

BÜLTEN

Üç ayda bir yayımlanır

SAYI / 6

Temmuz 2025



İklim Öncülerimiz ile Tanışın

SAYFA 20

Batarya Ekonomisinin Eşiğinde: Sürdürülebilirlik mi, Sınırlı Cevher mi?

SAYFA 38

Sürdürülebilir Enerji Dönüşümünün Gizli Kahramanları:

Yeni Nesil Yakıtlar

SAYFA 10

İKLİM TEKNOLOJİLERİ



RÖPORTAJ

**GELECEĞİN ENERJİSİ BATARYADA GİZLİ:
TÜRKİYE, LİTYUM SÜLFÜR
YARIŞINDA ÖNE ÇIKABİLİR**

DAMLA EROĞLU PALA

SAYFA 40



RÖPORTAJ

**BİR KIZ ÇOCUĞUNUN BABASINA SESLENİŞİ
İLE GELEN UYANIŞ
"BUNU SENİN NESLİN YARATTI.
DÜZELTMEK DE SİZE DÜŞÜYOR."**

JOHN DOERR

SAYFA 52



**YENİ NESİL YAKIT
TEKNOLOJİLERİ DERİN
ANALİZ RAPORUMUZ
YAYIMLANDI**

SAYFA 3

s.40

RÖPORTAJ
DAMLA EROĞLU PALAGELECEĞİN ENERJİSİ
BATARYADA GİZLİ:
TÜRKİYE, LİTYUM
SÜLFÜR YARIŞINDA
ÖNE ÇIKABİLİR

s.52

RÖPORTAJ
JOHN DOERRBİR KIZ ÇOCUĞUNUN BABASINA
SESLENİŞİ İLE GELEN UYANIŞ
"BUNU SENİN NESLİN
YARATTI. DÜZELTMEK DE
SİZE DÜŞÜYOR."

s.14

RÖPORTAJ
YAŞAR YETİŞKİNSÜRDÜRÜLEBİLİR HAVACILIK
YAKITI (SAF):
GELECEĞİN YAKITI MI,
BUGÜNÜN ENERJİ
DÖNÜŞÜM FIRSATI MI?

s.28

RÖPORTAJ
CAN KAYACILARBİYOTEKNOLOJİDE
YENİ BİR KİMLİK:
ENDÜSTRİYEL
BİLİM İNSANIİKLİM KRİZİ ODAĞINDA
İLETİŞİM:
BİR AZİM İŞİ

"Çalışan insan yorulur ama şansa ihtiyacı kalmaz."

Üniversite öğrencileriyle yaptığımız bir sohbetten bana kalan en güzel cümle bu oldu.

Aristoteles'in kulakları çınlasın, onun "Kaderi belirleyen şey tercihtir, şans değil." cümlesinin farklı bir versiyonu gibi.

Bu cümleyi kuran arkadaş, okuduğu bölüme tutkuyla bağlı bir mühendis adayı. Gelecek kaygısı var, kimin yok ki? Sadece o, tüm kaygılarını sırtına alıp ataletle kapılmadan "Ne yapmalıyım?" sorusunu soruyor. Onun gibi iletişimi kuvvetli insanlar umut müjdeliyor. Çünkü, hangi alanda çalışılırsa çalışılsın doğru iletişim hayatı kurtarır, çok kapı açar.

Biz de iletişimin, yaptığımız işteki rolünü bilerek hareket ediyoruz. TTGV'de iklim krizinin etkilerinin getirdiği mecburiyetlere uyumlanma ve bu mecburiyetlerin yaratabileceği fırsatlar üzerine, sağlam bir uzman kadrosuyla birlikte çalışıyoruz. Alana odaklandığımız üç yıllık süreçte her biri pusula görevi gören sekiz rapor yayımladık. Sanayicilere mentorlük verdik, veriyoruz. Kocaman bir komünite dünyası kurduk, girişimcilerin hayallerini adımlamaları için itici güç olduk.



ESRA YAZDIÇ DEMİR

TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNÜN
GİZLİ KAHRAMANLARI:
YENİ NESİL YAKITLARDR. BURAK BAYKAL
TTGV Öncül Proje Programı
Program Uzmanı

s.10

YAYINA HAZIRLAYANLAR:

ESRA YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya YöneticisiMUSTAFA AKBAŞ
TTGV Pazarlama ve İletişim UzmanıSERENAY EKİM ÖZKALKAN
TTGV Pazarlama ve İletişim Uzmanı

Grafik Tasarım: ÖZGE EGEMEN / kırmizitasarım.com

s.20

KOMÜNİTELERE NEDEN İHTİYAÇ VAR?
İKLİM ÖNCÜLERİESRA BORAN
TTGV Öncül Proje Programı
Program UzmanıYARININ İTHALATÇISI OLMAMAK İÇİN BUGÜNÜN
AR-GE'CİSİ OLMAK GEREKİYOR

ÇAĞATAY ALP ARSLAN

KARAR VERİCİLERDEN BİREYLERE HERKES BU
SÜRECİ İÇSELLEŞTİRMELİ
TUĞBA UÇAR DEMİR

s.38

BATARYA EKONOMİSİNİN EŞİĞİNDE:
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK Mİ, SINIRLI
CEVHER Mİ?EDİZ KAAAN ÖNEM
TTGV Öncül Proje Programı
Program Uzmanı

s.46

YATIRIMCI BAKIŞIYLA:
GİRİŞİM SUNUMLARINDA
SIK YAPILAN HATALARSELİN AFŞAROĞLU DERİNÖZ
Teknoloji Yatırım A.Ş.
AssociateAYÇA UYANIK
Teknoloji Yatırım A.Ş.
Yatırım Analisti

s.3

YENİ NESİL YAKIT TEKNOLOJİLERİ
DERİN ANALİZ RAPORUMUZ YAYIMLANDI

s.8

PROGRAMLARIMIZ

s.35

BATARYA GERİ DÖNÜŞÜM VE İKİNCİL KULLANIM
TEKNOLOJİLERİ ÖN ARAŞTIRMA RAPORU

s.50

TTGV KÜTÜPHANESİ

s.54

TTGV'DEN HABERLER

s.60

DÜNYADAN VE TÜRKİYE'DEN HABERLER

s.64

SON DÖNEM RAPORLARIMIZ

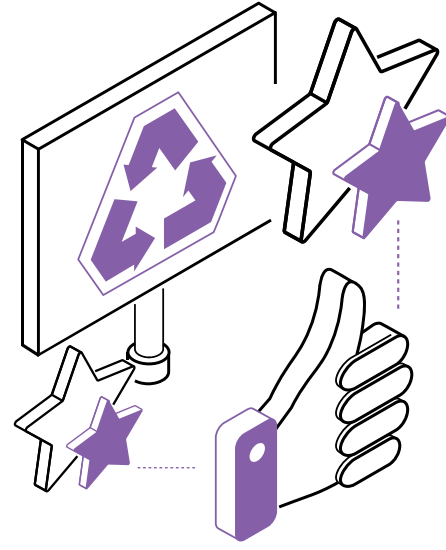
34 yıllık bir kurumda geçmişin deneyimini büyüterek gelecekte kaybolmamak adına nasıl bir emek, azim işliyor görmelisiniz. Bunu yaparken de kendimizi doğru anlatmaya ve işlerimizle ilgili değer yaratmaya kafa yoruyoruz.

Yaptığımız işler elbet zamanlı, elbette treni kaçırmadan doğru stratejilerle yol almak gerekli. O nedenle iklim teknolojileri bültenlerinin her sayısını incelikte ele alıyoruz. Bu sayıda Karbonsuzlaştırılması Zor Sektörlerde Yeni Nesil Yakıt Teknolojileri Derin Analiz Raporu'muzu sizlerle buluştururken, bu alanda öncü isimler ve uzmanların görüşlerini okuma fırsatı yakalayacaksınız. Dünya ve Türkiye'deki batarya depolama teknolojilerinden, biyoteknoloji alanındaki gelişmelere dair önemli yorumların bulunduğu röportajların yanı sıra ülkemizde iklim teknolojileri çalışan önemli yedi ismi buluşturduğumuz TTGV İklim Lab İklim Öncüleri Platformu ile tanışıp hedeflerinin ne olduğunu öğrenebilirsiniz.

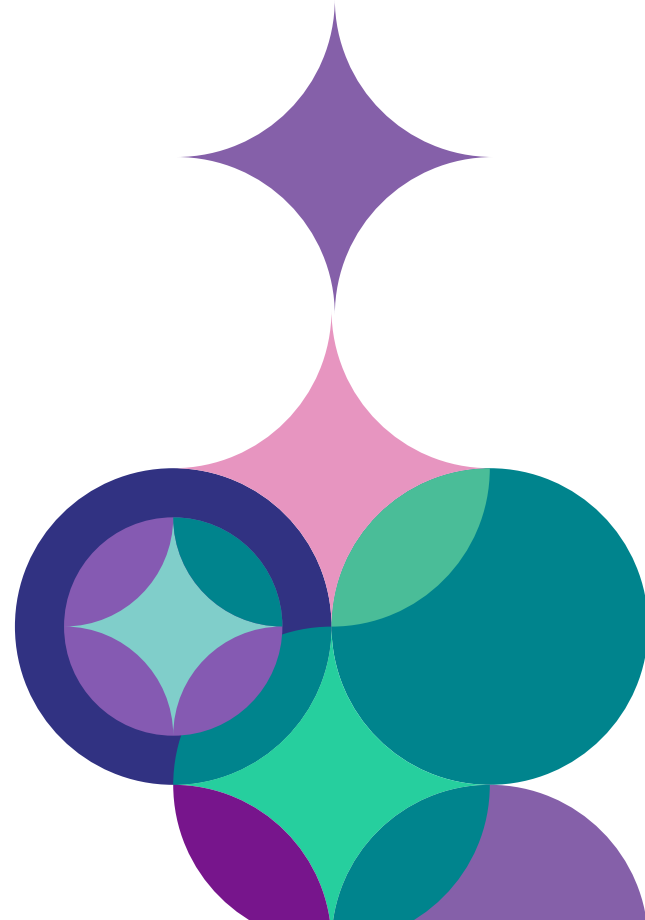
Son olarak TTGV Kütüphanesi'nin bu yıl Türkçe'ye kazandırdığı "Hız ve Ölçek – İklim Krizini Hemen Çözmeye Yönelik Bir Eylem Planı" kitabına dair Ayşenur Atik Bilen'in nefis yorumunu okurken, kitabın yazarı John Doerr ile yaptığımız söyleşiyi kaçırmayın derim. Sonuçta bu kitap bir kız çocuğunun babasına isyanı sonrası kaleme alınmış bir eser. O kadar ki dünyanın önde gelen yatırımcıları iklimi ele almaya, yatırımlarını bu alana yönlendirmeye böylelikle karar vermiş.

Keyifli okumalar.

Not: John Doerr röportajı için destek veren Optimist Yayınevi Genel Müdürü Zeynep Dicleli Erdoğan'a teşekkür ederim.



“Çalışan insan yorulur ama şansa ihtiyacı kalmaz.”



TTGV YENİ NESİL YAKIT TEKNOLOJİLERİ DERİN ANALİZ RAPORU'NU YAYINLADI

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) Öncül Proje Programı ekibi, karbonsuzlaştırılması zor sektörlerdeki emisyon azaltım hedefleri çerçevesinde dönüşüm ihtiyaçlarını değerlendirmek ve Türkiye için stratejik bir kaynak olması amacıyla Yeni Nesil Yakıt Teknolojileri Derin Analiz Raporu'nu hazırladı.

Ağır yük taşımacılığı, denizcilik, havacılık, demir-çelik ve kimya-petrokimya gibi elektrifikasyonla dönüşümü sınırlı olan sektörler için yeni nesil yakıt çözümlerinin teknik ve ekonomik uygulanabilirliği incelenen raporda, dünya genelinde güneş ve rüzgâr temelli elektrik bazlı çözümlerin yaygınlaşmasına rağmen, söz konusu sektörlerin dönüşümünde yeni nesil yakıtların “köprü teknoloji” rolü üstlenmesi gerekliliği vurgulanırken, Türkiye'nin dış ticaret hacmi, enerji arz güvenliği ve teknolojik gelişmişlik düzeyi göz önüne alındığında, bu küresel paradigma değişiminden yüksek düzeyde etkilenecek ülkeler arasında yer aldığına dikkat çekiliyor.

TTGV Yenilikçi Teknoloji Programları Direktörü Dr. E. Serdar Gökpınar'ın mentorluğunda; program uzmanları Dr. Burak Baykal, Dr. Cemil Kanat Sarısoy ve Sevtap Gökçe tarafından hazırlanan rapor, üç temel analiz eksenini üzerinden ilerliyor:

- Karbonsuzlaştırılması zor sektörlerin öncelikli ihtiyaçlarının küresel düzeyde analizi,
- Yeni nesil biyoyakıtlar ve sentetik yakıt teknolojilerinin teknik, ekonomik ve çevresel değerlendirmesi,
- Türkiye özelinde mevcut durum, altyapı ve rekabet avantajı oluşturabilecek alanların belirlenmesi.

İlgili teknolojilerin mevcut altyapıya entegrasyon potansiyeli, ölçeklenebilir iş modelleri ve yatırım fırsatlarının çok boyutlu bir yaklaşımla ele alındığı raporda, yeni nesil yakıtların yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil; aynı zamanda ekonomik rekabetçilik, stratejik kaynak güvenliği ve sanayileşme politikaları açısından da kritik önemde olduğu vurgulanıyor.

Bu çalışma, Türkiye'nin söz konusu alandaki teknolojik kapasitesini artıracak, yatırım yönelimlerini destekleyecek ve özel sektörün yeşil dönüşümde etkin rol almasını teşvik edecek iş birliklerinin gelişmesine katkı sağlamayı hedefliyor.



Yeni Nesil Yakıt Teknolojileri Derin Analiz Raporuna buradan ulaşabilirsiniz.

KARBONSUZLAŞTIRILMASI ZOR SEKTÖRLERDE YENİ NESİL YAKIT TEKNOLOJİLERİ

5 SORU 5 CEVAP

1. TTGV olarak Yeni Nesil Yakıt Teknolojileri'ne neden odaklandık?

Biyoyakıt ve sentetik yakıt teknolojileri, fiziki ve teknolojik kısıtlar nedeniyle elektrifikasyona kolay uyum sağlayamayan karbonsuzlaştırılması zor sektörlerde enerjiye erişimi kolaylaştırmak ve temiz enerjiye dayalı elektrifikasyonu mümkün kılmak adına etkili bir çözüm sağlama fırsatı sunmaktadır. Sürdürülebilir biyoenerji, özellikle havacılık ve denizcilik gibi konvansiyonel fosil yakıtlara yoğun bağımlılık gösteren sektörlerde fosil yakıt kaynaklı emisyonları hızla azaltma potansiyeline sahiptir. Kimya-petrokimya endüstrisinde ise biyo-ham madde veya yenilenebilir enerji kaynaklı hidrojen sayesinde, fosil yakıt bağımlılığını azaltarak döngüsel ekonomiye katkı sunmaktadır. Karbon Yakalama ve Depolama Özellikli Biyoenerji (BECCS) gibi teknolojiler ise, daha katı emisyon senaryolarında dahi karbon negatif olabilme özelliği nedeniyle önem taşımaktadır.

Biyoyakıtlara yönelimin arkasında, fosil yakıt kullanımının tetiklediği çevresel ve ekonomik risklerin hafifletilmesi, enerji arz güvenliğinin artırılması

ve tarımsal kalkınmanın desteklenmesi gibi çeşitli dinamikler yer almaktadır. Yakıt tedarikinde dışa bağımlılığın azaltılması, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı direnç sağlaması, motor performansına olumlu etkileri ve tehlikeli madde kapsamı dışında değerlendirilebilir oluşu biyoyakıtları avantajlı kılmaktadır. **Sentetik yakıtlar** ise, hem mevcut altyapıya uyumluluğu hem de düşük karbon içeriği ile özellikle ağır yük taşımacılığı ve enerji yoğun sanayiler için yüksek potansiyeli olan bir seçenek olarak görülmektedir. Karbonsuzlaştırılması zor sektörlerde etkin emisyon azaltımı ve gerçekçi sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşabilmek için biyoyakıtlar, sentetik yakıtlar, hidrojen ve CCS gibi çözümlerin tamamlayıcı bir şekilde ele alınması kritiktir. Bu teknolojilerin olgunlaşması ve yaygınlaşması, karar alıcıların güçlü politika desteğine, altyapı planlamalarına, kamu-özel sektör iş birliklerine ve küresel tedarik zinciri organizasyonlarına bağlı olmaktadır. Bu bağlamda, TTGV olarak biyoyakıt ve sentetik yakıt üretiminin ölçeklenmesine katkı verebilmek adına karbonsuzlaştırılması zor sektörlerde yeni nesil yakıt teknolojileri odağında derin analiz çalışmalarımızı

yapıp potansiyel projelere yönelik araştırmalarımızı başlattık.

2. Biyoyakıtlar ve sentetik yakıtlar arasındaki fark nedir?

Alternatif yakıtlar içerisinde; düşük veya sıfır karbon emisyonunu hedefleyen, yenilenebilir kaynaklardan gelişmiş üretim teknolojileri ile üretilen, mevcut yakıt altyapılarına uyumlu (drop-in fuels) veya küçük adaptasyonlarla mevcut altyapıda kullanılabilir durumdaki spesifik bir grubu “yeni nesil yakıtlar” olarak tanımlamak mümkündür. Fosil yakıtların yerine kullanılabilen veya bunlarla karıştırılarak tüketilebilen biyoyakıtlar, bitkisel materyaller, hayvansal yağlar ve organik atıklar gibi yenilenebilir ve sürdürülebilir biyolojik kaynaklardan biyokimyasal veya termokimyasal yöntemlerle üretilmektedir. Biyoyakıtların bir alt grubunu oluşturan “**ileri biyoyakıtlar**” ise, özellikle gıda zinciri üzerinde baskı oluşturmayan lignoselülozik bitki materyalleri, tarımsal ve ormancılık atıkları, algler ve atık yağlar gibi sürdürülebilir kaynaklardan, gelişmiş teknolojik süreçlerle üretilmektedir.

Sentetik yakıtlar ise, fosil kaynaklara dayanmadan, genellikle yenilenebilir enerji kullanılarak elde edilen hidrojenin, karbon içeren bir bileşenle (karbondioksit, karbon monoksit) ileri kimyasal ve katalitik süreçler aracılığıyla birleştirilmesi sonucu üretilen, karbon nötr veya düşük karbon emisyonlu, mevcut yakıt altyapılarıyla uyumlu alternatif yakıtlardır. Elektrifikasyona dayalı yenilenebilir enerji çözümleri genellikle elektrik altyapılarında büyük ve köklü değişiklikler ve yeni güneş paneli, rüzgar türbini gibi yatırımlar gerektirirken, biyoyakıt ve sentetik yakıtlar mevcut içten yanmalı motorlar ve akaryakıt altyapıları ile uyumlu çalışmaktadır. Böylece dönüşümün maliyetleri düşerken, enerji geçişi hızlandırılabilmektedir.

3. Biyoyakıtlar ve sentetik yakıtlar, konvansiyonel yakıtların ikamesi midir, tamamlayıcısı mıdır?

Biyoyakıt ve sentetik yakıt üretiminin temel amacı fosil yakıt kullanımını tamamen ortadan kaldırmaktan ziyade, sürdürülebilir olmayan bu konvansiyonel yakıtları sürdürülebilir alternatifleri ile tamamlamak ya da uzun vadede minimum fosil yakıt kullanımı için gerekli en ideal alternatif yakıt seçeneğini sunmaktır. Bu alternatif yakıt türleri, doğrudan fosil kaynakların yerini alabilecek teknik yeterliliğe sahip olsa da, temelde mevcut enerji altyapılarının dönüşümünü destekleyen geçiş araçları olarak değerlendirilmektedir. Özellikle ulaşım, havacılık ve denizcilik gibi elektrifikasyonun teknik ve ekonomik açıdan sınırlı olduğu sektörlerde, bu yakıtların karbonsuzlaştırma sürecine olan katkısı giderek artmaktadır. Biyoyakıtlar, tarımsal ve organik atık bazlı üretimleriyle, sentetik yakıtlar ise karbon döngüsünü kapatan üretim yapılarıyla fosil yakıtların alternatifi olabilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle, özellikle karbon nötr hedefleri doğrultusunda, bu yakıt türleri uzun vadeli sürdürülebilir enerji sistemlerinin yapı taşları olarak öne çıkmaktadır.

