açık veri paylaşımı, teknoloji transferi ve araştırma ağlarının yaygınlaştırılması çağrısında bulundu.

"Bilim Temelli Yönetişim Kültürü" inşa edilmeli

Konuşmasının sonunda, bilim insanlarının karar alma süreçlerine daha aktif şekilde entegre edilmesi gerektiğini vurgulayan TÜBA Başkanı, sadece bilim temelli stratejiler değil, bilim temelli yönetim kültürünün de inşa edilmesi gerektiğini ifade etti. Şeker, TÜBA'nın bilim diplomasisine katkı sunmaya devam edeceğini belirterek, ortak vizyon ve koordinasyonun önemine dikkat çekti.

YAPAY ZEKÂ HUKUKUNA KÜRESEL BAKIŞ

TÜBA'nın yapay zekâ ve dijitalleşmenin getirdiği teknolojilerin hukuki boyutlarını masaya yatırmak üzere hazırladığı "Uluslararası Yapay Zekâ Hukuku ve Hukukta Dijitalleşme Sempozyumu" Erciyes Üniversitesi'nde gerçekleştirildi.



TÜBA'nın yapay zekâ ve dijitalleşmenin getirdiği teknolojilerin hukuki boyutlarını masaya yatırmak üzere hazırladığı "Uluslararası Yapay Zekâ Hukuku ve Hukukta Dijitalleşme Sempozyumu" Erciyes Üniversitesi'nde (ERÜ) gerçekleştirildi.

Sabancı Kültür Merkezindeki sempozyum, Türkiye'nin yapay zeka ve dijitalleşme konusunda hukuki düzenlemelerini şekillendirmek, küresel standartlara uyum sağlamak ve teknolojinin getirdiği fırsatları en verimli şekilde değerlendirmek adına programlandı. Sempozyum Almanya, İngiltere, İsviçre'den Regensburg, Zürih, Saarland, Coventry, Liverpool John Moores, Freiburg, Antilles ve Sharjah'tan ve Türkiye'nin pek çok üniversitesinden akademisyenleri derinlemesine bir analiz ve tartışma platformu sağlamak üzere bir araya getirdi.

Programın açılışında; TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, ERÜ Rektörü Erciyes Üniversitesi Prof. Dr. Fatih Altun, Sakarya Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Şafak Narbay, ERÜ Hukuk Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Burak Adıgüzel, Kayseri

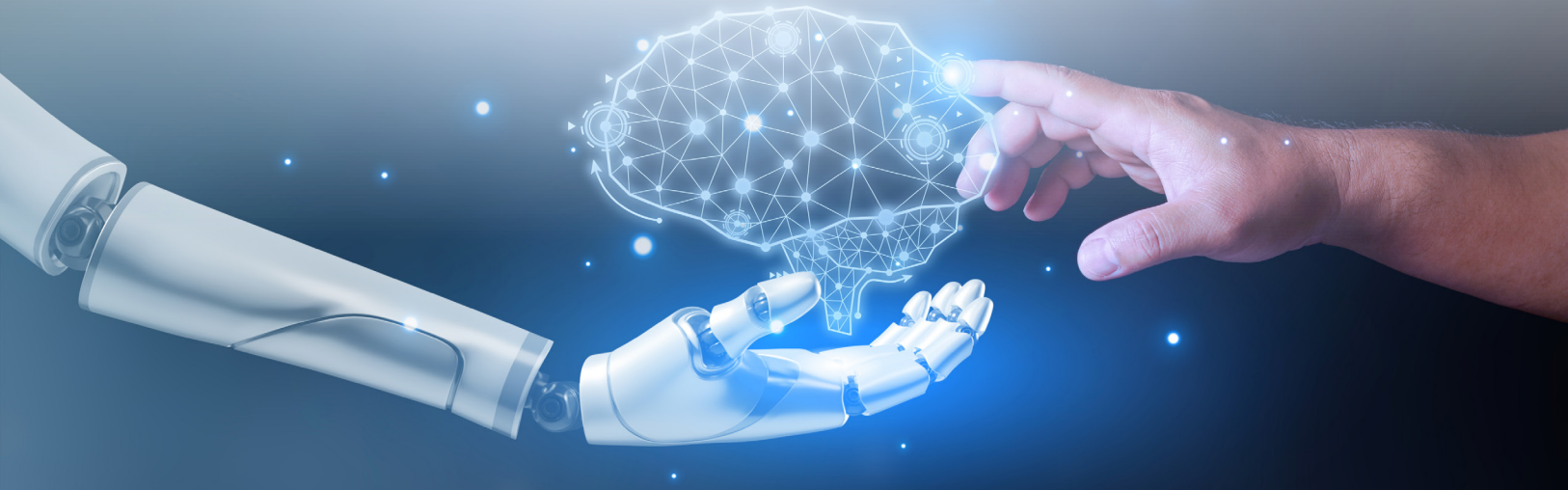
Büyükşehir Belediye Başkanı Dr. Memduh Büyükkılıç konuştu. Sempozyuma TÜBA Üyeleri, Kayseri Barosu Başkanı Murat Tolga Özsoy, Cumhurbaşkanlığı Hukuk Politikaları Kurulu'ndan Mehmet Uçum'u temsilen Av. Gürkan Başaran, kamu kurum ve kuruluş temsilcileri, araştırmacılar, üniversite akademik ve idari personeli, öğrenciler ve davetliler katıldı.

Dijital tehditlere erken uyarı

Başkan Şeker TÜBA'nın "Bilişim Teknolojisi ve İletişim: İnternet ve Toplumsal Etkileri" başlıklı çalıştayında, birey ve toplum güvenliğine dair teknolojik gelişmelerin getirdiği tehdit ve risklerin tartışıldığını hatırlatarak sözlerine başladı. Ancak TÜBA'nın yerinde ve zamanında yaptığı bu uyarılara rağmen, bazı alanlarda gerekli önlemlerin geciktiği, buna bağlı olarak dijital tehditlerin derinleşerek büyüdüğünü ifade etti.

Hukuk, etik ve kamu yararına dayalı yeni bir düzen

"Hukuki düzenlemelerin yalnızca teknik uyum değil; aynı zamanda sosyal güvenlik, etik denetim ve kamu





yararı çerçevesinde yeniden yapılandırılması bir zorunluluk halini aldı. Biz de bugün burada yalnızca teknoloji konuşmayacağız. Aynı zamanda hukuk, etik, toplumsal yapı ve insanlık onuru üzerine de düşünme fırsatı bulacağız.” dedi.

Yapay zekânın artık sadece mühendislerin konusu değil; hukukçuların, filozofların, kamu yöneticilerinin ve toplumun tamamının ortak sorumluluğu olduğunu söyleyen Prof. Şeker şöyle konuştu: “Yapay zekâ sistemleri karar alma süreçlerine dahil oldukça, insan iradesi ile makine özerkliği arasındaki sınırlar giderek belirsizleşiyor. Bu belirsizlik, hukukla teknolojinin kesiştiği kritik alanları doğuruyor. Sorumluluk kime aittir? Bir algoritmanın verdiği karar insan hayatını etkilediğinde, bunun hukuki ve vicdani karşılığı nedir? Bu sorular yalnızca teknik değil, aynı zamanda toplumsal ve ahlaki sorulardır. Biliyoruz ki her teknoloji gibi yapay zekâ da değerlidir; ama değerli olduğu kadar da yönlendirilmesi gereken bir güçtür. Eğer bu gücü yalnızca verimlilik, hız ve rekabet odaklı kullanırsak, insan onurunu gözetmeyen bir geleceği inşa etmiş oluruz.” dedi.

Yapay zekâ stratejik bir konu

Teknolojinin etik bir çerçevede gelişmesinin, insanı merkeze alan bir yaklaşımla mümkün olabileceğine dikkat çeken Başkan Şeker, dünyada yaşanan birçok sorunun temelinde, bireyselleşmenin toplumsal bağları zayıflatması yattığını vurguladı. Algoritmalarla şekillenen kişiselleştirilmiş dijital dünyalar, ortak

gerçekliklerimizi eritiyor. Bu dönüşümün karşısında hukukun, sadece düzenleyici değil; aynı zamanda koruyucu ve toplumsal dengeleyici bir rol üstlenmek zorunda olduğunun altını çizdi.

Yapay zekâ sadece sosyal değil, aynı zamanda stratejik bir mesele haline geldiğini belirten Şeker, mahremiyetin korunması, kişisel verilerin suistimali, siber güvenlik tehditleri artık bireylerin değil, devletlerin de egemenlik alanlarını ilgilendiriyor dedi. Bilgi çağında özgürlüğün en kırılgan bileşeninin, veri olduğunu ve veriyi korumadan ne güvenliğin ne de özgürlüğün gerçekleştirilemeyeceğine dikkat çekti.

Türkiye, küresel hukuki uyum sürecinde yer almalı

Başkan Şeker ayrıca, “Bugün Avrupa Birliği’nin yürürlüğe koyduğu “AI Act” olarak tanımlanan “Yapay Zekâ Yasası” gibi örnekler, bu teknolojilerin yalnızca teknik değil aynı zamanda hukuki bir denetime tabi tutulması gerektiğini hepimize göstermektedir. Türkiye’nin bu küresel düzenleme dalgasında geride kalmaması, kendi hukuki yapısını geliştirirken evrensel değerlerle uyum içinde olması kritik önemdedir. Bu sempozyum, bu uyum sürecine akademik bir derinlik, toplumsal bir bilinç ve hukuki bir perspektif kazandıracaktır. Bugün buradaki tartışmalar, yalnızca bugünü değil, yarını da şekillendirecek bilgi ve düşünce birikimine katkı sunacak.” dedi.

Kayseri Büyükşehir Belediye Başkanı Dr. Memduh Büyükkılıç; Erciyes Üniversitesi’nin Kayseri’nin gururu olduğunu belirterek, yapay zeka alanında

yapılacak çalışmalarda Kayseri Büyükşehir Belediye olarak her zaman ev sahipliği yapmaya hazır olduklarını vurguladı.

ERÜ Rektör Prof. Dr. Fatih Altun ise yaptığı konuşmada etkinliğe ev sahipliği yapmaktan dolayı mutlu olduklarını belirterek; "Yapay zeka kavramı, bilgiye hızlı bir şekilde ulaşımı ve sonuçların daha kısa sürede elde edilmesi olarak günümüzde gelişmeye devam ediyor. Ancak insan faktörünü bu süreçler dışında tutmamak gerekiyor. Yapay zeka bir algoritma olarak bazı konuları ezberliyor ve öğrenmeye çalışıyor. Ancak veri oluşturabildiğiniz kadar öğrenebiliyor. Dolayısıyla Yapay zeka veri fazlalığı olduğu zaman öğrenme ile daha etkin sonuçlar ortaya konulması için önemli çalışma sonuçlarını da beraberinde getirmiş olacaktır." şeklinde konuştu.



Hukuk Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Burak Adıgüzel de şunları kaydetti; "Yapay zeka ve dijitalleşme sempozyumu esasen bugünkü teknolojinin gelişimi ile birlikte ortaya çıkan sorunların bir bakıma ele alınması amaçlamaktadır. Ama bunun yanında hukuk tek başına artık ileri gidemiyor. Yapay zeka kullanımının da hukukta büyük bir etkisi olmaya başladı."

Sakarya Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Şafak Narbay konuşmasında; "Bu sempozyum yalnızca teknik bir tartışmanın değil, aynı zamanda etik, toplumsal ve hukuki bir sorgulamanın da zemini olacaktır. Bu yönüyle oldukça kıymetli ve zamanlaması da son derece isabetlidir" dedi.



Sempozyum Koordinatörü ve Hukuk Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Murat Doğan ise düzenlenen sempozyum hakkında bilgi vererek, hukukta yapay zekanın birçok alanda kullanılmaya başlandığına dikkat çekti. Açılış konuşmalarının ardından Yükseköğretim Kurulu Üyesi ve ERÜ Öğretim Üyesi Prof. Dr. Derviş Karaboğa moderatörlüğündeki tematik oturumda akademisyenler tarafından sunumlar gerçekleştirildi. "Yapay Zekâ Sistemleri, Fikri Mülkiyet ve Sigorta Hukukundan Doğan Sorunlar"dan "Yapay Zekânın Ceza Hukukundaki Yansımaları"na dek pek çok konu başlığı masaya yatırıldı.

Kolluk gücünde yapay zekânın dönüştürücü etkisi

Yapay zekânın suç analizi ve kolluk faaliyetlerinde kullanımı, soruşturma süreçlerini köklü şekilde dönüştürdüğünü dile getiren Prof. Dr. Umut Türkşen, özellikle etik sorunlara ve sorumlu entegrasyonun önemine dikkat çekti. Kolluk kuvvetlerinin operasyonel verimliliğini artıran yapay zekâ sistemleri, aynı zamanda önyargı riski ve hesap verebilirlik eksikliği gibi yeni sorunları da beraberinde getirdiğini söyledi. Sunumunda suçla mücadelede yenilikçi araçların güvenli ve adil biçimde nasıl kullanılabileceğine dair analizlerde bulundu.

Algoritmik işe alımda açıklama hakkı

Algoritmalarla yürütülen işe alım süreçlerinde insanların kararlarının arkasındaki gerekçeyi öğrenme hakkının giderek önem kazandı diyen Dr. Alison Lui, şeffaflık ve hesap verebilirlik talebini hukuki bir

çerçevede değerlendirdi. Özellikle “açıklama hakkı”nın teorik temelleri ve pratik zorlukları vurguladı, otomatik karar sistemlerine karşı insan denetiminin önemi ortaya koydu.

Yapay zekâ çıktılarında mülkiyet sorunu

Fikri mülkiyet hukukunda yapay zekânın ürettiği içeriklerin hak sahipliği konusu hâlen belirsizliğini koruduğunu belirten Prof. Dr. Jörg Fritzsche, bu alandaki teorik tartışmaları güncel örneklerle ele aldı. Yapay zekâ destekli yaratım süreçlerinin klasik telif hukuku normlarıyla ne ölçüde bağdaşabildiğini sorguladı. Bu bağlamda, yapay zekânın eser sahibi olup olamayacağı sorusunu, hem hukuk hem de etik açısından çok yönlü şekilde tartıştı.

Dijital yargı ve etik sınırlar

Yapay zekânın yargı süreçlerinde destekleyici araç olarak kullanımı, adil yargılanma ve mahremiyet gibi temel ilkeleri yeniden gündeme getiren Prof. Dr. Samir Merabet, bu dönüşümün hukukî ve etik boyutlarını tartıştı. Yapay zekâ ile donatılmış yargı sistemlerinin, karar alma süreçlerinde rehber mi yoksa karar verici mi olması gerektiği sorguladı. Konuşmasında, dijital dönüşümün hukuki güvencelerle nasıl dengelenmesi gerektiğine dair öneriler sundu.

Avrupa medenî usul hukukunda dijitalleşme

Yeni düzenlemeleri kapsamlı şekilde değerlendiren Prof. Dr. Jan von Hein, AB’de sınır ötesi adalet iş birliğini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen Dijitalleşme Tüzüğü ve e-CODEX sistemi, adli süreçlerde dijitalleşmenin önemini artırıyor dedi. Elektronik delil sunumu, video konferans ile tanık dinleme gibi uygulamaların hukuki açıdan ele alınarak mevcut sınırlılıklarını açıkladı. Avrupa hukuk sisteminin dijital çağda nasıl yeniden yapılandırılması gerektiğine dair somut çözüm önerileri sundu.

Yapay zekâyâ hukuk kişiliği tanınabilir mi?

Prof. Dr. Michael Martinek, e-kişilik tartışması, yapay zekâ sistemlerinin bağımsız hukuk süjesi olarak kabul

edilip edilemeyeceğini gündeme getirdi, özel hukuk sisteminde bu önerinin sınırlarını irdeledi. Yapay zekâyâ kişilik tanınmasının doğuracağı sonuçları, sorumluluk, mülkiyet ve karar yetkisi bağlamında tartışmaya açtı. Gelecekteki regülasyonların nasıl şekillenebileceğine yönelik teorik bir çerçeve sundu.

Yüksek riskli yapay zekâ sistemlerinin sertifikasyonu

Prof. Dr. Dimitrios Linardatos, AB’nin Yapay Zekâ Tüzüğü çerçevesinde yüksek riskli sistemler için getirilen sertifikasyon süreçleri, teknoloji güvenliğinin hukuki güvencelerin öne çıktığına ve bu bağlamda uygulamadaki zorluklara dikkat çekti. Sunumuyla denetim ve uygunluk değerlendirmesi süreçlerinin nasıl işlemesi gerektiğini ayrıntılarıyla analiz etti. Avrupa genelinde yüksek riskli yapay zekâ sistemlerinin güvenli ve haklara saygılı biçimde geliştirilmesi için atılması gereken adımlar tartışıldı.

Sigorta hukukunda yapay zekâ etkisi

Sigortacılıkta yapay zekâ, özellikle poliçe düzenleme ve hasar yönetimi gibi alanlarda yapısal değişimlere yol açıyor diyen Prof. Dr. Helmut Heiss, hukuki sorumluluk ve ayrımcılık riski gibi kritik konulara odaklandı. Sunum, algoritmik sistemlerin sigorta hukukunda denge ve öngörülebilirlik ilkeleriyle ne ölçüde bağdaştığını sorguladı. Avrupa’daki güncel düzenlemelere dair kapsamlı analizler de içeren sunum, sektörün geleceğine ışık tuttu.

Verinin gücü

Prof. Dr. Hüseyin Şeker veri odaklı yapay zekâ uygulamaları, hem yargı süreçlerini hem de kamu yönetimini derinden etkilediğini vurguladığı konuşmasında bu teknolojilerin adil ve şeffaf biçimde yönlendirilmesi için etik ve hukuki çerçevelerin gerekliliğinin altını çizdi. Sunumuyla, verinin karar destek mekanizmalarındaki rolünü ve bunun toplum üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde inceledi ve yapay zekâ yönetişiminin toplumsal değerlerle nasıl uyumlu hale getirilebileceğine dair öneriler sundu.



Nisan 2025

ALLEA'NIN AKADEMİK ÖZGÜRLÜĞE YÖNELİK DEVAM EDEN SALDIRILARA İLİŞKİN AÇIKLAMASI

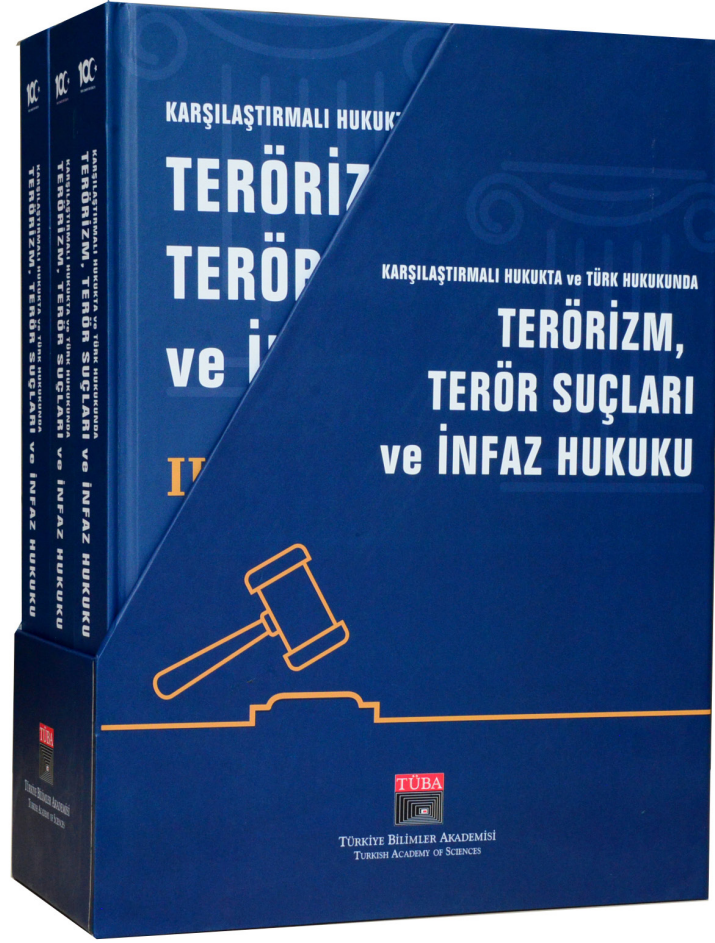
ABD Yönetimi tarafından akademik sektöre getirilen son kısıtlamalara karşılık olarak Avrupa Bilim ve Beşeri Bilimler Akademileri Federasyonu, ALLEA, akademik özgürlük ve kurumsal özerkliğin temel ilkelerinin korunmasının önemini bir kez daha güçlü biçimde yeniden vurgulamaktadır.

ALLEA, ABD'de araştırma tasarımlarına ve yayınlara yönelik sansürün devam etmesinden, bilimle ilgili konuların kamusal söylemlerden giderek daha fazla dışlanması ve akademik kurumları hedef alan farklı araştırma alanlarındaki fonlarda giderek artan kesintilerden derin endişe duymaktadır. Biyomedikal ve çevresel araştırmalar da dâhil olmak üzere federal araştırma fonlarındaki milyarlarca dolarlık fonları donduran yeni yürütme emirlerinin sadece ABD'de değil, küresel olarak da toplumlara ve halklara ciddi zararlar vermesi muhtemeldir. Son dönemde alınan siyasi kararlar, bilimin tüm toplum için fayda yaratmada oynadığı paha biçilmez rolü sekteye uğratma riski taşımaktadır.

Şubat 2025'te ALLEA'nın ABD'de akademik özgürlüğe ve uluslararası araştırma işbirliğine yönelik tehditler konusunda yaptığı bir önceki açıklamaya gelen yoğun tepki bizi cesaretlendirmiş olup, bu durum Avrupa ve ötesindeki 160'tan fazla araştırma kurumunun gösterdiği birlikteliği yansıtmaktadır. Bu seferberlik ortak bir anlayış ve kararlılığı yansıtmaktadır: akademik özgürlüğü savunmak acil ve evrensel bir sorumluluktur. Açık ve demokratik bir toplumun ilkeleriyle bağdaşmayan, bilimin özerkliğine yönelik ciddi tehditlere karşı durmaya devam edeceğiz.

Bu nedenle ALLEA'nın bu bildirisi, tüm bilimsel kurumları, siyasi karar alıcıları ve kamuoyunu, ABD'de ve dünya genelinde bağımsız bilimin temel rolünü tanımaya, savunmaya ve akademik özgürlüğe yönelik bu ihlallerin normalleştirilmesine karşı koymaya çağırmaktadır. Siyasi baskılara ve son hükümet emirlerine karşı duran akademik kurumlara en güçlü desteğimizi ve takdirimizi ifade ediyoruz.

Akademiye gereksiz müdahalelerden korumak, akademisyenlerin ve öğrencilerin haklarını güvence altına almak aynı zamanda araştırmaların özerkliğini korumak için açık ve net düzenlemeler elzemdir. Bu nedenle, dünyanın dört bir yanındaki hükümetleri akademik kurumlara karşı zorlayıcı eylemlerden kaçınmaya ve bunun yerine araştırma ve yükseköğretimin özerkliğini destekleyen ve koruyan yapıcı bir diyalog çağrısında bulunmaya davet ediyoruz.



TERÖRİZM, TERÖR SUÇLARI ve İNFAZ HUKUKU

TÜBA, Akademi Asli Üyesi Prof. Dr. İzzet Özgenç'in editörlüğünü yaptığı terörizmin uluslararası boyutlarına odaklanan, terör suçlarına karşı mücadelede hukuki prosedürün ve infaz hukukunun işleyişini detaylarıyla ele alan eseri yayımladı

Terörizm, Terör Suçları ve İnfaz Hukuku: www.tuba.gov.tr

Yeni Uluslararası Düzenin Doğuşu

Prof. Dr. Jeffrey D. Sachs
TÜBA Şeref Üyesi



Çok kutuplu dünya, Asya, Afrika ve Latin Amerika'nın jeopolitik ağırlığı, artan ekonomik ağırlıklarıyla eşleştğinde doğacaktır.

Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra faşist İtalya'da siyasi tutuklu olarak kaldığı hücrede yazan filozof Antonio Gramsci'nin şu sözleri ünlüdür “Kriz, tam da eskinin ölmekte olduğu ve yeninin doğmadığı gerçeğinden ibarettir; bu geçiş döneminde çok sayıda hastalık belirtisi ortaya çıkar.” Bir asır sonra, başka bir geçiş dönemindeyiz ve bu hastalık belirtileri her yerde görülüyor. ABD liderliğindeki düzen sona erdi, ancak çok kutuplu dünya henüz doğmadı. Acil öncelik, barışı ve sürdürülebilir kalkınma yolunu koruyabilecek yeni birçok taraflı düzen doğurmaktır.

Kristof Kolomb ve Vasco da Gama'nın 500 yılı aşkın bir süre önce gerçekleştirdikleri yolculuklarla başlayan uzun bir insanlık tarihi yolculuğunun sonundayız. Bu yolculuklar, Napolyon Savaşları'nın (1815) sonundan Birinci Dünya Savaşı'nın (1914) patlak vermesine kadar İngiltere'nin küresel hâkimiyetiyle zirveye ulaşan dört yüzyıldan fazla süren Avrupa emperyalizmini başlattı. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından ABD, dünyanın yeni hegemonu olma rolünü üstlendi. Bu uzun dönem boyunca Asya bir kenara itildi. Yaygın olarak kullanılan makroekonomik tahminlere göre, Asya 1500 yılında dünya üretiminin %65'ini üretirken, 1950 yılına geldiğinde bu pay sadece %19'a düşmüştür (dünya nüfusunun %55'ine kıyasla).