Bu bağlamda, bu yakıtların kısa ve orta vadede enerji sistemleri içerisinde tamamlayıcı bir rol üstlenmesi beklenmektedir. Mevcut fosil altyapılarla yüksek uyumları, yeni nesil yakıtları sistemsel dönüşüm süreçlerinde kritik bir pozisyona sokmaktadır. Biyoyakıtlar, düşük karbonlu alternatifler olarak mevcut motor teknolojilerine sınırlı modifikasyonla entegre edilebilirken, sentetik yakıtlar yeşil hidrojen ve geri dönüştürülmüş karbondioksit gibi sürdürülebilir girdilerle üretildiklerinde, enerji arz güvenliği ve döngüsel ekonomi hedeflerine de katkı sunar. Bu çerçevede, biyoyakıtlar ve sentetik yakıtlar arasındaki



ilişki ikame-tamamlayıcılık ekseninde doğrusal değil, zamansal ve sektörel bağlama göre değişkenlik gösteren bir etkileşim olarak ele alınmalıdır.

4. Yeni nesil yakıt teknolojilerinin yaygınlaşmasının önündeki zorluklar ve riskler nelerdir?

Biyoyakıtlara gösterilen ilgi önümüzdeki 10 yıllık süreçte artış eğilimi beklentisi gösterse de biyolojik kökenli ham madde arzında yaşanabilecek sorunlar ve kullanılan girdilerin (atık yağ gibi) lojistiğinde yaşanabilecek zorluklar sonucunda biyoyakıtların orta-uzun vadede pazar payını sentetik yakıtlarla paylaşması beklenmektedir. Gıda arz güvenliğini ve biyolojik çeşitliliği olumsuz etkilemeyecek şekilde yapılacak her türlü enerji tarımcılığı uygulaması biyoyakıt üretiminin sürdürülebilir olmasını sağlasa da artan güneş ve rüzgar enerjisi kapasitesi ve gelişen teknolojilerle birlikte fiyat avantajının orta-uzun vadede sentetik yakıtlara geçebileceği öngörülmektedir. Avrupa Birliği'nin hazırladığı Refuel EU gibi regülasyonlardaki zorunluluklarda bu beklentiyi doğrular şekilde sentetik yakıtlara geçişi desteklemektedir. Ancak hem CCUS teknolojilerinin yüksek maliyetleri hem yeşil hidrojene erişimde yaşanan zorluklar bugün için sentetik yakıt tesis yatırımlarının önündeki en büyük engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla **Sentetik Sürdürülebilir Havacılık Yakıtları** gibi gelecek yıllarda yoğun talep görmesi beklenen alternatif yakıtlara geçişi kolaylaştıracak mekanizmaların hızlı bir şekilde

anlaşılması ve buna bağlı olarak sentetik yakıtlar özelinde mevzuat gerekliliklerinin sağlanması üretim konseptlerinin doğrulanması açısından kritiktir.

Ülkemiz için gelecekte daha da kritik hale gelecek konulardan biri de **doğalgaz kullanım projeksiyonlarının** doğru yapılmasıdır. Doğalgazdan hızlı bir çıkış, ülkemizin enerji arz güvenliği ve elektrifikasyona geçişi açısından ciddi bir risk yaratmaktadır. Ülkemizde mevcut elektrik, ısıtma ve sanayi altyapısı büyük ölçüde doğalgaza bağımlıdır. Ayrıca kullanılan petrol ve doğal gazın %90'ını ithal eden ülkemizin, dış ticaret hacminin büyüklüğü ve enerji arz güvenliğindeki kırılganlıkları düşünüldüğünde rekabetçiliğini koruyabilmesi için doğalgaza dayalı endüstriyel üretim altyapısını biyometan gibi yeni nesil yakıtlarla besleyebilmesi gerekmektedir.

5. Türkiye'de biyoyakıt ve sentetik yakıt teknolojilerinin gelişmesi kapsamında Türkiye için önerilerimiz nelerdir?

TTGV'nin Yeni Nesil Yakıtlar özelinde yazılan derin analiz raporu kapsamındaki tüm bulgular dikkate alınarak, ülkemizde *Bio-PtG* ile elde edilecek *Biyometan*'ın endüstriyel kullanımına yönelik bir projenin öncül proje yatırım programı kapsamında değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Biyogaz tesisinin yenilenebilir kaynaktan elde edilen hidrojenin (H_2) ve tesisteki biyojenik karbondioksit (CO_2) ile

Sabatier reaksiyonunda metanlaştırılmasını ve üretilen gazın yakındaki sanayi tesislerine beslenmesinin veya şebeke enjeksiyon altyapısının test edilmesinin Türkiye için değer yaratıcı bir nitelikte olduğu öngörülmektedir. Böyle bir proje ile hem mevcut doğalgaz altyapısı değerlendirilebilecek hem de yenilenebilir enerji üretiminin kesintili yapısından kaynaklanan arz fazlası uzun süreli depolanabilecektir. Bununla birlikte sentetik yakıtlar konusunda dünya genelinde yatırımlara ve pilot projelere karşın, ülkemizde henüz bu konuda ciddi bir yatırım planı ve endüstriyel bir demo gösterimi olmadığı görülmektedir. Bu nedenle e-SAF üretiminde ihtiyaç duyulan doğru prosesleri tespit edebilmek amacıyla *Sentetik Sürdürülebilir Havacılık Yakıtlarının Üretimi* üzerine demonstrasyon ölçeğinde bir çalışmanın değer yaratacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, ticari gaz tedarikçilerinden sağlanacak karbondioksit (CO_2) ve hidrojeni (H_2) kullanarak, yarı-pilot ölçek Fischer-Tropsch reaktör sisteminde yerli imkanlarla ve farklı katalizör grupları ile sentez gazından sentetik parafinik kerosen (SPK) üretim potansiyelini araştırmayı ve SAF üretim denemesi yapmayı hedefleyen hızlı bir teknoloji ön gösterim projesi planlanmaktadır. Proje kapsamında elde edilecek tekno-ekonomik veriler kamuoyu ile paylaşılarak daha büyük ölçekli uygulamaların önünü açarak, Türkiye genelinde sentetik SAF üretim tesislerinin kurulmasına öncülük edecek bir mühendislik konsepti oluşturulması amaçlanmaktadır.

Güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynakları açısından iyi bir potansiyele sahip olan ülkemiz, özellikle **Avrupa enerji koridorlarına yakınlığı** nedeniyle farklı yakıtların ve enerji taşıyıcılarının (SAF, Hidrojen, Metanol, Amonyak, Biyometan, DME, vb.) taşınması konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Bu durum Rusya'nın son yıllarda Avrupa'nın enerji bağımsızlığını olumsuz etkilemesi ile birlikte daha da kayda değer hale gelmektedir. Enerji arzını çeşitlendirmeyi amaç edinen Avrupa Birliği, şimdilik kuzeydeki AB ülkelerinin rüzgar enerjisi ve karbon depolama kapasitelerine güvense de SAF gibi niş yakıtlara erişim için ülkemizdeki potansiyeli değerlendirebileceği düşünülmektedir. Avrupa için kritik öneme sahip bir pazar olan ARA (Antwerp-Rotterdam-Amsterdam) liman ağı, Avrupa'nın SAF piyasasını yönetmektedir. 2030 yılında en büyük SAF üretim merkezleri haline gelecek Kuzey Amerika ve Asya (Singapur, Japonya) gibi uzak pazarlardan Avrupa'ya SAF getirmenin yüksek maliyeti ve ortaya çıkaracağı ek emisyon düşünüldüğünde **Türkiye'nin sağlayacağı potansiyel SAF arzının Avrupa'daki alıcılar için oldukça kritik olabileceği** öngörülmektedir.



Hazırlayan:
DR. CEMİL KANAT SARISOĞLU
TTGV Öncül Proje Program Uzmanı

PROGRAMLARIMIZ



ÖNCÜL PROJE PROGRAMI



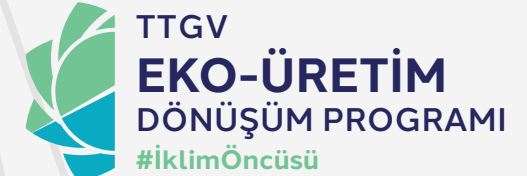
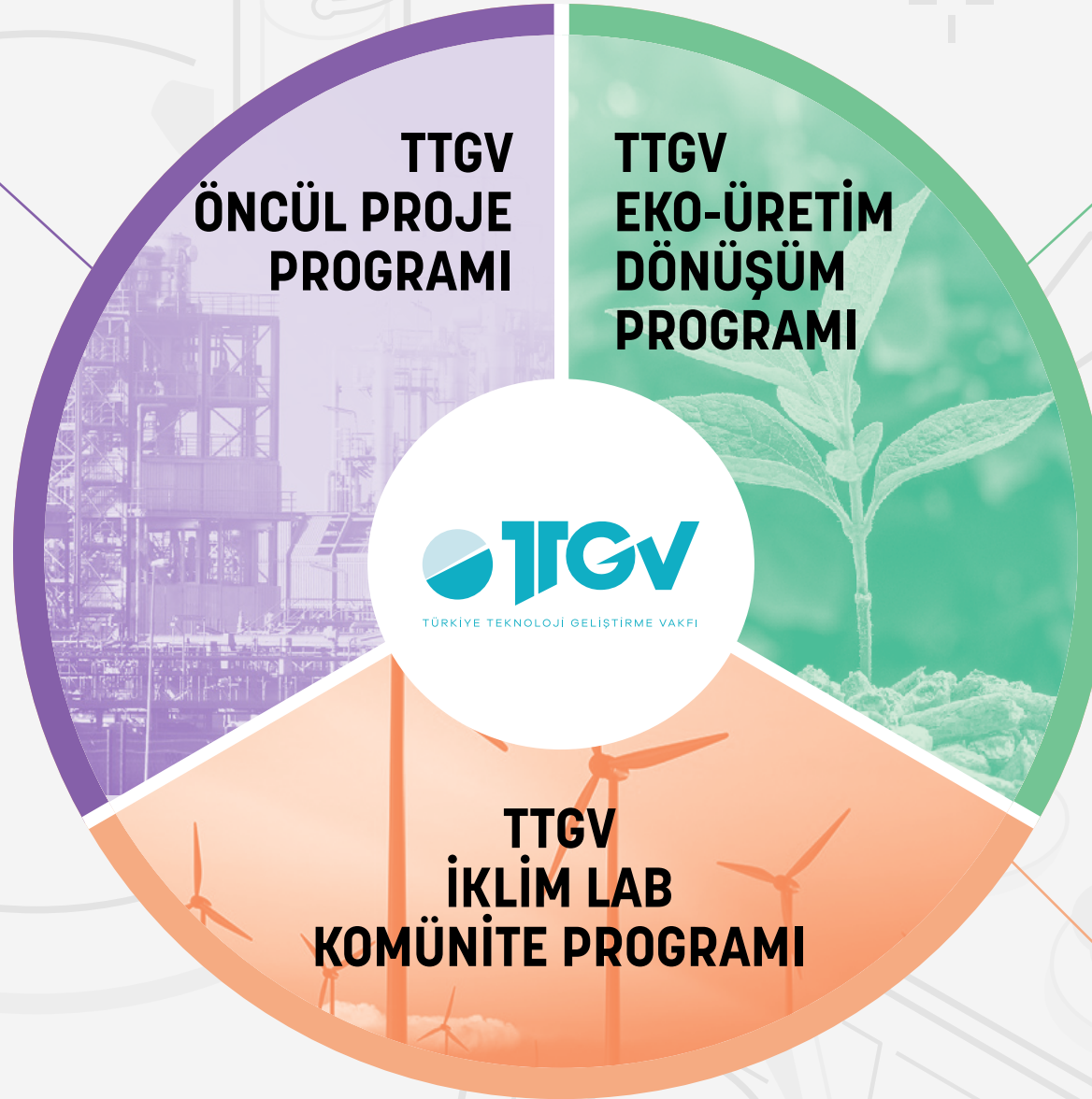
İklim teknolojilerine yönelik, erken aşama teknoloji kıymetlendirmeye ve ekonomik değer yaratma perspektifi kazandırmaya yönelik kapasite gelişimi sağlanmasını hedefler.



İklim teknolojileri alanında çalışan, fonksiyonel ilk sonuçlarını almış ama ürünleşme ve pazar validasyonu konusunda desteğe ihtiyaç duyan girişimlerin tespiti ve sektörel/iş geliştirme deneyimine ulaşmasının ve saha uygulamasına yönelik ortaklık geliştirmesinin sağlanmasını hedefler.



Türkiye'de, "Türünün İlk Örneği" ticari ölçekli, TRL 7 ve üstü iklim teknolojileri odaklı demo projeleri desteklemek üzere çalışır.



EKO-ÜRETİM DÖNÜŞÜM PROGRAMI

Sanayinin sürdürülebilir dönüşümüne ve rekabetçiliğinin korunmasına temiz üretim tezi kapsamında yeni proje fırsatlarını tespit edip geliştirerek katkı vermek; temiz üretim dönüşümünü kalıcı şekilde destekleyecek finansal kurumlar için kapsamlı bir proje değer zinciri yaratacak yapısal bir etki sunmak için tasarlanmıştır.



İKLİM LAB KOMÜNİTE PROGRAMI

İklim teknolojileri odağında, insanları, teknolojiyi ve veriyi bir araya getirerek endüstrinin yararlanabileceği somut bilgi ve içgörüler üretmeyi ve farklı metodolojiler deneyen bir laboratuvar gibi çalışmayı hedefler.

SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNÜN GİZLİ KAHRAMANLARI: YENİ NESİL YAKITLAR



DR. BURAK BAYKAL

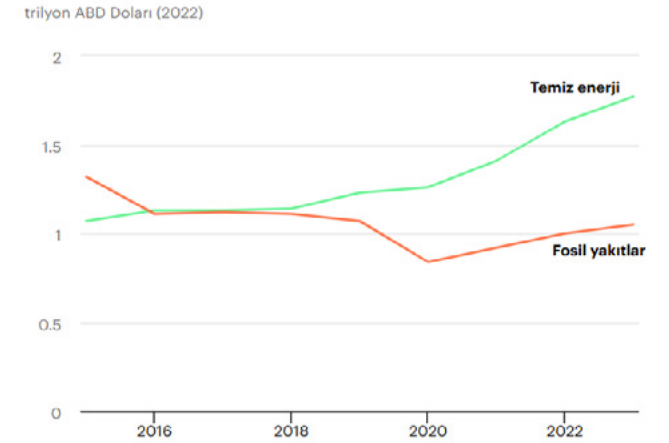
TTGV Öncül Proje Programı Teknik Lideri

Güncel ihtiyaçlar doğrultusunda tüketimde baskın olan enerji biçimlerindeki zorunlu değişimler “enerji geçişleri (energy transitions)” veya “enerji dönüşümleri” olarak kabul edilmektedir. Son 100 yıllık süreçte kömürden petrol ve doğalgaza geçiş, nükleer enerjinin yükselişi gibi çok kapsamlı küresel enerji dönüşümleri yaşanmış ve bu dönüşümlerin tamamı enerji sistemlerini kökten etkileyerek yapısal değişimlere sebep olmuştur. Günümüzde yaşanan ve halen devam eden fosil yakıtlardan güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve elektrifikasyon ise dünya tarihinin gördüğü en kapsamlı ve en hızlı enerji dönüşümlerinden biridir. Geçmişte yaşanan küresel petrol krizleri ve etkilerini her gün daha fazla hissettiğimiz iklim değişikliği, küresel enerji arzının kırılganlığını pek çok kez ortaya koymuş ve tükenmez kaynaklar olarak görülen güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklara duyulan ilgiyi artırmıştır. Bugün için Çin ve Hindistan başta olmak üzere pek çok ülkenin fosil yakıtlara olan bağımlılığı tamamen sonlanmasa da özellikle elektrifikasyona geçişin her alanda hızlanması ile birlikte enerji altyapılarının, politikaların, yatırım önceliklerinin ve teknoloji tercihlerinin tamamen değiştiği yeni bir döneme girildiği açıktır.

Üretilen elektriğin merkezi büyük santraller yerine, yerel veya bölgesel düzeydeki birçok küçük üretim kaynağından sağlanmasına dayanan dağıtık (distributed) enerji sistemlerinin devreye girmesi, enerji depolamaya duyulan ihtiyaç ve akıllı şebekelere geçiş de yaşanan bu son enerji dönüşümünün bir parçasıdır. Sadece enerji alanında yapılan son yıllardaki yatırımların tek başına izlenmesi bile bu dönüşümün hızı hakkında bizlere fikir verebilir. Özellikle 2018 yılından sonra yapılan global enerji yatırımlarının büyük bir bölümü temiz enerji alanında yapılmış ve fosil yakıtlara yapılan yatırımlarla arasındaki fark açılmıştır¹. Yapılan tahminler, yenilenebilir enerji kaynaklarının 2050 yılına kadar küresel elektrik üretiminin %90'ından fazlasını oluşturacağını² ve enerji tüketimi kaynaklı küresel emisyonların yaklaşık %75'inden sorumlu olan pek çok sektörde³ yaşanması beklenen temiz enerji dönüşümünün temel araçları haline geleceğini öngörmektedir.



“Yapılan tahminler, yenilenebilir enerji kaynaklarının 2050 yılına kadar küresel elektrik üretiminin %90'ından fazlasını oluşturacağını ve enerji tüketimi kaynaklı küresel emisyonların yaklaşık %75'inden sorumlu olan pek çok sektörde yaşanması beklenen temiz enerji dönüşümünün temel araçları haline geleceğini öngörmektedir.”



Global Enerji Yatırımlarının Dağılımı (2015-2023)⁴

Bununla birlikte, tüm sektörler yalnızca elektrifikasyon veya yenilenebilir enerjiye geçiş yoluyla tamamen karbondan arındırılamaz. Sivil havacılık, uzun mesafeli deniz taşımacılığı, uzun mesafeli ağır yük taşımacılığı, demir-çelik ve kimya-petrokimya gibi yüksek sıcaklık ve enerji yoğunluğu gerektiren endüstriyel alanlar karbonsuzlaştırılması zor (hard-to-abate) sektörlerin başında gelmektedir ve bu sektörlerin tamamen elektrifikasyonu şu an için mümkün görülmemektedir. Küresel enerji tüketiminin yaklaşık dörtte birini ve küresel CO₂ emisyonlarının beşte birini oluşturan bu sektörler, yüksek ısıl değere sahip ve kolay tedarik edilebilir yakıtlara ihtiyaç duyduğundan fosil yakıtlara derinden bağımlı durumdadır. Ayrıca, teknik olarak radikal değişimler gerektiren prosesler ve uzun yatırım döngüleri nedeniyle elektrikle doğrudan ikame edilmeleri veya geleneksel yöntemlerle hızlıca dönüşmeleri de oldukça güçtür. Bu nedenle, bu sektörlerin karbonsuzlaştırılması sürecinde daha kapsamlı ve çok yönlü teknolojik çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada yüksek enerji yoğunluklu, kolay taşınabilir ve depolanabilir enerji kaynakları olarak **“yeni nesil yakıtlar”** bu sektörlerde elektrifikasyonun tamamlayıcı unsurları olarak stratejik bir önem taşımaktadır. Özellikle “yeni nesil biyoyakıtlar ve sentetik yakıtlar”, elektrifikasyonu mümkün olmayan bu sektörlerin sürdürülebilir dönüşümünde ve enerji arz-talep dengesinin sağlanmasında kritik rol üstlenebilirler.

Fosil yakıtların yerine kullanılabilen veya bunlarla karıştırılarak tüketilebilen biyoyakıtlar, bitkisel materyaller, hayvansal yağlar ve organik atıklar gibi yenilenebilir ve sürdürülebilir biyolojik kaynaklardan biyokimyasal veya termokimyasal yöntemlerle üretilmektedir. Bu biyoyakıtların bir alt grubunu oluşturan “ileri biyoyakıtlar” ise, özellikle küresel gıda zinciri üzerinde baskı oluşturmamayan lignoselülozik bitki materyalleri, tarım ve ormancılık atıkları, algler ve atık yemeklik yağlar (UCO) gibi sürdürülebilir kaynaklardan, gelişmiş teknolojik süreçlerle üretilmektedir. Sentetik yakıtlar ise, fosil kaynaklar kullanılmadan, genellikle yenilenebilir enerji kullanılarak elde edilen hidrojenin, karbon içeren bir bileşenle (karbondioksit ve karbon monoksit) veya havadaki azotu kullanarak ileri kimyasal ve katalitik süreçler aracılığıyla birleştirilmesi sonucu üretilen, karbon nötr veya düşük karbon emisyonlu, mevcut yakıt altyapılarıyla uyumlu alternatif yakıtlardır. Elektrifikasyona dayalı yenilenebilir enerji çözümleri genellikle elektrik altyapılarında büyük ve köklü değişiklikler ve yeni güneş paneli, rüzgâr türbini gibi yatırımlar gerektirirken, biyoyakıt ve sentetik yakıtlar mevcut enerji altyapılarını kullanabilir ve içten yanmalı



motorlar veya akaryakıt sistemleri ile uyumludur. Bu uyumluluk enerji dönüşümü için gereken maliyetleri düşürürken, enerji geçişini de hızlandırmaktadır. Biyoyakıtlar ve sentetik yakıtlar dünya genelinde ulaşım sektörü başta olmak üzere fosil yakıtların önce belirli oranlarda ikamesi olarak daha sonra da uzun vadede yerini alabilme potansiyeline sahip önemli alternatifler olarak ön plana çıkmaktadır.

Yeni Nesil Yakıtta Gelecek Öngörüsü

Avrupa Birliği’nin doğalgaz bağımlılığını yeni nesil yakıtlar ve enerji taşıyıcıları ile azaltma çabaları ve ABD’nin IRA gibi teşviklerinde yakıtlara verdiği önem, petrol zengini ülkelerin petrol sonrası ekonomiye hazırlık için yaptığı yeni nesil yakıt yatırımları, geleceğin temiz enerji ihracatçıları olmaya aday Şili, Yeni Zelanda, Fas, Cezayir, Mısır, Singapur gibi ülkelerin yeni güç merkezleri haline gelmek için güneş ve rüzgar potansiyelini katma değerli kimyasallara ve yakıtlara çevirme çabaları gibi küresel gelişmelerin tamamı yeni nesil yakıtların yükselişi konusunda son 10 yıllık süreçte köklü bir paradigma değişimi yaşandığını göstermektedir. Ülkemizin, dış ticaret hacminin büyüklüğü ve doğalgaz gibi kritik enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılığı düşünüldüğünde yeni nesil yakıt teknolojileri konusunda yaşanan bu küresel paradigma değişiminden en çok etkilenecek ülkeler arasında yer alması kaçınılmazdır. Ülkemizdeki ihtiyaçlar, mevcut altyapılar ve teknolojik yetkinlikler göz önünde bulundurularak özel sektörümüzün uluslararası rekabetçiliğini sürdürebilmesi için belirlenen yeni nesil yakıt teknolojilerinde öne çıkan konuların belirlenmesi

gerekmektedir. Dolayısıyla ülkemizin bu değişime hem teknolojik olarak hem de mevzuatlar ve insan kaynağı olarak hazır olması ve küresel rakipler ile eşzamanlı olarak yatırım fırsatlarını yakalaması oldukça önemlidir. Örneğin Sürdürülebilir Havacılık Yakıtları (SAF), ülkemiz için gelecek yıllarda fırsat yaratması beklenen en ideal yakıt uygulamalarından biridir. Atık yağlar, tarımsal atıklar ya da yenilenebilir elektrige dayalı yeşil hidrojen sentezlenebilen SAF, konvansiyonel jet yakıtına kıyasla yaşam döngüsü bazında %80’e varan CO₂ azaltımı sağlayıp mevcut uçak motorları ve ikmal altyapısıyla tamamen (drop-in) uyumluluk sunarak özellikle sivil havacılık sektöründe hızlı ölçeklenme imkânı yaratmaktadır. Bununla birlikte Avrupa Birliği’nin “ReFuelEU Aviation” düzenlemesi 2025’te %2 ile başlayan SAF zorunluluğunu 2030’da %6’ya, 2050’de %70’e çıkararak küresel pazarlara güçlü bir talep sinyali vermektedir⁵. Avrupa için kritik öneme sahip bir pazar olan ARA (Antwerp-Rotterdam-Amsterdam) liman ağı, Avrupa’nın SAF piyasasını yönetmektedir. 2030 yılında en büyük SAF üretim merkezleri haline gelecek Kuzey Amerika ve Asya (Singapur, Japonya) gibi uzak pazarlardan Avrupa’ya SAF getirmenin yüksek maliyeti ve ortaya çıkaracağı ek emisyon düşünüldüğünde Türkiye’nin sağlayacağı potansiyel SAF arzının Avrupa’daki alıcılar için oldukça kritik olacağı değerlendirilmektedir. Dolayısıyla Türkiye’nin zengin biyokütle stoğunu ve zamanla gelişecek yeşil hidrojen üretim kabiliyetini SAF üretiminde değerlendirmesi, hem havayolu taşımacılığındaki karbon emisyonlarını düşürecek hem de ülkemizi büyüyen temiz yakıt pazarında stratejik bir ihracatçı konumuna taşıyacaktır.



“Türkiye’nin zengin biyokütle stoğunu ve zamanla gelişecek yeşil hidrojen üretim kabiliyetini SAF üretiminde değerlendirmesi, hem havayolu taşımacılığındaki karbon maliyetlerini düşürecek hem de ülkemizi büyüyen temiz yakıt pazarında stratejik bir ihracatçı konumuna taşıyacaktır.”



Kaynaklar

1. International Energy Agency. (2023). World Energy Investment 2023. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>
2. La Camera, F. (2025). The powerful role in geopolitics is to manage the energy transition. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/News/expertinsights/2025/Apr/The-Powerful-Role-in-Geopolitics-is-to-Manage-the-Energy-Transition>
3. International Energy Agency. (2024). Greenhouse Gas Emissions from Energy Data Explorer. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>
4. IEA (2023), Global energy investment in clean energy and in fossil fuels, 2015-2023, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-investment-in-clean-energy-and-in-fossil-fuels-2015-2023>
5. European Union Aviation Safety Agency. Sustainable aviation fuels. In European Aviation Environmental Report. <https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/eaer/sustainable-aviation-fuels>.

SÜRDÜRÜLEBİLİR HAVACILIK YAKITI (SAF): GELECEĞİN YAKITI MI, BUGÜNÜN ENERJİ DÖNÜŞÜM FIRSATI MI?



YAŞAR YETİŞKİN
ICF Kıdemli Müdürü

RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

Havacılık sektörü, emisyonlarını azaltmak amacıyla kritik bir enerji dönüşümünden geçiyor. Olası çözümler arasında, Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF) en somut ve uygulanabilir seçenek olarak öne çıkıyor. Ancak bu yakıt gerçekten küresel ölçekte ölçeklenebilir mi? Yatırımcı perspektifinden bakıldığında bu bir risk mi, yoksa bir fırsat mı?

Karbon nötr bir havacılık sektörüne ulaşmak artık yalnızca çevresel bir hedef değil; aynı zamanda stratejik ve ekonomik bir zorunluluk ve net bir politika yönelimi haline gelmiş durumda. Elektrifikasyon ve hidrojenle çalışan itki sistemleri uzun vadede umut verici görünse de, menzil kaynaklı sınırlamalar nedeniyle yalnızca kısıtlı ölçekte uygulanabiliyor. Bu nedenle, düşük karbonlu sıvı hidrokarbon yakıtlar, örneğin SAF, bugün için pratik anlamda tek geçerli çözüm olmaya devam ediyor. Amerika Birleşik Devletleri'nden Avrupa'ya, Asya'dan Türkiye'ye kadar dünyanın farklı bölgeleri; teşvikler, yasal zorunluluklar, fonlar ve kamu-özel sektör ortaklıklarının birleşimiyle desteklenen çeşitli stratejiler izliyor.

Bu kapsamlı röportajda, **ICF Kıdemli Müdürü Yaşar Yetişkin** ile görüşerek SAF'ın küresel ölçekte yaygınlaşma potansiyelini, teknolojik olgunluğunu, yatırım risklerini ve sürdürülebilir havacılığın ölçeklenmesinde politika ile uluslararası iş birliğinin kritik rolünü ele alıyoruz. Yetişkin, dünya genelinde hükümetlerden havayollarına, yatırımcılardan yakıt üreticilerine, havaalanlarından uçak üreticilerine ve sivil toplum kuruluşlarına kadar SAF değer zincirinin tüm paydaşlarıyla birlikte çalışıyor.



Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF), küresel ölçekte en hızlı hangi bölgelerde yaygınlaşıyor ve bu büyümeyi etkileyen temel ekonomik veya siyasi faktörler nelerdir?

SAF kullanımı dünya genelinde hızla yaygınlaşıyor ve şu ana kadar üç yüzden fazla tesis duyurulmuş durumda. Ancak SAF hâlâ gelişmekte olan düşük karbonlu bir teknoloji ve sağlam bir finansal fizibilite ile güçlü, uzun vadeli politika desteği olmadan “ölüm vadisi” olarak adlandırılan kritik aşamayı geçip ölçeklenmesi mümkün değil. SAF tesisi duyurularının büyük çoğunluğu, bu alandaki güçlü politika desteği sayesinde Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık ve Avrupa Birliği'nde yer alıyor. ABD'de SAF gelişiminin hızlı ilerlemesi büyük ölçüde biyoyakıtlar için uzun süredir var olan destek mekanizmalarına bağlanabilir. Başlangıçta kara taşıtları için tasarlanmış olan bu federal ve eyalet düzeyindeki teşvikler, SAF'ı desteklemek için de başarıyla kullanıldı. Federal Yenilenebilir Yakıt Standardı (RFS) programı ile birlikte, Kaliforniya'nın Düşük Karbonlu Yakıt Standardı (LCFS) SAF'ı ekonomik olarak cazip hâle getirdi ve eyaleti küresel bir SAF merkezi konumuna taşıdı. Yeni yönetimin, SAF için politika desteğinin devamlılığına dair bazı belirsizlikler yaratmasına rağmen, Temiz Yakıtlar Üretim Kredisi'nin (CFPC - 45Z) uzatılmasına yönelik son güncellemeler ve iki SAF tesisi için 3 milyar USD'lik hibe tahsisine verilen şartlı onay, SAF açısından güçlü olumlu sinyaller olarak değerlendiriliyor.

Birleşik Krallık ve Avrupa Birliği'nde ise SAF'ın gelişimini esas olarak harmanlama zorunlulukları yönlendiriyor. Bu bölgelerde küresel iklim değişikliğiyle mücadelede liderlik etme hedefi önemli bir rol oynuyor. ReFuelEU ve Birleşik Krallık SAF harmanlama zorunluluğu gibi düzenlemeler, pazara güçlü bir yasal talep sinyali gönderiyor. Bu zorunluluklar 1 Ocak 2025 itibarıyla %2 SAF harmanlama yükümlülüğüyle başladılar. Bu

nedenle Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık'ta bu tarihten önce de ciddi miktarda SAF faaliyeti gözlemleniyor.

Bu bölgeler SAF büyümesinin “ilk dalgası” olarak değerlendirilebilir. Ancak faaliyetler artık sadece bu ülkelerle sınırlı değil. Japonya, Kanada ve Avustralya da SAF ile ilgili girişimlerini başlatmış durumda. Öte yandan, Çin, Hindistan ve bazı Güney Amerika ülkeleri pilot projelere başlamış ve politika tasarımları hazırlamaya koyulmuş durumda. Türkiye özelinde ise umut verici gelişmeler yaşanıyor. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından 26 Haziran 2025 tarihinde yayınlanan Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı Talimatı (SHT-SAF), stratejik bir vizyonun açık bir göstergesi.

Sonuç olarak, gelişmekte olan düşük karbonlu bir teknoloji olan SAF'ın ölçeklenmesi için yalnızca teşvikler ya da zorunluluklar yeterli değil. “Havuç ve sopa” yöntemlerinin birlikte kullanıldığı hibrit bir politika yaklaşımına ihtiyaç var. Birleşik Krallık, SAF politikalarının gelişen piyasa dinamiklerine nasıl uyulanabileceğine dair iyi bir örnek sunuyor: harmanlama zorunluluğu ve Gelişmiş Yakıtlar Fonu piyasayı canlandırırken, yakın zamanda önerilen ve İngiltere'deki üreticiler için gelir riskini azaltmayı amaçlayan “Garanti Edilmiş Ücret Mekanizması” (strike-price modeli) ise yerli üretimi hızlandırmayı ve arz-talep dengesizliğini kapatmayı hedefliyor.

Uzun vadeli kesinliğe sahip net bir politika yönü (arz ve talep tarafında), finansal teşvikler ve sektörler arası koordinasyon, bugüne kadar SAF'ın ölçeklenmesini sağlayan ana etkenler oldu. Bu unsurlar bir araya geldiğinde yatırımcı güveni artıyor ve üretim kapasitesi belli bir ölçekte büyüyebiliyor. Bugün gözlemlediğimiz küresel faaliyetler ve yatırımların ölçeği, doğru politika ve finansal destekle SAF'ın artık sadece bir “geleceğin yakıtı” değil, havacılık sektörünün karbon azaltımında pratik ve ölçeklenebilir bir çözüm olarak kabul gördüğünün kanıtı olarak değerlendirilebilir.

Bir yatırımcı perspektifinden bakıldığında, SAF üretimi ve altyapısındaki en büyük riskler ve fırsatlar nelerdir? Teknolojik olgunluk ve düzenlemelerin rolünü nasıl değerlendiriyorsunuz?

SAF yatırımları anlamlı bir getiri potansiyeli sunabilirler, ancak aynı zamanda önemli riskler de barındırıyorlar. Bu risk/getiri profili esas olarak teknolojinin olgunluğu, hammaddeye erişim, politika araçları ve piyasa dinamikleri tarafından şekillendirilir. Günümüz itibarıyla yalnızca HEFA (Hidrojenlenmiş Esterler ve Yağ Asitleri) teknolojisi ticari olarak olgun kabul edilmektedir. Zaten onlarca yıldır yenilenebilir dizel üretiminde kullanılan bu teknoloji, nispeten düşük riskli olarak değerlendirilir. Ancak, HEFA'nın bile bazı zorlukları mevcuttur; özellikle hammadde temini bu alanda kritik bir sınırlayıcı. Zira HEFA, yağlar, gresler ve hayvansal/sıvı atıklar gibi kaynaklara dayanır ve bu hammaddelerin sınırlı olması gelecekte ölçeklenebilirliği engelleyebilir. Bununla birlikte, tarım amaçlı üretimi destekleyen, gıda üretimiyle rekabet etmeyen örtü bitkileri gibi yeni fırsatlar da ortaya çıkmakta ve HEFA için hammadde çeşitliliği ile arzın artırılması mümkün hâle gelmektedir.

HEFA dışındaki teknolojiler — Fischer-Tropsch (FT), Alkolden Jet Yakıtına (AtJ) ve Elektrikten Sıvıya (PtL) — hâlâ yüksek riskli olarak kabul edilmektedir. Bu yolların çoğundaki bireysel süreç birimleri daha önce kanıtlanmış olsa da, bu birimlerin entegrasyonu ve büyük ölçekli SAF üretimi için kullanımı hâlâ yenidir. Nitekim FT tabanlı SAF teknolojisini ölçeklendirmeye yönelik ilk girişimlerin bazıları şimdiden ciddi sorunlarla karşılaşmıştır. Bir zamanlar öncü olarak gösterilen Fulcrum BioEnergy ve Velocys gibi şirketler, karmaşık teknik ve finansal engeller nedeniyle zorluk



yaşamaktadır. Umut vadeden tesisler arasında gösterilen LanzaJet'in Freedom Pines sahası bile henüz büyük miktarda SAF üretimine başlayabilmiş değildir. Bağımsız mühendislik hizmetleri açısından bakıldığında, risk gerçektir ve bu riskin anlamlı ölçüde azalması için birkaç yıl boyunca başarılı bir operasyon performansı beklenmektedir.

Bu riskleri azaltmanın en etkili yollarından biri, uzun vadeli alım anlaşmalarıdır (offtake agreements). Özellikle “al ya da öde” (take-or-pay) şeklinde yapılandırıldığında bu anlaşmalar, projelere daha öngörülebilir nakit akışı sağlayarak yatırım yapılabilirliğini artırır. Bu tür sözleşmelerde, alıcının (offtaker) finansal güvenilirliği büyük önem taşır. Havayolları genellikle düşük kâr marjlarıyla çalıştıklarından en yüksek kredi notlarına sahip değildir. Ancak bazı bayrak taşıyıcı havayolu şirketleri veya büyük yakıt tedarikçileri daha güçlü finansal yapılara sahiptir ve bu durum onları yatırımcılar için daha cazip hâle getirir. Enerji şirketlerinin ve yakıt tedarikçilerinin alım anlaşmalarına yakıt sağlayıcısı olarak dâhil olması, yatırımların riskini azaltır ve daha uygun finansman koşullarının önünü açar.

İlk örnek (FOAK - First-of-a-Kind) tesisler faaliyete geçip tutarlı bir performans sergilemeye başladığında, sermaye maliyetlerinin düşmesi ve sonraki projelerin hem daha az riskli hem de daha ekonomik hâle gelmesi beklenmektedir. Politika araçları bu noktada kritik bir rol oynar. SAF, herhangi bir politika desteği olmadan — örneğin harmanlama zorunluluğu, fiyat destek mekanizmaları ya da kamu finansmanı gibi — kendi başına rekabet edemez. Yatırımcılar yalnızca teknolojiye değil; uzun vadeli politika netliğine, düzenleyici uyuma ve risk paylaşımına olanak tanıyan modellerin varlığına da bakar.

Hidrojen veya elektrikli itki sistemleriyle karşılaştırıldığında, düşük karbonlu sıvı hidrokarbon yakıt çözümleri orta ve uzun vadede ne kadar uygulanabilir?

Elektrikli uçaklar, hidrojenle çalışan itki sistemleri ve düşük karbonlu sıvı hidrokarbon yakıtlar (örneğin SAF) havacılık sektörünün karbonsuzlaşmasında birlikte rol oynayacak çözümler olarak görülmektedir. Bu seçenekler arasında SAF, hem bugün hem de öngörülebilir gelecekte en pratik ve ölçeklenebilir çözüm olarak öne çıkmakta. Bunun temel nedeni, kimyasal olarak fosil jet yakıtı ile çok



“Alıcı tarafın finansal güvenilirliği de önemlidir; düşük maliyetli havayolları zayıf kredi notlarına sahip olabilirken, bayrak taşıyıcı havayolları veya yakıt tedarikçileri daha istikrarlı kabul edilir. Enerji şirketlerinin ve yakıt sağlayıcılarının bu anlaşmalara dâhil olması, yatırımların riskini azaltır ve daha uygun finansman koşulları sağlar.”

büyük oranda aynı olmasıdır; bu da SAF'ın mevcut uçaklar ve yakıt ikmal altyapısıyla herhangi bir değişikliğe gerek kalmadan, doğrudan (drop-in) kullanılabilmesini sağlar.

Elektrikli uçaklar, kısa mesafeli ve düşük kapasiteli uçuşlar için umut vericidir. Ancak bataryaların enerji yoğunluğu sınırlı olduğundan, orta ve uzun menzilli ticari havacılıkta kullanım açısından henüz uygun değildir. Kentsel hava mobilitesi ve bölgesel elektrikli uçuşlarda ilerlemeler devam etse de, bataryaların büyük uçaklarda jet yakıtının yerini alması hâlâ çok uzak bir ihtimal.