2. Dünya Savaşı'ndan bu yana geçen 80 yıl içinde Asya, küresel ekonomideki yerini yeniden kazanmıştır. Japonya 1950'ler ve 1960'lardaki hızlı büyüme ile başı çekmiş, onu 1960'lar ve 1970'lerden itibaren dört “Asya kaplanı” (Hong Kong, Singapur, Tayvan ve Kore), 1980'lerden itibaren Çin ve 1990'lardan itibaren Hindistan takip etmiş-

tir. IMF tahminlerine göre bugün itibarıyla Asya, dünya ekonomisinin yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır.

Çok kutuplu dünya, Asya, Afrika ve Latin Amerika'nın jeopolitik ağırlığı, artan ekonomik ağırlıklarına denk geldiğinde ortaya çıkacaktır. Jeopolitikte ihtiyaç duyulan bu değişim, ABD ve Avrupa'nın uluslararası kurumlarda yerleşik modası geçmiş ayrıcalıklarına ve modası geçmiş zihniyetlerine tutunmaları nedeniyle gecikmiştir. ABD bugün bile Kanada, Grönland, Panama ve Batı Yarımküre'deki diğer ülkelere zorbalık yapmakta ve dünyanın geri kalanını uluslararası kuralları açıkça ihlal eden tek taraflı gümrük vergileri ve yaptırımlarla tehdit etmektedir.

Asya, Afrika ve Latin Amerika'nın yeni ve adil bir uluslararası sistemi başlatmak için ortak seslerini ve BM oylarını yükseltmek üzere bir araya gelmeleri gerekmektedir. BM Şartı uyarınca barışı korumak gibi eşsiz bir sorumluluğu bulunan BM Güvenlik Konseyi de reforma ihtiyaç duyan önemli bir kurumdur. BM Güvenlik Konseyi'nin beş daimi üyesi (P5) - İngiltere, Çin, Fransa, Rusya ve ABD - 2025'in değil 1945'in dünyasını yansıtmaktadır. Latin Amerika ya da Afrika'dan daimi üye yok ve Asya, dünya nüfusunun neredeyse %60'ına ev sahipliği yapmasına rağmen beş daimi üyeden sadece birine sahip. Yıllar boyunca BM Güvenlik Konseyi'ne pek çok yeni daimi üye önerilmiş, ancak mevcut P5 ayrıcalıklı konumlarının sıkı sıkıya korumuştur.

BM Güvenlik Konseyi'nin uygun bir şekilde yeniden yapılandırılması önümüzdeki yıllarda sıkıntı yaratacaktır. Oysa yakın zamanda gerçekleştirilebilecek ve tüm dünyaya fayda sağlayacak çok önemli bir değişiklik var. Hangi açıdan bakılırsa bakılsın, Hindistan BM Güvenlik Konseyi'nde daimi bir koltuğu tartışmasız bir şekilde hak etmektedir. Hindistan'ın küresel diplomadaki üs-

tün geçmişi göz önüne alındığında, BM Güvenlik Konseyi'ne kabul edilmesi dünya barışı ve adaleti için çok önemli bir sesi de yükseltecektir.

Hindistan her açıdan büyük bir güçtür, Hindistan 2024 yılında Çin'i geride bırakarak dünyanın en kalabalık ülkesi haline gelmiştir. Hindistan, uluslararası fiyatlarla (satın alma gücü paritesi) ölçüldüğünde 17 trilyon dolarla, Çin (40 trilyon dolar) ve ABD'nin (30 trilyon dolar) ardından ve diğerlerinin önünde dünyanın en büyük üçüncü ekonomisidir. Hindistan, yıllık yaklaşık %6'lık büyüme oranıyla dünyanın en hızlı büyüyen büyük ekonomisidir. Hindistan'ın GSYİH'sinin (PPP) yüzyılın ortalarında ABD'nin GSYİH'sini geçmesi muhtemeldir. Hindistan nükleer silahlara, dijital teknolojide yenilikçi ve önde gelen bir uzay programına sahiptir. BM Güvenlik Konseyi daimi üyeliğine aday gösterilen başka hiçbir ülke, Hindistan'ın bu koltuk için sahip olduğu referanslara yaklaşmamaktadır.

Aynı şey Hindistan'ın diplomatik gücü için de söylenebilir. Hindistan'ın başarılı diplomasisi, 2023'te G20'ye liderlik etmesiyle kendini göstermiştir. Hindistan, 2024'te Rusya ve NATO ülkeleri arasındaki sert ayrışmaya rağmen son derece başarılı bir G20'yi ustalıkla yönetti. Hindistan sadece bir G20 mutabakatı sağlamakla kalmadı; Afrika Birliği'ni G20'de yeni bir daimi üyeliğe kabul ederek tarihe geçti.

Çin, Hindistan'ın BM Güvenlik Konseyi'nde daimi üyeliğini destekleme konusunda ayak diremiş ve P5'teki tek

ABD'nin son haftalardaki jeopolitik öfke nöbetleri – iklim değişikliğiyle mücadeleyi terk etmek, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine saldırmak ve temel DTÖ kurallarına aykırı olarak tek taraflı gümrük tarifeleri uygulamak – ölmekte olan eski bir düzenin gerçekten " hastalık belirtilerini " yansıtmaktadır. Gerçek anlamda çok kutuplu ve adil bir uluslararası düzene yol açma zamanı gelmiştir.

Asyalı güç olarak kendi eşsiz konumunu korumuştur. Oysa Çin'in temel ulusal çıkarları Hindistan'ın BM Güvenlik Konseyi daimi üyeliğine yükselmesiyle daha da güçlenecektir. Özellikle de ABD'nin gümrük vergileri ve yaptırımlar yoluyla Çin'in zor kazanılmış ekonomik refah ve teknolojik güç artışını engellemek için son bir gayret sarf ettiği düşünüldüğünde bu durum daha da önem kazanmaktadır.

Çin, BM Güvenlik Konseyi için Hindistan'ı destekleyerek jeopolitiğin gerçek çok kutuplu dünyayı yansıtacak şekilde yeniden şekillendirildiğini kararlı bir şekilde ortaya koyacaktır. Çin, BM Güvenlik Konseyi'nde Asyalı bir akran yaratırken, aynı zamanda ABD ve Avrupa'nın jeopolitik değişime karşı direncini aşmada hayati bir ortak kazanacaktır. Çin, Hindistan'ın BM Güvenlik Konseyi'nde daimi üyeliği için çağrıda bulunursa, Rusya hemen buna katılacak, ABD, İngiltere ve Fransa da Hindistan için oy kullanacaktır.

TÜBA ÜYESİ PROF. İHSANOĞLU KÜRESEL BAKÜ FORUMU'NDA



TÜBA Şeref Üyesi ve Türk Bilim Tarihi Kurumu Şeref Başkanı Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu, Azerbaycan'ın başkenti Bakü'de düzenlenen "12. Küresel Bakü Forumu"na katıldı.

Forumun açılış konuşmasını Azerbaycan Cumhurbaşkanı Sayın İlham Aliyev yaptı. Forumda, 60'tan fazla ülke ve en az 50 mevcut ve eski cumhurbaşkanı ile başbakanın yanı sıra Birleşmiş Milletler kuruluşlarının başkan-

ları ve önde gelen akademisyenler de dahil olmak üzere yaklaşık 400 katılımcı yer aldı.

Toplantıda, jeopolitik değişimler, sorumlu ortaklık mı yoksa rekabet mi? Çok kutuplu bir dünya için çok taraflılığı yeniden düşünmek; BM için yeni bir küresel mutabakatın inşası; yeni dünya düzeninde orta güçler; yeniden yapılanma: bölgesel istikrar; ve yeni bir dünya için yeni teknolojiler gibi birçok konu tartışıldı.

TEKNOFEST'25 COŞKUSU KIBRIS'TA

TEKNOFEST'25 KKTC'de 225 bin teknoloji meraklısı ziyaretçiyi ağırladı.



Dünyanın en büyük Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali TEKNOFEST, 1-4 Mayıs 2025 tarihleri arasında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde büyük bir heyecan ve yüzbinlerin katılımıyla gerçekleşti.

TÜBA'nın paydaşı olduğu ve Akademi Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker'in de katıldığı Lefkoşa'daki Eski Ercan Havalimanında düzenlenen ve dört gün süren TEKNOFEST KKTC, 225 bin ziyaretçiyi teknoloji, bilim ve milli duygularla buluşturdu. Katılım ve ilginin oldukça yoğun olduğu festival, dört gün boyunca birçok etkinliğe ev sahipliği yaptı.

Her anının dolu dolu geçtiği festival boyunca teknoloji yarışma çadırlarında gençler yeteneklerini sergiledi. Teknoloji yarışmaları Sosyal İnovasyon Yarışması, Uçan Araba Simülasyon Yarışması ve TEKNOFEST Robolig Mavi Vatan Yarışması gibi 6 ana kategori, 13 alt kategoride gerçekleşti. Bilim Sokağı, Uzay Sergisi, Planetaryum, XR Deneyim Alanları, Kıbrıs Barış

Harekâtı Deneyim Alanı, Türk Mukavemet Teşkilatı Milli Mücadele Sergi Alanı, DENEYAP Atölyeleri ile her yaştan katılımcıya hitap eden etkinlikler festival boyunca KKTC'de düzenlendi. Gökyüzünde Türk Yıldızları, SOLOTÜRK, Bayraktar Akıncı, Bayraktar TB2, Hürkuş ve diğer hava araçlarının gösterileri ise festival boyunca nefesleri kesti.

Cumhurbaşkanı Erdoğan'dan TEKNOFEST Mesajı: Nice asırlar boyunca buradayız.

Festivalin üçüncü gününde Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan TEKNOFEST'e katıldı. Cumhurbaşkanı Erdoğan TEKNOFEST ana sahnesinde yaptığı konuşmada; "TEKNOFEST gençliğiyle, Kuzey Kıbrıs'ın dört bir yanında yükselen eserlerimizle nice asırlar boyunca burada olmaya devam edeceğiz." ifadelerini kullanarak Milli Teknoloji Hamlesine verdiği önemi vurguladı.

Festival kapsamında Cumhurbaşkanı Erdoğan, teknoloji yarışmalarında dereceye girerek birinci olan gençlere ödülleri takdim etti. Erdoğan, festivalin sadece bir etkinlik değil, "bir milletin, iki devletin, tek yüreğin ortak istikbaline doğru attığı kararlı bir adım" olduğunu belirtti.

Genç nesillere daha güçlü bir gelecek.

KKTC Cumhurbaşkanı Ersin Tatar, TEKNOFEST'e emeği geçenlere teşekkür ederek, "TEKNOFEST rüzgarının KKTC'den bütün dünyaya esmesini ve dolayısıyla Türkiye'nin damgasını, başarısını, üstünlüğünü hep birlikte yaşamak ve bize verecek o ilhamla genç nesillerle daha güçlü bir gelecek için yapılması çok kıymetlidir." ifadelerini kullandı.





Gençlerimiz yenilikçi projelerle bizleri gururlandırdı.

Sanayi ve Tenoloji Bakanı Mehmet Fatih Kacır konuşmasında, Milli Teknoloji Hamlesi'nin meydanı TEKNOFEST'te; Kıbrıs Türk halkının yoğun ilgisiyle; tarihle, bilimle ve teknolojiyle yoğrulmuş muazzam bir coşku yaşadıklarını ifade etti.

Şehitlerimizin kanlarıyla sulanmış bu topraklarda Kıbrıs Türk halkının yolcu değil hancı, misafir değil ev sahibi olduğunu tüm Dünya'ya bir kez daha ilan ettik dedi ve şöyle devam etti "Türk milletinin, bilim insanlarının, mühendislerinin, teknisyenlerinin alın ve akıl terinin eseri; her biri dünyada büyük yankı uyandıran teknoloji harikalarıyla hep birlikte iftihar ettik. Kuzey Kıbrıs'tan, Türkiye'nin dört bir yanından, dünyanın farklı ülkelerinden gelen gençlerimiz, yenilikçi projelerle bizleri gururlandırdı. Gördük ki; bu toprakların gençleri isterlerse, çalışırlarsa, başaramayacakları hiçbir şey yoktur. Arzumuz, Türk milletinin yükselişinin sembolü TEKNOFEST'in bu coşkusunun Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde devam etmesidir." dedi.

Bakan Kacır "Burada geliştirilen yenilikçi dijital ürünlerin ve hizmetlerin Kuzey Kıbrıs'tan dünyaya açılan birer başarı hikâyesine dönüşmesidir. Yıllarca haksız izolasyonlara maruz kalan Kıbrıs Türk halkının refahının yükselmesidir." dedi.

TEKNOFEST KKTC kapanış töreniyle zirveye ulaştı: Yüzbinler geleceğe ortak oldu.

TEKNOFEST, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde dört gün süren muhteşem bir organizasyonun ardından düzenlenen kapanış seremonisi ile sona erdi. Festivalin kapanış töreni, coşku ve gurur dolu anlara sahne oldu. Törene T.C. Cumhurbaşkanı Yardımcısı Cevdet Yılmaz, KKTC Cumhurbaşkanı Ersin Tatar,

KKTC Başbakanı Ünal Üstel, T3 Vakfı Mütevelli Heyeti Başkanı ve TEKNOFEST Yönetim Kurulu Başkanı Selçuk Bayraktar ile T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mehmet Fatih Kacır katıldı.

"Bilimle büyüyen bir gençlik, geleceği şekillendirecek en büyük güvencemiz."

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şekeri ise , TEKNOFEST KKTC'ye ilişkin yaptığı değerlendirmede şu ifadeleri kullandı: "TEKNOFEST, gençlerimizin bilim ve teknolojiye olan ilgisini canlı tutan, onları üretmeye, düşünmeye ve hayal etmeye teşvik eden çok yönlü bir platform. Festivalde sergilenen her proje, Türkiye'nin bilimsel kapasitesinin ne denli yüksek potansiyele sahip olduğunu gösteriyor. TÜBA olarak bu heyecanın paydaşı ve bir parçası olmaktan gurur duyuyoruz. Özellikle gençlerin kendi fikirleriyle ortaya koydukları projeler, bilimsel düşünmenin, sorgulamanın ve çözüm üretmenin sahadaki yansıması. Bu bağlamda yerli ve milli teknolojilere olan ilgiyi, yalnızca teknik bir gelişme olarak değil, aynı zamanda bağımsızlık bilinci ve geleceğe güvenle bakmanın iradesi olarak görüyoruz.. TEKNOFEST'in KKTC'de düzenlenmiş olması, bilimsel ve teknolojik vizyonun sınır tanımadığını; ortak geçmiş, ortak kültür ve ortak gelecek inşasında bilimin birleştirici gücünü vurguluyor. Bilimle büyüyen bir gençlik, geleceği şekillendirecek en büyük güvencemizdir. TEKNOFEST bu umudu her yıl daha da pekiştiriyor."

TEKNOFEST'e olan ilgi yalnızca bir festival değil, bir milletin ortak geleceğine duyduğu inancın en güçlü sembolü olduğunu bir kez daha gözler önüne serdi. Kapanış seremonisi ve konuşmaların ardından TEKNOFEST KKTC, teknoloji yarışmalarında dereceye giren takımların ödül töreni ve aile fotoğrafının çekilmesi ile sona erdi.

Su Kayıp ve İsrafının Boyutları: İklim Kaynaklı Potansiyel Risk ve Tehditler*

Prof. Dr. İzzet Öztürk

TÜBA Şeref Üyesi / İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Melih Koşucu

İstanbul Teknik Üniversitesi

Arş. Gör. Elif Zeynep Deneri

İstanbul Teknik Üniversitesi

Özet

Küresel ve bölgesel ölçekte yürütülen İklim Modellemesi çalışmalarında, Türkiye geneli için, özellikle 2070-2100 yılları döneminde, ortalama sıcaklıklarda 2,5~5°C artış, toplam yağışlarda ise %10-20 azalma öngörülmektedir. Bu durumun ülke mavi su (nehir akışları) ve yeşil su (toprak nemi) potansiyelinde %15-50 aralığında azalmaya yol açabileceği tahmin edilmektedir. Türkiye'deki bazı nehir havzalarının şimdi bile mutlak su kıtlığı sınırında olduğu düşünüldüğünde, suyun etkin ve verimli kullanılarak su kayıp ve israfının önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, küresel iklim değişikliği perspektifiyle, su kayıp ve israfının boyutları ile su kullanımının suya bağımlı sektörler arasındaki dağılımı incelenerek başlıca kayıp azaltım seçenekleri değerlendirilmiştir. Bu bağlamda 4 ana sektör olan Tarım, Sanayi, İçme-Kullanma (hizmetler dahil) ve Ekosistem Hizmetleri'nde mevcut su kullanım durumu ile su kayıp ve israfının azaltım seçenekleri güncel verilerle açıklanmıştır. Çalışmada ayrıca iklim değişikliğine bağlı potansiyel risk ve tehlikeler dikkate alınarak incelenen suya bağımlı sektörlerin her biri özelinde, iklim risklerini azaltıcı tedbirlerle ilgili somut ve uygulanabilir öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

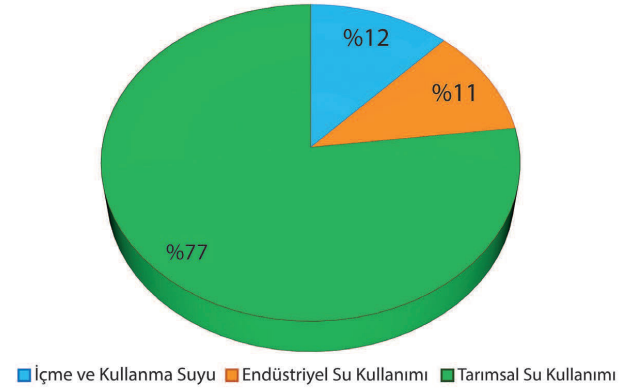
İklim Değişikliği, Su Stresi, Kuraklık, Su Kayıpları, Çevresel Akış

Türkiye ve dünyada sektörel su kullanımı görünümü

Değişen İklim Uyum Çerçevesinde hazırlanan Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2020-2033)'nda; Türkiye'de sektörler su kullanımı ile ilgili güncel durum değerlendirilmesi bulunmaktadır (Su Verimliliği, 2023). Söz konusu planda, hali hazırda ülke bütününde suya bağımlı sektörlerle ilişkin tüm alt sektörleri ihtiva eden ayrımlar bulunmamaktadır. Her bir alt sektör için,

su tahsisleri ve/veya kullanımları ile alakalı havzalar bazında Master Plan çalışmaları yapım aşamasındadır.

Türkiye'nin 57 milyar m³'luk mevcut (kullanılabilir) su potansiyelinin %77'si Tarım, %12'si içme kullanma (ve hizmetler), %11'i ise sanayi (ve enerji) sektörlerinde kullanılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye'de 2021 Yılı Sektörel Su Kullanımları (Su Verimliliği, 2023)

Ülkemizde etkin ve verimli su kullanımı hedeflenmektedir ve mevcut durumda su kullanımında ana sektör tarımsal sulamadır. Bu kapsamda, 2021 yılında, 2021-2025 dönemine ilişkin Tarımsal Sulama Sektör Politika Belgesi yayınlanmıştır (TAGEM, 2021). Söz konusu belgede, 2021-2025 yılları arası için öngörülen sulama konusundaki sorunlar ile darboğazların çözümüne donuk politikalar yer almaktadır.

Su kullanan sektörlerin etkin ve verimli su kullanımını sağlamak ve iklim değişimine karşı uyumu gözetmek için Meclis Araştırma Komisyonu Raporu, 2021 yılında yayınlanmıştır. Söz konusu raporda, suya bağımlı sektörlerin uyum konusundaki çalışmaları ve alınma-

*Yazının tamamının yer aldığı "Gıda, Su Kaybı ve İsrafı" adlı çalışmaya ulaşmak için www.tuba.gov.tr

sı öngörülen tedbirler kapsamlı olarak incelenmiştir (TBMM, 2021). Bunun yanı sıra, 2021 yılında Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye Cumhuriyeti (TC) tarafından finanse edilen Türkiye’de İklim Değişikliğine Uyum Çalışmaları (TOB, 2020) başlıklı Proje, tamamlanmıştır. Söz konusu proje raporu, tüm sektörlerin uyum politikalarını kapsamaktadır. Aynı zamanda, proje ana alt başlıkları arasında su kaynakları yönetimi, tarım, ekosistem hizmetleri, sanayi, turizm, enerji gibi alt başlıklara detaylı olarak ele alınmıştır (CŞB, 2021).

Ocak 2023 tarihinde Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından başlatılan Su Verimliliği Seferberliği (URL-1) ile sektörel su kullanımları, darboğazlar, su kullanımındaki mevcut sorunların çözümü ve iklime uyum çalışmaları incelenmiştir.

Sektörel su kullanımı ile alakalı Dünya Bankası verileri ülkeden ülkeye önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Sektörel su kullanımı verileri küresel acıdan değerlendirildiğinde, genellikle dünyadaki birçok yerde mevcut tatlı suyun %70’lik kısmının tarımsal faaliyetlerde kullanıldığı ortaya çıkmaktadır. Dünya Bankası verilerine göre, tarımsal su kullanımı oranını %19 ile sanayi sektörü (enerji, ticari ve endüstriyel işletmeler) takip ederken içme-kullanma amaçlı (hane halkı) su kullanımı oranı ise %12 civarındadır (UN, 2019). 2017 yılı Avrupa Çevre Ajansı’nın verileri, Avrupa ülkelerindeki suyun %58,3’ünü tarım, ormancılık ve balıkçılıkta; %18,2’i elektrik, gaz ve buhar temini ile de iklimlendirmede; %10,6’sı madencilik ve taş ocaklığı, imalat ve inşaat alanında; %9,6’sı evsel kullanımda, %3,3’ü hizmet sektöründe kullanıldığını göstermektedir (CŞİDB, 2018).

Su kıtlığı veya stres durumunu tanımlamak için kullanılan Falkenmark indeksine göre su kıtlık/

stres durumu, aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Hakyemez, 2019):

- Mutlak Su Kıtlığı: Yılda kişi başına düşen su miktarının 500 m³’ten az olması,
- Su Kıtlığı: Yılda kişi başına düşen su miktarının 1.000 ~ 500 m³ arası,
- Su Sıkıntısı: Yılda kişi başına düşen su miktarının 1.700 ~ 1.000 m³ arası,
- Su Sorunu Olmayan: Yılda kişi başına düşen su miktarı 1.700 m³’ten daha fazla olması.

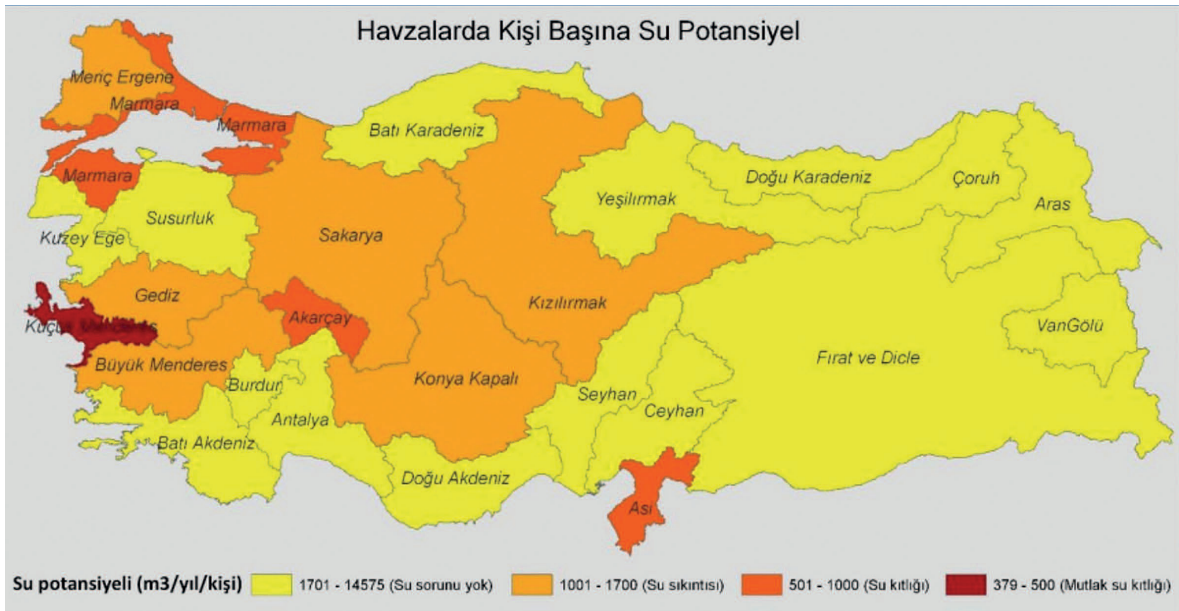
Türkiye’de 2020 yılında kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.346 m³’tur Bu duruma göre Türkiye su sıkıntısı olan ülke konumundadır. Şekil 2, Türkiye’de Falkenmark Stres İndeksine göre havzalarda kişi başına düşen su potansiyelini göstermektedir (TOB, 2021a).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2040 yılı Türkiye nüfusunun 100 milyon olması beklenmektedir (TÜİK Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080). 2040 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının, mevcut toprak ve su kaynaklarının korunduğu öngörüsü ile 1.120 m³/yıl olması beklenmektedir. Bu değer Türkiye’yi su kıtlığı olan ülke sınırlarına oldukça yaklaştırmaktadır.