Hidrojen ise daha uzun menzilli uçuşlar için daha uygulanabilir görünüyor, ancak büyük altyapı ve entegrasyon engelleriyle karşı karşıya. Sıvı hidrojenin depolanması ve taşınması, uçakların ve havaalanı yakıt sistemlerinin baştan tasarlanmasını gerektiriyor. Bu da ciddi mühendislik ve yatırım gereksinimleri anlamına geliyor. Üstelik, havacılıkta hidrojenle ilgili ivme son dönemde yavaşladı. Airbus, hidrojenle çalışan uçak hedefini 2035 sonrasına erteledi, bu alanda öne çıkan bir girişim ise iflas etti. 2050'ye kadar havacılıkta hidrojenin katkısı, son projeksiyonlarda aşağı yönlü revize ediliyor. Ancak hidrojenin CO₂ dışı emisyonları da ortadan

kaldırabilmesi nedeniyle, net sıfır hedefleri açısından önemi hâlâ büyük.

Buna karşılık, SAF mevcut jet yakıtlarıyla harmanlanabilir ve bugünkü uçaklarda ve yakıt altyapılarında herhangi bir değişiklik gerektirmeden kullanılabilir. Bu “drop-in” uyumluluk, SAF’ı küresel filolar için hemen uygulanabilir tek çözüm hâline getirir. Daha da önemlisi, SAF şu anda uzun menzilli ve kıtalararası uçuşlar için çalışan tek karbonsuzlaştırma çözümüdür.

Geleneksel biyogenik SAF’ın ötesinde, sentetik yakıtlar da ortaya çıkmaktadır. Elektroyakıtlar, PtL SAF veya eSAF olarak da bilinen bu tür yakıtlar, “yeşil” hidrojen ve yakalanmış CO₂ kullanılarak sıfır karbonlu jet yakıtı üretir. Bu çözümler SAF’ın geleceğini temsil etmekte olup, havacılık sektörünün yenilenebilir enerjiyi entegre etmesini ve altyapıyı tamamen değiştirmeden derinlemesine karbonsuzlaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca bazı hidrojen projelerinin, eSAF’a geçiş yaptığı da görülmektedir; bunun arkasında hem SAF’a yönelik güçlü ekonomik ve politik destek hem de eSAF’ın daha hızlı ticarileşme potansiyeli yatmaktadır.

Kısacası, elektrikli ve hidrojen teknolojilerinin belirli pazar segmentlerinde sınırlı roller üstlenmesi beklenirken, SAF hâlen geleneksel ticari havacılık için ölçeklenebilir, altyapıya hazır ve teknik olarak uygulanabilir tek çözüm olarak görünüyor.

Uluslararası havacılık otoriteleri ile özel sektör arasındaki iş birliği, SAF kullanımının ölçeklendirilmesinde ne kadar etkili? Bu ortaklıklar yatırım kararlarını nasıl şekillendiriyor?

SAF’ın ölçeklenebilmesi, politika, teknoloji ve ekonomik fizibilitenin uyum içinde olduğu koordineli bir yaklaşım gerektirir. Bu hedefe ulaşmak, değer zincirinin her halkasının birlikte çalıştığı çok paydaşlı, yüksek düzeyde iş birliği bir çaba gerektirir. Uluslararası havacılık kuruluşları, ulusal düzenleyici kurumlar, havayolu şirketleri, havaalanları, üreticiler, akademi ve yatırımcıların bu süreçte birbirine bağımlı rolleri vardır. Bu aktörler arasındaki iş birliği yalnızca teknik uygulama için değil, aynı zamanda finansmanı harekete geçirmek ve piyasa belirsizliklerini azaltmak açısından da kritik önemdedir.

ICAO’nun (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) CORSIA programı, SAF’ın küresel gündemde tanınan bir karbon azaltım aracı olarak yer bulmasında önemli rol oynamıştır. Ancak CORSIA tek başına yeterli değildir. Ulusal düzeyde zorunluluklar, bölgesel teşvik mekanizmaları ve özel sektör taahhütleri, işleyen bir pazar oluşturmak için gereklidir. Giderek artan şekilde havayolları uzun vadeli yakıt alım anlaşmaları yaparak üreticilere talep güveni sunmaktadır. Havaalanları da sadece altyapı sağlayıcı olarak değil, aktif yatırımcılar olarak sürece katılmaktadır.

Örneğin, Lüksemburg Havaalanı doğrudan bir eSAF üreticisine yatırım yaparken, Londra Heathrow kendi SAF teşvik programını geliştirmiş ve bugüne kadar SAF için 100 milyon İngiliz Sterlini’nin üzerinde destek tahsis etmiştir. Bu örnekler, havaalanlarının da havacılık sektörünün düşük karbonlu dönüşümünde stratejik bir rol üstlendiğini ve SAF’ın bu dönüşümdeki anahtar rolünü benimsediğini gösteriyor. Türkiye’de de umut verici girişimler mevcuttur. Türkiye Sürdürülebilir Havacılık İttifakı (TSAA), Türk Hava Yolları, Pegasus, SOCAR, TÜPRAŞ, İGA ve daha birçok önemli paydaş bir araya getirmektedir. İttifak; politika geliştirme, ulusal

SAF yol haritası oluşturma ve potansiyel SAF projeleri konusunda koordinasyonu kolaylaştırmakta ve SAF’ın ölçeklenmesine yönelik iş birliğine dayalı çabalara güzel bir örnek teşkil etmektedir. TÜPRAŞ ve Türk Hava Yolları arasında imzalanan niyet mektubu da bir havayolu ile yakıt üreticisi arasındaki etkili iş birliğine güçlü bir örnektir.

Bu tür ortaklıklar, yatırım risklerinin paylaşılmasına ve teknik ile finansal planlamanın uyumlu şekilde yapılmasına katkı sağlar. SAF gibi sermaye yoğun sektörlerde ortak girişimler ve konsorsiyum yapıları, giriş engellerini azaltır ve projelerin yatırım yapılabilirliğini artırır. Bu nedenle, kamu öncelikleri ile özel sektör kabiliyetlerinin uyumlu olduğunu gören yatırımcılar projelere destek vermeye daha istekli olur.

Sonuç olarak, SAF ancak kamu ve özel sektör aktörlerinin ortak bir vizyon etrafında iş birliği yapmasıyla istenilen hızda ölçeklenebilir. Bu yalnızca bir yakıt meselesi değil; tamamen yeni düşük karbonlu bir endüstriyel ekosistem yaratma ve enerji güvenliği sürecidir. Bu, ancak tüm aktörlerin iş birliği ile gerçekleşebilir.



“SAF ancak kamu ve özel sektör aktörlerinin ortak bir vizyon etrafında iş birliği yapmasıyla istenilen hızda ölçeklenebilir. Bu yalnızca bir yakıt meselesi değil; tamamen yeni düşük karbonlu bir endüstriyel ekosistem yaratma ve enerji güvenliği sürecidir. Bu, ancak tüm aktörlerin iş birliği ile gerçekleşebilir.”



KOMÜNİTELERE NEDEN İHTİYAÇ VAR? İKLİM ÖNCÜLERİ

#İklimÖncüsü



Erdem Coşkun
WAT Motor
Ar-Ge Grup Müdürü



Başak Kaftan
Yaşar Üniversitesi
Projeler ve Sınai Haklar Uzmanı



Semih Dilsiz
Aygaz, İnovasyon ve
Fikri Haklar Yöneticisi
Greenmile Mobility, Kurucu Ortak



Semi Hakim
Kök Proje & Kök Ventures
Kurucu Ortak



Çağatay Alp Arslan
Vicat Grup Türkiye
Grup Ar-Ge Şefi



Tuğba Uçar Demir
Eczacıbaşı Holding
Kıdemli İnovasyon Yöneticisi



Doç. Dr. Tunç Durmaz
Yıldız Teknik Üniversitesi
Öğretim Üyesi



ESRA BORAN

TTGV İklim Lab Komünite Programı
Program Uzmanı

Komünite denilince akla ilk gelen olgulardan bir tanesi birlikte öğrenerek gelişmek. Bu gelişim serüveninde, bilgi birikiminin aktarımı ve ortak çözümlerin geliştirilmesi ile kişiler bir yandan bireysel gelişimi sağlarken diğer yandan toplumsal gelişime katkı sunmayı amaçlar.

Komüniteler, ortak bir ilgi ve kaygı etrafında bir araya gelen, farklı düzeylerde katkı sunabilecek bireyleri buluşturan yapılardır. Dinamik bir yapıya sahip olan komüniteler, yaratıcı fikirlerin geliştirilmesi, birlikte öğrenme, bilgi ve deneyim paylaşımı, örtük bilginin ortadan kalkması ve problem çözme gibi bir çok deneyimi içinde barındırır. Paylaşımın derinleştiği komüniteler, yaratıcı fikirlerin filizlendiği, denendiği ve gerçeğe dönüştüğü dinamik yapılara dönüşür. Değişimin ayak seslerini önceden yakalayabilmek, farklı paydaşların tecrübelerine şahitlik edebilmek ve tüm bunların harmanlandığı bir toplulukla birlikte hareket edebilme deneyimi yaşamak için komüniteler eşsiz ortamlar sağlar.

Komüniteler, bireylerin yaratıcı potansiyelini açığa çıkarırken; bu birikim organizasyonlara daha yüksek performans, derinleşen bilgi altyapısı ve daha güçlü işbirlikleri olarak yansır.

TTGV, bu anlayışla yola çıkarak, merkezine paylaşımı, bilgi üretimini ve bu bilginin nitelikli insan kaynağıyla buluşmasını alan; ekosisteme yönelik çözümler geliştiren, farkındalığı yüksek bireylerden oluşan 'İklim Lab Komünite Programı' ile öncü çalışmalar yürütüyor.

İklim Lab Komünitesi çatısı altında iklim kriziyle mücadelede teknolojik çözümlerin dönüştürücü gücüne inanan paydaşlarımızla, ortak bir vizyon etrafında buluşuyoruz. Komünitemizde; iş birliğinin, birlikte üretmenin ve bu çözümleri yaygınlaştırmanın etkisini her geçen gün daha güçlü hissediyoruz.

Komünitemizin sağladığı ortak akıl zemini, yalnızca bireysel gelişimi değil, sistematik dönüşümü de mümkün kılıyor. Bu birikim üzerine inşa ettiğimiz yeni adımımız: 'İklim Lab İklim Öncüleri'.



“İklim Öncüleri, kendi kurumlarında fark yaratmayı hedefleyen ve iklim teknolojilerine dair bilgi ve deneyimlerini harekete geçirerek çözümün parçası olmayı amaçlayan profesyonellerin oluşturduğu bir TTGV İklim Lab platformudur.”



“İklim Öncüleri’nin ortak paydası iklim. Ancak onları özel kılan şey, bu ortak kaygıyı somut çözüm önerilerine dönüştürme konusundaki kararlılıkları.”

İklim Öncüleri Fikri Nasıl Hayata Geçti?

İklim Öncüleri Yola Çıktı : Ortak Paydaları İklim

Temiz enerji, güvenli gıda, atık yönetimi, dijital dönüşüm...

İklim teknolojileri denildiğinde karşımıza çıkan alanlar oldukça geniş bir yelpazeye yayılıyor. Bu kapsamlı teknolojiler, yalnızca konuların çeşitliliğini değil, çözüm için gereken çok disiplinli yaklaşımın da altını çiziyor.

Biz, TTGV olarak iklim teknolojilerine daha bütüncül bir çerçeveden bakıyoruz:

- Enerji
- Endüstriyel Üretim
- Mobilite
- Tarım ve Gıda
- Yapılı Çevre
- Yatayda Kesen Teknolojiler (sektörlerarası alanları kapsamına alan teknolojiler)

Bu tematik başlıklar doğrultusunda, iklim sorunlarına yönelik kalıcı ve etkili çözümlerin; ancak birlikte düşünerek, ortak akılla hareket ederek geliştirilebileceğine inanıyoruz. Bu nedenle farklı bakış açılarını bir araya getiren, iş birliğini teşvik eden platformlarda çalışmak her geçen gün daha önemli hale geliyor.

Tam da bu anlayışla, sahip oldukları farkındalık ve disiplinler arası iş birliğinin gücüne dair ortak içgörüyü, farklı alanlardan gelen yedi profesyonel, İklim Lab İklim Öncüleri çatısı altında bir araya geldi.



İklim Lab İklim Öncüleri

İklim Öncüleri, kendi kurumlarında fark yaratmayı hedefleyen ve iklim teknolojilerine dair bilgi ve deneyimlerini harekete geçirerek çözümün parçası olmayı amaçlayan profesyonellerin oluşturduğu bir TTGV İklim Lab platformudur.

Bu platform, yaratıcı bakış açılarını cesaretle ortaya koyan, iklim teknolojilerinde aktif rol alan Öncülerin bir araya gelerek ilham verdiği, dönüşüm için harekete geçtiği ve ortak akılla etki yarattığı dinamik bir yapı olarak tasarlandı.

Öncüler, sahip oldukları bilgi ve deneyimi sahadan aktarmak, bu birikimi daha fazla kişiyle paylaşmak ve ülkemizin bu alandaki dönüşümüne katkı sağlamak amacıyla bu yolculuğa başladı.

Ortak Hedef: İlham Vermek ve Etki Yaratmak

İklim Öncüleri’nin ortak paydası iklim. Ancak onları özel kılan şey, bu ortak kaygıyı somut çözüm önerilerine dönüştürme konusundaki kararlılıkları. Farklı alanlardan geliyorlar; ancak birlikte üretmenin gücüne, komünitenin birleştirici rolüne ve çalışmalarının kalıcı ve ölçülebilir etkiler yaratabileceğine inanıyorlar. Bu platform, yalnızca bilgi paylaşımına değil, aynı zamanda yeni ilişkilerin kurulmasına, ilham verici hikâyelerin yaygınlaşmasına ve öğrenmenin kolektif bir değer hâline gelmesine imkân sağlayacak. Komünite temelli öğrenme süreçlerini desteklemek, ekosistemde diğer aktörler ile bağları kuvvetlendirmek, etki yaratabilecek iş birlikleri kurmak gibi bir çok görev üstleniyorlar.

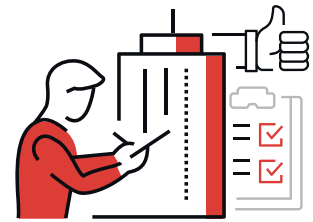
Fikirden etkiye uzanan İklim Öncüleri yolculuğunda; ülkemizin iklim teknolojileri alanındaki dönüşümüne yön vermek, akademiden sanayiye tüm paydaşlarla birlikte öğrenmek, üretmek ve harekete geçmek için hazırız.



YARININ İTHALATÇISI OLMAMAK İÇİN BUGÜNÜN AR-GE'CİSİ OLMAK GEREKİYOR

ÇAĞATAY ALP ARSLAN

TTGV İklim Öncüsü
Vicat Grup Türkiye Grup Ar-Ge Şefi



“İklim Öncüsü olarak tanımlanmak, bireysel sorumluluğumun toplumsal karşılık bulduğunu hissettirerek motivasyonumu güçlendiren önemli bir etken oldu.”

İklim teknolojisi çalışmak etik bir görev

İklim krizi ile dünya mecburi bir dönüşüme girdi. Hepimiz yaşamlarımıza bunu adapte ederken, TTGV olarak biz de iklim krizi ve iklim teknolojileriyle ilgili elimizi taşın altına koyduk ve alanda çalışmalara başladık. Sizi de çalışma alanınız ve alana sunduğunuz değer sonucunda “İklim Öncüsü” seçtik. Peki, sizin iklim öncüsü olmadaki motivasyonunuz neydi?

İklim krizinin artık bir gelecek öngörüsü değil, bugünün somut ve ölçülebilir bir gerçeği olduğunu, yürüttüğüm teknik çalışmalarda açıkça gözlemliyorum. Yaklaşık dokuz yıl önce, karbonsuzlaşma odaklı Ar-Ge projeleriyle başlayan bu farkındalık sürecinde, çimento ve yapı malzemeleri sektöründe proses kaynaklı emisyonları azaltmaya yönelik analizler yaptım; baca gazı bileşenlerinden kaynaklı etkileri sayısallaştırarak yenilikçi çözümler geliştirmeye odaklandım. Karbon yakalama, dönüştürme ve mineralizasyon teknolojileriyle emisyon azaltımının yanı sıra atıkların değerlendirilmesi ve dögüsel ekonomiye katkı sağladım. Ayrıca hidrojen destekli sistemler, plazma reaktörleri, güneş enerjisi uygulamaları ve atıkların aktif fazlara dönüştürülmesi gibi alanlarda Avrupa iş birlikleriyle projelendirme çalışmaları yürüttüm. Bu teknolojiler üzerinde çalışmak, yalnızca mühendislik değil, aynı zamanda iklim adaleti ve kuşaklar arası sorumluluk ilkesiyle hareket etmeyi gerektiriyor. TTGV tarafından “İklim Öncüsü” olarak tanımlanmak, bireysel sorumluluğumun toplumsal karşılık bulduğunu hissettirerek motivasyonumu güçlendiren önemli bir etken oldu.

Türkiye ve dünyada iklim krizi, iklim teknolojileri ve sürdürülebilirlik önemli bir odak. Peki, bu alanda hangi konularda aktif çalışmalara ihtiyaç var? Neden?

Türkiye'nin sanayileşme modeli, uzun yıllar boyunca yüksek enerji tüketimi ve doğal kaynak kullanımı ekseninde şekillendi. Ancak Paris Anlaşması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi uluslararası bağlayıcı düzenlemelerle birlikte, endüstriyel altyapının düşük karbon teknolojilerine hızla entegre edilmesi artık kaçınılmaz hale geldi. Bu kapsamda yoğun Ar-Ge ve sistem entegrasyonuna ihtiyaç duyulan konuları 3 başlıkta sıralayabilirim.

1. Sanayide karbon yakalama ve yeniden kullanım (CCU) çözümleri
2. İkincil kaynak (hammadde ve yakıt) yönetimi ve sektörel dögüsellik stratejileri
3. Veri odaklı dijital izleme, modelleme ve karar destek sistemleri

Bu alanlar, yüksek emisyonlu sektörlerin karbon ayak izini azaltmada ve AB düzenlemelerine uyum sağlamada belirleyici rol oynayacak. Ancak yalnızca teknolojik gelişmeler yeterli değil; yönetim ve ekonomik teşviklerin de bu süreçlere entegre edilmesi kritik öneme sahip.



“Bu teknolojiler üzerinde çalışmak, yalnızca mühendislik kabiliyeti geliştirmek değil, aynı zamanda iklim adaleti ve kuşaklar arası sorumluluk ilkesiyle hareket etmeyi de zorunlu kıldı.”

Üç temel kırılma noktası

Temsil ettiğiniz tematik alanda, yakın gelecekte iklim teknolojileri açısından ne tür dönüşümler, yenilikler ya da kırılma noktaları öngörüyorsunuz? Bu öngörülerin sektörünüzdeki etkileri neler olabilir?

Yapı malzemeleri sektörü, küresel karbon emisyonlarının en yoğun kaynaklarından biri olarak önümüzdeki on yılda köklü teknolojik dönüşümler yaşayacak. Bu dönüşümler yalnızca üretim süreçlerini değil, ürün standartlarını ve uluslararası rekabet koşullarını da temelden etkileyecek. Öngörülen üç temel kırılma noktası şunlardır:

1. Karbon yakalama ve dönüştürme: Karbonun yakalanarak yakıt ya da kimyasallara çevrilmesi, emisyonları azaltmak ve dögüsel ekonomiyi güçlendirmek açısından kritik. Modüler sistemlerin entegrasyonu, sektörü iklim pozitif hale getirebilir.
2. Yenilenebilir enerji entegrasyonu: Güneş ve biyokütle gibi kaynakların sanayi süreçlerine dahil edilmesi, fosil yakıtların yerini alarak doğrudan emisyon azaltımı sağlayacak. Yüksek sıcaklık gerektiren uygulamalarda güneş enerjisi ve yeşil hidrojen ön plana çıkacak.
3. Yapay zekâ destekli dijital iklim ikizleri: Prosesleri anlık izleyerek enerji, verimlilik ve emisyon yönetimini optimize eden bu sistemler, üretim ve çevresel kontrolü dijitalleştirecek.

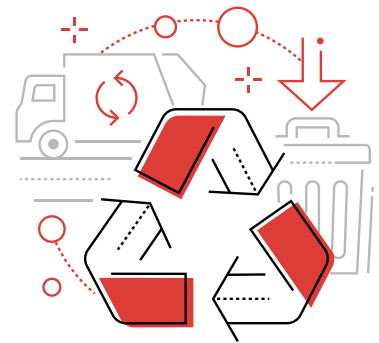
Bu dönüşüm sürecinde Türkiye'nin yalnızca teknoloji kullanıcısı değil, aynı zamanda bilgi ve çözüm geliştiren bir aktör olması gerekiyor. Bunu sağlamak için sanayi ve bilimsel araştırma arasındaki bağlar güçlendirilmeli, disiplinler arası iş birlikleri ve finansal destek mekanizmaları artırılmalıdır.

Her zaman söylüyorum, yarının ithalatçısı olmamak için bugünün Ar-Ge'cisi olmak gerekiyor!



TUĞBA UÇAR DEMİR

TTGV İklim Öncüsü
Eczacıbaşı Holding Kıdemli İnovasyon Yöneticisi



KARAR VERİCİLERDEN BİREYLERE HERKES BU SÜRECİ İÇSELLEŞTİRMELİ

İklim krizi ile dünya mecburi bir dönüşüme girdi. Hepimiz yaşamlarımıza bunu adapte ederken, TTGV olarak biz de iklim krizi ve iklim teknolojileriyle ilgili elimizi taşın altına koyduk ve alanda çalışmalar başladık. Sizi de çalışma alanınız ve alana sunduğunuz değer sonucunda “İklim Öncüsü” seçtik. Peki, sizin iklim öncüsü olmadaki motivasyonunuz neydi?

İnşa edilmiş yapılar çevre şehirlerimizi, altyapımızı ve gündelik yaşam alanlarımızı şekillendiren fiziksel sistemlerin bütününe kapsıyor. Bu alan, iklim krizinin hem önemli nedenlerinden biri hem de dönüştürücü çözümler barındıran en kritik alanlardan biri. Bugün dünyadaki sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 37'si bu çevrenin inşası ve işletilmesinden kaynaklanıyor; kullanılan yapı malzemeleri (beton, çelik, cam, seramik vb.) bu etkinin merkezinde yer alıyor.

Benim bu alandaki motivasyonum, yalnızca yeni teknolojiler geliştirmekten değil; var olan kaynakları, malzemeleri ve artık ürünleri yeniden değerlendirmekten besleniyor. Gelişen geri dönüşüm ve ayrıştırma teknolojileri sayesinde, atık olarak sınıflandırdığımız birçok malzeme aslında yeniden üretime kazandırılabilir potansiyele sahip. Bu noktada farkındalığı artırmak ve kurumlar arası öğrenme mekanizmalarını geliştirmek benim için hem kişisel hem de profesyonel bir sorumluluk.

“Özellikle “artık” kavramına dikkat çekmek istiyorum. “Atık” genellikle işlevini tamamen yitirmiş, geri dönüşümü mümkün olmayan maddeyi ifade ederken; “artık” hâlâ kullanım potansiyeline sahip kaynakları tanımlar. Bu nedenle artık bazlı üretim ve ileri dönüşüm (upcycling) teknolojileri daha fazla gündeme alınmalı.”



“Geri dönüştürülmüş ve simbiyotik kaynaklı ürünlerin pazarlama değerinin artması, sektörel rekabette yeni bir dönemi başlatabilir.”

Malzeme Temelli Dönüşüm İklim Kriziyle Mücadelede Kritik Öneme Sahip

Türkiye ve dünyada iklim krizi, iklim teknolojileri ve sürdürülebilirlik önemli bir odak. Peki, bu alanda hangi konularda aktif çalışmalara ihtiyaç var? Neden?

İklim krizine karşı etkili çözümler, yalnızca karbon emisyonlarını azaltmakla sınırlı değil; üretim, tüketim ve yapılaşma biçimlerinin köklü dönüşümünü de gerektiriyor. Bu dönüşüm bütüncül bir yaklaşım istiyor, özellikle yapı sektöründe uzun süredir eksik kalan alanlarda aktif çalışmalara ihtiyaç var.

İlk olarak, malzeme temelli dönüşüm, iklim krizine karşı mücadelede kritik öneme sahip. Yüksek emisyonlu yapı malzemeleri yerine, düşük emisyonlu ve sürdürülebilir alternatiflerin geliştirilmesi gerekiyor. Enerji verimliliği, karbon yakalama teknolojileri ve alternatif hammaddelerin kullanımı bu süreci desteklemeli. Özellikle “artık” kavramına dikkat çekmek istiyorum. “Atık” genellikle işlevini tamamen yitirmiş, geri dönüşümü mümkün olmayan maddeyi ifade ederken; “artık” hâlâ kullanım potansiyeline sahip kaynakları tanımlar. Bu nedenle artık bazlı üretim ve ileri dönüşüm (upcycling) teknolojileri daha fazla gündeme alınmalı.

İkinci olarak, veri şeffaflığı ve izlenebilirlik büyük önem taşıyor. Malzemelerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinin izlenebilmesi için dijital veri altyapılarının, malzeme pasaportlarının ve çevresel ürün beyanlarının (EPD) yaygınlaştırılması gerekiyor. Türkiye’de bu tür veriler genellikle yurt dışından yüksek maliyetlerle temin ediliyor, ancak bu çalışmaların bizim yerel ürünlerimizi ne kadar temsil ettiği tartışmalı. Oysa bu tür izlenebilirlik mekanizmaları, hem sektörler arası kıyaslama yapmak hem de uzun vadeli stratejiler geliştirmek için vazgeçilmez.

Ayrıca, iklim çözümlerinin yerel bağlamlara uyarlanması gerektiğine inanıyorum. Sadece büyük ölçekli, genel geçer teknolojiler değil; yerel kaynaklara ve ihtiyaçlara göre

şekillenmiş çözümler de geliştirilmelidir. Endüstriyel simbiyoz, yerel iş birlikleri ve kurumlar arası malzeme akışlarının optimize edilmesi gibi yaklaşımlar, hem ekonomik hem de çevresel açıdan yüksek etki yaratabilir.

Teknolojik dönüşümün yanı sıra toplumsal farkındalık ve davranış değişikliği de kritik öneme sahip. Karar vericilerden bireylere herkes bu süreci içselleştirmeli; komüniteler kurarak, birlikte öğrenerek ve iyi örnekleri görünür kılarak dönüşüm desteklenmeli. Evsel atıkların ayrıştırılması ve geri dönüşüme etkin katılım gibi basit adımlar, sistemsel dönüşümün bireysel düzeydeki tamamlayıcısıdır. Bu sürecin başarısı, kolektif bir irade ile mümkündür.

Temsil ettiğiniz tematik alanda, yakın gelecekte iklim teknolojileri açısından ne tür dönüşümler, yenilikler ya da kırılma noktaları öngörüyorsunuz? Bu öngörülerin sektörünüzdeki etkileri neler olabilir?

Yapılı çevre alanında iklim teknolojileriyle ilgili önemli dönüşümler kapıda. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve ulusal düzenlemelerle, yapı sektöründe karbon ayak izi raporlaması zorunlu hale geliyor; bu da şeffaf, dijital ve çevresel etkileri izlenebilir üretim süreçlerini zorunlu kılıyor. Aynı zamanda, tarım atıkları gibi kaynaklardan üretilen biyobazlı ve negatif karbonlu malzemeler, çevresel faydanın yanı sıra ekonomik fırsatlar da sunuyor. Start-up iş birlikleri ve yapay zekâ destekli artık-girdi eşleştirme sistemleri, endüstriyel simbiyozu ölçeklenebilir hale getirebilir. Geri dönüştürülmüş ve simbiyotik kaynaklı ürünlerin pazarlama değerinin artması, sektörel rekabette yeni bir dönemi başlatabilir. Bu dönüşüm sadece sürdürülebilir üretimi değil, aynı zamanda iş modellerini ve maliyet dengelerini de yeniden şekillendirecek. Tüm bu gözlemler, uzun yıllara dayanan bir ihtiyaç farkındalığının sonucu. Ve inanıyorum ki bu dönüşümün parçası olmak isteyen birçok kişi var. Eğer siz de aynı umut ve kaygıları paylaşıyorsanız, gelin birlikte düşünelim, üretelim. Çünkü bu yolculuk ancak birlikte anlamlı hale gelir.

BIYOTEKNOLOJİDE YENİ BİR KİMLİK: ENDÜSTRİYEL BİLİM İNSANI



CAN KAYACILAR

Localvore Biyoteknoloji
Kurucusu

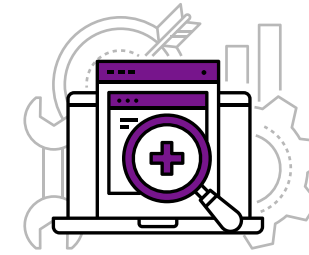
RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

Türkiye’de biyoteknoloji, özellikle tarım ve gıda temelli projelerde büyük bir potansiyele sahip olmasına karşın, bu potansiyelin endüstriyel üretime dönüşmesinde ciddi yapısal engellerle karşı karşıya. İşte tam bu noktada devreye, akademiye ve sanayiye birbirine bağlayan yeni bir bilimsel duruş giriyor: Endüstriyel Bilim İnsanı.

Bu kavramı ortaya atan ve çalışmalarını sürdürülebilir, ölçeklenebilir üretim süreçlerine adanmış bir araştırmacı ve girişimci olan **TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi kampüsünde yer alan Türkiye Gıda İnovasyon Platformu içerisindeki Localvore Biyoteknoloji’nin Kurucusu Can Kayacılar** ile sadece yenilikçi bir unvanın değil, aynı zamanda Türkiye’nin biyoteknoloji alanında atması gereken stratejik adımları, tarımsal atıkların nasıl katma değere dönüştürülebileceğinden, fermentasyon teknolojilerinin geleceğine; yerli protein üretiminin neden bu kadar önemli olduğundan, yatırımcıların biyoteknolojiyi neden anlamakta zorlandığına kadar pek çok başlıkta derinlemesine bir sohbet gerçekleştirdik.

Kendinize endüstriyel bilim insanı diyorsunuz, biyoteknolojiyi sadece laboratuvar işi sananlara farklı bir perspektif sunan bu ünvanı bize biraz açar mısınız?

Türkiye’de özellikle gıda ve tarım alanındaki projelerde, en büyük problemlerin başında “endüstriyel olarak ölçeklenebilirlik” geliyor. Yani bir projenin sonucunda üreteceğiniz bir ürünün, bir kilogramdan, bir milyon kilograma ölçeklemesinin gerçekleştirilebilmesi, binlerce tonluk üretimleri de daha o proje deney tüplerindeyken hayal edebilmeniz, kurgulayabilmeniz ve endüstriyel üretimleri tasarlamamız gerekiyor. Türkiye’deki biyoteknoloji alanındaki en büyük problemlerin başında bunun geldiğini gördüm ve endüstriye ulaşamayan projelerin zaman içerisinde kaybolup gittiğine çokça şahit oldum. Ülkemizin kalkınması için özellikle endüstriyel olarak ölçeklenebilir projelerin olması çok önemli. Hatta bu zamana kadarki bütün araştırmalarımı aslında bu mantık çerçevesinde, endüstriyel ölçeklerde gerçekleştirilmesi üzerine kurdum. Sanayi ve akademi arasında böyle bir köprüye büyük bir ihtiyaç vardı. Tam da bu minvalde kendime “endüstriyel bilim insanı” olarak hiç olmayan, daha önce hiç kullanılmamış bir unvan koydum. Endüstriyel Bilim İnsanı terimini, aslında bir bilim insanı, bir araştırmacı gözüyle endüstriyel üretimlere bakan, endüstriyel proseslerin tasarlanmasında bilimi doğrudan bir araç olarak kullanan ve toplumsal faydayı bu gözden gözetken birisi olarak düşünebiliriz.



“Ülkemizin kalkınması için özellikle endüstriyel olarak ölçeklenebilir projelerin olması çok önemli. Hatta bu zamana kadarki bütün araştırmalarımı aslında bu mantık çerçevesinde, endüstriyel ölçeklerde gerçekleştirilmesi üzerine kurdum.”

Türkiye “biyoteknoloji” alanının da tüm dünyada doğduğu topraklar

Türkiye’de biyogirişimcilik, biyoteknoloji alanı nasıl bir ilerleme içinde? Siz, Ulusal Biyoteknoloji Önerisi başlığında bir çalışma hazırladınız ve kamuoyuna sundunuz. Bu çalışmanın içeriği nedir? Neden önemlidir? Ülkemiz için bu alanda ilerleme kaydedilmesi gereken alanlar neler ve buna yönelik hangi adımlar atılmalı?

Türkiye’nin kurulduğu topraklar, aslında “biyoteknoloji” alanının da tüm dünyada doğduğu topraklar. Biyoteknoloji bilimsel literatüre, 1900’lü yılların başında Macaristan’da Gıda Bakanlığı yapmış Karl Ereky tarafından kazandırılıyor. Ereky, çiftlik hayvanlarının verimliliğinin artırılması üzerine yazdığı bir makalede biyoteknolojiyi “doğada var olan hammaddelerden, teknoloji kullanarak sosyal açıdan faydalı ürünlere dönüştürmeye yarayan teknoloji” olarak tanımlıyor ve biyoteknoloji bilimsel literatüre bu şekilde girmiş oluyor.

Türkiye, biyoteknolojinin doğduğu topraklar olmasına rağmen zaman içerisinde geleneksel bilgi birikimimizi unutup, biyoteknolojide ithalata bağımlı hale gelmişiz. Örneğin, yoğurt mayalamak için, laktosuz yoğurt yapmak için ya da daha kabarık ekmekler yapabilmek için kullandığımız enzimleri hep ithal ediyoruz. Örneğin, son zamanlarda tarımın önemli bir sorun kaynağı olan sentetik pestisitler yerine tüm dünyanın kullandığı doğal pestisitleri ülkemizde geliştirmiyor, ithal ediyoruz.

İşte tam da bu nedenlerle aslında ülkemizde biyoteknoloji alanında yapılması gereken şeylere işaret ettiğim bir başlangıç dokümanı hazırlamıştım. Türkiye, biyoteknoloji alanında neler yapması gerektiğini kendi bakış açımdan özetlemem gerekirse;

Ülkemiz özellikle tarım atığı olarak görülen, gıda hammaddesi üreten (örneğin meyve konsantresi fabrikalarının) fabrikaların posalarından, ülkemizde yetişen binlerce tür tıbbi aromatik bitkiden ya da sadece tarımı yapıldıktan sonra tarlada, serada kalan “bitki atıklarından” katma değerli ürünler geliştirmelidir. Katma değerli ürün derken de, aslında bu yan ürünleri oluşturan tüm bitkisel bileşenleri var olan ana kaynaktan biyoteknolojik ekstraksiyon yöntemleri ile ekstrakte

etmek yani özütlemek ve sonrasında saflaştırmak ve saflaştırılan bu bileşenleri yeniden gıdalarda, gıda takviyelerinde, dermokozmetikte ya da biyomedikal alanda kullanmak. Yani elde edilenlerle son ürünler geliştirmek. Aslında ülke olarak yapmamız gerekenler bunlar.

Son ürünlerin geliştirme sürecini gerçekleştirebilmek için de bitkisel hammaddelerden yenilikçi ekstraksiyon enstrümanları ve metotları geliştirmeli, bu teknolojilerin yaygınlaşması için daha sadeleştirilmiş ve endüstriye yönelik çalışmalara giderek hız vermeliyiz. Bu kapsamda özellikle bitkisel proteinler, bitkisel peptitler, antioksidan özellik gösteren bileşikler ve hiçbir zaman atlamamız gereken bitkisel lifleri birbirinden ayıracak, bunları farklı standartlarda üretimlerini sağlayabilecek proses mühendisliğine de ihtiyacımız var. Biz Localvore Biyoteknoloji olarak, tam da bu konuda yani ardışık ekstraksiyon ismini verdiğimiz bir ekstraksiyon süreci üzerinde çalışmalarımızı sürdürüyoruz. Bu yöntemde, bir bitki tohumundan aromalarını, sabit yağlarını, bitkisel proteinlerini, çözünebilen ve çözünmeyen liflerin sırasıyla alabilmemiz mümkün.

Biyoteknoloji yatırımlarının zorlukları

Türkiye’de biyogirişimcilerin yatırım bulma, ticarileşme ve ölçeklenme süreçlerinde karşılaştıkları en büyük engeller nelerdir ve bu engelleri aşmak için hangi stratejiler uygulanabilir? Ülkemizde biyoteknoloji ve biyogirişimcilik ekosisteminin gelişimini hızlandırmak için hangi yapısal reformlar ve destek mekanizmaları öncelikli olmalıdır?

Ülkemizde özellikle biyoteknoloji alanında girişim yapmak isteyen girişimci gençlerin en fazla karşılaştığı problemlerin başında “yatırımcının projeyi anlamakta güçlük çekmesi” geliyor. Çünkü yatırımcıların bir çoğu özellikle biyoloji, kimya, biyoteknoloji, moleküler biyoloji gibi alanlardan gelmiyorlar. Böyle olunca aslında girişimcilerin yatırımcılara kendilerini ve projelerini ifade etmeleri de kimi zaman oldukça zor oluyor. Yatırımcı konuyu anlamakta zorlandığı için, aslında yatırımın geleceğini göremiyor.

İkinci ve en önemli zorluklardan biri ise, aslında biyoteknoloji yatırımları bir “tesis yatırımı”. Yani pilot

ölçekten büyük ölçeğe farketmeksizin biyoteknoloji alanındaki tüm yatırımlar, temelde bir tesise ihtiyaç duyuyor. Durum böyle olunca, yatırımcı konuyu anlamakta güçlük çekerken, bir de tesis yatırımı gibi yüksek bütçeli ve yüksek riskli bir yatırıma girmek istemiyor. Bunu en iyi yazılım alanındaki yatırımlarla kıyaslayarak anlayabilirsiniz. Yazılımda ya bir uygulama ya bir oyun ya da çok farklı bir alanda çözüm içeren, sadece dijital medya üzerinden ilerleyen bir yatırım söz konusu olduğu için, bu yatırımların hem boyutları kazandırdıkça büyüyebiliyor hem de yüksek riskli yatırımlar olmasına rağmen, yatırımcılar rahatlıkla yatırımı başkalarına satıp, yollarına devam edebiliyorlar.

Tüm bu engellerin aşılması için aslında daha yaygın ölçeklerde biyoteknoloji alanının toplumun her kesimine detaylı bir şekilde anlatılması, biyoteknolojinin sosyal faydalarının ve etkinliğinin yaygın şekillerde toplumla ve yatırımcılarla da buluşması gerekiyor. Bir örnek vermek gerekirse, örneğin bitkisel protein yatırımı düşünen bir yatırımcı, bu konuyu bir şekilde araştırmış olmakla birlikte, aslında bitkisel proteinlerin toplum tarafından da kullanıldığını görmüyor, bitkisel proteinlerle belki de hayatında hiçbir zaman tanışmamış oluyor. Durum böyle olunca da aslında biyoteknoloji alanına yatırımlar, yatırımcılar tarafından daha temkinli bir şekilde gerçekleştiriliyor.

Biyoteknoloji alanında özellikle devlet ve AB destekleri üst düzeyde olmasına rağmen, bu desteklerden yeterince faydalanabilmek için özellikle küresel ölçekte problem olan bitkisel kaynaklı atıkların değerlendirilmesi, bitkisel protein ve peptitlerin biyolojik fonksiyonlarının ortaya konması, tıbbi ve aromatik bitkilerden yüksek katma değerli ürünlerin geliştirilmesi gibi bir çok konunun yaygın bir şekilde hem akademilerde ve de sonrasında sanayi boyutunda çalışılıyor olması gerekmektedir.

Biyoteknoloji alanında yatırımcı eğitimlerine önem verilmeli

Bu Engelleri Aşmak İçin Ne Yapılmalı?

Öncelikli olarak biyoteknoloji alanında yatırımcı eğitimlerine önem verilmeli. Yatırımcıların biyoteknoloji alanındaki bilgi birikimi arttırılmalı.