İklim değişikliğinin akdeniz havzası ve türkiye’deki muhtemel etkileri

Akdeniz havzasındaki muhtemel etkiler

Akdeniz Havzası küresel ve bölgesel iklim değişikliği projeksiyonları incelendiğinde, iklim değişikliği açısından sıcak (hassas) bölge olarak nitelenmektedir. Söz konusu havzada yer aldığından dolayı Türki-



Şekil 2. Falkenmark Su Stres İndeksine Göre Havzalarda Kişi Başına Düşen Su Potansiyeli (TOB, 2021a)

Projeksiyon Dönemi	Referans Dönemi	Brüt Su Potansiyeli (milyon m ³ /yıl)					
		HADGEM2-ES		MPI		CNRM	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
2015-2040	193.499	117.508 (-39%)**	118.864 (-39%)	169.903 (-12%)	174.607 (-10%)	169.353 (-12%)	156.950 (-19%)
2041-2070	193.499	111.015 (-43%)	95.687 (-51%)	162.900 (-16%)	147.515 (-24%)	168.470 (-13%)	142.114 (-27%)
2071-2100	193.499	117.363 (-39%)	107.045 (-45%)	153.613 (-21%)	135.158 (-30%)	161.939 (-16%)	156.869 (-19%)

HADGEM2-ES: Hadley Centre Global Environment Model Version 2 (Hadley Merkez Küresel Çevre Modeli 2. Versiyon)
MPI: Max Planck Institute Modeli (Max Planck Enstitüsü Modeli)
CNRM: Centre National de Recherches Météorologiques Model (Ulusal Meteoroloji Araştırma Merkezi Modeli)
RCP: Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Rotaları)
RCP4.5: Orta emisyon/Nispeten iyimser senaryo
RCP8.5: Kötümser senaryo
* %50 medyan görülme olasılığı
**Parantez içindeki değerler referans dönemi değerinden rölatif sapma oranlarını göstermektedir.

Tablo 1. Türkiye Geneli İçin İklim Projeksiyonlarına Göre Hidrolojik Modellemeyle Üretilen Brüt Su Potansiyelleri Medyan Değerlerinin* ve Referans Dönemi Medyan Değerlerinden Sapmaları (OSİB, 2016a)

Türkiye'de sektörel su kayıp ya da israfının türleri ve boyutları

İçme ve kullanma suyu sektörü

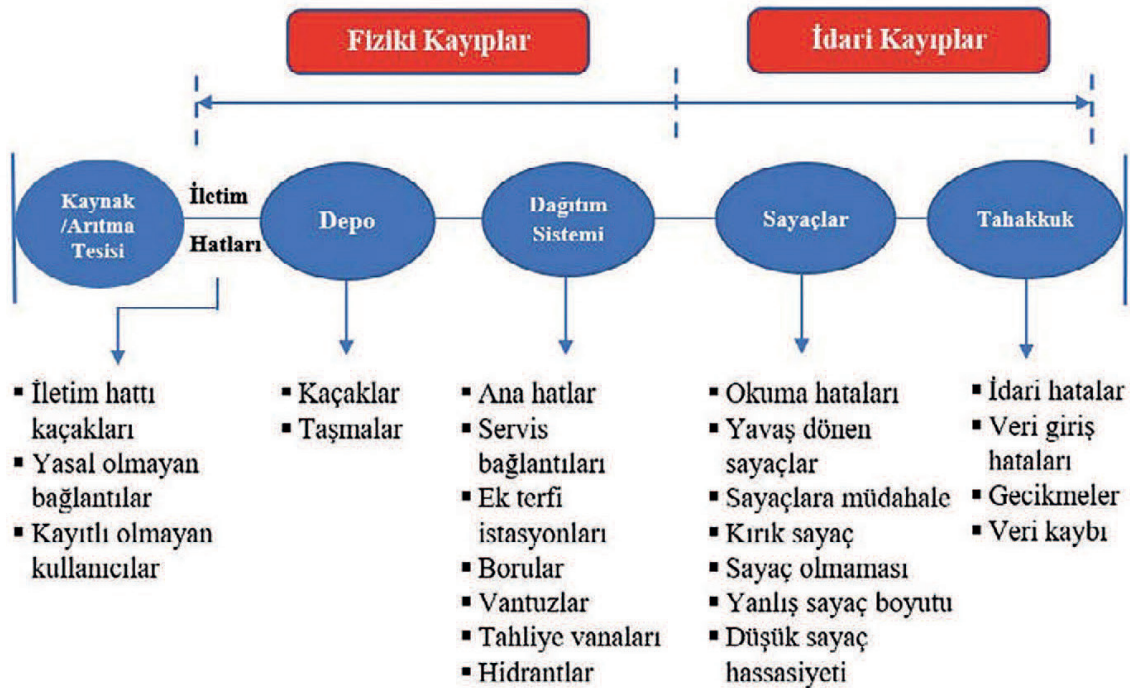
Su kayıplarının tür ve bileşenleri

İçme suyu dağıtım sistemlerindeki su kayıpları, içme suyu şebekelerine verilen toplam su miktarı ile kullanıcıların yasal ve izinli olarak tükettikleri toplam su miktarı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Coşkun Dilcan ve ark., 2018). İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki su kayıpları, İdari ve Fiziki Kayıplar olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir (Şekil 4) (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).

İdari su kayıpları, abonelerin su tüketiminin yanlış ölçülmesi, ölçülememesi (izinsiz tüketim) veya yanlış kaydedilmesiyle alakalı kayıplardır. Fiziki su kayıpları ise su dağıtım sistemlerinin depo, boru ve sair bağlantı elemanlarından çatlak, taşma ve sızma gibi yollarla suyun kaybedilmesi sonucunda oluşmaktadır.

Su temin sistemlerindeki kayıpların boyutları

Türkiye'de su kayıplarıyla mücadeleye özel önem verilmektedir. Bu kapsamda Orman ve Su İşleri Bakanlığı (Günümüzde Tarım Orman Bakanlığı)'na bağlı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM)



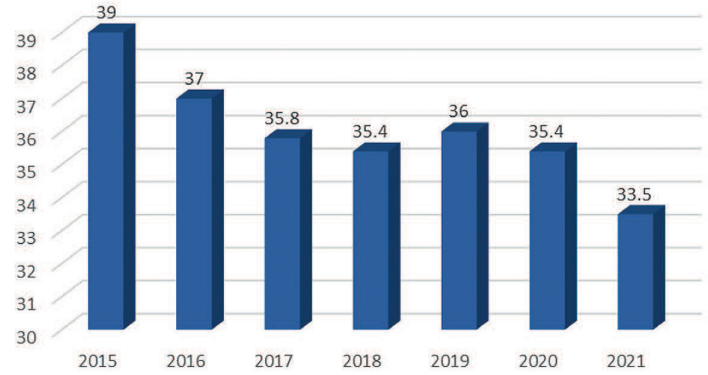
Şekil 4. İdari ve Fiziki Su Kayıpları (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017)

tarafından hazırlanan İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği 2014 yılında yayınlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre su kayıp oranlarının, büyükşehir ve il belediyeleri tarafından 2023 yılına kadar en fazla %30'a, 2028 yılına kadar ise en fazla %25'e düşürülmesi yükümlülüğü getirilmiştir. Diğer belediyelere de su kayıplarını 2023 yılına kadar en fazla %35'e, 2028 yılına kadar en fazla %30'a ve 2033 yılına kadar ise en fazla %25'e düşürme sorumluluğu verilmiştir.

2015 yılının Temmuz ayında yayınlanan İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği ile de su kayıplarının azaltılmasında takip edilecek adımlar, içme suyu dağıtım sistemlerinde kullanılması gereken malzemeler ve izinsiz su kullanımıyla alakalı hususlar ortaya konmuştur. Bahsedilen tebliğin ekinde yer alan Su Kayıpları Yıllık Raporu'nun ve Standart Su Dengesi Tablosu'nun belediyeler ve su idareleri tarafından doldurularak her yıl bakanlığa gönderilmesi yükümlülüğü getirilmiştir.

Türkiye'de Su Kayıpları: Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından belediyelere ve su kanalizasyon idarelerine getirilen su kayıplarını azaltma ve düzenli bir şekilde raporlama yükümlülüğü getirilmiştir. Bu yükümlülüğün tesirini kısa sürede gösterdiği Şekil 5'ten anlaşılmaktadır. Zira 2015'ten 2021'e kadar Türkiye'deki su kayıplarının ana eğilimi azalma yönünde olmuştur. Bakanlığın, SYGM'nin, belediyelerin ve su kanalizasyon idarelerinin çalışmalarıyla 2015 yılında %39 olan su kaybı oranı, 2021 yılında %33,5 seviyesine indirilmiştir. Ayrıca 2003 yılında Türkiye'deki genel su kaybı oranının %51 olduğunun bilinmesi, %33,5 değerini daha da anlamlı kılmaktadır (Öztürk ve ark., 2007).

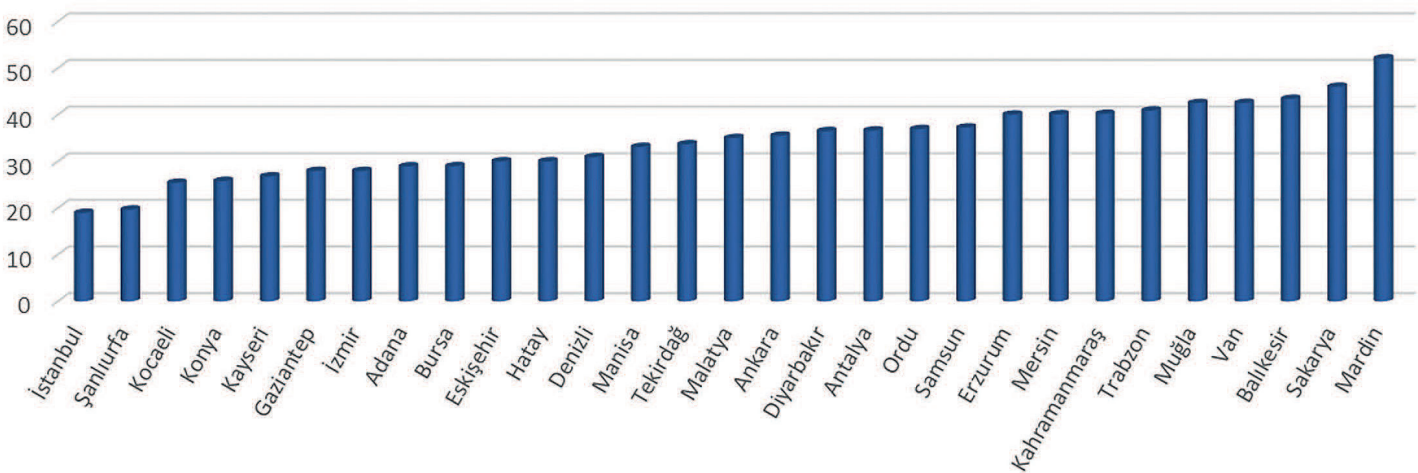
Türkiye'de Yıllık Su Kaybı Oranı



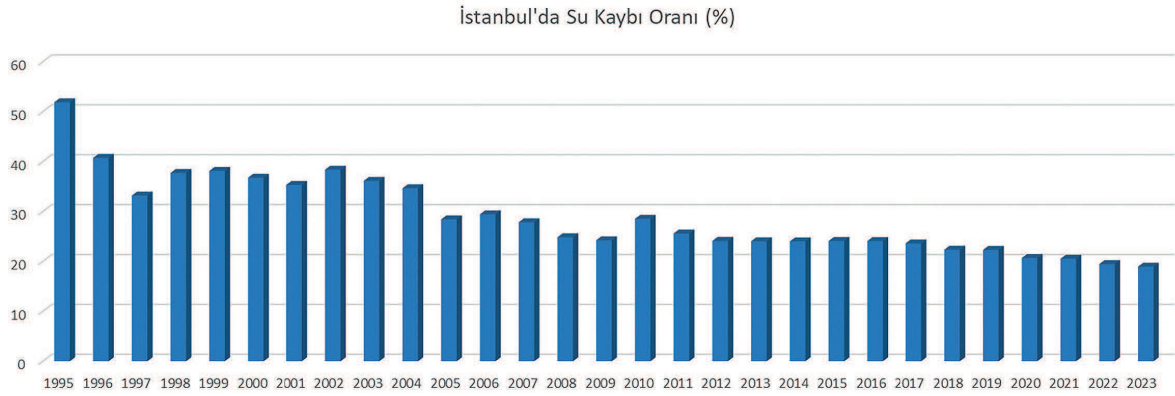
Şekil 5. Türkiye'de 2015-2021 Yılları Arasındaki Genel Su Kaybı Oranı (Su Verimliliği, 2023)

Türkiye'deki su ve kanalizasyon idarelerinin kendi web sitelerinde yayınlamış oldukları raporlardan ve TÜİK verilerinden bu 30 büyükşehirden 29'unun su kaybı oranı değerlerine ulaşılmıştır. Aydın Büyükşehir Belediyesi'ne ait sağlıklı su kaybı verisine ise maalesef ulaşılamamıştır. Aydın Büyükşehir Belediyesi dışında kalan 29 büyükşehir belediyesinden 8'inin su kaybı verisi TÜİK'ten, kalan 21'inin su kaybı verisi ise ilgili su ve kanalizasyon idarelerinin web sitelerinde sunmuş oldukları raporlardan alınmıştır. İstanbul, Şanlıurfa, Ankara, Adana, Antalya ve Kocaeli'ye ait veri 2023 yılına, Ordu'ya ait su kaybı verisi ise 2021 yılına aittir. Bunlar dışındaki su ve kanalizasyon idarelerinin verileri 2022 yılına aittir. Bahsedilen veriler Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6'ya göre en düşük su kaybı oranına sahip olan büyükşehir %18,94 ile İstanbul'dur. İstanbul'u Şanlıurfa, Kocaeli ve Konya takip etmektedir. En yüksek su kaybı oranına sahip olan büyükşehir ise %52,1 ile Mardin'dir. Mardin'i Sakarya, Balıkesir ve Van izlemektedir.

Büyükşehirlerde Su Kaybı Oranı (%)



Şekil 6. Büyükşehirlerde Su Kayıp Oranları (ilgili idarelerin raporlarından ve TÜİK'ten elde edilmiştir)



Şekil 7. 1995-2023 Yılları Arasında İstanbul'un Yıllık Su Kaybı Değerleri (İSKİ, 2024; Kıran, 2022)

İstanbul'un su kaybı oranının yıllar içindeki değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7'den de görüleceği üzere 1995 yılında %51,9 olan su kaybı oranı 2023'te %18,94'e inmiştir. Bu hızlı inişin temelinde muhakkak, kaliteli boru ve bağlantı malzemelerinin kullanımı, aktif sızıntı kontrolü, boru hatlarının hızlı tamiri ve basınç yönetimi gibi su kaybı kontrolü uygulamalarının payı vardır.

Dünya'da Su Kayıpları: Türkiye'nin de aralarında olduğu pek çok ülkenin su kayıp oranları Şekil 8'de verilmiştir ("Leakage in the water industry," 2022; Roland Berger GmbH, 2023). Grafikte Bulgaristan ve Romanya sırasıyla %50 ve %40'ı aşan oranlarıyla en yüksek su kayıp oranına sahip ülkeler olarak görülmektedir. Ote yandan Hollanda, Japonya, Singapur, Almanya, Danimarka ve Birleşik Arap Emirlikleri ise %10'un altında olan su kayıp oranlarıyla dikkat çekmektedirler. Türkiye ise %33,5 olan su kaybı oranıyla Bulgaristan, Romanya, Malta ve İrlanda'dan daha iyi bir konumda olsa da Avrupa ülkelerinin çoğunun gerisinde yer almaktadır.

Altyapı Kayıp/Kaçak Endeksi: Su kayıp oranı dışında içme suyu dağıtım şebekelerinde su kayıplarının seviyesini gösteren ve dünyada yaygınlıkla kullanılan bir başka gösterge de Altyapı Kaçak Endeksi'dir (Infra-

structure Leakage Index = ILI). Bu endeks, mevcut yıllık fiziki su kayıplarının (Current Annual Real Losses = CARL) kaçınılmaz yıllık fiziki su kayıplarına (Unavoidable Annual Real Losses = UARL) bölünmesiyle elde edilir (Eşitlik 1):

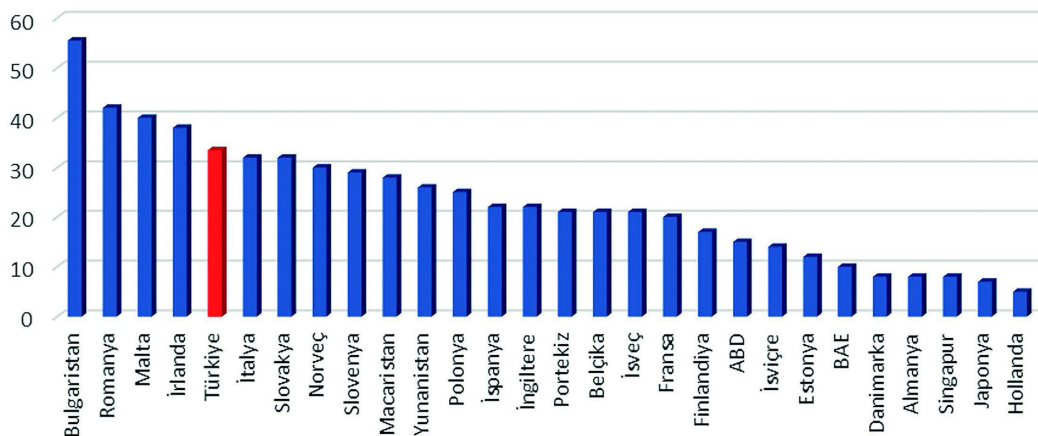
$$ILI = \frac{CARL}{UARL} \quad (1)$$

Burada UARL ve CARL parametrelerinin birimleri l/gun'dur. ILI ise boyutsuz bir niceliktir. ILI'nin değeri 1.0'a ne kadar yaklaşırsa şebekenin yönetimi su kayıpları açısından o kadar iyidir denilebilir. UARL parametresi ampirik bir büyüklüktür ve şu şekilde hesaplanmaktadır (Eşitlik 2):

$$UARL = (18 \times L_m + 0.8 \times N_c + 25 \times L_p) \times AZP \quad (2)$$

Burada *Kategori A*, şebeke durumunun iyi olduğunu, *Kategori B* durumun kötü sayılamayacağını ama iyileşme potansiyelinin bulunduğunu, *Kategori C* şebeke durumunun zayıf olduğunu ve bu zayıflığın iyiye götürülmesi gerektiğini ve *Kategori D* ise şebekenin kötü yönetildiğini ve kaynakların verimsiz kullanıldığını göstermektedir.

Ülkelerin Su Kaybı Oranları



Şekil 8. Farklı Ülkelerin Su Kaybı Oranları ("Leakage in the water industry," 2022; Roland Berger GmbH, 2023)

Kategori	A	B	C	D
ILI	1 - 2	2 - 4	4 - 8	> 8

Tablo 2. ILI Teknik Performans Kategorileri (Lambert ve ark., 1999; McKenzie ve ark., 2007)

SUEN (2022) tarafından Türkiye’deki 20 su kanalizasyon idaresi (SUKİ) için yapılan analiz neticesinde ILI değeri ortalama 4,77 seviyesinde çıkmıştır. Avustralya, Belçika, Almanya, Fransa, İtalya, Portekiz, İspanya, Hırvatistan, İngiltere, İsviçre ve Malta gibi ülkelerde bulunan 71 adet su idaresinde detaylı ILI analizi yapıldığında, bu su idarelerinin 53 tanesinde ILI değeri 4’ten daha düşük olarak hesaplanmıştır. Bosna-Hersek, Bulgaristan ve Sırbistan’da bulunan 12 su idaresinde yapılan çalışmada ise bu su idarelerinin tamamında ILI değerinin 5’ten yüksek olduğu ve genel olarak bu değerin 8’in üzerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. ILI değerinin Batı Avrupa ülkelerinin su kanalizasyon idarelerinde genel olarak 4’ten daha düşük olduğu göz önüne alındığında Türkiye’deki SUKİ’lerin içme suyu dağıtım sistemlerinin performansını iyileştirme faaliyetlerine ağırlık vermesi gerektiği görülmektedir.

Bir de bu iyileştirme faaliyeti için öncelikle düzenli ölçüm ve raporlama gerekmektedir ki, Türkiye’deki bazı su idarelerinde bu konuda birtakım eksiklikler olduğu vurgulanmalıdır.

Kaynaklar / References

Akdeniz, T. ve Muhammetoğlu, H. (2022). Türkiye’de kentsel su dağıtım şebekelerinde idari su kayıplarının değerlendirilmesi. *İTÜ Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 24(1), 1–6.

Bischel, H. N., Lawrence, J. E., Halaburka, B. J., Plumlee, M. H., Bawazir, A. S., King, J. P., ... Luthy, R. G. (2013). Renewing urban streams with recycled water for streamflow augmentation: Hydrologic, water quality, and ecosystem services management. *Environmental Engineering Science*, 30(8), 455-479. <https://doi.org/10.1089/ees.2012.0201>

Coşkun Dilcan, C., Capar, C., Korkmaz, A., İritiş, O., Karaaslan, Y. ve Selek, B. (2018). İçme suyu şebekelerinde görülen su kayıplarının dünyada ve ülkemizdeki durumu. *Anahtar Dergisi*, 354, 10–18.

Cevre ve Şehircilik Bakanlığı (CŞB). (2021). Türkiye’de iklim değişikliğine uyum eyleminin güçlendirilmesi projesi, TR2017 ESOP MI A3 04, Türkiye’de iklim değişikliğine uyum çalışmaları. Ankara, s. 283. https://iklimeuyum.org/dokumanlar/Turkiyede_Iklim_Degisikligine_Uyum_Calismalari.pdf Erişim Tarihi: 1 Mayıs 2024.

Cevre ve Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı (CŞİDB). (2018). Sıfır atık, çevresel göstergeler: Su kullanımı. <https://cevreselegostergeler.csb.gov.tr/su-kullanimi-i-85738> Erişim Tarihi: 1 Mayıs 2024.

Erşahin, M. E., Guven, H. ve Ozturk, İ. (2022). *Atıksu Arıtma Tesisinden Atıksu Rafinerisine*. M. Bulut ve C. Korkut (Eds.). *Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Hayat* (s. 385-410). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

Graaf, I. E. M. de, Gleeson, T., van Beek, L. P. H. R., Sutanudjaja, E. H. ve Bierkens, M. F. P. (2019). Environmental flow limits to global groundwater pumping. *Nature*, 574(7776), 90-94. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1594-4>

Hakyemez, C. (2019). Su: Yeni Elmas, TSKB Tematik Bakış. https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/TSKBBAkis_SUYeniElmas_Subat2019.pdf adresinden alındı. Erişim Tarihi: 01.05.2024

Halaburka, B. J., Lawrence, J. E., Bischel, H. N., Hsiao, J., Plumlee, M. H., Resh, V. H., ... Luthy, R. G. (2013). Economic and ecological costs and benefits of streamflow augmentation using recycled water in a California coastal stream. *Environmental Science & Technology*, 47(19), 10735-10743. <https://doi.org/10.1021/es305011z>

Hamilton, S. ve McKenzie, R. (2014). *Water Management and Water Loss*. IWA Publishing.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.

İSKİ. (2024). *Standart Su Dengesi Formu 2023*, <https://iski-istanbul/kurumsal/stratejik-yonetim/su-kayıplari-yillik-raporlari/> Erişim Tarihi: 23.04.2024.

Karpuzcu, M. E., Doğan, F. N. ve Ozturk İ. (2024). Arıtılmış Atıksuların Çevresel Akış için İkame Amaçlı Kullanımı: Tampon Bölge olarak Yapay Sulak Alanların Rolü, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 24(1), 15-22.

Kıran, S. (2022). Sürdürülebilir Su Kayıpları Yönetimi - İstanbul. 6. *Su Kayıpları Forumu ve Sergisi*. Koşucu, M. M. (2022). *Su Dağıtım Şebekelerinde En Uygun Basınç Yönetimi Metodunun Belirlenmesi*. [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].

Koşucu, M. M. ve Demirel, M. C. (2022). Smart pressure management extension for EPANET: source code enhancement with a dynamic pressure reducing valve model. *Journal of Hydroinformatics*, 24(3), 642–658. <https://doi.org/10.2166/hydro.2022.172>

Lambert, A. O., Brown, T. G., Takizawa, M. ve Weimer, D. (1999). A review of performance indicators for real losses from water supply systems. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 48(6), 227–237. <https://doi.org/10.2166/aqua.1999.0025>

Luthy, R. G., Sedlak, D. L., Plumlee, M. H., Austin, D. ve Resh, V. H. (2015). Wastewater effluent-dominated streams as ecosystem-management tools in a drier climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(9), 477-485. <https://doi.org/10.1890/150038>.