İkinci olarak mutlaka deneysel laboratuvar çalışmalarından, pilot ölçekli çalışmaların gerçekleştirileceği “pilot üretim merkezleri” devreye alınmalı. Örneğin, bitkisel protein ekstraksiyon tesisleri, bitkisel özüt ekstraksiyon ve saflaştırma tesisleri, standardizasyon merkezleri, fonksiyonel gıda pilot üretim merkezleri gibi. Üçüncü olarak başlangıç aşamasını geçen girişimciler için “gelişen ürün desteği” gibi ürünün laboratuvar ölçeklerden çıkmasını kolaylaştıracak, pilot düzeyde üretim ve denemelere imkan verecek destek programlarının ve regülasyonların devreye alınması gerekiyor. Yani doğrudan pilot üretimi hedefleyen desteklerin kolay ulaşılabilir, endüstriyel ölçeklemeye uygun pilot üretim desteklerinin hali hazırda var olması gerekmektedir.

Türkiye’de biyogirişimlerin başarılı olabilmesi için girişimciler, üniversiteler ve yatırımcılar arasındaki iş birliği nasıl daha etkili ve verimli hale getirilebilir? YA DA Küresel biyoteknoloji trendleri (örneğin gen düzenleme, sentetik biyoloji, biyomalzemeler) göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye’nin rekabetçi olabileceği niş alanlar hangileri olabilir?

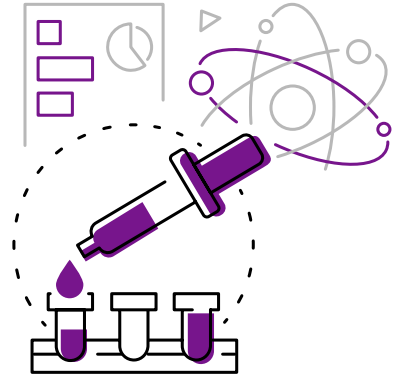
Türkiye’nin kültürel geçmişine dayanarak, özellikle biyoteknoloji alanında sahip olduğu müthiş bir güç var. Geleneksel olarak örneğin, fermantasyon teknolojilerine ve gıdaların fermantasyonunun nasıl gerçekleştirileceği konusunda güçlü bir bilgi birikimi vardır. Bu birikimi bilimsel bilgi ve yenilikçi teknolojilerle birleştirip, aslında şu an tüm dünyanın en fazla konuştuğu gıdaların biyoreaktörlerde üretilmesine dayalı “fermantasyon teknolojilerinde” çağ atlayabiliriz.

İkinci ve bence en büyük gücümüz ise “atıkların değerlendirilmesi” alanında. Çünkü biz toplum olarak, aslında atık üretmeyen, kalan gıdalardan tutun da, giyim kuşama kadar her şeyi yeniden değerlendiren,



değerlendirirken çeşitlendirip, değer üreten yapıda bir kültürden geliyoruz. Biyoteknoloji kullanarak atıkların değerlendirilmesinde de karşımıza özellikle bitkisel ekstraksiyon teknolojileri çıkıyor. Ve bu teknolojilerle yeniden yeni gıda formülasyonları geliştirmek, gıda takviyeleri geliştirmek, biyomedikalya da dermokozmetik alanında bu elde edilen bileşenlerin kullanılarak yüksek katma değerli ürünlerin geliştirilmesi sağlanabilir.

Ülkemiz bu çerçeveden bakıldığında aslında biyoteknolojinin hem tarım, hem gıda, hem de sağlık alanındaki alt dallarında yoğun faaliyetler gösterebilmektedir. Bu faaliyetlerin başarılı olabilmesi için aslında yapılması gerekenlerin başında, “ortak hedefe yönelik birlikteliklerin kurulabilmesi”dir. Birbirimizle yarış kültüründen ziyade, iş yaşamında dayanışma ve ortak kazanç sağlama çerçevesinde hareket etmemiz, biyoteknoloji alanındaki gücümüzü daha da ortaya çıkaracaktır.



“Bitkisel proteinlerin sindirilebilirliği, biyoyararlılığının da artırılması için özellikle “hidrolize bitkisel proteinler” geleceğin bitkisel ve fonksiyonel protein kaynakları olarak ön plana çıkıyor.”



Bitkisel protein izolatlarının ya da konsantrelerinin protein içeriğinin yanı sıra, gıda ürünlerine entegrasyon süreçlerinde fonksiyonel özellikleri (su tutma kapasitesi, köpük oluşturma yeteneği vb.) ve özellikle de sindirilebilirlikleri (protein içindeki aminoasitlerin insan vücudu tarafından metabolizmada kullanılabilme derecesi) büyük önem taşıyor. Sizce Türkiye bu alanda hangi yeni teknolojileri ve işleme yöntemlerini kullanarak, protein içeriği, fonksiyonelliği ve sindirilebilirliği yüksek gıdalar üretebilir?

Gerçekten bitkisel protein konusunda bu soruyla doğru bir yaklaşımla bakma imkanımız oldu. Şöyle ki, Türkiye’deki bitkisel üretim yoğun olmakla birlikte, bitkisel protein eldesine yönelik bir yol haritasına sahip olmadığımız için, aslında ürettiklerimiz sadece bitkisel hammadde olarak kalmaktadır. Bunun haricinde Türkiye kendi bitkisel proteinlerini üretebilmesi, özellikle proteince zengin türlerin, sadece bitkisel protein üretilmesi amacıyla tarımının yapılması gerekmektedir. Buna ek olarak, bitkisel proteinlerin sindirilebilirliği, biyoyararlılığının da artırılması için özellikle “hidrolize bitkisel proteinler” geleceğin bitkisel ve fonksiyonel protein kaynakları olarak ön plana çıkıyor. Hidrolize bitkisel proteinler ve de bunlardan elde edilecek biyolojik aktiviteleri güçlü peptitler, özellikle Türkiye’de bitkisel proteinlerin fonksiyonel farkındalığının artmasında çok büyük önem taşıyacak gibi duruyor.

Bitkisel hammadde kaynaklarından, bitkisel proteinlerin saflaştırılması ve saflaştırılan bu proteinlerden farklı

biyoteknolojik yöntemlerle hidrolize proteinlerin elde edilmesi ve elde edilen bu peptitlerin biyolojik fonksiyonlarının belirlenmesi ve sonrasında aslında bitkisel proteinlerden, daha fazla biyolojik fonksiyon (antioksidan, antidiyabetik, antiviral, antibakteriyel, antikanser aktivite gibi) kazandırmak için, bitkisel proteinlere biyoteknolojik olarak da yaklaşılması gerektiğini düşünüyorum.

Türkiye bu teknolojilerin geliştirilmesinde, makine-teçhizat yönünden son derece iyi olmasına karşın, özellikle “enzim üretim teknolojilerinde” dünyanın gerisinde kalmış durumda. Özellikle bu konuda yani proteinleri parçalamaya yarayan proteaz enzimlerinin üretilmesi, bunların ekonomik olarak yaygınlaştırılması, aslında bitkisel protein üretiminden de katma değer eldesi konusunda da ilerlemeyi sağlayacaktır. Türkiye’nin özellikle bu niş alanlara odaklanması gerekmektedir.

Son yıllarda CRISPR-Cas9 gibi genom düzenleme sistemleriyle optimize edilen mikroorganizmalar aracılığıyla hassas fermentasyon yoluyla alternatif protein üretimi dünya genelinde büyük ivme kazandı. Türkiye’nin fermentasyon tabanlı alternatif protein üretiminde nasıl bir yol haritası oluşturması gerekiyor?

Türkiye, özellikle gen düzenleme teknolojilerinde gelişmiş ülkelerin izinden gitmeli görüşünü savunuyorum. Çünkü Dünya, özellikle CRISPR gen düzenleme teknolojisiyle hastalıkların tedavisinden, tarımda verimliliğin artırılmasına, yenilikçi gıda içeriklerinin üretilmesine kadar çok çeşitli alanlarda verimliliğin ve

yenilikçi üretimlerin kapılarını bu teknolojiyi kullanarak açmış durumda. Ve giderek yaygınlaşan düzeylerde bu teknolojinin yankılarını her geçen gün daha fazla duyuyoruz. Ülkemizin de özellikle, tam da bu alanda giderek kendini geliştirmesi, biyoteknolojinin gen düzenleme teknolojileri ile ve yenilikçi üretimlerle yani biyoreaktörlerde sürdürülebilir üretimlerle kendini güçlendirmesi gerekiyor. Tüm Dünya, özellikle hedefli fermentasyon teknolojilerini ve CRISPR gibi gen düzenleme teknolojilerini kullanarak, geleceğe süratle ilerlerken ülkemizin buyüünde de atılımları gerçekleştirmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için devlet, özel sektör ve akademi ayaklarının kurulması, bununla beraber özellikle Biyogüvenlik Kanunu’nun CRISPR teknolojileri ile üretim düzeyinde, hele ki endüstriyel üretim boyutlarındaki regülasyonları yeniden gözden geçirmesi gerektiğini düşünüyorum.

Alternatif protein üretimi; protein mühendisliği, mikrobiyal sistemler, fermentasyon optimizasyonu, ürün formülasyonu, regülasyon gibi çok disiplinli alanların kesişiminde yer alıyor. Sizce bu bütüncül yaklaşımı Türkiye’de etkin şekilde uygulamaya engel olan en büyük yetkinlik açığı nerede yatıyor? Teknik altyapı eksikliği mi, insan kaynağı mı yoksa ölçekleme süreçlerindeki tıkanmalar mı daha belirleyici bir engel oluşturuyor?

Endüstriyel Biyoteknoloji alanının hedefli fermentasyon konusundaki en büyük problemi bana kalırsa ülkemizde pilot ölçeklerde üretim denemelerinin yaygın olarak

gerçekleştirilememesi, endüstriye uyarlanabilecek pilot üretim denemelerinin gerçekleştirilebileceği tesislerin olmaması ve bu tesislerin çalıştırılabilmesi için yeterli insan ve ekonomik kaynaklar desteklerinin hazır olmaması nedeniyle, aslında en büyük eksiklik tam olarak buradan geliyor. Türkiye'nin özellikle bu alanlarda biyoteknoloji, biyomühendislik ve moleküler biyoloji konularında tüm dünyaya insan ihraç ettiğini biliyoruz. Bu kapsamda ülkemizde insan eksikliğinden ziyade, pilot ölçekli üretimlerin gerçekleştirilememesi, bu şekilde üretime konu olacak tesislerin bulunmaması ve bu tesislerin ekonomik olarak desteklenmesi mekanizmalarının yeterli düzeyde kurulamaması bence ülkemizin bir an önce bu alanda gidermesi gereken eksiklerin başında geliyor.

Zeytin yaprağı, meyve posaları, üzüm çekirdeği gibi tarımsal atıklar üzerinden geliştirilen bileşenler, fonksiyonel gıda ve nutrasötik pazarında giderek daha fazla öne çıkıyor. Siz de yazılarınızda Türkiye'nin bu tür bileşenlerin hem bilimsel standardizasyonunu hem de endüstriyel ticarileşmesini sağlayabilecek potansiyele sahip olduğunu sıklıkla vurguluyorsunuz. Bu doğrultuda, bu yan ürünlerin fonksiyonel bileşenlere dönüştürülmesi sürecinde en kritik aşamalar sizce nelerdir? Türkiye özelinde bu dönüşüm için ekstraksiyon teknolojileri mi, yoksa fermentasyon bazlı yöntemler mi daha öncelikli olmalı?

Türkiye'nin biyoteknolojik ileri dönüşümünde bana kalırsa öncelikli olarak bitkisel ekstraksiyon teknolojileri ve akabinde elde edilen bileşenlerin standardizasyonuna yönelik üretim metodolojilerinin ve bunları gerçekleştirecek

proseslerin geliştirilmesi ülkemizin ilk önceliği olmalıdır. Çünkü ülkemizdeki tarımsal atıklardan, binlerce bitkilik floradan toplum sağlığını koruyabilecek, geliştirebilecek ve bizleri geleceğe taşıyabilecek bileşenleri ekstrakte etmek ve saflaştırmak, ülkemize de çok büyük katma değer sağlayacaktır. Özellikle ülkemizde kekik, defne, keçiboynuzu gibi çok büyük üretimlere sahip olduğumuz ve bu üretimleri ekstraksiyon ve saflaştırma teknolojileri ileriye taşıyabileceğimiz bir gerçeklikle yüzleşip, projeler geliştirip, bu konuyu süratle ileriye taşımamız gerekmektedir.

Localvore Biyoteknoloji olarak özellikle, tam olarak bu konuda “ardışık ekstraksiyon” metodolojisini benimsemiş, bir yapraktan ya da bir meyveden sadece tek bir bileşen grubunu izole etmektense, bitkinin sahip olduğu tüm değerleri yani aromaları, antioksidanları, bitkisel proteinleri, çözünabilir lifleri ve çözünemeyen lifleri aynı bitki materyalini kullanarak, akıllı ekstraksiyon teknolojileri ile ayırmak ve böylece sıfır atıklı bir üretim metodolojisini ve bu metodolojinin gerektirdiği prosesleri, Localvore olarak bir çok proje ile araştırıp, endüstriyel üretim denemeleri gerçekleştiriyoruz.

Ülkemizin bana kalırsa ekstraksiyon teknolojilerinden sonra, özellikle daha da dikkatli çalışması gereken konuların başında da hedefli fermentasyon teknolojileri geliyor ve bu teknolojilerin gelişmesi, yaygınlaşması için de insan kaynağından ziyade daha fazla “biyoreaktör teknolojilerinin” yerli olarak geliştirilmesi, sadece biyoreaktörlerin değil, biyoreaktörlere ek olarak biyoreaktörün biyoreaktör olmasını sağlayacak pompa, sensörler, motor teknolojileri gibi teknolojilerin de yerli olarak geliştirilmesi gerekiyor.



BATARYA GERİ DÖNÜŞÜM VE İKİNCİL KULLANIM TEKNOLOJİLERİ ÖN ARAŞTIRMA RAPORU

TTGV Öncül Proje Program ekibi, Batarya Geri Dönüşüm ve İkincil Kullanım Teknolojileri Ön Araştırma Raporu'nu yayınladı. Söz konusu teknolojilerin Türkiye açısından taşıdığı stratejik önemin çok boyutlu biçimde değerlendirilmesi amacıyla hazırlanan rapor ile elektrikli araçlar ve enerji depolama sistemlerinin hızla yaygınlaştığı bir dönemde, bu teknolojilerin teknik ve ekonomik fizibilitesi analiz edilmiş; kritik hammaddelerde dışa bağımlılık, yerli kapasite imkânları ve geri kazanım senaryoları ele alınmıştır.

TTGV Yenilikçi Teknoloji Programları Direktörü Dr. E. Serdar Gökpınar mentorluğunda program uzmanları Ediz Kaan Önem ve Rabia Önen Tüzgel'in Türkiye ve dünyadaki gelişmeleri inceleyerek hazırladığı raporda mevcut mevzuat çerçevesi ile uluslararası uygulamalar karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve Türkiye için öne çıkan fırsatlar ile teknoloji değerlendirmeleri ortaya konmuştur.

Sektörün önemine dair kritik çıktıların yer aldığı raporda bataryaların geri dönüştürülmesi ve ikincil kullanımı, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik değil; aynı zamanda ekonomik değer yaratımı, stratejik kaynak güvenliği ve sanayi politikaları açısından da önemli fırsatlar sunduğuna dikkat çekilmiştir. Çalışma, bu alanlardaki gelişmeleri besleyecek değerlendirmeler sunmayı ve Türkiye'nin potansiyelini harekete geçirecek iş birliklerine katkı sağlamayı hedeflemektedir.



Batarya Geri Dönüşüm ve İkincil Kullanım Teknolojileri Ön Araştırma Raporuna buradan ulaşabilirsiniz.

BATARYA GERİ DÖNÜŞÜM VE İKİNCİL KULLANIM TEKNOLOJİLERİ ÖN ARAŞTIRMA RAPORU 5 SORU 5 CEVAP

1. Kritik hammaddelere ulaşmak sadece madencilikle mi mümkün?

Küresel ölçekte hızla artan batarya talebi, lityum, kobalt, nikel gibi stratejik hammaddelerin tedarikinde ciddi baskılar yaratmaktadır. Bu hammaddelerin büyük bölümü sınırlı sayıdaki ülkenin üretim tekelinde bulunmakta olup, arz zinciri yoğun şekilde belirli ülkelerin kontrolü altındadır. Örneğin, 2022 verilerine göre işlenmiş lityumun %60'ı ve rafine kobaltın %73'ü Çin kaynaklıdır.

Bu durum, tedarik güvenliği risklerini artırmakta ve madencilik faaliyetlerinin tek başına küresel talebi karşılamasının sürdürülebilir olmadığını göstermektedir. Geri dönüşüm yöntemleri ve teknolojileri ise bu noktada öne çıkmaktadır. Yayımladığımız raporda, kritik hammaddelerin geri dönüşüm süreçleriyle yüksek verim ve saflık düzeylerinde yeniden kazanılabildiği ifade edilmektedir. Bu durum, kent madenciliğinin yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda stratejik kaynak yönetimi bakımından da önemli bir çözüm alanı sunduğunu ortaya koymaktadır. Gelişen teknolojiler sayesinde, başta lityum, kobalt ve nikel olmak üzere çeşitli kritik hammaddelerin ikincil kaynaklardan endüstriyel kullanıma uygun şekilde geri kazanılması mümkün hale gelmiştir. Bu çerçevede, söz konusu teknolojilerin kapsamlı biçimde değerlendirilmesi ve yaygınlaştırılması ihtiyacı raporda özellikle vurgulanmaktadır.

2. Türkiye batarya geri dönüşümünde neden bir atılım yapmak zorunda?

Türkiye, artan batarya ihtiyacına rağmen batarya üretiminde kullanılan temel hammadde ve

teknolojilerde dışa bağımlıdır. Başta lityum, kobalt, gibi kritik metallerin tamamına yakını ithalat yoluyla temin edilmekte ya da hali hazırda hücre-batarya seviyesinde ithalat gerçekleştirilmektedir. Bu durum, batarya teknolojilerinde gelişmekte olan bir ülke için fiyat rekabetini zorlaştırmakla birlikte, teknoloji ve kritik hammadde bağılılığıyla sürdürülebilir büyüme için ayrıca riskler oluşturmaktadır.

Buna ek olarak, Avrupa Birliği'nin 2024 yılında yürürlüğe giren Batarya Regülasyonu, lityum, kobalt, nikel ve bakır gibi kritik hammaddelerin geri kazanımını belirli oranlarda zorunlu hale getirmiştir. Türkiye'nin AB ile olan ticaret ilişkilerini sürdürülebilir şekilde devam ettirebilmesi ve uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü koruyabilmesi, bu düzenlemelere teknik ve altyapısal uyumunu güçlendirmesini gerekli kılmaktadır.

3. Bataryaların ikinci kez kullanılması ne anlama gelir? Hangi koşullarda mümkündür?

İkincil kullanım, ilk kullanım ömrünü tamamlamış bataryaların farklı uygulama alanlarında değerlendirilmesini ifade eder. Bataryalar, ilk kullanım aşamalarında yaşanan kapasite kaybına rağmen %50-80 oranında işlevini koruyabilir. Uygun teknik işlemlerden geçirilerek yeniden güvenli hale getirilen bataryalar; konut tipi enerji depolama sistemleri, mikro şebekeler, veri merkezleri ve UPS çözümleri gibi düşük güçlü uygulamalarda tekrar kullanılabilir hale

getirilebilir. İkincil kullanım süreci; fiziksel muayene, kapasite testleri, iç direnç ölçümü, hücre dengeleme, termal yönetim sistemlerinin optimizasyonu ve batarya yönetim sistemlerinin yeniden konfigürasyonunu içerir. Bu süreçte UL 1974 ve IEC 63330 gibi standartlara uygunluk temel alınabilir.

4. Türkiye'nin büyüyen elektrikli araç pazarı geri dönüşüm ihtiyacını nasıl etkiliyor?

Türkiye'de elektrikli araç pazarı son yıllarda ciddi bir ivme kazanmıştır. Bu büyümenin doğal sonucu olarak, önümüzdeki 5 ila 10 yıl içinde ömrünü tamamlayacak batarya miktarında da önemli bir artış beklenmektedir. Elektrikli araç bataryalarının ortalama kullanım ömrü 7-10 yıl arasında değişmektedir. Dolayısıyla, bugünkü satışlar, 2030'lu yıllarda binlerce ton atık batarya anlamına gelmekle birlikte küresel atıl batarya miktarının 2020-2040 yılları arasında 140 kat artacağı öngörülmektedir.

Türkiye'de şu an için geri dönüşüm altyapısı üretime karşı yeterli kapasitede bulunmamaktadır. Raporumuz bu kapasite eksikliğinin karşılanması gerekliliğini koymakta; hem altyapı yatırımlarına hem de ikincil kullanım senaryolarına ilişkin uygulanabilir öneriler sunmaktadır. Geri dönüşüm sistemleri ve tesislerinin bugünden itibaren geliştirilmesi, Türkiye'nin kent madenciliği ve batarya çözümleri alanındaki yetkinliğini artıracak; bu da ülkeye bölgesel düzeyde önemli avantajlar sağlayacaktır.

“Elektrikli araç bataryalarının ortalama kullanım ömrü 7-10 yıl arasında değişmektedir. Dolayısıyla, bugünkü satışlar, 2030'lu yıllarda binlerce ton atık batarya anlamına gelmekle birlikte küresel atıl batarya miktarının 2020-2040 yılları arasında 140 kat artacağı öngörülmektedir.”

5. Geri dönüşüm süreçleri sadece çevre için mi gereklidir, yoksa ekonomi için de fırsatlar sunmakta mıdır?

Batarya geri dönüşüm süreçleri, çevresel etkilerin azaltılması açısından kuşkusuz önemlidir; ancak aynı zamanda güçlü bir ekonomik kaldıraç etkisine de sahiptir. Raporumuzda yer alan bulgulara göre, lityum karbonat gibi yüksek değerdeki hammaddeler, geri dönüşümle %95'e kadar geri kazanılabilmekte ve tekrar üretimde kullanılabilir saflıkta hammadde üretim kalitesine ulaşabilecek çalışmaların değerlendirilmesi ve desteklenmesi gerekliliği değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar, hem hammadde ithalatının azaltılması hem de üretim maliyetlerinin düşürülmesi anlamına gelmektedir.

Ayrıca, geri dönüşüm faaliyetleri yalnızca kritik hammadde kazanımıyla sınırlı değildir. Bu süreçler, birçok yüksek katma değerli alanı da kapsamakla birlikte Türkiye'de yeşil istihdam yaratılmasını, teknoloji geliştirilmesini ve sanayi-üniversite iş birliklerinin artmasını sağlayacak yapı taşlarıdır.

Hazırladığımız rapor, geri dönüşüm ve ikincil kullanım süreçlerinin yalnızca bir çevre politikası değil; yeni bir sanayi politikası ve atılımı olarak ekosistem tarafından ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.



Hazırlayan:
RABİA ÖNEN TÜZGEL
TTGV Öncül Proje Program Uzmanı

BATARYA EKONOMİSİNİN EŞİĞİNDE: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK Mİ, SINIRLI CEVHER Mİ?



EDİZ KAAAN ÖNEM

TTGV Öncül Proje Programı
Program Uzmanı

Dünyanın enerji haritası yeniden çiziliyor. Bu dönüşümün merkezinde artık yalnızca enerji üretimi değil; verimlilik, teknoloji ve sürdürülebilirlik yer alıyor. Ve tüm bu değişimin kalbinde batarya teknolojileri var. Elektrikli araçlardan enerji depolama sistemlerine, mikro mobiliteden şebeke yönetimine kadar pek çok alanda oyunun kuralları yeniden yazılıyor.

Küresel batarya pazarının 2030 yılı itibarıyla 400 milyar doları aşması bekleniyor. Ancak bu yalnızca büyük bir ekonomik fırsat değil; aynı zamanda önemli bir sorumluluğu da beraberinde getiriyor. Lityum, kobalt, nikel gibi teknolojik ilerlemenin temel yapıtaşlarını oluşturan kritik hammaddelerin sınırlı bölgelerde yoğunlaşması, üretim süreçlerindeki tekelleşmelerle birleştiğinde dünya ekonomilerinin bu kaynaklara olan erişimini kısıtlanlaştırıyor. Buradaki **asıl mesele**, yalnızca kaynaklara ulaşmak değil; bu **erişimi sürdürülebilir, adil ve stratejik biçimde yönetebilmek**.

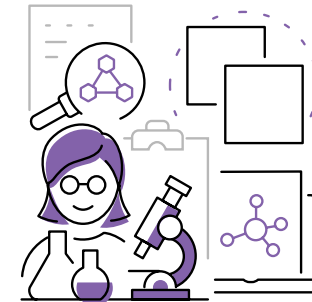
Türkiye, bu büyük dönüşümde yalnızca izleyici değil; şekillendirici olma potansiyeline sahip bir ülke.

Elektrikli araçlarda yaşanan %129'luk artış, enerji depolama yatırımlarına gelen 6 bine yakın başvuru ve mikro mobilité sektöründeki güçlü ivme, sadece artan bir tüketim değil, aynı zamanda gelişen bir teknoloji vizyonunun da habercisi. Ancak **bu heyecan verici büyüme, beraberinde önemli bir soruyu da gündeme getiriyor:** Bu hızlı tüketim trendini, uzun vadeli bir üretim ve kaynak yönetimi stratejisine nasıl dönüştürebiliriz?

Cevap, döngüsel ekonomi anlayışında ve bunu destekleyen yapısal mekanizmalarda gizli. Özellikle batarya geri dönüşümü ve ikincil kullanım uygulamaları, Türkiye'nin kaynak bağımlılığını azaltmakla kalmayıp; atık olarak görülen bataryaları birer **kentsel cevhere** dönüştürerek yeni bir ekonomik değer yaratma potansiyeli taşıyor. Bu kazanımlar yalnızca çevresel kaygılarla değil, stratejik öngörüyle yürütülmesi gereken öncül adımlar olarak değerlendirilmelidir. Ülkemizde cevher kaynaklarının sınırlı olması, **kent madenciliği** yaklaşımını daha da kıymetli kılıyor. Kullanım ömrünü tamamlamış bataryalardan elde edilecek kritik

hammadeler hem ikincil üretimlerde girdi olarak değerlendirilebilir hem de doğrudan ekonomik değere dönüşebilir. Bu da **Türkiye'yi yalnızca tüketici değil, hammadde tedarikinde küresel rekabetin bir oyuncusu haline getirebilir.**

Dikkat çeken ve giderek daha fazla önem kazanan bir diğer alan ise ikincil batarya kullanımı —yani ömrünü tamamlamış bataryaların enerji şebekeleri, acil durum sistemleri veya mikro şebekelerde yeniden değerlendirilmesi— uygulama alanlarının en efektif şekilde kullanılması Avrupa Birliği'nin Batarya Regülasyonu ile artık yasal bir gereklilik. Bu süreci ya Geri Dönüşüm ya Batarya ikincil kullanım olarak açıklayabiliriz. Ancak bu modelin ekonomik olarak uygulanabilir hale gelmesi hâlâ birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de başlangıç seviyesinde. Geri dönüşümden sağlanacak ikincil hammaddeler ile ikincil kullanımdan elde edilecek ekonomik faydaların, bütüncül ve sürdürülebilir bir **tekno-ekonomik çerçevede** buluşturulması uygulama alanına ve yöntemine karar verilmesi açısından önemli bir ihtiyaç.



“Kullanım ömrünü tamamlamış bataryalardan elde edilecek kritik hammaddeler hem ikincil üretimlerde girdi olarak değerlendirilebilir hem de doğrudan ekonomik değere dönüşebilir. Bu da Türkiye'yi yalnızca tüketici değil, hammadde tedarikinde küresel rekabetin bir oyuncusu haline getirebilir.”

Geleceğin Bataryaya Ekosisteminde Var Olmak için Uçtan Uca bir Değer Zinciri Gerekliyor

Buyapının oluşabilmesi için sadece mevzuat yeterli değil; **ölçeklenebilir uygulamalar, erişilebilir ve yönetilebilir batarya havuzu, standartlaştırılmış güvenlik testleri ve açık veri paylaşımını** destekleyen bir ekosistem gerekiyor. Türkiye'nin bu alandaki potansiyeli yüksek olsa da büyüme ancak bu alanlarda **örnek projeler, zorunlu ya da belirleyici standartlar ve farkındalık çalışmaları** ile mümkün olacak. Bugün alınacak yapısal kararlar, yarının enerji sistemlerinin ne kadar dayanıklı ve sürdürülebilir olacağını doğrudan belirleyecek.

Bu nedenle ülkemizde, yalnızca batarya üreten değil; bataryaya ve içindeki cevhere ikinci bir yaşam veren bir ülke olma yolunda ilerlemelidir. Bu vizyonun hayata geçebilmesi için geri dönüşüm sektörünün temel sorunlarına yönelik yapısal adımlar atılmalı, özel toplama ağları kurulmalı ve yasal sorumluluklar netleştirilmelidir. Özellikle sektörde yaşanan temel sorunların aşılması bu yapının kurulması için belirleyici olacaktır. Toplayıcılık faaliyetlerinde yaşanan düzensizlik, atıl batarya depolama sorumluluğu, ürün tabini, dijital bataryaya yönetim süreçlerinin kurgulanması bu dönüşümün önündeki en kritik darboğazlardan biri olarak dikkat çekmektedir. Bu zinciri ekosistem olarak tamamlayabilirsek, yalnızca bugünü değil, geleceği de şekillendiren ülkeler arasında yerimizi alabiliriz. Unutmayalım ki: **“Kaynakların sınırlı olduğu bir dünyada, sınırsız olan düşünme ve dönüştürme yeteneğimizdir.”** Bu yeteneği harekete geçirmek, yalnızca bugünün değil, geleceğin de sorumluluğudur.

GELECEĞİN ENERJİSİ BATARYADA GİZLİ: TÜRKİYE, LİTYUM SÜLFÜR YARIŞINDA ÖNE ÇIKABİLİR



DAMLA EROĞLU PALA
Boğaziçi Üniversitesi
Kimya Mühendisliği Bölümü
Öğretim Üyesi

RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

Küresel ölçekte enerji dönüşümü, yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik bir zorunluluk halini aldı. Ulaşımda fosil yakıtlardan uzaklaşma, yenilenebilir kaynakların sürekliliğini sağlama ve karbon ayak izini azaltma hedefleri, bugün enerji depolama çözümlerine her zamankinden daha fazla ihtiyaç duyulmasına neden oluyor. Bu alanda öne çıkan teknolojilerden biri ise, yüksek enerji yoğunluğu, düşük maliyeti ve çevre dostu yapısıyla dikkat çeken lityum-sülfür bataryalar. Peki bu yenilikçi bataryalar gerçekten enerji sorununa kalıcı bir çözüm sunabilir mi? Bu sorunun cevabını, kariyerini batarya teknolojilerine adanmış, ABD'de prestijli kurumlarda yürüttüğü araştırmalarla adından söz ettiren ve 2022 yılında L'Oréal-UNESCO "Bilim Kadınları İçin" ödülüne layık görülen Boğaziçi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi **Doç. Dr. Damla Eroğlu Pala** ile yaptığımız bu özel röportajda arıyoruz.

"Yüksek enerji yoğunluğu ve düşük maliyete sahip bataryaların geliştirilmesi, çağımızın enerji sorununu çözmede kritik bir rol oynamaktadır"

İklim teknolojileri neredeyse tüm ülkelerin öncelikli gündem maddesi olarak yer alıyor. Bu bir mecburiyet ancak aynı zamanda da bir fırsatlar bütünü. Sizi bu çalışma alanına iten ne oldu? Nasıl bir merakla ya da motivasyonla enerji, batarya konusunda uzmanlaşmaya kararını verdiniz?

ABD'de Columbia Üniversitesi'nde doktora çalışmalarımı sürdürürken ilk olarak General Electric ve New York Eyaleti Enerji Araştırma ve Geliştirme Kurumu (NYSERDA) tarafından desteklenen bir projede görev aldım. Bu projede, şarj edilebilir sodyum-demir klorür bataryası için kritik bir degradasyon mekanizmasını göz önünde bulunduran bir model geliştirdim. Batarya teknolojilerine olan ilgim ve altyapım ilk olarak bu projede başladı. Doktoram sırasında bu projeden sonra ise Boeing şirketi tarafından desteklenen bir projede uçaklarda korozyon rezistansı için kullanılan krom ve kadmiyum bazlı kaplamalara çevre dostu bir alternatif olan nikel-seramik kompozit kaplamaların elektrodpozisyon yöntemiyle üretilmesi üzerine yoğunlaştım. Bu projenin de çevresel sürdürülebilirlik ve endüstriyel uygulama yönleri yüksekti fakat beni asıl heyecanlandıran konunun batarya teknolojileri olduğunu anladım. Dolayısıyla, doktora sonrası çalışmalarımı ABD'de batarya teknolojileri konusunda öncü olan Argonne Ulusal Laboratuvarı'nda yapmaya karar verdim. Buradaki araştırmalarım elektrikli arabalarda kullanılmak amacıyla geliştirilen şarj edilebilir bataryaların tekno-ekonomik modellemesi üzerineydi. Buradaki araştırmalarım sırasında ABD Enerji Bakanlığı'nın desteklediği, 14 farklı kuruluşun oluştuğu ve batarya konusunda dünyaca ünlü uzmanların yer aldığı bir merkez olan "Joint Center for Energy Storage Research (JCESR)" projesinde görev aldım. Bu kadar kapsamlı ve disiplinlerarası bir projede çalışmak hem bataryalar konusundaki teknik deneyimimi oldukça arttırdı hem de bana bu alanın en önde gelen bilim insanlarıyla beraber çalışma olanağı sağladı. Şarj edilebilir bataryaların elektrikli arabalarda kullanılması hem karbon emisyonlarını hafifletecek hem de benzine olan bağımlılığı azaltacaktır. Buna ek olarak şarj edilebilir bataryalar akıllı şebekelerde kullanıldığında, güneş ve rüzgar gibi sürdürülebilir enerji kaynaklarından daha etkili bir biçimde yararlanılabilecektir. Bu sebeple yüksek enerji yoğunluğu ve düşük maliyete sahip bataryaların geliştirilmesi, çağımızın enerji sorununu çözmede kritik bir rol oynamaktadır. Çevresel, sosyal ve toplumsal etkisi oldukça güçlü olan bu konuda araştırma yapmak beni oldukça mutlu ediyor.

2022 yılında L'Oréal-UNESCO "Bilim Kadınları İçin" Programı'nda Fiziki Bilimler dalında ödül aldınız. Yüksek enerjiye sahip ve daha uzun süre çalışabilen lityum-sülfür bataryalar geliştirme sürecinde çalışıyor ve karbon emisyonlarını ve benzine olan bağımlılığı azaltmayı hedefliyorsunuz. Bu alanda dünyada ve Türkiye'de çalışmalar nasıl ilerliyor?

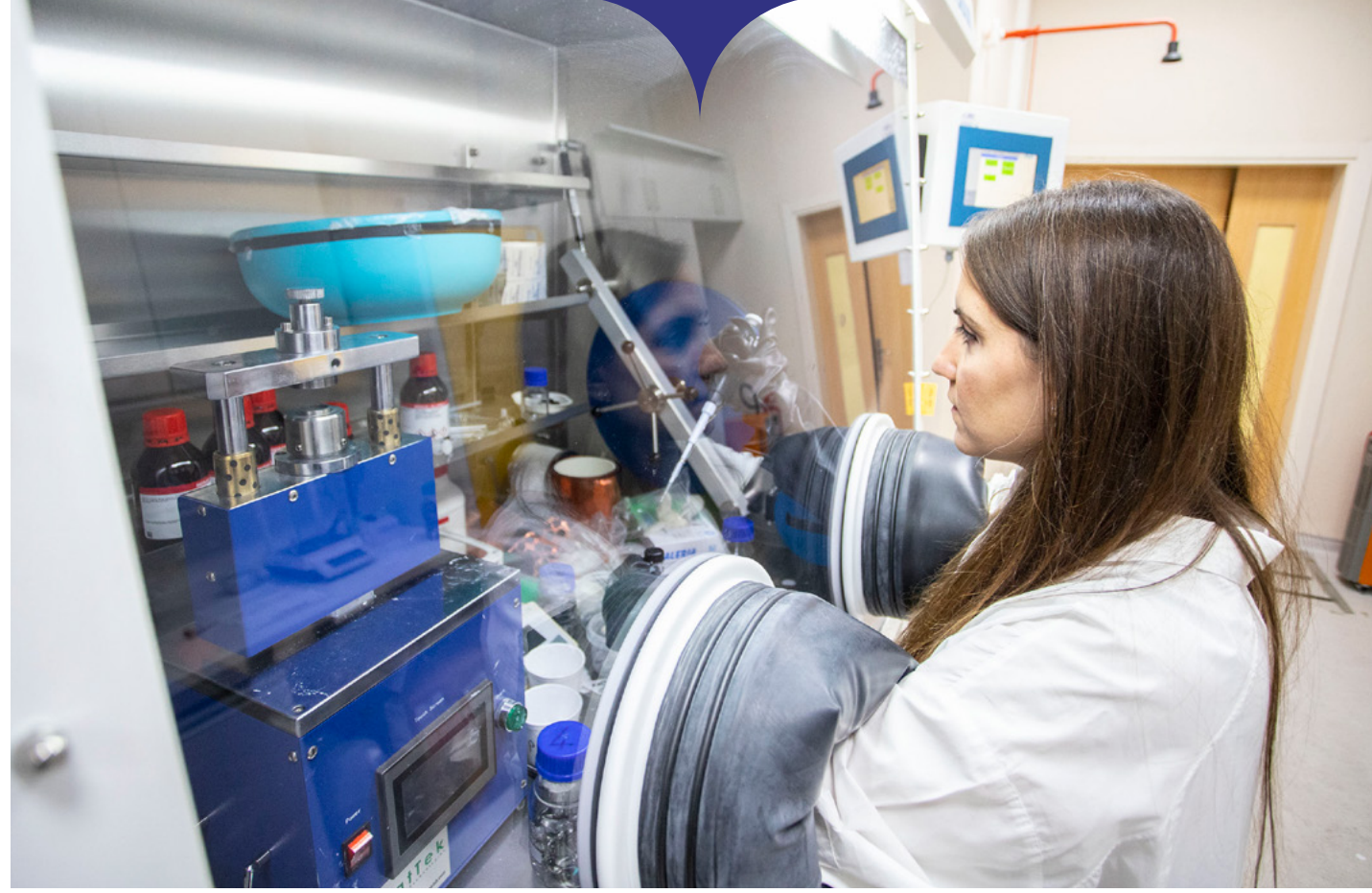
Elektrikli arabalarda ve akıllı şebekelerde kullanılmak üzere yüksek enerji yoğunluğuna sahip, düşük maliyetli şarj edilebilir bataryalar geliştirilmesinde, lityum-sülfür bataryalar sülfürün yüksek özgül kapasitesi, ucuzluğu, doğada bol miktarda bulunması ve toksik olmaması sebebiyle son yıllarda büyük önem kazandı. Lityum-sülfür bataryalar günümüzde yaygın olarak kullanılan lityum-iyon bataryaların yaklaşık beş katı teorik özgül enerjiye sahip. Fakat, lityum-sülfür bataryaların enerji yoğunluğu ve döngü ömürleri kısıtlı. Dolayısıyla, lityum-sülfür bataryaların enerji yoğunluğu ve döngü ömrünü arttırmaya odaklanan araştırmalar dünyada oldukça hızlı ilerliyor. Literatürde son on senedeki araştırmalar incelendiğinde, post lityum-iyon batarya kimyaları arasında en fazla araştırma odağı alan teknolojinin lityum-sülfür olduğu görülüyor. Buna ek olarak, dünyada bu konuda kurulan start-up'lar da teknolojinin hızla ilerleyeceğine işaret ediyor. ABD kaynaklı Lyten, uygun fiyatlı elektrikli araç bataryalarını desteklemek ve kritik hammaddelere bağımlılığı azaltmak amacıyla Nevada'da 1 milyar dolarlık bir lityum-sülfür batarya gigafabrikası kurmayı planlıyor. Stellantis, ticari elektrikli araç kullanımını hedefleyen lityum-sülfür bataryalarının geliştirilmesi için Zeta Energy ile iş birliği yaptı. Hedefleri arasında daha düşük maliyet, azaltılmış ağırlık ve daha hızlı şarj yer alıyor. Molibden disülfid ile stabilize edilmiş sülfür katotları kullanan Cambridge Üniversitesi kaynaklı bir girişim olan Molyon ise robotik ve drone'lara yönelik hücreleri geliştirmek için yakın zamanda 4.3 milyon avro topladı. Türkiye'de de benzer şekilde lityum-sülfür bataryalar ile ilgili araştırmalar özellikle son yıllarda arttı. Biz de yakın zamanda Boğaziçi Üniversitesi ve Marmara Üniversitesi olarak yaptığımız akademik iş birliği sonucu Doç. Dr. Mustafa Şengör, Dr. Ayşegül Kılıç ve Fatih Altun ile birlikte TÜBİTAK BİGG desteği alarak SpinCell Teknoloji isimli bir start-up kurduk. Burada amacımız akademik çalışmalarımızı ürüne dönüştürerek yüksek enerji yoğunluğuna sahip lityum-sülfür bataryalar üretmek.