McKenzie, R., Seago, C. ve Lamberger, R. (2007). Benchmarking of Losses from Potable Water Reticulation Systems - Results from IWA Task Team. In V. Ciomos, E. Demetrescu, S.Lacatasu ve R. Horac Bubuianu (Eds.), *IWA International Specialized Conference Water Loss 2007* (s. 161–175). IWA Specialist Groups.

Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A. (2017). İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü El Kitabı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Ofwat. (2022). Leakage in the water industry. https://www.ofwat.gov.uk/leakage-in-the-waterindustry/#_ftn1 Erişim Tarihi: 23 Nisan 2024.

OSİB (2016a). İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerindeki Etkileri Projesi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

OSİB (2016b). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi, Proje Nihai Raporu Ek 2 – İklim Değişikliği Projeksiyonları, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Öztürk, İ., Gurel M. and Erturk A. (2013). Effects of Climate Change on Water Resources in Turkey, AASSA Regional Workshop, 19-22 August 2013, Barnaul, Russia.

Öztürk, İ., Uyak, V., Cakmakci, M. ve Akca, L. (2007). Dimension of Water Loss Through Distribution System and Reduction Methods in Turkey. In *International Congress on River Management*. Antalya.

Öztürk, İ., Kınacı, C., Ateş Genceli, E., Ozgun, H., Cuceloğlu, G., Cicekalan, B. ve Ozababalı Sabuncugil, A. (2020). *Çevre Ekonomisi Tam Maliyet Esaslı Tarife Hesabı (el kitabı)*. TBB Yayınları.

Öztürk, İ., Cuceloğlu, G. ve Deneri, E.Z. (2023). Yerel Yönetimlerin Su Planlamasında İklim Değişiminin Rolü. M. E. Aydın ve A. D. Şahin (Eds.), *İklim Değişimi Çerçevesinde Su Kaynaklarının Mevcut Durumu ve Geleceği*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. <https://doi.org/10.53478/TUBA.978-625-8352-56-6.ch09>.

Öztürk, İ., Tanık, A. G., Germirli Babuna, F., Şen, O. L., Insel, G., Akca, L., Erşahin, M. E., Cuceloğlu, G., Turken, T., Deneri, E. Z., Ovez, S. S. ve Delibaş, C. (2024). *Türkiye ve İstanbul Özelinde Su-Atıksu Yönetimi ve Politikaları Projesi, Sanayi Odaklı İklim Duyarlı Bütüncül Su-Atıksu Yönetimi Nihai Raporu*. İstanbul Sanayi Odası (İSO).

Paris, S., Bischof, F. ve Huber, H. (2007). *Reuse of Treated Wastewater*. Proocedings of 10th German Japanese Workshop in Berlin, October 2006.

Prescott, S. L. ve Ulanicki, B. (2003). Dynamic Modeling of Pressure Reducing Valves. *Journal of Hydraulic Engineering*, 129(10), 804–812. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2003\)129:10\(804\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2003)129:10(804))

Roland Berger GmbH. (2023). *Water sobriety, alternative sources and circular models*. Bruksel.

Sen, O. L. (2013). A holistic view of climate change and its impacts in Turkey. *Mercator-IPC Fellowship Report*. https://www.researchgate.net/profile/Omer-Sen/publication/360081804_A_Holistic_View_of_Climate_Change_and_its_Impacts_in_Turkey/links/62613418bca601538b5c7be1/A-Holistic-View-of-Climate-Change-and-its-Impacts-in-Turkey.pdf adresinden alınmıştır. Erişim Tarihi: 01.05.2024

Su Verimliliği (2023). Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2020-2033), T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Verimliliği Seferberliği, Ankara, 80 s. SUEN. (2022). Büyükşehir Su ve Kanalizasyon İdareleri Arasında Mukayeseli Performans Değerlendirmesi. Türkiye Su Enstitüsü.

Şen, O.L., Cuceloğlu, G., Öztürk, İ. ve Deneri, E.Z. (2024). *Türkiye ve İstanbul Özelinde Su-Atıksu Yönetimi ve Politikaları Projesi, İklim Değişikliğinin Türkiye ve İstanbul'un Su Kaynaklarına Etkisi*. İstanbul Sanayi Odası (İSO).

TAGEM (2021). Tarımsal sulama sektör politika belgesi (2021-2025). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politika Geliştirme Genel Müdürlüğü (TAGEM), Ar-ge İnovasyon.

TBMM (2021). Küresel İklim Değişikliğinin etkilerinin en aza indirilmesi, Kuraklıkla Mücadele ve Su Kaynaklarının Verimli Kullanılması için alınması gereken Tedbirlerin belirlenmesi amacıyla kurulan Meclis Araştırma Komisyonu Raporu, Sıra Sayısı: 300, Yasama Donemi: 27, Yasama Yılı:5 Kanunlar ve Kararlar Başkanlığı, TBMM. http://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/sirasayi_sd.sorgu_baslangic

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2020). İklim Değişikliği ve Uyum, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, (s. 220). Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2021a). Tarım Sektöründe Su Verimliliğine İlişkin Metodolojik Rehber.

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2021b). 3 Pilot Havzada Nehir Havza Yönetim Planları Kapsamında Ekonomik Analizler ve Su Verimliliği Çalışmaları için Teknik Destek Projesi (NHYP) AB Teknik Yardım Projesi, Tecnica y Proyectos S.A. (TYPESA) danışmanlığında, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü için.

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB). (2023). Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı, 2023 – 2033; <https://www.suverimliliği.gov.tr/yayinlar/#endustriyel-su-verimliliği> adresinden alınmıştır. Erişim Tarihi: 01.05.2024

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2024). NACE Kodlarına göre Endüstriyel Su Kullanım Verimliliği Projesi Kimya, Metal, Tekstil, Gıda Sektörleri Sunumları, Su Verimliliği Seferberliği Sanayi-Su Buluşması, 2 Şubat 2024, Kocaeli Kongre Merkezi.

Thornton, J., Sturm, R. ve Kunkel, G. (2008). *Water Loss Control* (2nd ed.). McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036/0071499180>

UN (2019). UN World Water Development Report 2021: Valuing Water. UN-Water. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/en/download-report>

UNEP (2024). Food Waste Index Report, https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/45230/food_waste_index_report_2024.pdf?sequence=5&isAllowed=y

URL-1. <https://www.suverimliliği.gov.tr/> adresinden alınmıştır. Erişim Tarihi: 01.05.2024

Walters, J., Oelker, G. ve Lazarova, V. (2013). Producing designer recycled water tailored to customer needs, *Milestones in Water Reuse*. IWA Publishing.

Wolfand, J. M., Taniguchi-Quan, K. T., Abdi, R., Gallo, E., Irving, K., Philippus, D., Rogers, J.B., Stein, E. D. ve Hogue, T. S. (2022). Balancing water reuse and ecological support goals in an effluent-dominated river. *Journal of Hydrology X*, 15, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2022.100124>

Wu, W.-Y., Lo, M.-H., Wada, Y., Famiglietti, J. S., Reager, J. T., Yeh, P. J.-F., Ducharme, A. ve Yang, Z.-L. (2020). Divergent effects of climate change on future groundwater availability in key mid-latitude aquifers. *Nature Communications*, 11(1), 3710. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17581-y>.

TÜBA'DAN OBEZİTE UYARISI: 1.9 MİLYAR İNSAN RİSK ALTINDA

TÜBA, halk sağlığını tehdit eden obezite sorunu karşısında bilimsel bilgi birikimiyle; yeni araştırmaları teşvik etmek ve çözüm önerilerini geliştirmek üzere "Yüzyılın Salgını: Obezite"yi yayımladı.



TÜBA, halk sağlığını tehdit eden obezite sorunu karşısında bilimsel bilgi birikimiyle; yeni araştırmaları teşvik etmek ve çözüm önerilerini geliştirmek üzere "Yüzyılın Salgını: Obezite"yi yayımladı.

TÜBA'nın temel hedeflerinden biri, toplumu bilinçlendirme ve daha sağlıklı bir geleceğin inşasında, akademik bilgiye dayalı çözümler üretmek üzere çalışmalarını yürüten TÜBA, Yüzyılın Salgını: Obezite'yle obezitenin kapsamlı ve çok boyutlu bir değerlendirmesini sunarak, topluma ve bilim dünyasına katkı sunuyor. Yalnızca bilim insanları için değil; aynı zamanda sağlık profesyonelleri, politika yapıcılar, yerel yönetimler ve sağlıklı bir toplumu inşa etmeye çalışan tüm paydaşlar için değerli bir rehber niteliğini taşıyor.

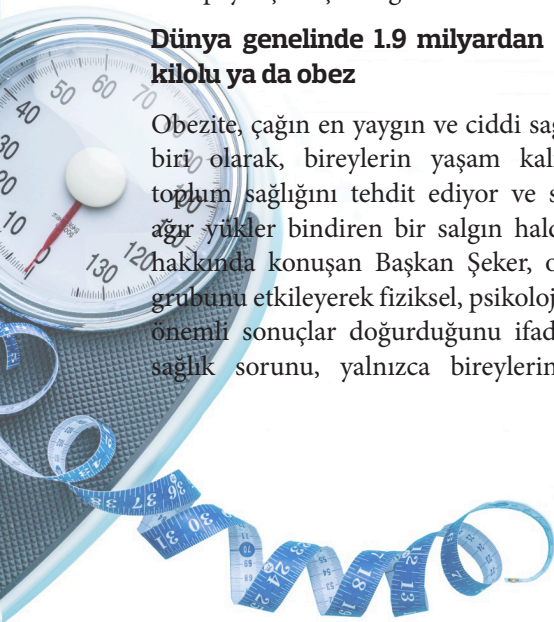
Dünya genelinde 1.9 milyardan fazla insan aşırı kilolu ya da obez

Obezite, çağın en yaygın ve ciddi sağlık sorunlarından biri olarak, bireylerin yaşam kalitesini düşürüyor, toplum sağlığını tehdit ediyor ve sağlık sistemlerine ağır yükler bindiren bir salgın halde yayılıyor. Konu hakkında konuşan Başkan Şeker, obezitenin her yaş grubunu etkileyerek fiziksel, psikolojik ve sosyal açıdan önemli sonuçlar doğurduğunu ifade etti ve küresel sağlık sorunu, yalnızca bireylerin beden sağlığını

değil, aynı zamanda toplumların sosyal yapısını, ekonomilerini ve kültürel normlarını da derinlemesine etkilediğini söyledi.

Şeker şöyle devam etti: "Teknolojik gelişmeler, kentleşme ve modern yaşam tarzı gibi faktörlerin tetiklediği obezite, hareketsiz yaşam, yüksek kalorili ve düşük besin değerine sahip gıdalara kolay erişim gibi sebeplerle daha da yaygınlaşmakta, özellikle çocukluk çağı obezitesi büyük bir risk olarak karşımıza çıkıyor. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, dünya genelinde 1.9 milyardan fazla insan aşırı kilolu ya da obez durumdadır ve bu sayının gelecek yıllarda hızla artacağı öngörülmüyor. Gelişmiş ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerde de obezitenin yaygınlaşması, küresel düzeyde çok boyutlu bir halk sağlığı sorunu haline gelmesine neden oldu. Bu bağlamda, obezite ile mücadele sadece bireysel bir çaba değil, toplum sağlığını korumaya yönelik politikalar ve multidisipliner stratejiler gerektiren kolektif bir mücadeleyi gerektiriyor." dedi. Ayrıca sürdürülebilir bir toplum sağlığı için, devletler ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliği içinde yürüttüğü politikaların büyük önem taşıdığını dile getirdi.

Kitabın, Türkiye'nin önde gelen bilim insanlarının katkılarıyla oluşturulduğunu vurgulayan Şeker, eserin obezitenin nedenleri, yayılma hızı, biyolojik ve sosyoekonomik etkileri, tedavi yöntemleri ve toplum sağlığını geliştirmeye yönelik politikaların detaylı bir şekilde ele alındığına dikkat çekti. Eserle güncel bilimsel bilgiyi kamuoyuna ulaştırarak toplumda farkındalığı artırmanın hedeflendiğini belirterek obezitenin sadece bireyleri değil, toplumsal yapı, ekonomik maliyetler ve kültürel normlar üzerinde de geniş kapsamlı etkiler yaratan bir mesele olduğunu belirtti. Ayrıca ulusal ve uluslararası düzeyde gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar ve bu alanda geliştirilen toplumsal politikaların, obezite ile mücadelede çözüm yolları sunduğunu bildirdi. Aynı zamanda TÜBA-Gıda ve Beslenme Çalışma Grubu Üyeleri olmak üzere, araştırmacılara, yazarlara ve bu sürece destek veren tüm paydaşlara teşekkürlerini sundu.



TÜBA'DAN, S20 ZİRVESİNDE KÜRESEL İKLİM İŞ BİRLİĞİ ÇAĞRISI

Başkan Şeker "İklim değişikliği yalnızca çevresel bir mesele değildir. Ekonomileri, gıdayı, suyu ve milyonlarca insanın yaşamını etkiler."



TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker ve Akademi Asli Üyesi Prof. Dr. Ahmet Nuri Yurdusev, Güney Afrika'nın Pretorya şehrinde Güney Afrika Bilim Akademisi'nin (The Academy of Science of South Africa - ASSAf) ev sahipliğinde gerçekleştirilen "Bilim 20" (Science - S20) 2025 Açılış Toplantısına katıldı.

1 Aralık 2024 - 30 Kasım 2025 tarihleri arasında G20 başkanlığını üstlenen Güney Afrika'da; ana teması "İklim Değişikliği ve Refah" olarak belirlenen 2025 S20'de iklim değişikliğiyle mücadele, küresel ölçekte iş birliği gerektiren bir süreç olduğunun altı çizildi. Konu Güney Afrika'nın stratejik öncelikleriyle ve küresel ölçekte sürdürülebilir, bilim odaklı çözümlere duyulan ihtiyaç çerçevesinde de ele alındı. S20 2025 tartışmaları; bilim, politika, ekonomi ve toplumun ortak çabalarıyla sürdürülebilir bir gelecek inşa edilebileceği hedefiyle, kapsayıcı ve adil çözümler geliştirerek iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak üzere gerçekleştirildi.

Akademi temsilcilerinin katılımıyla açılan program, ASSAf Başkanı Prof. Thokozani Majosi ve ASSAf İcra Direktörü Prof. Himla Soodyall'un konuşmalarıyla başladı. Açılışla birlikte 4 oturumun düzenlendiği toplantıda söz alan Başkan Şeker, İklim Değişikliği ve Refah" temasının hem insanlar hem de dünya için son derece önemli olduğunu söyledi.

İklim planları, kısa vadeli siyasi değişimlere göre değişmez.

"İklim değişikliği yalnızca çevresel bir mesele değildir. Ekonomileri, gıdayı, suyu ve milyonlarca insanın

yaşamını etkiler. En yoksul ve en savunmasız olanlar bu durumdan en fazla zarar görenler. Tartışma belgesinde belirtildiği gibi, insanların refahı, iklim zorluklarını ne kadar iyi yönettiğimize bağlı. Ancak görevimiz sadece zararları azaltmak ve değişimlere uyum sağlamak değil, aynı zamanda adalet ve hakkaniyeti gözetmek. İklim adaleti, en fazla etkilenen ülkelere ihtiyaç duydukları desteği vermek anlamına gelir. Bu, teknoloji paylaşımı, finansal yardım ve eğitim programlarını içermeli. Hazırlayacağımız tartışma belgesi bu sorunlara değiniyor, ancak verilen sözleri eyleme dönüştürecek net adımlara ihtiyacımız var." dedi.

Bilimin, politika oluşturmak konusunda kiiyt bir noktada olduğunu belirten Şeker, bilim insanlarının söyledikleriyle hükümetlerin yaptıkları arasında hâlâ büyük bir uçurum olduğuna dikkat çekti. Hükümetlerin, iklim politikalarını belirlerken bilimsel tavsiyelere uymak zorunda olduğunu söyledi ve uzun vadeli iklim planlarının, kısa vadeli siyasi değişimlere göre şekillenmemesi gerektiğine vurgu yaptı.



“TÜBA, ülkeler arası iş birliğinin gücüne inanıyor. Bilgi paylaşımı tek başına yeterli değildir; harekete geçmemiz gerekiyor. S20, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) gibi kuruluşlarla daha yakın çalışmalıdır. Bu, bilimsel araştırmaların gerçek politika değişikliklerine dönüşmesini sağlayacaktır. Hem emisyonları azaltmak hem de iklim değişikliğine uyum sağlamak önemlidir. Ancak tartışma belgesi endişe verici bir eğilimi ortaya koyuyor. Emisyon azaltma çabaları yavaşlarken, uyum sağlama ihtiyacı giderek artıyor. Bu, sorunu önlemek yerine ona tepki verdiğimiz anlamına geliyor.” dedi.

İklim değişikliğini daha da kötüleşmeden durdurmak için yeterince çaba gösteriyor muyuz? Sorusunu soran Şeker Bilim akademileri olarak, güçlü ve kanıta dayalı öneriler sunmakla yükümlüyüz. İklim konularının her seviyede eğitimin bir parçası olması, geleneksel ve yerel bilginin modern bilimle birlikte kullanılması, ülkelerin iklim sorunlarını birlikte ele alabileceği bölgesel merkezler oluşturulması gibi konulara odaklanılması gerektiğini ifade etti.

Zaman daraldığını belirten Prof. Dr. Muzaffer Şeker asıl sorunun “Sözleri nasıl eyleme dönüştürebiliriz?” olduğunu, TÜBA’nın üzerine düşeni yapmaya hazır olduğunu söyledi. Bilim, dünyanın iklim değişikliğiyle mücadelesine rehberlik etmelidir. Gerçek çözümler bulmak, somut değişiklikler yapmak ve adil,



sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için birlikte çalışmayı dört gözle bekliyoruz dedi.

Toplantıda; bir sonraki yüz yüze S20 toplantısının, Eylül 2025'teki Bakanlar Toplantısı etrafında planlanacağını ve akademi başkanları ile diğer önemli isimlerin katılımının en üst düzeye çıkarılarak bildirinin son halinin tamamlanmasının sağlanacağı bilgisi verildi.

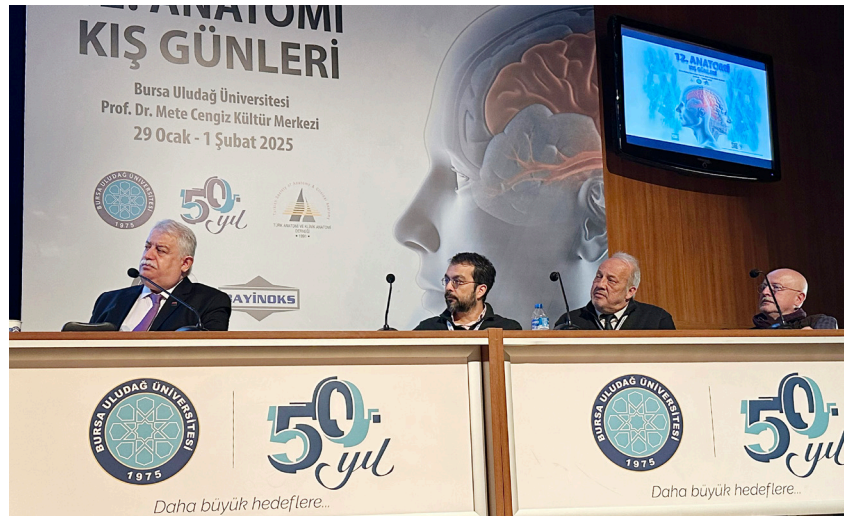
Başkan Şeker ayrıca, Türkiye’nin Pretorya Büyükelçiliği’ne de ziyarette bulundu. Büyükelçi Kezban Nilvana Darama Yıldırımgeç’in, G20 Maliye Bakanları Zirvesi için Cape Town’da olması dolayısıyla TÜBA Heyetine Büyükelçilik Misyon Şefi Yardımcısı Berrak Kekeç ve Eğitim Müşaviri Nedim Kaya ev sahipliği yaptı.

BAŞKAN ŞEKER BURSA ANATOMİ GÜNLERİ'NE KATILDI

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Bursa Uludağ Üniversitesi’nde düzenlenen 12. Anatomi Kış Günleri Toplantısına katıldı.

Nöroanatomi, sinirbilim konularına odaklanan toplantı, anatomi bilimi konularına ilişkin alandaki son gelişmelerin ve güncel çalışmaların sunulduğu oturumlarda uzman bilim insanları ve akademisyenleri bir araya getirdi.

Başkan Şeker; Prof. Dr. Bayram Ufuk Şakul, Dr. Öğr. Üyesi Saliha Seda Adanır’ın başkanlığını yaptığı oturumda “Yapılandırılmış Anatomi Uygulama Sınavı: Kas ve Nöroanatomi Örneği” hakkında konuştu. Ayrıca Prof. Dr. Bahadır Güntürk, Prof. Dr. Mustafa Aldur, Prof. Dr. Ahmet Sınay, Prof. Dr. Turgay Bilgin Tugay’ın panelist olarak yer aldığı “Anatomi Özelinde Yükseköğretimde Yapay Zeka” oturumunun moderatörlüğünü de yaptı.



TÜBA-SANAYİDE YEŞİL DÖNÜŞÜM ve DÖNGÜSEL EKONOMİ ÇALIŞTAYI

Başkan Şeker "Herkesin hakkı olan kaynakların daha kontrollü tüketilmesi gerekiyor."



TÜBA-Çevre, Biyoçeşitlilik ve İklim Değişikliği Çalışma Grubu tarafından hazırlanan "Sanayide Yeşil Dönüşüm ve Döngüsel Ekonomi Çalıştayı" Yıldız Teknik Üniversitesi'nde (YTÜ) gerçekleştirildi.

YTÜ Davutpaşa Kampüsü, Tarihi Hamam'da düzenlenen programda iklim değişikliğinden, sürdürülebilirliğe, yeşil mutabakat hedeflerinden Türkiye'nin bu konudaki yol haritasına kadar düzenlenecek 6 oturumda 30 bilim insanı ve uzman çok sayıda başlık masaya yatırdı. Çalıştay'da TÜBA üyeleri, Türkiye'nin farklı üniversitelerinden akademisyenler ve kamu yönetici ve uzmanları yer aldı.

"Bir yerlerde yanlış yapıyoruz"

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker açılış konuşmasında, üretim ve tüketim dengesinin kapitalist sistemin teşvikleriyle bozulduğuna dikkat çekerek, bu dengenin yol açtığı çevresel ve toplumsal maliyetlere vurgu yaptı: "Zengin ülkeler dünyanın kaynaklarını israf ederek tüketti, şimdi ise bizden bu durumu düzeltmemizi bekliyorlar. Attıkları imzalardan kolayca vazgeçiyor, samimiysiz stratejilerle süreci yönetiyorlar." Prof. Şeker, üretim-tüketim dengesinin yeniden kurulması gerektiğini ve doğal kaynakların sadece mevcut kuşaklara ait olmadığını belirtti: "Nasıl ki geçmişin yanlışlarını eleştiriyorsak, bizden sonraki nesillerin de bizi suçlamaması için yeni bir yöntem geliştirmeliyiz. Herkesin hakkı olan kaynakların daha kontrollü tüketilmesi gerekiyor."

Prof. Şeker, Türkiye'nin bu süreçte samimi çabalar gösterdiğini, yasa ve planlamalarla yeşil dönüşüm konusunda ciddi adımlar attığını ifade etti. Ancak küresel ölçekte eşitsizliklerin sürdüğünü söyledi: "Afrika ve Asya'da hâlâ suya erişemeyen insanlar var. Yaklaşık iki yıldır abluka altındaki Gazze'ye bombalar yağdırılıyor. Bu savaşın sona ermesi için bile küresel bir tepki oluşmuyor. Ukrayna'da barış vaadiyle başlayan süreç Amerika'nın doğal kaynaklara el koymasıyla sonuçlandı."

Bilim insanlarının teknolojiler ve yöntemler geliştirerek çözüm üretmeye devam ettiğini belirten Şeker, üretim-tüketim dengesinin bozulmasının mutsuzluk ve açlığa yol açtığını vurguladı: "Kapitalist sistem herkesi daha fazlasını tüketmeye teşvik ediyor. Ancak sonuç ortada: İnsanlar mutsuz, sıkıntılı ve aç. Ya azla yetinmeyi öğreneceğiz ya da paylaşarak, dostluklar kurarak barış içinde yaşamayı seçeceğiz. Aksi takdirde hepimiz kaybederiz."

"Çevre ve iklim değişikliği konuları tüm insanlığın ortak meselesi"

YTÜ Rektörü Prof. Dr. Eyüp Debik, üniversite olarak inovatif fikir ve projelerin paylaşılacağı bir çalıştaya ev sahipliği yapmaktan duyduğu onuru ifade etti ve dünyanın iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı, su krizi ve doğal kaynakların tükenişi gibi çok sayıda dramatik durumla karşı karşıya olduğunu vurguladı. Bu başlıkların, ekonomi, toplumsal adalet, güvenlik ve sürdürülebilir kalkınmayla doğrudan ilişkili





olduğunu söyledi ve şöyle konuştu: “Çevre ve iklim değişikliği konuları tüm insanlığın ortak meselesidir. Bu perspektif ve vizyonla ilerlemeliyiz.” dedi ve YTÜ’nün sürdürülebilir gelecek için bilimsel iş birliklerine öncelik verdiğinin altını çizdi.

“Yeşil dönüşüm, Türkiye için stratejik bir geçiş”

Çalıştayda konuşan TÜBA Asli Üyesi ve TÜBA Çevre, Biyoçeşitlilik ve İklim Değişikliği Çalışma Grubu Yürütücüsü Prof. Dr. Mehmet Emin Aydın ise iklim krizinin sadece çevresel değil, ekonomik ve toplumsal boyutlarıyla da ele alınması gerektiğini vurguladı. Avrupa Birliği’nin 2050 yılına kadar iklim nötr olma hedefiyle ilan ettiği Yeşil Mutabakat’ın Türkiye’yi de doğrudan etkilediğini belirten Aydın, “Bu dönüşüm yalnızca karbon emisyonlarını azaltmak için değil, aynı zamanda küresel rekabette geri kalmamak için gereklidir.” dedi.

Prof. Aydın, döngüsel ekonominin yeşil dönüşümde kilit rol oynadığını, kaynak verimliliği, atık azaltımı ve sürdürülebilir üretim sistemlerinin bu modelin temel taşları olduğunu ifade etti. Özellikle metal, çelik ve alüminyum gibi enerji yoğun sektörlerde düşük karbonlu üretim teknolojilerinin hızla devreye alınması

gerektiğini vurguladı. “Hurda çelik kullanımı, karbon salımını ciddi şekilde azaltıyor. Yeşil hidrojen gibi çözümler sanayi üretiminde artık vazgeçilmez hale gelecek” diye konuştu.

Türkiye’nin 2053 net sıfır emisyon hedefiyle uyumlu adımlar attığını hatırlatan Aydın, ülkemizin 2024 itibarıyla yenilenebilir enerji kapasitesini 67,4 GW seviyesine çıkardığını aktardı. Ulaştırma sektörünün de bu dönüşümde kritik olduğunu belirten Aydın, elektrikli araçlar, demiryolu taşımacılığı ve akıllı ulaşım sistemlerinin desteklenmesinin altını çizdi.

Aydın, karbon fiyatlandırma mekanizmalarının yalnızca çevresel değil, ekonomik anlamda da stratejik araçlar haline geldiğini söyledi. Türkiye’nin 2025’te pilot olarak uygulayacağı ve 2026’da tam olarak devreye alacağı Ulusal Emisyon Ticaret Sistemi’nin, Avrupa Birliği’nin Sınırdan Karbon Düzenlemesi ile entegre biçimde tasarlanmasının önemini vurguladı.

Konuşmasını, “Bu dönüşüm salt teknolojik bir mesele değil, aynı zamanda bilimsel temellere dayanan stratejik bir geçiştir. Kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum birlikte hareket etmesi şart” sözleriyle tamamladı.



TÜBA'DAN BİLİM VE KÜLTÜR MİRASINA ÜÇ DEĞERLİ KATKI

TÜBA, Türk İslam Bilim Kültür Mirası (TİBKM) Dizisi kapsamında bu güne kadar 60 eser yayımladı. Son olarak Hikmet-i Harbiye, Nihâyetü's-sûl fi taşhih'l-uşûl ve 2. baskısı gerçekleştirilen Îsâgûcî okuruyla buluştu.



TÜBA, Türk İslam Bilim Kültür Mirası (TİBKM) Dizisi kapsamında insanlığın bilgi birikimine katkıda bulunan, Türk-İslam bilim ve kültür mirasına ait klâsik eserlerin tıpkıbasımını, transliterasyonunu, günümüz Türkçesine çevirerek yayımlamaya devam ediyor. Son olarak Hikmet-i Harbiye, Nihâyetü's-sûl fi taşhih'l-uşûl ve 2. baskısı gerçekleştirilen Îsâgûcî ile birlikte şimdiye kadar toplam 60 eser kamuoyunun ilgisine sunuldu.

Osmanlı Askeri Literatürüne Katkı: Hikmet-i Harbiye

Dr. Fatih Akyüz tarafından hazırlanan “Hikmet-i Harbiye”, Fransız askerî tarihinde önemli bir figür olan Colonel Marquis de Chambray’ın “Philosophie de la Guerre” adlı çalışmasının Türkçesi, II. Mahmud devrinde Tercüme Odası’nda çalışan mütercimlerden olan ve hayatı hakkında pek bilgi bulunmayan Güzelöğlü Ârâm beş bölümden meydana gelen eseri, Yahyazâde Rûhuddin Mehmed Efendi’nin teşvikiyle Fransızcadan çeviriyor.

Genel itibarıyla değişen muharebe usulü ve askerî nizamların olumlu ve olumsuz taraflarını anlatan eser, XIX. yüzyılın ilk yıllarına kadar olan süreçteki askerî yapıdaki değişiklikleri merkeze alıyor. Askerî modernleşmenin ivme kazandığı bir döneme ışık tutan ve savaşın sadece askerî bir konu olmadığını, aynı zamanda insan doğası, toplum ve siyasetle yakından ilişkili bir olgu olduğunu savunan, sahasında önemli bir kaynak.

Batlamyus'a Eleştiri, Kopernik'e ilham

14. yüzyıl İslam dünyasının önde gelen astronomlarından İbnü's-Şâtır'ın kaleme aldığı Nihâyetü's-sûl fi taşhih'l-uşûl yeni gezegen modellerini ve astronomik teorileri ele alıyor. İbnü's-Şâtır, Batlamyus'un gezegen modellerini eleştiriyor, kendi gözlemleri ve hesaplamaları doğrultusunda daha hassas ve doğru modeller geliştiriyor. Bu yenilikçi yaklaşımı, daha sonra Kopernik'in çalışmaları-

na da ilham kaynağı oluyor. “Nihâyetü's-sûl fi taşhih'l-uşûl” inceleme, çeviri ve tahkik çalışmasından oluşuyor. Modern astronomiye geçişte önemli etkileri olan eser, Türkiye’deki yazma nüshalarıyla birlikte yeniden gözden geçirilerek İslam dünyasındaki bilim faaliyetlerinin gün ışığına çıkarılması, gelecek nesillere aktarılması ve teorik sürekliliğin sağlanmasına bir kapı aralıyor.

Prof. Dr. Zehra Pattabanoglu, Prof. Dr. Yavuz Unat, Dr. Ahmed Nureddin Kattan, Zehra Akkuş tarafından hazırlanan eserin editörlüğünü ise Prof. Dr. Mustafa Kaçar ve Prof. Dr. Atilla Bir yaptı.

Mantık ve felsefeye girişin klasiği: Îsâgûcî'nin etkisi

Eserleri başta Selçuklu ve Osmanlı medreseleri olmak üzere İslâm dünyasının pek çok yerinde asırlar boyu ders kitabı olarak okutulan, bir mantıkçı olarak tanınan Esirüddin Ebherî, felsefeden matematiğe, astronomiden mantığa kadar birçok alanda onlarca eser verdi. İlk olarak TÜBA tarafından 2016 yılında yayımlanan Hidâyetü'l-Hikme ve er-Risâletü'l-Esirîyye fi'l-mantık adıyla da bilinen Îsâgûcî'nin 2. baskısı okuruyla buluştu. TÜBA Üyesi Prof. Dr. Hüseyin Sarioğlu'nun hazırladığı eserin editörlüğünü Prof. Dr. Ali Durusoy yaptı.

Asırlar boyunca hatta son dönemlere kadar medreselerde ilk okutulan mantık kitaplarının başında gelmesi bakımından gerek İslâm dünyasında gerekse Batıda dikkat çeken ve büyük bir ilgi gören Îsâgûcî, 1625 yılında T. Nofarinsis tarafından Lâtince çevirisiyle birlikte Rûmiye’de basıldı, daha sonra İngilizceye ve Türkçeye çevrildi. Ebherî bu küçük risâleyi yazmaktaki amacını “herhangi bir ilme yeni başlayanların bilmesi gereken hususları ortaya koymak” şeklinde belirlemiştir ki bu durumda onu “ilimlere giriş” olarak değerlendirmek mümkün olacaktır. Ebherî'nin bu risâlesi, mantığın temel konularının hemen hepsini birer cümle halinde bile olsa içeren bir “mantık terimleri sözlüğü” olarak nitelendirilebilir.

Nanoteknolojinin Yükselen Yıldızı MXene'lerin Biyomedikal Yolculuğu

Doç. Dr. Açıyla Yılmaz Aktuna

TÜBA - GEBİP Ödülü Sahibi

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü



Giriş

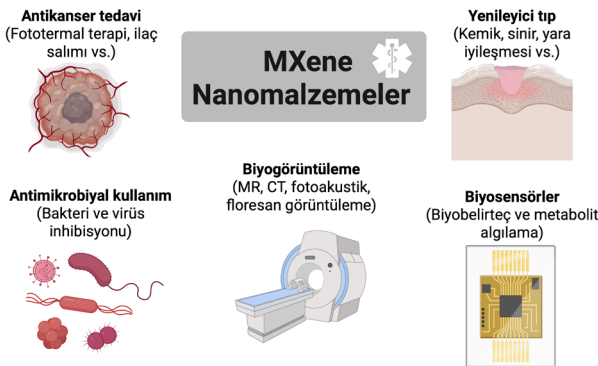
Nanoteknoloji son yıllarda yaşam bilimlerinden mühendisliğe kadar pek çok alanda devrim yaratmış, özellikle biyomedikal alanda çığır açıcı gelişmelere olanak tanımıştır. Bu yenilikçi gelişmeler arasında MXene nanomalzemeler dikkat çekici bir yer tutmaktadır. MXeneler, iki boyutlu geçiş metalleri karbürleri, nitrürleri ve karbonitrürlerinden oluşan ve genellikle $M_{n+1}X_nT_x$ kimyasal formülü ile ifade edilen benzersiz 2 boyutlu (2B) malzemelerdir. Burada M erken geçiş metalleri (örneğin Ti, V, Mo, Ta), X karbon veya nitrojen, T_x ise genellikle oksijen, hidroksil, flor veya klor gibi yüzey fonksiyonel gruplarıdır. MXeneler, özgün katmanlı

yapıları ve ayarlanabilir yüzey kimyaları sayesinde çok yönlü uygulamalara olanak tanır. Bu makale, MXenelerin kanser tedavisi, yenileyici tıp, antimikrobiyal uygulamalar, biyosensörler ve biyogörüntüleme alanlarındaki potansiyelini ele almaktadır (Şekil 1).

MXenelerin kanser tedavisindeki potansiyeli

MXeneler kanser tedavisinde özellikle fototermal terapi (PTT), fotodinamik terapi (PDT), sonodinamik terapi (SDT) ve kemodinamik terapi (CDT) gibi yenilikçi yöntemlerde kullanılmaktadır. $Ti_3C_2T_x$ MXene'nin yüksek NIR absorpsiyon kapasitesi, hedefe yönelik ilaç taşıma yeteneği ve biyouyumluluğu, meme kanseri gibi zorlu hastalıklarda umut vaat etmektedir. MXene bazlı nanokompozitlerle gerçekleştirilen klinik öncesi çalışmalarda tümör hücrelerinin seçici olarak hedeflenip etkili bir şekilde öldürüldüğü kanıtlanmıştır.

Kanser, kontrolsüz hücresel çoğalma, genetik instabilite ve tümör heterojenliği ve ilaç direnci nedeniyle önemli tedavi sınırlamaları ile karakterize edilen küresel ölümlerin önde gelen nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi dahil olmak üzere mevcut tedaviler genellikle özgüllükten yoksundur ve bu da ciddi yan etkilere ve sınırlı etkinliğe neden olur. Son zamanlarda, MXene'ler, hedefli, etkili ve minimal invaziv terapötik yaklaşımlar sağlayarak bu zorlukları ele almak için umut verici adaylar olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 1. MXene nanomalzemelerin biyomedikal alanda en sık olarak antikanser tedavilerde, yenileyici tıpta, antimikrobiyal teknolojilerde, biyogörüntüleme ve biyosensörlerde kullanılmaktadır. Şekil biorender.com ile hazırlanmıştır.

MXene'ler, yüksek fototermal dönüşüm verimliliği, biyolojik olarak parçalanabilirlik, biyouyumluluk ve yüzey modifikasyonu ve terapötik yükleme yeteneği dahil olmak üzere kanser karşıtı uygulamalar için avantajlı olan benzersiz özellikler sergiler. Bu, onları fototermal terapi, fotodinamik terapi, sonodinamik terapi, kemodinamik terapi, immünoterapi ve sinerjik yaklaşımlar gibi gelişmiş terapötik stratejiler için ideal platformlar haline getirir.

Örneğin, bir çalışmada $Ti_3C_2T_x$ MXene, hem fototermal ajan hem de taşıyıcı olarak kullanılarak tümöre yönelik farklı yaklaşımlar bir araya getirilmiştir. Bu nanoplatform, ısı şoku proteini 90'ı baskılayan antisens oligomerler ile kemoterapötik doksorubisin yüklenecek meme kanseri hücrelerine karşı eşzamanlı gen tedavisi, kemoterapi ve fototermal terapi uygulamıştır. Sonuçlar, MXene aracılı bu kombine yaklaşımın tümör hücre canlılığını tek başına tedavilere kıyasla daha etkili biçimde engellediğini göstermiştir. Ayrıca, MXene'ler radyoterapi geliştirmede önemli potansiyel, radyosensitizasyonu ve kanser hücrelerinde ROS aracılı DNA hasarını teşvik eder. MXenlerin 3 boyutlu yazdırılmış yapılara dahil edilmesi, kişiselleştirilmiş kanser tedavilerindeki yenilikçi uygulamalarını daha da vurgular, tümör karmaşıklığını modellemek ve hedeflenen ilaç dağıtımını kolaylaştırmak için platformlar sağlar.

MXene'lerin kanser alanındaki bir diğer avantajı, immünoterapileri destekleyebilmeleri ve tümör mikroçevresini olumlu yönde değiştirebilmeleridir. MXene nanoparçacıklar, tümör bölgesine ulaştıklarında sadece kanser hücrelerini öldürmekle kalmaz, aynı zamanda bağışıklık hücrelerinin aktivitesini de etkileyebilir. Nitekim yakın zamanda yaptığımız uzaysal transkriptomik analizli bir çalışmada, $Ti_3C_2T_x$ MXene kuantum noktalarının tümör içindeki dağılımının, o bölgedeki immün hücre bileşimini değiştirdiği gösterilmiştir. MXene birikiminin yüksek olduğu tümör bölgelerinde daha fazla tümör baskılayıcı immün yanıt görülmüş; özellikle B hücrelerinin tümöre toplanıp aktive olduğu, nötrofillerin degranülasyon ve NETosis (ağsal tuzak oluşumu) süreçlerinin tetiklendiği raporlanmıştır.

Yenileyici tıp ve MXene uygulamaları

MXenelerin yenileyici tıp alanındaki potansiyeli yara iyileşmesi, kemik rejenerasyonu ve sinir doku yenilenmesi gibi farklı alanlarda incelenmektedir. Özellikle $Ti_3C_2T_x$ MXene temelli hidrojel yara iyileşmesini hızlandırmakta ve enfeksiyon riskini azaltmaktadır. Kemik rejenerasyonunda ise MXene bazlı iskelelerin

osteojenik farklılaşmayı destekleyerek iyileşme süreçlerini hızlandırdığı görülmektedir. Ayrıca sinir dokusu rejenerasyonu için MXenelerin elektriksel uyarılabilirliği ve sinir hücrelerinin büyümesini destekleyici özellikleri öne çıkmaktadır.

MXene'lerin antimikrobiyal aktiviteleri, immüno-modülatör aktiviteleri ve elektriksel iletkenlikleri gibi benzersiz özellikleri, onları rejeneratif tıpta kullanım için umut vadeden adaylar haline getirir. Yara iyileşmesi, kemik rejenerasyonu ve nöronal farklılaşma ve kardiyak rejenerasyon için MXeneler ön plana çıkmaktadır. Örneğin, $Ti_3C_2T_x$ içeren iletken ve yapışkan hidrojel, kardiyomiyosit olgunlaşmasını teşvik etme ve miyokard enfarktüsünden sonra patolojik sonuçları azaltma potansiyeli göstermiştir. Örneğin, MXene içeren bir kompozitin miyokard enfarktüsü geçiren fare kalplerine in vivo uygulanması, kardiyomiyosit fonksiyonunu ve epikardiyuma yapışmayı iyileştirerek patojenezi azalttı. $Ti_3C_2T_x$ içeren kollajen liflerinin elektriksel uyarımının, özel yapım bir biyoreaktörde insan kaynaklı pluripotent kök hücre türevi kardiyomiyositlerin olgunlaşmasını desteklediği de gösterilmiştir. Ancak, bu özel alan diğer doku uygulamalarına kıyasla daha az kapsamlı bir şekilde araştırılmaya devam etmektedir ve bu nedenle, bu incelemede derinlemesine tartışılmamaktadır. Gelecekteki araştırma yönleri, MXene'lerin kardiyak rejeneratif tıptaki potansiyel rolünü daha da aydınlatılabilir.

Rejeneratif tıp uygulamalarında, hidrojel sağlıklı yara iyileşmesini desteklemek için yaygın olarak kullanılır ve MXenlerin hidrojellerin içine 3B yapılar olarak dahil edilmesi, hidrojel bazlı tedavinin etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir. MXene bazlı hidrojel, iki ana mekanizma yoluyla sağlıklı yara rejenerasyonunu destekleyebilir: birincisi, MXenelerin antibakteriyel özellikleri yara bölgesinde enfeksiyon oluşumunu önlemeye yardımcı olabilir ve ikincisi, MXene'in elektriksel uyarımı hücre çoğalmasını ve hücre-hücre iletişim ağlarının gelişimini artırabilir. Bir örnek olarak, indirgenmiş bir grafen oksit hidrojeline $Ti_3C_2T_x$ MXene'in eklenmesi, hücre tipinden bağımsız bir şekilde hücrel etkileşimleri önemli ölçüde artırmıştır; bu da MXenlerin varlığının hücrel ağ oluşumunu desteklediğini göstermektedir. Benzer şekilde, bir polikaprolakton- $Ti_3C_2T_x$ kompozit iskele, antibakteriyel aktiviteyi ve elektriksel aktiviteyi korurken hücrel bağlanma ve büyüme için uygun bir ortam oluşturmuştur geniş bir sıcaklık aralığında iletkenlik. Ayrıca, $Ti_3C_2T_x$ iskelet kası rejenerasyonunu, miyoblast farklılaşmasını ve kas lifi oluşumunu destekler. Ayrıca, inflamatuvar M1'in dönüşümü yoluyla anti-inflamatuvar M2 makrofaj polarizasyonu yoluyla inflamasyonu azaltır ve antioksidan görevi görerek oksidatif stresi azaltır.

Antimikrobiyal uygulamalarda MXeneler

MXeneler, güçlü antibakteriyel ve antiviral aktiviteleri ile geniş bir patojen yelpazesine karşı etkin çözümler sunmaktadır. MRSA gibi dirençli bakterilere karşı $Ti_3C_2T_x$ MXene'nin yüksek antibakteriyel etkinliği kanıtlanmıştır. Özellikle SARS-CoV-2 virüsüne karşı yürütülen çalışmalarda, MXene temelli nanomalzemelerin antiviral etkileri ve bağışıklık sistemini düzenleyici özellikleri dikkat çekmektedir. Grubumuz tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda MXene materyallerinin SARS-CoV-2'ye karşı etkin antiviral özellikleri gösterilmiştir.

MXene'ler antimikrobiyal aktivite gösterir, bu da onları yalnızca yara iyileşmesi veya doku rejenerasyonu gibi biyomedikal uygulamalarda değil, aynı zamanda gıda muhafazası veya kirli su arıtımı gibi endüstriyel uygulamalarda da bakteriyel temizleme için uygun adaylar haline getirir. Dahası, benzersiz etki mekanizmaları MXene'leri geleneksel antibiyotikler kullanılmadan bakteriyel enfeksiyonlarla mücadele için umut verici adaylar haline getirir, böylece antibiyotik direncinin gelişmesini ve yayılmasını önler ve antibiyotik dirençli enfeksiyonlara karşı potansiyel bir terapötik strateji sağlar.

MXene'lerin antimikrobiyal aktivitesi, tabaka boyutu, yüzey yükü ve atomik yapı dahil olmak üzere fizikokimyasal özelliklerine ve delaminasyon ve interkalasyon bileşikler dahil olmak üzere MXene sentezi için kullanılan reaktiflere bağlıdır. 27 Genel olarak, MXene'lerin antimikrobiyal aktivitesi iki farklı mekanizma yoluyla ortaya çıkar. İlk olarak, MXene'ler ışık gibi dış uyaranlara maruz kaldıklarında reaktif oksijen türleri (ROS) üretirler. Singlet oksijen ve hidroksil radikalleri gibi ROS, bakteri hücrelerinde oksidatif hasara neden olur ve böylece yıkımlarına yol açar. MXene'ler benzersiz elektronik özellikleri ve yüzey kimyası sayesinde ROS'u etkili bir şekilde üretirler. Bu özellik, MXene'leri çok çeşitli bakteriler için özellikle etkili bir temizleme maddesi yapar.

İkinci olarak, MXene'ler bakteri hücre zarlarını bozabilir. MXene'ler ve bakteri zarları arasındaki etkileşim zar hasarına, geçirgenleşmeye ve hücre içi bileşenlerin sızmasına yol açabilir ve sonuçta hücre ölümüne neden olabilir. Örneğin, antibakteriyel fototermal tedavide MXene'ler, bakteri proteinlerini etkisiz hale getiren, bakteri DNA'sını çapraz bağlayan ve bakteri zarlarını tahrip eden bir "nanotermal bıçak" görevi görür.

Ayrıca, MXene'ler antimikrobiyal özelliklerini iyileştirmek için işlevselleştirilebilir veya diğer malzemelerle birleştirilebilir. MXene'lerin yüzey modifikasyonları ek antimikrobiyal ajanlar sunabilir veya malzemenin stabilitesini ve biyouyumluluğunu iyileştirebilir. Örneğin,

MXene'ler antibakteriyel etkinliklerini artırmak için polimerlerle kaplanabilir veya antimikrobiyal peptitler veya nanopartiküller ile yüklenebilir. Bu işlevselleştirilmiş MXene'ler daha sonra bakteriyel enfeksiyonları önlemek ve doku yenilenmesini desteklemek için yara pansumanlarına, implant kaplamalarına ve ilaç verme sistemlerine dahil edilebilir.

Antimikrobiyal aktivitesi açısından en iyi çalışılmış MXene $Ti_3C_2T_x$ 'tir. Önceki çalışmalarda, $Ti_3C_2T_x$ 'in membran hasarı ve oksidatif stresi indükleyerek gram negatif *E.coli* ve gram pozitif *B. subtilis* 'e karşı önemli antibakteriyel etkiler gösterdiği gösterilmiştir. Dahası, sodyum aljinat, polietilenimin ve Ag/polivinil alkol bazlı aerogel gibi $Ti_3C_2T_x$ bazlı polimerler de *E. coli* ve gram pozitif *S. aureus* gibi patojenlere karşı güçlü antibakteriyel aktivite göstermiştir. Ding ve diğerleri, (2024), metal-organik çerçevelerin çinko bazlı bir alt sınıfı olan ICG kapsüllü ZIF-90'ı bir $Ti_3C_2T_x$ MXene'ye dahil ederek bir nanoantibakteriyel sprey tasarladı. *S. aureus* ve *E. coli* 'ye karşı antimikrobiyal aktivite, spre-yi bir NIR lazeri ile aktive ederek in vitro ve in vivo olarak test edildi. Araştırmacılar, MXene bazlı spre-yin, fototermal terapi, fotodinamik terapi ve Zn^{2+} iyonları yoluyla membran parçalanmasının üçlü etkisiyle yara iyileşmesini hızlandırdığını buldular. İkinci polimerde, Ag ve $Ti_3C_2T_x$ kombinasyonu, hücre içi ROS'u artırmak için bir nanoenzim gibi davranır. $Ti_3C_2T_x$ 'in bu antimikrobiyal özellikleri, 2D nanosheet yapısıyla sınırlı değildir: $Ti_3C_2T_x$ MQD'leri de etkili antimikrobiyal ajanlardır. Delamine Nb_2CT_x ve $Nb_4C_3T_x$ de dahil olmak üzere diğer MXene'ler, oksidatif stresin indüklenmesi yoluyla *E. coli* ve *S. aureus* 'a karşı da antibakteriyel aktivite göstermiştir. Ancak, $Nb_4C_3T_x$, Nb_2CT_x 'ten daha fazla oksidatif strese neden oldu ve bu da MXene atomik yapısının antimikrobiyal uygulamadaki rolünü vurguladı. Antibakteriyel çalışmalarını grubumuzun antiviral çalışmaları takip etti. Unal ve ark.'nın (2021) öncü bir çalışması, $Ti_3C_2T_x$, $Ta_4C_3T_x$, $Mo_2Ti_2C_3T_x$ ve $Nb_4C_3T_x$ 'in SARS-CoV-2'ye karşı antiviral aktivitesini araştırdı ve $Ti_3C_2T_x$ ve $Mo_2Ti_2C_3T_x$ 'in her ikisinin de etkili antiviral aktivite gösterdiğini buldu. Ancak, yalnızca TiO_2 ile tedavi edilen hücrelerde antiviral etki gözlenmedi, bu da $Ti_3C_2T_x$ 'in antiviral aktivitesinin titanyumdan ziyade yüzey kimyasından kaynaklandığını düşündürmektedir. Yazarlar $Ti_3C_2T_x$ 'in immünomodülasyonu desteklemek için moleküler sinyal yollarını nasıl değiştirdiğini araştırmak için ayrıca 17 farklı bağışıklık hücresi alt popülasyonunda proteomik ve tek hücreli kütle sitometrisi (CyTOF) gerçekleştirdiler. Elde ettikleri sonuçlar $Ti_3C_2T_x$ 'in pro-inflamatuar sitokinlerin üretimini azaltırken viral girişi, G proteinine bağlı reseptör sinyalleşmesini, membran trafiğini, viral replikasyonu,

mitokondriyal işlevi ve metabolik yolları değiştirerek antiviral aktivitesini gösterebileceğini öne sürdü. Takip eden diğer çalışmamızda Yılmaz ve diğerleri (2023), $Ti_3C_2T_x$ türevi MXene kuantum noktaların (MQD) SARS-CoV-2'ye karşı antiviral ve immünomodülatör etkilerini araştırdı. Düşük dozlu MQD'lerin viral protein katlanma ve replikasyon mekanizmalarını bozarak viral replikasyonu azalttığını ve doğal TNF- α yanıtını değiştirerek immünomodülasyonu indüklediğini gösterdiler.

Özetle, MXenlerin çok yönlü antimikrobiyal özellikleri, özellikle antibiyotik direnci ve biyofilmle ilişkili zorlukların üstesinden gelmek için yeni terapötik stratejiler geliştirmek için onları umut verici adaylar olarak konumlandırıyor. MXenlerin yüzey fonksiyonelleştirmesinin ve diğer terapötik ajanlarla kombinasyonunun sürekli araştırılması, antimikrobiyal etkinliklerini ve biyouyumluluklarını daha da artırabilir ve klinik ve endüstriyel uygulamalara daha geniş bir şekilde en-

MXene nanomalzemelerinin biyomedikal alanda sunduğu potansiyel oldukça geniş ve umut vericidir. Ancak klinik kullanıma geçiş öncesi uzun dönem biyogüvenlik, üretim standardizasyonu ve regülasyon süreçlerinin netleştirilmesi gerekmektedir. Gelecekte, MXene teknolojilerinin klinik kullanım için optimize edilmesi, yeni nesil biyomedikal çözümler geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

tegre olmaları için yollar açabilir.

MXene tabanlı biyosensörler

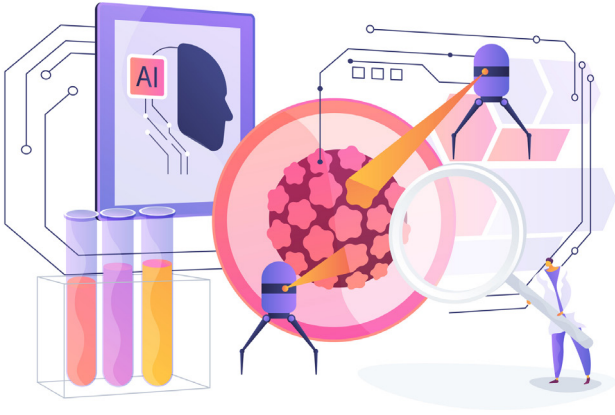
MXenelerin geniş yüzey alanları, yüksek iletkenlikleri ve biyouyumluluğu, onları hassas ve hızlı biyosensörler için ideal materyaller yapmaktadır. MXene tabanlı sensörler, kanser biyobelirteçleri, kronik hastalık belirteçleri ve çeşitli patojenlerin erken teşhisi için geliştirilmiştir. Sensörlerin yüzey fonksiyonelleştirme yöntemleri ile spesifikliğı ve duyarlılığı önemli ölçüde artırılarak klinik teşhis süreçlerinde yenilikçi çözümler sunulmaktadır.

MXene'ler ayrıca, patojenler veya kronik hastalık belirteçleri gibi önemli biyobelirteçlerin düşük miktarlarının bile tespit edilmesi veya ölçülmesinin erken tanı ve daha iyi tedavi sonuçlarını destekleyebildiğı, son derece hassas biyosensör tabanlı uygulamalarda kullanım için de umut vadetmektedir. Biyomoleküllerin tespiti için geleneksel yöntemler arasında yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), elektrokemilüminesans (ECL), kemilüminesans ve enzim bağlantılı immünosorbent analizleri yer almaktadır. Ancak, bu yöntemlerin

hepsi maliyetli protokoller, zaman alıcı numune ön işleme ve uzman personel gerektirdiğinden, tespit için daha düşük eşiklere de ulaşabilen yenilikçi, maliyet ve zaman açısından etkili yaklaşımlar geliştirmeye yönelik önemli bir ilgi vardır. Bu amaçla, enzim tabanlı biyosensörler yavaş yavaş nanoteknoloji, yapay zeka ve bilgi teknolojilerini daha kişiselleştirilmiş bakıma olanak tanıyan şekillerde entegre eden biyosensörlerle değiştirilmektedir. Biyosensör performansını artırmak için çeşitli metaller, metal oksitler, nitrür nanopartiküller ve yapısal nanotabakalar (MXenes dahil) farklı biyosensör tasarımlarında test edilmiştir.

Tipik bir biyosensör iki ana bileşenden oluşur: moleküler tanıma sistemi (biyoreseptör) ve fizikokimyasal dönüştürücü. İlgi duyulan analit, dönüştürücü arayüzünde biyoreseptörle etkileşime girer ve dönüştürücü bu biyolojik yanıtı ölçülebilir bir elektriksel veya optik sinyale dönüştürür. MXene tabanlı biyosensörler, biyomolekül tespitini kolaylaştırmak için MXene'lerin elektrokimyasal özelliklerine güvenir. Özellikle, MXene'ler etkili dönüştürücüler olarak işlev görür ve hedef biyomoleküller ile dönüştürücü arayüzü arasındaki elektron transferini artırabilir. Aptamerler, nükleik asitler, proteinler veya enzimler gibi belirli biyoreseptörleri bünyesinde barındıran biyosensörlerde, biyoreseptör ile hedef molekül arasındaki etkileşimler ölçülebilir elektrokimyasal veya optik sinyaller üretir. MXenes, yoğunluklarını ve hassasiyetlerini artırarak bu sinyalleri güçlendirir.

Birçok biyosensör, redoks reaksiyonlarında ışık üretmek için elektrokimyasal olarak üretilen reaktiflerin kullanıldığı elektrojenlenmiş kemilüminesansa dayanır. Elektriksel iletkenlikleri, yüksek yüzey alanları, biyouyumlulukları ve katalitik özellikleri nedeniyle, birçok nanokompozit, reseptör/transdüser arayüzünde daha verimli elektron transferini kolaylaştırarak sensör performansını iyileştirmek için elektrokimyasal lüminesansa dayalı biyosensörlere dahil edilmiştir. Belirli bir nanomalzemenin biyosensör uygulamaları için etkinliğı, nanomalzeme sentezi sırasında kullanılan stabilizatör ligandların bir fonksiyonu olan yapısına ve morfolojisine bağlıdır. Bu ligandlar, agregasyonu önlemede kritik bir rol oynayabilir. Ancak, yüzey aktif maddeler gibi bazı stabilizatörler, nanomalzeme üzerindeki aktif bölgeleri kaplayabilir ve böylece elektron transferini engelleyebilir. Sonuç olarak, yüzey aktif maddelerden yoksun nanomalzemeler, örneğin MXeneler, olağanüstü elektriksel iletkenlikleri, elektrokimyasal verimlilikleri ve güçlü indirgeme yetenekleri nedeniyle metal nanopartikül hibritleriyle hibridizasyon için tercih edilmektedir. Bu iyi bilinen özellikler göz önüne alındığında, MXeneler biyosensör uygulamaları için umut vadeden malzemeler olarak



kabul edilmektedir.

Biyogörüntüleme MXene kullanımı

MXeneler, çeşitli biyogörüntüleme tekniklerinde kontrast ajanı olarak da kullanılmaktadır. MXenelerin yüksek X-ışını zayıflatma özelliği ve güçlü fotoluminesansları sayesinde MRI, CT, optik görüntüleme ve fotoakustik görüntüleme gibi yöntemlerde etkin biçimde kullanılabilir. Yapılan prelinik çalışmalarda, MXene tabanlı kontrast ajanlarının tümör dokularını yüksek çözünürlükle görüntüleyebildiği ortaya konmuştur.

Biyolojik süreçlerde invaziv olmayan ve gerçek zamanlı uygulama sunan bir teknik olan biyolojik görüntüleme, erken evre kanser teşhisi, lokalizasyonu, evrelemesi ve kanser tekrarının tespiti için kritik öneme sahiptir. İnvaziv olmadığı için canlı süreçleri etkilemez ve numuneye zarar vermeden 3B yapı hakkında bilgi edinme fırsatı sunar. MXene tabanlı nanomalzemeler, nanoskala yapıları, moleküller arası etkileşimleri ve benzersiz özellikleri sayesinde biyolojik görüntüleme ve teşhiste rol oynar. MXene'ler, mükemmel fiziko-kimyasal özellikleri sayesinde manyetik rezonans görüntüleme (MRI), fotoakustik görüntüleme (PA), bilgisayarlı tomografi (BT) ve floresan görüntüleme gibi çeşitli tekniklerle etkili bir şekilde kullanılabilir.

Floresan görüntüleme, yüksek seçiciliği, düşük maliyeti ve hızlı sonuçları nedeniyle tercih edilmektedir. Biyoyumlu ve uzun vadeli floresan görüntüleme için floresan problemleri geliştirme çabaları, özellikle pH veya konsantrasyon farklılıkları gibi değişiklikleri tespit edebilenler, hala devam etmektedir. MXene tabanlı nanomalzemelerin ultra ince kalınlığı, kimyasal kararlılığı, hidrofilikliği, iletkenliği ve fizikokimyasal özellikleri, bunları elektrokimyasal algılama ve floresan görüntüleme için uygun adaylar olarak odak noktasına getirmiştir. Dahası, MXene QD'lerinin, daha küçük boyutlara düşürülerek MXene nano iskelelerinden üretildiği, daha iyi luminesans gösterdiği ve küçük boyutları nedeniyle biyolojik görüntüleme için daha

uygun olduğu bildirilmiştir. Guan ve diğerleri, Folik asit (FA)-PEG-NH₂ ile modifiye edilmiş MXene, hafif fototermal terapi (mPTT) sırasında hücre ATP ve GTP'deki değişiklikleri araştırmak için floresan aptamerlerle birleştirilmiş açık floresan nanoprobe kullandı. Sonuç, floresan nanoprobeun biyoyumlu olduğunu ve spesifik tanıma yeteneğine sahip olduğunu gösterdi. Dahası, kanser hücrelerindeki ATP ve GTP artışlarının mPTT sırasında normal hücrelere göre daha yüksek olduğunu bildirdiler. Başka bir çalışmada, Yang ve arkadaşları, tetrapropilamonyum hidroksit (TPAOH) içinde ultrasonikasyon yoluyla bol miktarda fonksiyonel gruba sahip bir MXene (Nb₂C) kuantum noktası üretti. Sonuç, üretilen Nb₂C Fe³⁺'nin seçici floresan tespiti ile görüntüleme hücreleri ve hidrojel implantları aracılığıyla floresan gösterdiğini göstermiştir.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRI), radyasyon içermeyen, invaziv olmayan ve yüksek çözünürlüklü görüntü yeteneği ile yumuşak dokuların yapısal belirlenmesi için 3 boyutlu kesitsel görüntüler sağlayan bir görüntüleme teknolojisidir. Son yıllarda böbrekler üzerinde MRI kontrast ajanı olarak kullanılan kontrast ajanlarının toksisitesi hakkındaki artan endişeler, MRI kalitesini ve özgüllüğünü iyileştirmek için biyogüvenli ve düşük toksisiteli kontrast ajanları geliştirmeye odaklanmıştır. Bu noktada, düşük toksisite ve biyoyumluluk gibi yapısal ve işlevsel özellikleriyle öne çıkan MXene'ler, hem terapötik hem de görüntüleme amaçları için aynı anda kullanılma fırsatı sunmaktadır. Dai ve ark. kansere karşı biyoyumlu ve oldukça etkili teranostik uygulamalar için kompozit MnOx/Ti₃C₂ MXene'nin tasarımını bildirdi. Kompozit MnOx/Ti₃C₂ MXene'ler, kansere karşı MRI ve PA çift modaliteli görüntüleme kılavuzlu fototermal terapi (PTT) için bir teranostik ajan olarak geliştirildi. MnOx bileşeni, tümör mikro ortamına duyarlı T1 ağırlıklı MRI görüntülemesi sunarken, yüksek fototermal dönüşüm performansı, MnOx/Ti₃C₂'ye istenen kontrastla güçlendirilmiş PA görüntüleme yeteneğinin yanı sıra verimli tümör ablasyonu sağlar. Başka bir çalışmada, Song ve ark. ≈20 nm kalınlığında, poli(3,4-etilen dioksitiyofen):polistiren sülfonat (PEDOT:PSS) ile çapraz bağlanmış, aynı anda elektrofizyolojik sinyalleri algılayabilen, manyetik ve optik alanlardan minimum düzeyde müdahale ile yüksek doğrulukta MRI ve işlevsel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) görüntüleme yapabilen ultra ince bir Ti₃C₂T_x MXene filmi bildirdi. MXene filmini stabilize etmek için çapraz bağlamanın yanı sıra, PEDOT:PSS ayrıca verimli yük transferi ve yüksek şeffaflık için katmanlar arası mesafeyi kısaltır. Sonuç olarak, bu film yüksek elektroiletkenlik ve şeffaflığın bir kombinasyonunu gösterdi (11 000 S cm⁻¹ @89%). Dahası, ultra ince özelliği nedeniyle fNIRS ve MRI ile uyumludur ve uzun süreli kullanımda çok

modlu bilişsel-nöral izlemeyi mümkün kılar.

Fotoakustik görüntüleme için etkili bir kontrast madde, invaziv olmayan ve iyonlaştırıcı olmayan bir görüntüleme teknolojisi, çevreleyen doku tarafından üretilen PA sinyaliyle kontrast oluşturan bir sinyal üretmek için mükemmel fototermal dönüşüm yeteneğine sahip olmalıdır. Bu noktada, mükemmel fototermal dönüşüm özelliklerine sahip MXene'ler PAI için ilgi odağı haline gelmiştir. Zada ve diğerleri, PAI'de düşük fototermal dönüşüm ve zorlu üretim koşulları gibi sınırlamaları olan, V_2C MXene için oldukça verimli, düşük maliyetli ve çevre dostu bir yöntem olan alg ekstraksiyonuna dayalı yeşil delaminasyon yöntemi ile %90 verimlilikle V_2C MXene nanosheets sentezlemiştir. Sonuç olarak, bu sentezlenmiş V_2C nanotabakalarının in vitro ve in vivo çalışmalarda kanser PA ve MRI ve PTT için etkili bir fototermal ajan olduğu ve %48'lik bir fototermal dönüşüm verimliliğiyle NIR bölgesinde yüksek emilim gösterdiği bildirilmiştir.

Sonuç ve geleceğe yönelik öneriler

Araştırma grubumuz, yukarıda da örneklerle verildiği gibi MXene nanomalzemelerin biyomedikal uygulamaları üzerine kapsamlı araştırmalar yapmaktadır. Yaptığımız çalışmalarda MXenelerin fotodinamik ve fototermal terapi etkinliği, immünomodülatör etkileri ve kanser hücrelerine spesifik ilaç salınım kapasiteleri üzerine yoğunlaşıyoruz. Yakın zamanda yayınlanan çalışmalarımızda MXenelerin antiviral ve immünolojik etkilerini değerlendirdik ve fototermal terapi ile kombine edilen MXene bazlı nanomalzemelerin etkinliğini gösterdik. Ayrıca MXene materyallerinin biyogörüntüleme ve erken tanı uygulamalarındaki potansiyelini ortaya koyan çalışmaları da başarıyla yürüttük.

Bu bağlamda, multidisipliner araştırmaların ve iş birliklerinin artırılması büyük önem taşımaktadır.

Referanslar:

[1] Chen L, Dai X, Feng W and Chen Y 2022 Biomedical applications of MXenes: from nanomedicine to biomaterials *Accounts of Materials Research* 3 785.

[2] Kainat S, Iqbal S, Jabeen F, Ashiq M N and Najam-ul-Haq M 2024 MXenes in imaging in MXenes as Surface-Active *Advanced Materials*, Elsevier.

[3] Singh A, Lalotra N, Shah S S, Rather M u D, Lopez-Maldonado E A, Pathania K, Abaszade R G, Stetsenko M and Arya S 2025 A Comprehensive Review on the Synthesis and Properties of MXenes for Supercapacitor Applications *ACS Applied Energy Materials*.

[4] Zamhuri A, Lim G P, Ma N L, Tee K S and Soon C F 2021 MXene in the lens of biomedical engineering: synthesis, applications and future outlook *Biomedical engineering online*

20 1.

[5] Rohaizad N, Mayorga-Martinez C C, Fojtů M, Latiff N M and Pumera M 2021 Two-dimensional materials in biomedical, biosensing and sensing applications *Chemical Society Reviews* 50 619.

[6] Huang M, Gu Z, Zhang J, Zhang D, Zhang H, Yang Z and Qu J 2021 MXene and black phosphorus based 2D nanomaterials in bioimaging and biosensing: Progress and perspectives *Journal of Materials Chemistry B* 9 5195.

[7] Szuplewska A, Kulpińska D, Jakubczak M, Dybko A, Chudy M, Olszyna A, Brzózka Z and Jastrzębska A M 2022 The 10th anniversary of MXenes: Challenges and prospects for their surface modification toward future biotechnological applications *Advanced Drug Delivery Reviews* 182 114099.

[8] Huang H, Jiang R, Feng Y, Ouyang H, Zhou N, Zhang X and Wei Y 2020 Recent development and prospects of surface modification and biomedical applications of MXenes *Nanoscale* 12 1325.

[9] Fusco L, Gazzi A, Peng G, Shin Y, Vranic S, Bedognetti D, Vitale F, Yilmazer A, Feng X and Fadeel B 2020 Graphene and other 2D materials: a multidisciplinary analysis to uncover the hidden potential as cancer theranostics *Theranostics* 10 5435.

[10] Gazzi A, Fusco L, Khan A, Bedognetti D, Zavan B, Vitale F, Yilmazer A and Delogu L G 2019 Photodynamic therapy based on graphene and MXene in cancer theranostics *Frontiers in bioengineering and biotechnology* 7 295.

[11] Li H, Fan R, Zou B, Yan J, Shi Q and Guo G 2023 Roles of MXenes in biomedical applications: recent developments and prospects *Journal of nanobiotechnology* 21 73.

[12] Lin X, Li Z, Qiu J, Wang Q, Wang J, Zhang H and Chen T 2021 Fascinating MXene nanomaterials: emerging opportunities in the biomedical field *Biomaterials science* 9 5437.

[13] Ceylan A, Uyar R, Çelik D, Rafieerad A, Çinar O O, Summak G Y, Gurcan C, Giro L, Khoeiry R and Turktas M 2024 Spatial transcriptomics reveals the interplay between cancer and immune cells directed by MXene quantum dots *Nano Today* 56 102285.

[14] Gogotsi Y and Anasori B 2023 *The rise of MXenes* MXenes Jenny Stanford Publishing.

[15] Alagarsamy, K. N.; Saleth, L. R.; Sekaran, S.; Fusco, L.; Delogu, L. G.; Pogorelov, M.; Yilmazer, A.; Dhingra, S. 2025 MXenes as emerging materials to repair electroactive tissues and organs. *Bioactive Materials* 48 583-608.

[16] Unal, M. A.; Bayrakdar, F.; Fusco, L.; Besbinar, O.; Shuck, C. E.; Yalcin, S.; Erken, M. T.; Ozkul, A.; Gurcan, C.; Panatli, O.; et al. 2021 2D MXenes with antiviral and immunomodulatory properties: A pilot study against SARS-CoV-2. *Nano Today* 38, 101136.

[17] Yilmazer, A.; Alagarsamy, K. N.; Gokce, C.; Summak, G. Y.; Rafieerad, A.; Bayrakdar, F.; Ozturk, B. I.; Aktuna, S.; Delogu, L. G.; Unal, M. A.; et al. 2023 Low Dose of Ti3C2 MXene Quantum Dots Mitigate SARS-CoV-2 Infection. *Small Methods* 7 2300044.

TÜBA ERASMUS+ PROJESİ DEOR TOPLANTISINDA TANITILDI

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Türkiye Ulusal Ajansı tarafından Ankara'da gerçekleştirilen "2025 Erasmus+ Proje Sonuçlarının Yaygınlaştırılması ve Kullanılması (DEOR) Toplantısı"na katıldı.



TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Türkiye Ulusal Ajansı tarafından Ankara'da gerçekleştirilen "2025 Erasmus+ Proje Sonuçlarının Yaygınlaştırılması ve Kullanılması (DEOR) Toplantısı"na katıldı.

Erasmus+ Programı'nın ana hedeflerinden biri olan "proje sonuçlarının yaygınlaştırılması ve kullanılması (dissemination and exploitation of results, DEOR)" doğrultusunda, toplantıda kamu kurumları, üniversiteler ve teknokentlerden yaklaşık 80 temsilci yer aldı. Katılımcılara Erasmus+ Programında "DEOR" kavramı üzerine bilgi "nar" metaforu ile tanıtıldı.

Erasmus+ programının bir parçası olarak T.C. Dışişleri Bakanlığı, Avrupa Birliği (AB) Başkanlığı, Türkiye Ulusal Ajansı tarafından finanse edilen "Yükseköğretim Öğrencilerini, Özel Gereksinimli Bireyler için Dönüştürücü Kültürel Deneyimler Oluşturacak Şekilde Yetiştirmek" (KA220-HED-382D6902) projesinin koordinatörlüğünü yürüten TÜBA, projeyi DEOR kapsamında tanıttı. iNCLUSION Projesinin yükseköğretim öğrencilerinin dijital becerilerini artırmayı ve engelli bireyler için kapsayıcı kültürel deneyimler tasarlamayı hedeflediği bilgisini veren Başkan Şeker değerlendirme konuşmasında, TÜBA'nın bilimsel faaliyetlerinin Avrupa programlarıyla olan etkileşiminin ve iş birliği olanaklarının önemini vurgulayan görüşmelerde bulunduğunu belirtti. Proje Koordinatörü TÜBA Başkan Danışmanı Doç. Dr. Kevser Çınar, Proje Araştırmacısı ve TÜBA Genç Akademi temsilcisi Doç. Dr. Mürsel Doğrul toplantıda yer aldı.

Toplantı kapsamında dijitalleşme, çevre ve kapsayıcılık temalarına odaklanan dört projenin çıktıları, proje koordinatörü kurum ve kuruluşlar olan TÜBA, Darıca Milli Eğitim Müdürlüğü, İstinye Üniversitesi ve Tarsus Ticaret ve Sanayi Odası Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi temsilcileri tarafından aktarıldı.

Toplantının tecrübe paylaşımı oturumlarında, iNCLUSION Projesinin Koordinatörü TÜBA Başkan Danışmanı Doç. Dr. Kevser Çınar TÜBA'nın koordinasyonunda yürütülen "Upskilling HED Students to Create Transformative Cultural Experiences for Audiences with Disabilities" başlıklı Erasmus+ projesini sundu; projenin hedef kitlesi, yenilikçi eğitim yöntemleri ve yaygınlaştırma stratejilerini katılımcılarla paylaştı. Dr. Çınar'ın sunumu, Avrupa Birliği destekli projelerinin sürdürülebilirliği ve sosyal etki üretimi açısından ve özellikle kapsayıcılık ve erişilebilirlik temaları çerçevesinde yürütülen çalışmaların farklı kurumlarla iş birliği potansiyelini artırıyor olması bakımından dikkat çekti.

Darıca İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü'nün "Future Learning in Vocational Education Using Innovative Drone Technology", İstinye Üniversitesi'nin "Edusign & Signed: Joint Venture of Curriculum Studies and Artificial Intelligence in Sign Language" ve Tarsus Ticaret ve Sanayi Odası Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nin "New Applications According to 4.0 Standards in Renewable Energy Technologies" başlıklı projelerinin hedefleri, uygulama süreci ve elde edilen çıktılar katılımcılarla paylaşıldı.





NEW ENERGY TECHNOLOGIES REPORT

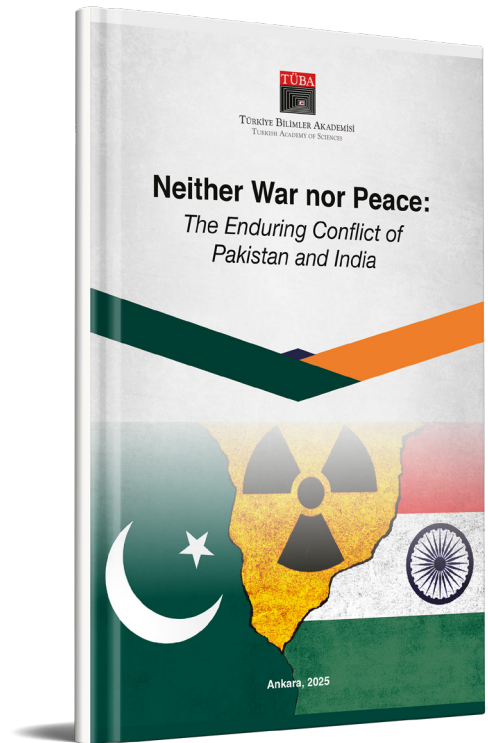
New Energy Technologies Report, temel enerji bilgisi, geleneksel enerji kaynakları, nükleer enerji, yenilenebilir enerji kaynakları, hidrojen enerjisi, enerjinin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları, enerji depolama sistemleri, akıllı şebekeler ve bölgesel enerji sistemleri ve alternatif yakıtlar gibi başlıkları içeriyor. Enerji alanında çalışan bilim insanları, politika yapımcılar ve uygulayıcılar için kapsamlı bir referans sunarken; aynı zamanda sürdürülebilir ve yenilikçi enerji çözümleri üzerine uluslararası iş birliğini teşvik ediyor.

Raporlar için: www.tuba.gov.tr

NEITHER WAR NOR PEACE: THE ENDURING CONFLICT OF PAKISTAN AND INDIA

TÜBA-Uluslararası İlişkiler Çalışma Grubu'nun hazırladığı "Neither War nor Peace: The Enduring Conflict of Pakistan and India" Pakistan ile Hindistan arasında tırmanan ve nükleer savaşa yol açma potansiyeli taşıyan ülkeler arası gerilimi bilimsel, tarihsel ve hukuki çerçevede analiz ediyor. Pakistan-Hindistan krizinin etkileri, tarihi ve Türkiye'ye olası yansımalarını kapsayan çalışmanın son bölümünde beş farklı senaryo ile krizin Türkiye, bölgesel ve küresel güvenlik ekosistemine muhtemel yansımalarını irdelendi.

Raporlar için: www.tuba.gov.tr



Ekosistem ve Sürdürülebilirlik Gerekçeleri*

Prof. Dr. Sezai Ercişli
Atatürk Üniversitesi



Özet

Yabani yenilebilir meyve türleri son yıllarda görsel ve yazılı basının gündeminde olan Bahçe Bitkileri ürünüdür. Dünyada daha çok kırsal alanlarda ve orman içlerinde bulunan yabani yenilebilir meyve türleri, kırsal yaşamın temel ve vazgeçilmez unsurlarından birisidir. Doğada kendiliğinden yetişen ve hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olan bu türler üzerinde bilimsel çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır. Daha çok gıda olarak ve ayrıca yüzyıllardır birtakım hastalıklara karşı ilaç olarak geleneksel tıpta yoğun kullanılan bu türler, Dünya’da meyve biyoçeşitliliğine de çok önemli katkılar sunmaktadırlar. Doğal peyzajında en önemli unsurlarından birisi olan bu türler, ekosistemde çok önemli fonksiyonlara sahiptirler. Derin kök sistemleri ile erozyon önlemede etken olan bu türler ayrıca yaban hayatı için özellikle sert geçen kışlarda barınma ve gıda kaynağı olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda bu türler üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar, kültür akraba türleri ile karşılaştırıldığında özellikle insan sağlığını teşvik eden maddeler bakımından çok zengin olduklarını ortaya koymuştur. Bu özelliklerinden dolayı son yıllarda tablet halinde destek materyali olarak da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yabani yenilebilir meyve türleri özellikle Doğu dünyasında kültürel mirasın en önemli bileşenlerinden birisi olup, geleneksel bilginin nesilden nesile aktarılmasında önemli bir işlev görmektedir. Bu türlerin diğer bir özelliği de yüksek kuru madde ve aroma içerikleri nedeniyle işleme sana-

yi için de çok önemli ürün gruplarını oluşturmalarıdır. İklim değişikliği senaryosu altında bu türlerin ticari üretim alanının genişletilmesi ve üretimde kullanılması, insanlar için ek bir gelir kaynağı, istihdam oluşturma ve geçim kaynaklarının iyileştirilmesini sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler

Yabani Yenilebilir Meyveler, İnsan Sağlığı, Alternatif Gıda, Geleneksel Tıp

Ekosistem

Belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunları saran cansız çevrelerinin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik arz eden ekolojik sistemlerdir. Ekosistem aynı zamanda bir besin ağı ile şekillenmektedir. Ekosistemler, varlıklarını 3 temel işlevle sürdürürler. Bunlar enerji akımı, ekolojik döngüler (kimyasal madde döngüleri) ve popülasyon denetimleridir. Bu üç işlev, ekosistemin öğelerinin birbirleriyle ilişkilerini düzenler ve sistemin bir bütün olarak sürmesini sağlar (Losapio vd., 2021).

Ekosistem farklılıkları

Sürdürülebilir ekosistemler: Bitki türü (Yabani, endemik) vs. daha az, ekosistemi oluşturan unsurlarda denge daha fazla, insan baskısı az, kırılabilirliği az.

Sürdürülemez ekosistemler: Bitki türü (Yabani, endemik) vs. daha fazla, ekosistemi oluşturan unsurlarda denge daha az, insan baskısı fazla, fazla kırılabilir.

*Ekosistem ve Sürdürülebilirlik Gerekçeleri adlı makalenin yer aldığı TÜBA tarafından yayımlanan “Alternatif Gıda Kaynakları” adlı esere ulaşmak için www.tuba.gov.tr



Şekil 1. Hindistan'da bulunan bazı yabani meyve türleri (Rymbai vd., 2023).

Sürdürülebilirlik

Daimi olma yeteneği olarak adlandırılabilir. 21. yüzyılda genel olarak biyosfer ve uygarlığın bu yeteneğine atfen kullanılır. Aynı zamanda, kaynakların sömürülmesi, yatırımların yönü, teknolojik gelişmenin yönlendirilmesi ve kurumsal değişimin uyum içinde olduğu ve insan ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılayabilme potansiyelinin hem günümüzde hem de gelecek için korunduğu dengeli bir ortamda değişimin sağlanması olarak tanımlanabilir (Erol vd., 2009).

Yabani yenilebilir meyve türleri (WEFs)

Kırsal alanlar, ormanlıklar ve tarla kenarlarında kendiliğinden doğal olarak yetişen ve insanlar için besin ve ilaç, doğa için estetik sunum ve yaban hayatı için gıda ve korunma alanı olarak kullanılan, kısacası meyvelerinden ve bitkisinden farklı amaçlarla yararlanılan, kültür türlerinin yakın veya uzak akraba türleridir (Blando vd., 2015; Blessymole vd., 2018).

Dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 12'si kırsal alanda (dağlık bölgelerde) yaşamaktadır. Yabani meyve türleri bu alanlarda yoğunluk kazanmış olup, çok eski zamanlardan beri gıda olarak kullanılmaktadır. Kontrolsüz tüketim ve sömürme bu türlerin geleceği için büyük tehdit oluşturmaktadır.

Bu türlerin bileşimi konusunda da yeterince bilgi bulunmamaktadır (Shende vd., 2016; Rymbai vd., 2023). Yabani meyve türlerinin birçoğu super gıda veya egzotik meyve olarak adlandırılmaktadır. Üretimde ilaç ve gübre kullanılmadığı için doğal meyve olarak da kabul edilmekte ve verimsiz tarım dışı toprakları değerlendirme ve gıda güvenliği bakımından da önemli türler olarak bilinmektedir (Smanalieva vd., 2020; Yalcin vd., 2022).

Dünyada farklı kıtalarda ılıman, subtropik ve tropik kuşakta bulunan yabani yenilebilir meyve türleri kırsal alanda özellikle ormanlık alanlardan toplanarak yerel halk tarafından tüketildiği gibi yerel pazarlarda da yüksek fiyatla satılmaktadır (Şekil 1). Son zamanlarda, farklı ülkelerde çeşitli devlet kurumları ve Sivil Toplum Kuruluşları tarafından yerel halka bu türler hakkında bilgi ve beceri kazandırmak amacıyla çeşitli eğitimler verilerek bu doğal kaynakların kullanımı ve girişimcilik becerilerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır (Khomdran vd., 2014; Dasila & Singh, 2021). Yabani meyvelerin çoğundan marmelat, reçel, sirke, jöle,



Şekil 2. Ülkemizde bulunan yabani meyve türleri ve doğal peyzaj.

turşu vb. birçok katma değerli ürün elde edilmekte ve pazarlanmaktadır. Ancak ticari üretimin zayıf olması nedeniyle piyasada katma değerli ürünlerin bulunması hala yetersizdir (Korkmaz vd., 2020).

Yabani yenilebilir meyve türleri kırsalda yaşayan insanların diyeti ve sağlığına önemli katkılarda bulunmuş ve yüzyıllardır onların temel geçim kaynağı olmuştur (Abbasi vd., 2013; Ryambai vd., 2016). Yerel olarak, bu türler aynı zamanda doğal pigmentlerini elde etmek için de kullanılmaktadır (Abdullah vd., 2005). Türlerin büyük bir kısmı kanser tedavisinde etnobotanik olarak ta kullanılmaktadır (Jabeen vd., 2020). Kanser dışında ateş, öksürük ve sarılık, kardiyovasküler (Janbaz vd., 2015), obezite (Chi vd., 1997) ve karaciğer yağlanması karşı da kullanılmaktadır (Alex vd., 2018).

Türkiye:

Yabani yenilebilir meyve türlerinin açık hava müzesi (>120 tür)

Ülkemizde bulunan yabani yenilebilir meyve türlerinin karakteristik özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Ülkemizde iklim (mikroklimalar, yağış rejimi ve rakım farklılıkları) ve toprak özelliklerinin değişkenliği çok sayıda yabani meyve türünün yetişmesine olanak sağlamaktadır (Şekil 2 ve 3).
- Anadolu (Göç yolları ve medeniyetler merkezi):



Şekil 3. Ülkemizde doğal florasında bulunan farklı yabani meyve türleri.

Yabani meyve türlerinin biyoçeşitlilik merkezi konumundadır.

- Yüzyıllık tohumla çoğaltma geleneği (açılım): Aynı tür içerisinde her yabani meyve birbirlerinden farklı özelliklere sahiptir.
- Türler arası ve tür içi zenginlik söz konusudur

- Yaban hayatı için önemli korunma alanı ve besin kaynağıdır.

- Kuşlar ile tohumla çoğaltılırlar. Kuşların sindirim yolundan geçtikten sonra tohumları daha kolay çimlenir.

- Kırsalda yaşayan insanların temel besin kaynağı konumundadırlar.

- Düşük su oranı nedeniyle işlemeye (reçel, marmelat vs.) çok uygun meyve türleridir.

- Geleneksel tıpta yüzyıllardır yoğun kullanılmaktadırlar (doğal ilaç)

- Ülkemizde yabani yenilebilir meyvelerden elde edilen geleneksel gıdalar ve derin tarihi geçmiş (kültürel miras) söz konusudur

- Yaban hayatı için önemli besin ve barınma kaynağıdır.

- Kentte yaşayanlar için erişimleri zordur (Kırsal ve ormanlık alanlarda bulundukları için)

Kültür meyveleri ile yabani yenilebilir meyveler arasındaki farklılıklar

Ekosistem yarayışlılığı ve sürdürülebilirlik

- Yabani meyve türleri genelde derin kök sistemi nedeniyle toprak tutucu ve dolayısıyla erozyonu önleyici özelliğe sahiptirler.

- Abiyotik ve biyotik şartlara dayanımları yüksektir

- Yaban hayatı için besin ve barınma kaynağıdır

- Fazla türle temsil edilirler. Bu durum biyoçeşitlilik bağlamında büyük önem taşır.

Morfolojik farklılıklar

- Yabani meyveler küçük meyve ve büyük tohum oluşturlar

- Dikenli özelliğe sahiptirler

- Farklı zamanlarda olgunlaşma özellikleri vardır.

Kompozisyon

- Yüksek besin içeriği (vitaminler, biyoaktif maddeler vs.) nedeniyle süper gıda olarak adlandırılırlar.

- Meyvelerinde su oranı düşük olup işleme endüstrisi için avantaj sağlar. Yabani meyveler daha az tatlı olup bazıları fazla taş hücre içerirler.

- Bu türlerde olumsuz şartlar altında savunma mekanizması olarak daha fazla insan sağlığı ile ilgili madde üretimi (sekonder metabolit) söz konusudur.

- Zengin gen kombinasyonuna sahiptirler. Hastalık ve zararlılara dayanıklı genler (elma kara lekesi, ateş yanıklığı: Malus floribunda ve M x robusta) içerirler.

- Yabani yenilebilir meyvelerin organoleptik özelliği daha yüksektir.
- Bazı yabani meyve türlerinin havanın serbest azotunu bağlama özelliği vardır (iğde grubu) (Şekil 4)



Şekil 4. Ülkemiz florasında bulunan Yalancı iğde (*Hippophae rhamnoides*).

Yabani yenilebilir meyve türleri: Güncel durum

- Bilgi eksikliği (Kullanılmayan kaynak) bulunmaktadır.
- Gıda güvenliği için önemli potansiyele sahiptirler (besin ve tıbbi kullanım)
- Ekosistem yarıyışlılığı yüksektir.
- Besin eksikliği riskini azaltmak için değerli, fonksiyonel, besleyici açıdan zengin gıda ürünlerinin üretimi için değer taşırlar.
- Bakımları kolay olup daha az ilaç ve gübre kullanımı söz konusudur. *Hippophae rhamnoides*, azot fiksasyonu sağlar.
- Günümüzde yabani yenilebilir meyve türleri ile ilgili çalışmalar artan tüketici taleplerine göre şekillenmiş olup, çalışmalar insan sağlığı ve beslenme açısından son derece önemli olan yabani meyvelerin çok sayıda faydalı doğal bileşiği üzerinde yoğunlaşmıştır (Contreras-Calderón vd., 2014; Ryambai vd., 2023) (Şekil 5).
- Yabani meyve türlerindeki bu bileşiklerin çeşitliliği nedeniyle, bu bitkiler yeni terapötikler için yararlı kaynaklar ve ilaç ve gıda endüstrileri için büyük bir potansiyel haline gelmiştir. Fonksiyonel gıda olarak önem arz ederler:
- Yabani yenilebilir meyve türleri besin öğeleri (vitaminler ve mineraller) ve biyoaktif bileşikler (pigment flavonoidler, şekerler, steroller ve yağ asitleri) açısından iyi bir kaynaktır.
- Antioksidan, antiinflamatuvar, antikanserojen, antimikrobiyal, antiproliferatif, antinörodejeneratif, glicemik ve kilo kontrolü, kardiyokoruyucu ve nöroprotektif özelliklere sahiptirler (Şekil 5)
- İnovatif ürün geliştirilmesine çok uygundur (Şekil 5).



Şekil 5. Yabani meyve türleri (WEFs) ve kullanım alanları.

Kaynaklar

- Abdullah, A.T.M., Hossain, M.A. & Bhuiyan, M.K. (2005). Propagation of Latkan (*Baccaurea sapida* Muell.Arg.) by mature stem cutting. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1, 129-134.
- Abbasi, A.M., Khan, M.A., Khan, N. & Shah, M.H. (2013). Ethnobotanical survey of medicinally important wild edible fruits species used by tribal communities of lesser Himalayas-Pakistan. *Journal of Ethnopharmacology*, 148, 528-536.
- Alex, B.K., Koshy, E.P., Thomas, G. & Sharma, N. (2018). *Haematocarpus validus* (Miers) Bakh.f.ex Forman (Khoon phal): an ethnomedicinal fruit crop rich in choline. *SSRN Electronic Journal*, 59,168-178. Doi: 10.2139/ssrn.3298649.
- Blando, F., Albano, C., Liu, Y., Nicoletti, I., Corradini, D., Tommasi, N., Gerardi, C., Mita, G. & Kitts, D.D. (2015). Polyphenolic composition and antioxidant activity of the underutilised *Prunus mahaleb* L. fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 2641-2649. Doi: 10.1002/jsfa.7381
- Blessymole, A.K., Koshy, E.P. & Thomas, G. (2018). Antioxidant profile of *Haematocarpus validus* (miers) bakh. F. Ex forman (Khoonphal) leaf and fruit: A medicinally important rare ethnic fruit crop. *Plant Archives*, 18, 2031-2036.
- Chi VV. Dictionary of medicinal plants. Hanoi: Publishing Houses of Medicine (1997).
- Contreras-Calderón, J., Calderón-Jaimes, L., Guerra-Hernández, E. & García-Villanova, B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Research International*, 44, 2047-2053. Doi: 10.1016/j.foodres.2010.11.003
- Dasila, K. & Singh, S. (2021). Bioactive compounds and biological activities of *Elaeagnus latifolia* L.: An underutilized fruit of North-East Himalaya, India. *South African Journal of Botany*, 145, 177-185. Doi: 10.1016/j.sajb.2021.07.020
- Erol, I., Cakar, N., Erel, D. & Sari, R. (2009). 'Sustainability in the Turkish retailing industry', *Sustainable Development*, 17, 49-67.
- Jabeen, A., Sharma, A., Gupta, I., Kheraldine, H., Vranic, S., Al Farsi, H.F. & et al. *Elaeagnus angustifolia* plant extract inhibits epithelial-mesenchymal transition and induces apoptosis via HER2 inactivation and JNK pathway in HER2-Positive breast cancer cells. *Molecules*, 25, 4240. doi: 10.3390/molecules25184240

Janbaz, K.H., Ahsan, M.Z., Saqib, F., Imran, I., Zia-Ul-Haq, M., Rashid, M.A., Jaafar, H.Z.E. & Moga, M. (2015). Scientific basis for use of *Pyrus pashia* Buch.- Ham. ex D. Don. Fruit in gastrointestinal, respiratory and cardiovascular ailments. *PLoS One*, 10, e0118605. Doi: 10.1371/ journal.pone.0118605.

Khomdram, S., Barthakur, S. & Devi, G.S. (2014). Biochemical and molecular analysis of wild endemic fruits of the Manipur region of India. *International Journal of Fruit Sciences*, 14, 253-266. Doi: 10.1080/15538362.2013.818483.

Korkmaz, N., Akin, M., Koc, A., Eydurhan, S.P., İlhan, G., Sagbas, H.I. & Ercisli, S. (2020). Morphological and biochemical diversity among wild-grown carob trees (*Ceratonia siliqua* L.). *Folia Horticulturae*, 32, 69-78. Doi: 10.2478/fhort-2020-0007.

Losapio, G., Schmid, B., Bascompte, J., Michalet, R., Cerretti, P. Germann, C., Haenni, J.- P., Neumeyer, R., Ortiz-Sánchez, F. J., Pont, A. C., Rousse, P., Schmid, J., Sommaggio, D. & Schöb, C. (2021). An experimental approach to assessing the impact of ecosystem engineers on biodiversity and ecosystem functions. *Ecology*, 102, e03243. 10.1002/ecy.3243.

Rymbai, H., Roy, A.R., Deshmukh, N.A., Jha, A.K., Shimray, W., War, G.F. & Ngachan, V. (2016). Analysis study on potential underutilized edible fruit genetic resources of the foothills track

of Eastern Himalayas, India. *Genetic Resources Crop Evolution*, 63, 125-39. Doi: 10.1007/s10722- 015- 0342- 3.

Rymbai, H., Verma, V.K., Talang, H., Assumi, S.R., Devi, M.B., Vanlalruati, Sangma R.H.C.H., Biam, K.P., Chanu, L.J., Makdoh, B., Singh, A.R., Mawleñ, J., Hazarika, S. & Mishra, V.K. (2023) Biochemical and antioxidant activity of wild edible fruits of the eastern Himalaya, India. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1039965. Doi: 10.3389/fnut.2023.1039965.

Shende, K.M., Singh, N.I. & Negi, P.S. (2016). Phytochemical characterization and biological activities of *Docynia indica* (Wall) fruit extracts. *Journal of Molecular and Genetic Medicine*, 10, 1-5. Doi:10.4172/1747-0862.1000204

Smanalieva, J., Iskakova, J., Oskonbaeva, Z., Vichern, S. & Darr, D. (2020). Investigation of nutritional characteristics and free radical scavenging activity of wild apple, pear, rosehip, and barberry from the walnut-fruit forests of Kyrgyzstan. *European Food Research and Technology*, 246, 1095-1104. Doi:10.1007/s00217-020-03476-1.

Yalcin, O., Bassil, N.V. & Kafkas, N.E. (2022). Wild edible small fruits in Turkey and their fruit characteristics. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, 76, 417-423.

İNCLUSION PROJESİ AMSTERDAM'DA

Erasmus+ programının bir parçası olarak T.C. Dışişleri Bakanlığı, Avrupa Birliği (AB) Başkanlığı, Türkiye Ulusal Ajansı tarafından finanse edilen ve TÜBA Koordinatörlüğünde yürütülen "Yükseköğretim Öğrencilerini, Özel Gerekli Bireyler için Dönüştürücü Kültürel Deneyimler Oluşturacak Şekilde Yetiştirmek" başlıklı Erasmus projesinin (KA220-HED-382D6902) ekibi, proje paydaşı SEALS Foundation ve Yunus Emre Enstitüsü ev sahipliğinde Amsterdam'da düzenlenen toplantı ve eğitim oturumlarında bir araya geldi.

TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker'in katıldığı etkinlikler kapsamında, işitme, görme, otizm, zihinsel engellilik ve hareket kısıtı gibi farklı engel türlerine uyum sağlama ve duyuşsal erişimi iyileştirme konuları ön planda tutuldu. Toplantılarda ayrıca TÜBA'dan Proje Koordinatörü Doç. Dr. Kevser Çınar, Proje Danışmanı Dr. Mürsel Doğrul ve Araştırmacı Muhammet Furkan Akbaş da yer aldı. Amsterdam programı kapsamında Maarif Avrupa Direktörü Sabri Yıldırım'la da görüşme gerçekleştirildi.

Etkinlik programı çerçevesinde özel gereksinimli bireylerin kültürel mekânlarda nasıl daha etkileşimli, anlamlı ve kapsayıcı deneyimler yaşayabilecekleri üzerine oturumlar gerçekleştirildi. Toplantı kapsamında proje ortaklarının katkısıyla ortak ülkelerde belirlenecek 40 adet kültürel miras eserine ait dijital hikâyelerin farklı engel gruplarına göre nasıl uyarlanabileceği ele alındı. Projede işitme engelli



bireyler için altyazılı ve işaret dili destekli anlatımlar; görme engelli bireyler için sesli betimlemeler, otizm spektrumundaki bireyler için sadeleştirilmiş, görsel ipuçlarıyla desteklenmiş metinler ve zihinsel engellilik grubuna yönelik sadeleştirilmiş, yapılandırılmış içerikler geliştirilmesi hedefleniyor.

Toplantının ardından hazırlanacak ve her gruba uygun olacak şekilde örnek taslak dijital hikâyeler uluslararası ortaklarla yürütülecek iş birliği faaliyetleri ile desteklenecek; böylece proje çıktılarının farklı ülkelere yaygınlaştırılması ve geliştirilen eğitim modelinin daha geniş bir hedef kitleye ulaşması sağlanacak. Projenin ilerleyen aşamalarında elde edilen deneyimlerin paylaşılacağı etkinlikler düzenlenerek özel gereksinimli bireylerin kültürel mirasa erişimini artırmaya yönelik sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi de bu kapsamda amaçlanıyor.



TÜBA Üyesi Prof. Yaghi'ye IUPAC'tan "Soong Ödülü"



TÜBA Şeref Üyesi, California Üniversitesi Berkeley'den Prof. Dr. Omar M. Yaghi Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC)

tarafından IUPAC-Soong Sürdürülebilir Kimya Ödülü'ne layık görüldü.

Prof. Yaghi sürdürülebilir kimya alanında verilen ilk "2025 IUPAC-Soong Ödülü"ne kurucusu olduğu retiküler kimya alanındaki çığır açan, yeni malzemeler yaratma kimyasında devrim yapan ve gezegenimizin karşı karşıya olduğu iklim ve su sorunlarına yönelik yeni çözümler sağlayan çalışmaları dolayısıyla hak kazandı.

Yaghi, "Bu ödül, bilim camiasının, özellikle de IUPAC'ın, sürdürülebilirliğin küresel zorluklarının üstesinden gelme konusundaki derin kararlılığını yansıtıyor. Bu takdiri almaktan onur duyuyorum ve bilimin gerçek dünyada etki yarattığı bir vizyona katkıda bulunmaktan gurur duyuyorum." dedi.



TÜBA Üyesi Prof. Gürsan 5. Kez AASSA-WISE Komitesi'nde



TÜBA Asli Üyesi, Ege Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Kadriye Arzum Erdem Gürsan, Asya Bilim Akademileri ve Dernekleri Birliği'nin (Association of Academies and Societies of Sciences in Asia-AASSA)

"Bilim ve Mühendislikte Kadın (Women in Science and Engineering-WISE) Komitesi'ne 5. kez üye seçildi.

Prof. Gürsan 2017 yılından bu yana yer aldığı, 2025-2027 dönemi için de TÜBA tarafından aday gösterildiği AASSA-WISE Komitesi'ne yeniden seçildi. Komite çalışmalarının bir parçası olmaktan duyduğu memnuniyeti dile getiren Prof. Gürsan, bilimde kadın çalışmalarının sadece bugün için değil geleceğin kadın bilim insanları için de çok önemli olduğuna dikkat çekti. Bilimsel çalışmalarda cinsiyet eşitliğinin sağlanmasının bilimin, araştırma ve geliştirme çalışmalarının kapılarını ardına kadar açacağını söyledi ve dünyanın pek çok yerinde, hayatın her aşamasında var olma mücadelesi veren kadınların elde ettiği her başarının geleceğin kadınlarına ilham olduğunun altını çizdi.



TÜBA Üyesi Prof. Kavzoğlu IEEE'ye Senior Üye Seçildi

TÜBA Asli Üyesi Prof. Dr. Taşkın Kavzoğlu, Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü'ne (Institute of Electrical and Electronics Engineers- IEEE) Türkiye'den Harita Mühendisliği alanında IEEE'nin en yüksek seviyesi olan Senior Üye seçildi.

Gebze Teknik Üniversitesi (GTÜ) Öğretim Üyesi Prof. Kavzoğlu, hakkındaki hakem raporları ve IEEE'nin ilgili kurullarında akademik çalışmalarının değerlendirilmesinin ardından yapılan seçimle alanına özgün ve anlamlı katkılarından dolayı Senior Üye unvanına sahip ilk bilim insanı oldu. Kavzoğlu, aynı zamanda IEEE Geoscience and Remote Sensing Society (GRSS) alt çalışma grubunda da çalışmalarına devam ediyor.



TÜBA Üyelerine AKÜ'den "Proje Ödülü"



TÜBA Asli Üyeleri Prof. Dr. K. Arzum Erdem Gürsan ve Prof. Dr. Sezgin Bakırdere, Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ) ev sahipliğinde düzenlenen "I. Kocatepe AR-GE Proje Pazarı"ndaki yarışmada "Grafen Oksit-Çinko Oksit Nanokompozitlerle Modifiye Elektrotlar ve Ürik Asit

Tayinine Yönelik Uygulamalar" başlıklı projeye "AR-GE merkezi, akademisyen ve sektör temsilcileri" kategorisinde ikincilik ödülüne layık görüldü.

Projenin yürütücüsü Prof. Dr. K. Arzum Erdem Gürsan projede, grafen oksit-çinko oksit nanokompoziti hazırlanarak sensör teknolojisine yönelik elektrotların modifikasyonunun gerçekleştirildiğini ve elektrokimyasal ürik asit hızlı, hassas ve seçici tayininde uygulanabilirliklerinin gösterildiğini söyledi. Ayrıca üniversite-üniversite ve üniversite-sanayi işbirliği kapsamında gerçekleştirilen ortak çalışmanın "Graphene oxide-zinc oxide nanocomposite modified disposable electrodes for detection of uric acid in fetal bovine serum" başlıklı bilimsel araştırma makalesi olarak Q1 dilimde ve etki faktörü 4.1 olan "Journal of Electroanalytical Chemistry" dergisinde (Elsevier) yayımlandığını belirtti.



TÜBA Üyesi Prof. Gülçin Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesine Atandı

TÜBA Asli Üyesi Prof. İlhami Gülçin, Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan'ın imzasıyla 10 Nisan 2025 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan karar doğrultusunda Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi (AİÇÜ) Rektörlüğüne atandı. Prof. Gülçin, düzenlenen devir teslim töreni ile birlikte görevi Prof. Dr. Abdulhalik Karabulut'tan devraldı.

Prof. Dr. İlhami Gülçin AİÇÜ'nün bölgedeki bilimsel ve sosyal gelişimine katkı sağlamaya devam edeceklerini ifade etti. Prof. Dr. Gülçin, üniversitenin nitelikli eğitim anlayışını daha da ileri taşımak için akademik kadro ve öğrencilerle birlikte çalışacaklarını vurguladı.



TÜBA Üyelerine "İTÜ Bilim Ödülü"



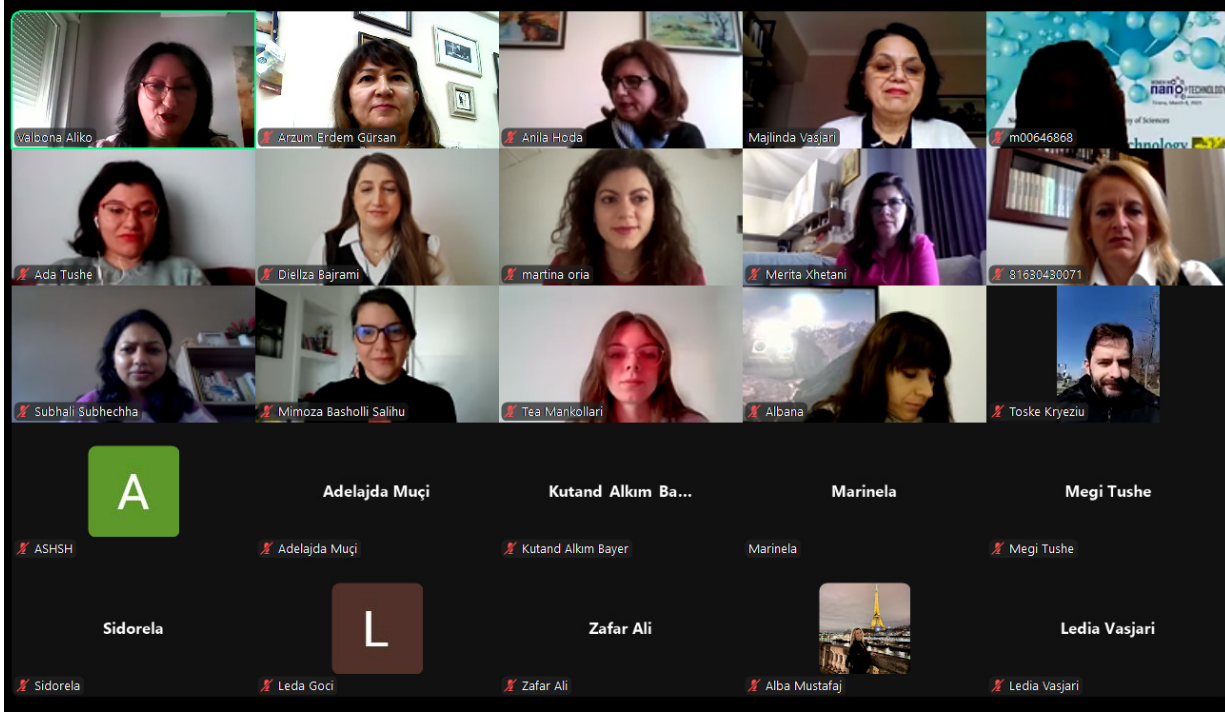
TÜBA Asli Üyesi Prof. Dr. İlkey Erdoğan Orhan ve TÜBA Genç Akademi Üyesi Prof. Dr. Seda Keskin Avcı 2024 İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Bilim Ödülü'ne layık görüldü.

Bilimsel ve teknolojik alanlarda araştırma mükemmeliyetini desteklemek, toplumsal katkı sağlayan araştırmacıları; proje, patent ve ürün odaklı çalışmalar yapan ve bilim dünyasına eğitim ve sosyal alanlarda hizmet etmiş kişileri, öğretim faaliyetlerini geliştirmek ve teşvik etmek amacıyla belirlenen akademisyenleri ödüllendirmeyi amaçlayan 2024 İTÜ Ödülleri sahiplerini buldu. Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dekanı Prof. Dr. İlkey Erdoğan Orhan doğal kaynaklı biyoaktif moleküllerin keşfi, izolasyonu ve terapötik potansiyellerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarıyla ilaç araştırmalarına önemli katkıları nedeniyle Temel Bilimler alanında; Koç

Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Seda Keskin Avcı ise metal organik yapıların enerji, çevre ve biyomedikal uygulamalardaki potansiyelini yapay zeka ve moleküler modelleme işe araştırarak yeni malzemeler ve teknolojiler geliştirmesi dolayısıyla Mühendislik Bilimleri alanında 2024 İTÜ Bilim Ödülü'ne hak kazandı.

TÜBA Asli Üyesi, İTÜ Rektörü Prof. Dr. Hasan Mandal, törenin açılışında yaptığı konuşmasında İTÜ'nün sembolü olan arının kolektif çalışma üretim, mühendislik ve geleceğe ilham veren niteliklerine dikkat çekti. Prof. Dr. Mandal, araştırmacının kapasitesi, kalitesi ve araştırmada iş birlikleri geliştirilmesi konularında İTÜ'nün gelişimine dair mevcut durumu özetledi ve İTÜ'nün toplumsal sorumluluk ve katkı odaklı çalışmalarına dair bilgiler paylaştı.

NanoBilimde “Kadın” Vurgusu



TÜBA Asli Üyesi Prof. Dr. K. Arzum Erdem Gürsan, Arnavutluk Bilimler Akademisi'nin nanoALB Araştırma Merkezi ve diğer paydaşlarla iş birliği içinde düzenlediği “Women in NanoScience and Nanotechnology 2025” başlıklı çevrim içi sempozyuma katıldı.

Ege Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Gürsan, Türkiye'de üniversitelerde çalışan kadın akademisyen ve araştırmacılara destek mekanizmalarında TÜBA ve diğer akademilerle iş birlikleri içerisinde yürüttüğü uygulamalara ilişkin örnekler sundu.



TÜBA Üyesi Prof. Aktürk'e “Dede Korkut Bilim Ödülü”

TÜBA Asosye Üyesi Prof. Dr. Şener Aktürk, Bayburt Üniversitesi tarafından düzenlenen Dede Korkut Bilim, Kültür, Sanat ve Spor Ödülleri kapsamında Bilim Ödülü'nün sahibi oldu.

Koç Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Aktürk, ulusal ve uluslararası düzeyde nitelikli akademik üretimi, Türkiye'nin diplomasi ve kimlik politikalarına dair geliştirdiği özgün teorik yaklaşımlar dolayısıyla ödüle layık görüldü.

Prof. Aktürk törenin ardından “Mezhep Devletlerinden Ulus Devletlere: Avrupa ve Amerika'da Din Temelli Ayrımcılığın Siyasi Tarihi” başlıklı konferans verdi. Konferansta Filistin meselesi üzerinden Batı dünyasının tarihsel ikircikli tavrına değinen Aktürk'e, Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Erhan Özden tarafından katılım plaketi takdim edildi. Aktürk'ün konferans konuşması, International Security akademik dergisinde



yayımlanan “Not So Innocent: Clerics, Monarchs, and the Ethnoreligious Cleansing of Western Europe” başlıklı makalesinden alıntılar yaptı. Makalenin, ana akım Batı tezlerine alternatif bir bakış açısı içermesi dolayısıyla zorlu ve uzun bir yayım sürecini tamamladığını not düşen Aktürk, Avrupa'nın tarihinde yeterince değinilmeyen İslam kültüründen örnekler verdi.



TÜBA Üyesi Prof. Metin'e “Nejat Veziroğlu Özel Ödülü”



TÜBA Asosye Üyesi Prof. Dr. Önder Metin, hidrojen teknolojileri alanına yaptığı öncü katkılardan dolayı Hidrojen Teknolojileri Derneği tarafından verilen IHTEC-2025 Nejat Veziroğlu Özel Ödülü'ne layık görüldü.

Akademik yetkinliği, araştırma potansiyeli ve alana sağladığı özgün katkılar nedeniyle ödülün sahibi olan Prof. Dr. Önder Metin çalışmalarını hidrojen üretimi ve depolaması, yakıt pilleri, nanomalzemeler, elektrokataliz, 2D malzemeler, fotokataliz ve sürdürülebilir enerji sistemleri üzerine yürütüyor.

TÜBA-GEBİP Üyesi Prof. Dr. Zeki Candan “Frontiers in Materials” Editör Kurulu'na Seçildi



TÜBA Genç Akademi Üyesi, Biyomalzeme ve Nanoteknoloji Araştırma Grubu | BioNanoTeam Kurucusu ve İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Zeki Candan “Frontiers in Materials” Dergisinin Editör Kurulu'na seçildi.

2.6 Impact Factor değerine sahip, İsviçre merkezli yayınlanan Frontiers in Materials, malzeme bilimi ve ilgili mühendislik disiplinlerinde yayın yapan bir dergidir. Biyomalzemeler, biyobenzetim malzemeler, karbon esaslı malzemeler, seramik ve cam, enerji malzemeleri, polimerik ve kompozit malzemeler, akıllı malzemeler ve yapısal malzemeler alanlarındaki bilimsel eserler yayınlanmaktadır.

TÜBA BAŞKANI PROF. DR. MUZAFFER ŞEKER'E ZİYARETLER



28 MAYIS 2025

Gazi Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Uğur Ünal'ın TÜBA Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker'i ziyareti



12 MAYIS 2025

Türk Patent ve Marka Kurumu Başkanı Prof. Dr. Muhammed Zeki Durak'ın Başkan Şeker'i ziyareti



17 NİSAN 2025

Cumhurbaşkanı Başdanışmanı, Cumhurbaşkanlığı Güvenlik ve Dış Politikalar Kurulu Başkanvekili Prof. Dr. Çağrı Erhan'ın Başkan Şeker'i ziyareti



18 MART 2025

Türkçe Konuşulan Ülkeler Tıp Derneği Başkanı Prof. Dr. Serkan Emre Eroğlu'nun Başkan Şeker'i ziyareti

TÜBA BAŞKANI PROF. DR. MUZAFFER ŞEKER'DEN ZİYARETLER



17 NİSAN 2025

Başkan Şeker'in Ankara Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Necdet Ünüvar'ı ziyareti



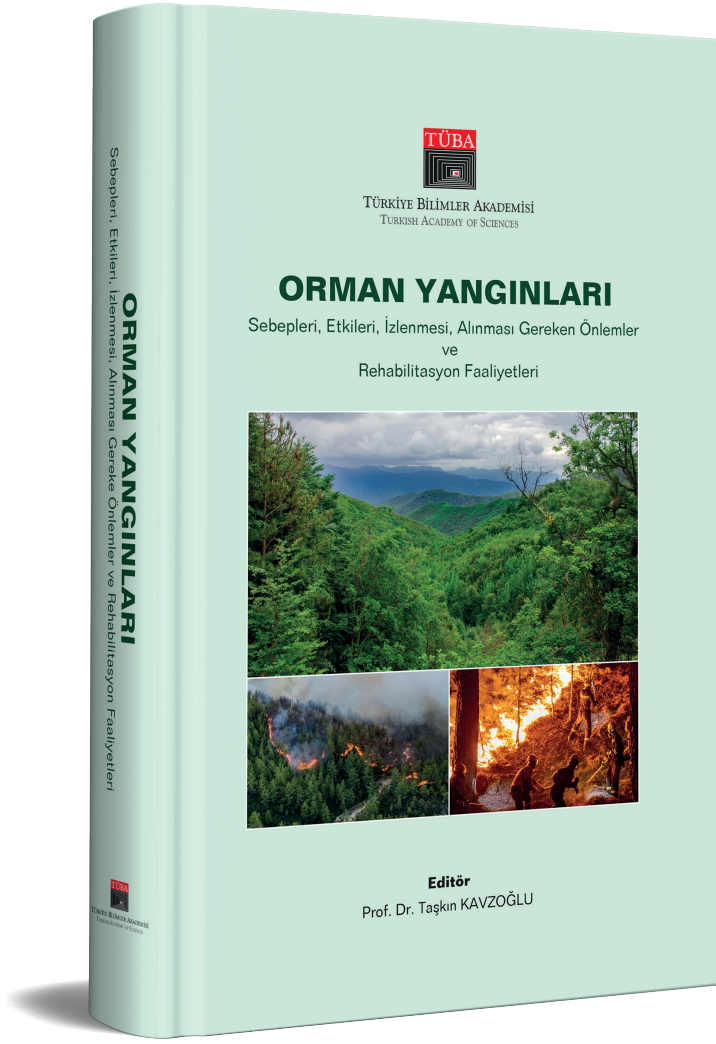
21 MART 2025

Başkan Şeker'in TÜBA Asli Üyesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Hasan Mandal'ı ziyareti



19 MART 2025

Başkan Şeker'in Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) Başkanı Prof. Dr. Numan Kurtulmuş'u ziyareti



ORMAN YANGINLARI

Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri

15 farklı kurumdan alanlarında uzman 37 araştırmacı katkı sunduğu, toplam 17 bölümden oluşan eser, orman yangınlarının geniş bir yelpazede birçok farklı boyutuyla disiplinler arası bakış açısıyla ele alıyor. Son yıllarda sayıları gittikçe artan büyük orman yangınlarının sebepleri, organizasyonu ve idaresinin ele alındığı ilk bölümden itibaren iklim değişikliğinin etkileri, uzaktan algılama ve bilgi teknolojilerinin kullanımı, 2021 yılında meydana gelen yangınların mekânsal analizleri, İstanbul adaları için yangın risk haritaları, yangın sonrası orman toprağında meydana gelen değişimler ve ağaçlandırma çalışmaları, yangınların yaban hayatına etkileri, orman yangınlarının turizm üzerindeki etkileri ve hukuksal boyutları ele alıyor.

"Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri" için: <https://www.tuba.gov.tr>



TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ
YÜKSEKÖĞRETİM DERGİSİ
CİLT 15 - SAYI 1

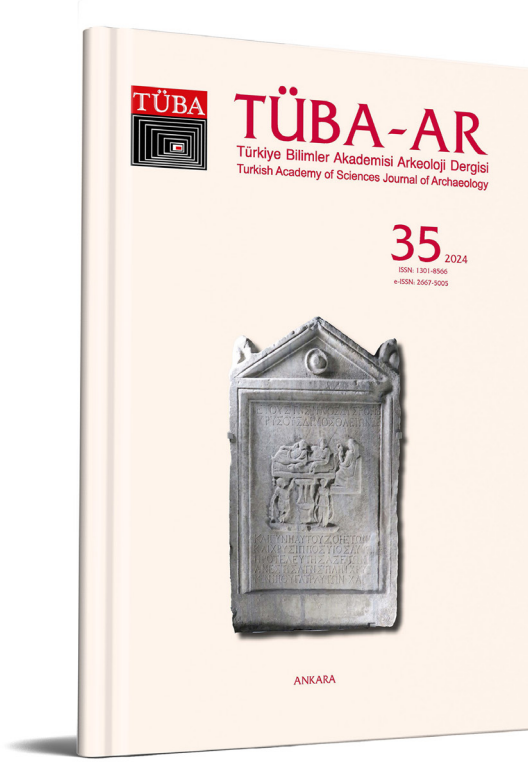
Türkiye ve dünyada yükseköğretime ilişkin temel yapısal özelliklerin değerlendirildiği, uygulamalar açısından ülkeler arasındaki benzerlik ve farklılıkların irdelendiği, karşılaşılan temel sorunların incelendiği ve çözümlerine yönelik önerilerin ortaya konduğu bilimsel bir platform oluşturmayı amaçlayan TÜBA-HER Dergisi'nin 15. cildinin 1. sayısı okuryla buluştu.

TÜBA-HER'ün tüm sayılarına ulaşmak için:

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yuksekogretim>

Satın almak için:

www.tuba.gov.tr



ARKEOLOJİ DERGİSİ 35. SAYI

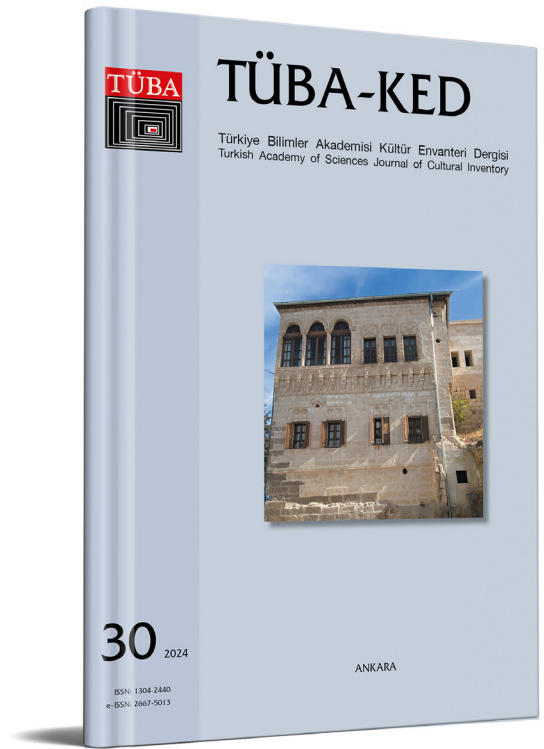
Türkiye'nin arkeolojik ve tarihsel değerlerinin gün ışığına çıkarılması konusunda önemli bir işlevi yerine getiren TÜBA-AR'ın 35. sayısı okurlarıyla buluştu.

TÜBA-AR'ın tüm sayılarına ulaşmak için:

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tubaar>

Satın almak için:

www.tuba.gov.tr



TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ KÜLTÜR ENVANTERİ DERGİSİ 30. SAYI

TÜBA-KED'in 30. sayısında somut kültürel mirastan somut olmayan kültürel mirasa, arkeolojik mirastan mimari ve kentsel mirasa, obje ve buluntu ölçeğinden kentsel ölçeğe kadar, Türkiye'nin farklı bölgelerinden, farklı nitelik ve ölçekteki kültürel mirasa ilişkin makaleler yer alıyor.

TÜBA-KED'in tüm sayılarına ulaşmak için:

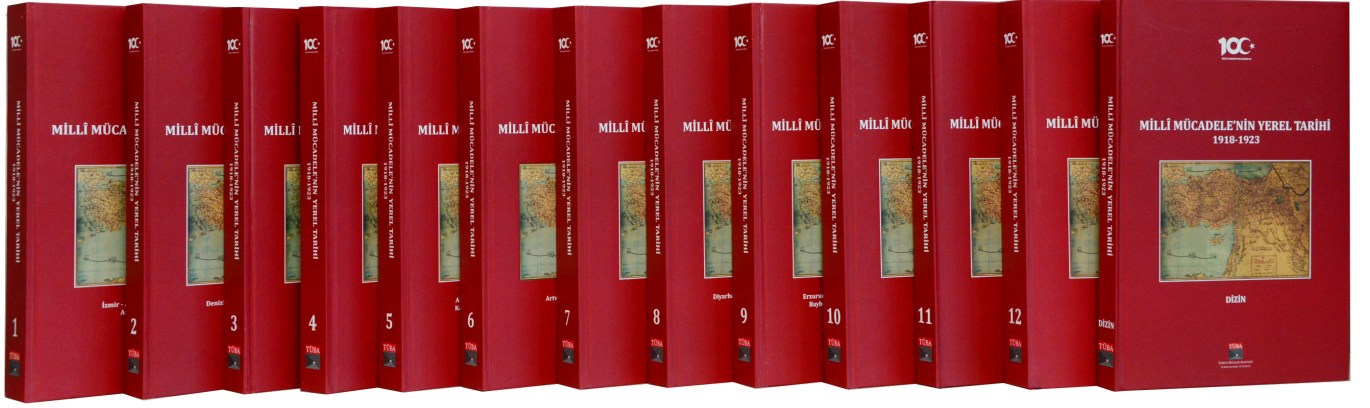
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tubaked>

Satın almak için:

www.tuba.gov.tr

MİLLÎ MÜCADELE'NİN YEREL TARİHİ 1918-1923

Millî Mücadele'nin Yerel Tarihi 1918-1923 adlı eser, şehir şehir Türkiye'nin Millî Mücadele ile ilgili yerel hafızasını tazeliyor, Millî Mücadele yıllarının yurdun dört bir yanında eksiksiz olarak nasıl yaşandığını gösteriyor. Çok sayıda akademisyen ve araştırmacının katılımı ve katkısıyla Millî Mücadele'nin yerel düzeydeki izlerinin derlenip değerlendirildiği çalışma yerel tarihin demokratik, sivil ve katılımcı imkânlarından yararlanarak, insanların kendilerini birer parçası olarak hissedebilecekleri bir tarihsel hafıza oluşturuyor. Dört yıllık bir çalışmanın ürünü olan bu eser Türkiye Cumhuriyetine 100. Yıl kutlamalarında TÜBA armağanı olarak kamuoyu ile paylaşılmıştır..



TÜBA Yayınları için:
<https://satis.tuba.gov.tr>

TÜRK-İSLAM BİLİM KÜLTÜR MİRASI DİZİSİ

TÜBA, "Türk-İslam Bilim Kültür Mirası Projesi" kapsamında " Hikmet-i Harbiye, Nihâyetü's-Sûl fî Tashîhî'l-Usûl, Îsâgûcî Mantığa Giriş (2. Baskı), Tebyînü A'mâlî'l-Misâha'sı, Mecnû'a-i Ulûm-i Riyâziyye, Silsile-i Ulemâ Mecmuası, Müze-i Askerî-i Osmanî Züvârna Mahsûs Rehber ve Usûlü'l-hikem fî Nizâmî'l-ümem" adlı eserleri yayımladı.