Türkiye’de bu tür ileri enerji teknolojileri, yeni enerji depolama malzemeleri üzerine çalışan araştırmacıların karşılaştığı fırsatlar ve kısıtlar hakkında ne düşünüyorsunuz?

Türkiye’de karşılaşılan fırsatlar olarak şunları sayabilirim: akademide farklı alanlarda bilim insanlarının iş birliği yapabilmesi ve akademi-sanayi iş birliği için uygun zeminlerin yaratılması. Yeni nesil enerji teknolojilerinin geliştirilmesi için disiplinlerarası bir yaklaşım oldukça önemli. Örneğin, batarya sistemlerinde kimya, fizik, malzeme mühendisliği, kimya mühendisliği ve makine mühendisliği gibi birçok farklı alanın katkısı gerekmekte. Benzer şekilde, bu teknolojilerin ticarileşebilmesi için enerji yoğunluğu ve fiyat gibi belirleyici performans ölçütlerinde endüstrinin katkısı oldukça kritik. Türkiye’de bu iş birliği mekanizmalarının iyi işlediğini düşünmekteyim. Bilim ve teknolojiye karşılaştığımız en önemli kısıt olarak ise teçhizat ve kimyasal alımlarında karşılaştığımız bütçe ve termin süreleri problemlerini sayabilirim.

Karbon nötr bir geleceğe ulaşmak için enerji depolama teknolojilerinde nasıl bir dönüşüm görüyorsunuz? Lityum-sülfür bataryaların bu dönüşümdeki rolünü nasıl tanımlarsınız?

Enerji depolama teknolojileri karbon nötr bir geleceğe ulaşmak için oldukça kritik. Öncelikle bataryaların elektrikli arabalarda kullanılabilmesi karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltacak çünkü enerji ihtiyacının yaklaşık üçte biri ulaşımdan kaynaklanmakta. Buna ek olarak, güneş ve rüzgar enerjisinin etkili bir biçimde depolanması enerji üretiminin önemli bir kısmının sürdürülebilir enerji kaynaklarından elde edilmesine olanak sağlayacak. Fakat bunun için mutlaka yüksek enerji yoğunluğuna ve düşük fiyata sahip batarya teknolojilerinin geliştirilmesi gerekli. Lityum-sülfür bataryalar sülfürün yüksek özgül kapasitesi, ucuzluğu, doğada bol miktarda bulunması ve toksik olmaması sebebiyle burada önem kazanıyor. Buna ek olarak, lityum-sülfür bataryalarda katotta aktif madde olarak sülfür kullanılmakta. Sülfür Türkiye’de bol bulunan ve maliyeti düşük bir malzeme. Dolayısıyla döngü ömrü ile ilgili sorunlar çözüldüğü takdirde lityum-sülfür bataryaların, alternatifleri lityum-iyon bataryalara kıyasla Türkiye’de üretilmesi daha kolay olacaktır.

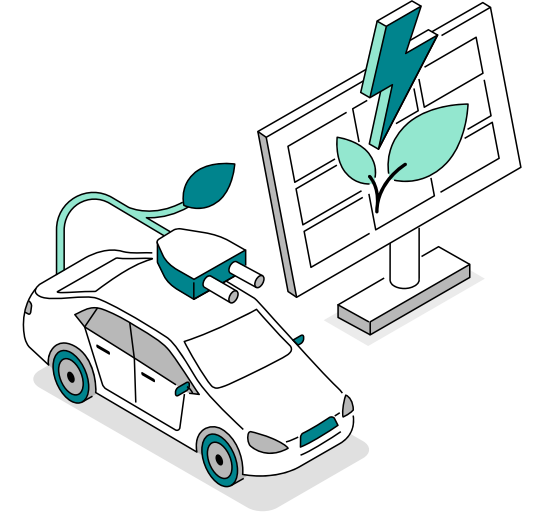


Döngü Ömürleri ve Enerji Yoğunlukları İstenilen Ölçüde değil

Son dönemde, lityum polisülfidlerin çözünmesi sorununu çözmek amacıyla hibrit polimer ağ yapılı katotlar gibi yenilikçi malzeme tasarımları önerildiğini görüyoruz. Bu tür tasarımlar, bataryaların döngüsel stabilitesini nasıl iyileştiriyor ve enerji yoğunluğunu nasıl artırıyor?

Lityum-sülfür bataryaların ticarileşmesi önündeki en büyük engel döngü ömürleri ve enerji yoğunluklarının istenilen ölçüde olmaması. Bunun sebepleri şu şekilde açıklanabilir. Öncelikle hem sülfür hem de oluşan ürün lityum sülfidin yalıtkan katılar olması sebebiyle, bu maddelerin katotta çökmesi elektronik iletkenliği azaltmakta ve reaksiyon yüzeyini pasife ederek aktif madde kullanımını sınırlamakta. İkinci olarak, şarj sırasında katotta oluşan reaksiyon ara ürünü çözünür polisülfidler anoda taşınmakta, burada lityum metaliyle tepkimeye girerek ya anot yüzeyinde

çökelmekte ya da geri katoda taşınmakta. Bu polisülfid mekik mekanizması, lityum-sülfür bataryaların Kulombik verimini ciddi ölçüde azaltarak, self deşarja ve anot yüzeyinin aşınmasına yol açmakta. Bunlara ek olarak anotta kullanılan lityum metalinin yüzey morfolojisi döngüyle değişmekte, aktif yüzey alanının artması elektrolitle gerçekleşen yan reaksiyonları hızlandırmakta. Bu istenmeyen reaksiyonlar hücrede hem lityum metalini hem de elektroliti tüketmekte. Bu sayılan mekanizmalar lityum-sülfür bataryaların hızlı kapasite kaybına uğramasına ve döngü ömrünün ciddi oranda azalmasına neden olmakta. Buna ek olarak, sayılan bu mekanizmaları engellemek adına hücre tasarımında çok yüksek miktarda elektrolit ve karbon kullanılmakta; halbuki, inaktif malzeme miktarının artması enerji yoğunluğunu önemli ölçüde düşürmekte. Son yıllardaki araştırmalar bize lityum-sülfür bataryaların enerji yoğunluğu ve döngü ömrünün arttırılması için en önemli yaklaşımın yenilikçi malzeme tasarımı olduğunu gösteriyor. Hem



“Ekonomik olarak en büyük engel ise teknoloji bilgi-birikimi ve hammaddeler için dışa bağımlı olmak. Günümüzde Türkiye’de hücre üretimine başlandı, fakat teknolojiyi Türkiye’de üretmediğimiz sürece ekonomik engelleri aşamayacağımızı düşünmekteyim.

katot için karbon ve benzeri iletken malzeme tasarımı hem de elektrolit tasarımı en yaygın yaklaşımlar. Yenilikçi katot malzeme tasarımı sonucunda hem katodun elektronik iletkenliği ve yüzey alanı arttırılmakta hem de elektrolitte çözünen polisülfidler hapsedilerek anoda kaçmaları engellenmekte. Bunun yanı sıra, katoda çok daha yüksek miktarlarda sülfür yüklemesi yapılabilmekte ve döngü sırasında meydana gelen hacim değişimleri engellenebilmekte. Benzer şekilde, yenilikçi elektrolit tasarımlarıyla birlikte lityum metalin döngülenmesinde daha yüksek Kulombik verimler sağlamakta, pil güvenliğini arttırılmakta ve polisülfid mekik mekanizması bastırılmakta. Bizim de son zamanlarda devam eden deneysel çalışmalarımız, elektrolit ve katot tasarımına odaklanmış durumda. Örneğin, sülfolan ve iyonik sıvı elektrolitler ve metal-organik-kafes bazlı, vanadyum- ve kobalt-modifiye Ketjen Siyahı bazlı, titanyum disülfid bazlı ve elektrodpozisyonla üretilmiş nikel-sülfür katotlarla lityum-sülfür pillerin geliştirilmesi üzerine çalışıyoruz.

Bataryaların önündeki ekonomik engel

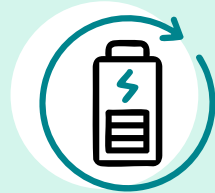
Günümüzde, lityum sülfür bataryaların ticari üretimi sınırlıdır. Bu bataryaların seri üretime geçebilmesi için hangi teknik ve ekonomik engellerin aşılması gerektiğini ve bu süreçte karşılaşılan zorlukları nasıl değerlendiriyorsunuz?

Lityum-sülfür bataryaların yaygın kullanımı için uygulanabilir enerji yoğunluğu ve döngü ömrünün artırılması şart. Lityum-sülfür bataryalarda malzeme ve hücre tasarımı batarya performansı açısından kritik bir öneme sahip. Dolayısıyla lityum-sülfür bataryalarda malzeme ve katot tasarımının hücre- ve sistem-düzeyi performansla bağlantılarının derinlemesine incelenmesi bu pillerin istenen düzeye ulaşması için oldukça önemli. Ekonomik olarak en büyük engel ise teknoloji bilgi-birikimi ve hammaddeler için dışa bağımlı olmak. Günümüzde Türkiye'de hücre üretimine başlandı, fakat teknolojiyi Türkiye'de üretmediğimiz sürece ekonomik engelleri aşamayacağımızı düşünmekteyim.

Bataryaların tasarımına ilişkin önemli öneriler

Lityum sülfür bataryaların gelecekteki gelişimiyle ilgili olarak, hangi yeni malzeme ve tasarım stratejilerinin bu bataryaların performansını daha da iyileştirebileceğini ve ticari başarı şansını artırabileceğini öngörüyorsunuz?

Bu bataryaların istenen düzeye ulaşması ancak materyal, hücre ve sistem düzeyindeki kritik faktörlerin ilişkilendirilmesi ile mümkün. Varolan literatür lityum-sülfür bataryaların kapasitesi ve döngü ömrünü artırmaya yoğunlaşmış durumda. Yüksek kapasite ve döngü ömrü bu bataryaların performansı açısından büyük önem taşımakta, fakat lityum-sülfür bataryaların günümüzün lityum-iyon pilleriyle yarışabilecek hale gelmesi için mutlaka enerji yoğunluğu da göz önüne alınarak tasarlanması gerekmektedir. Dolayısıyla, geliştirilecek bataryaların oldukça yüksek sülfür yükleme oranları ve düşük elektrolit miktarlarıyla tasarlanması şart. Burada yenilikçi elektrolit ve katot malzeme tasarımı bu bataryaların performansını iyileştirerek, ticari başarı şansını artıracaktır. Son zamanlarda katı-hal elektrolitler, nano-karbon yapıya enkapsüle edilmiş sülfür katotlar, bağlayıcı ve akım toplayıcı içermeyen üç-boyutlu katotlar vb. tasarımlar en öne çıkan yaklaşımlar.



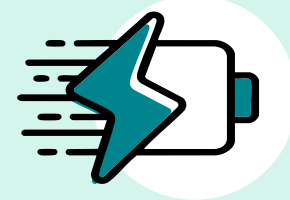
Avrupa'da büyük yatırımlar alıp piyasadan çekilen yeni nesil batarya üreticileri olduğunu biliyoruz. Türkiye'de de bu alanda yatırımlar var sizce bu sürecin pozitif ilerlemesi için biz ne yapmalıyız? Sürdürülebilir batarya teknolojisi için neler yapılmalı?

Yeni-nesil batarya teknolojilerinin geliştirilmesi için hem akademiye disiplinlerarası iş birlikleri hem de akademi-endüstri iş birlikleri oldukça önemli. Bataryalarda birçok kimyasal ve elektrokimyasal süreç eş zamanlı olarak meydana geliyor. Dolayısıyla, yeni nesil bataryaların geliştirilmesinde akademiye disiplinlerarası bir yaklaşım oldukça önem kazanıyor. Bununla beraber, bir teknolojinin sürdürülebilir olabilmesi için endüstrinin katkısı oldukça kritik. Endüstride uzun vadeli bir yaklaşımla yalnızca şu an ticari olan batarya sistemlerine değil, önümüzdeki on yıl içinde ticarileşmesi muhtemel olan yeni-nesil kimyalara araştırma yatırımı yapılmalı.



Erken aşama teknolojilerin ticari ölçeği geçmesi sürecinde Avrupa, Asya ve Türkiye'yi karşılaştırdığınızda biz neleri iyi yapıyor neleri daha iyi yapabilir?

Türkiye'nin mutlaka geleceğin post lityum-iyon teknolojilerine önemli bir araştırma yatırımı yapması gerekli. Lityum-iyon bataryaların ticarileşmesi konusunda Avrupa ve Türkiye geride kaldı. Halbuki, yeni ticarileşmiş veya henüz ticarileşmemiş teknolojilerde öne çıkma şansımız daha olası. Örneğin, sodyum-iyon bataryalar lityum-iyon teknolojisini takip eden ve yeni ticarileşmeye başlayan bir teknoloji. Türkiye burada önemli bir rol oynayabilir. Benzer şekilde, yeni-nesil lityum-sülfür bataryalarını hem akademinin hem de endüstrinin araştırma odağına alması gerektiğini düşünüyorum.



Batarya teknolojisinde Çin sektörde piyasayı domine ediyor. Peki, bu süreçte Türkiye kendini nasıl var etmeli? Yeni teknolojiler yarışında nasıl konumlanmalı?

Burada en önemli husus, bataryaların kritik hammaddelerinde dışa bağımlılığı azaltmak. Ancak bu sayede rekabet edilebilir. Örneğin, lityum-iyon bataryalarda hem anottaki aktif malzeme lityum metali hem de katottaki metal oksitlerdeki nikel, kobalt, mangan gibi metaller için ciddi bir dışa bağımlılık söz konusu. Bu kritik hammaddelerin Türkiye'de elde edilebilmesi önemli bir fark yaratacaktır. Buna ek olarak, geleceğin post lityum-iyon teknolojilerine önemli bir araştırma yatırımı yapılması gerekli. Henüz ticarileşmemiş teknolojilerde öne çıkma şansımız daha olası.

YATIRIMCI BAKIŞIYLA: GİRİŞİM SUNUMLARINDA SIK YAPILAN HATALAR



SELİN AFŞAROĞLU DERİNÖZ
Teknoloji Yatırım A.Ş.
Associate



AYÇA UYANIK
Teknoloji Yatırım A.Ş.
Yatırım Analisti

Girişimcilerin, pitch deck olarak adlandırılan yatırımcı sunumlarını sunarken zaman zaman, yatırımcıların kafasında soru işaretleri oluşturabilecek ifadeler yer verdiklerini ya da kritik bazı bilgilere hiç değinmediklerini gözlemliyoruz. Bu durum, sunumu dinleyen yatırımcıların gözünde kurucu ekibin fazla iyimser ya da yeterince tecrübeli olmadığı yönünde bir izlenimin oluşurabiliyor.

Yatırımcıların sıkça karşılaştığı bu durumları dört ana başlık altında topladık. Bu başlıklar tamamen yeni olmasa da söz konusu hataların yatırımcı tarafından nasıl algılandığını ortaya koyarak girişimcilere farklı bir bakış açısı kazandırmayı hedefledik. Umarız bu değerlendirmeler, özellikle erken aşama girişimler için yatırımcı sunumlarını geliştirirken yol gösterici olur.

1. Global Pazar Açılım Gerçekliklerinin Yeterince Araştırılmaması

Pek çok girişimci daha büyük pazarlara erişmek, döviz bazlı gelir elde etmek, Türkiye'deki tahsilat zorlukları veya müşteriye özel teknik geliştirme talepleri gibi sıklıkla karşılaşılan büyümeyi geciktirici engellerden kurtulmak adına yurt dışına açılmayı hedeflemekte. Bu durum, kuruluş yapısı itibarıyla yatırım kısıtı yaşamayan pek çok yatırımcı için de oldukça değerli bir hedef olmakla birlikte bu hedefin, yatırımcı sunumlarında verilerle desteklenmeden kısaca sunulması, önemli bir fırsatın yeterince anlatılamamasına ve hatta zaman zaman yatırımcı gözünde girişimin gerçekliği konusunda soru

işaretleri doğurmasına neden olabilmekte. Hangi pazara neden girilmek istendiği, bu pazarın seçilme sebebi, nasıl bir pazara giriş stratejisinin benimseneceği, hedef müşteri segmentleri, kullanılacak dağıtım kanalları, bu süreci yürütecek ekip yapısı gibi konuların nasıl şekillendirileceği net biçimde ifade edilmediği ve follow-up sorularda da aktarılmadığı takdirde yatırımcı, bu başlıkların girişim tarafından henüz netleştirilmediğini düşünebilir. Bu da yatırıma strateji oluşmadan çıkıldığı ve yapılacak yatırımın yanlış pazarda çoklanamayacak bir go-to-market (GTM) stratejisine veya operasyonel giderler gibi farklı başka kanallara harcanacağı algısı yaratabilmektedir.

Girişimcilerin, hangi coğrafyalara ve bu coğrafyalardaki hangi ülkelere açılmak istediklerini verilerle gerekçelendirmeleri yatırımcının da girişimcinin hedeflerini daha net anlamasını sağlamaktadır. Bu gerekçeler yatırımcının gözünde girişimcinin pazardaki dil, kültürel farklılıklar, regülasyonlar, yasal altyapı, rekabet durumu gibi hedef pazardaki birçok faktörün ve çeşitli olası bariyerlerin analiz edildiğini göstermekte; müşteri davranışları, satış döngüleri, yerel iş yapış şekilleri, yerel ekip ya da iş ortaklıklarıyla çalışılıp çalışılmayacağı, hedef pazarda şirketleşmeye ihtiyaç olup olmadığı veya o pazardaki yatırımcıların beklentilerinin bilinip bilinmediği gibi konuların da göz önünde bulundurularak pazar stratejisinin şekillendirildiği izlenimini vermektedir.

Ayrıca girişimcilerin, hedef pazarlardaki rakiplerin ve rakiplerden nasıl farklılaşılacağına analiz edilip edilmediği, ürünün gerçekten o pazarda talep görüp görmeyeceğine dair erken sinyallerin alınıp alınmadığının aktarılması da yatırımcılar için kritik olmaktadır. Bu doğrultuda hedef pazardaki potansiyel müşterilerle görüşmeler yapılarak alınan geri bildirimlerin paylaşılması, ürünün neden ve nasıl tercih edileceğine dair ciddi bir hazırlık yapıldığını göstermektedir.

Yurt dışına açılmak isteyen her girişimci için bu yolculuk heyecan verici olabilir, ancak yatırımcılar bu hedefin sadece bir niyet beyanı olmadığını görmek istemektedir. Zira yatırımcılar, her gün benzer hedeflerle yatırım arayan girişimlerle karşılaşmakta, kendi portföy şirketlerinden globale açılmaya çalışan girişimlerin zorlu mücadelelerine şahit olmakta ve ne yazık ki detaylı stratejisi olmayan girişimlerin hızlı şekilde para yaktığına da pek çok kez tanık olmaktadır. Elbette süreç içerisinde belirlenen hedef pazar(lar) değişebilir veya aynı hedef pazarda yeni bir stratejiye ihtiyaç duyulabilir. Ancak yatırımcılar için esas önemli olan şey kurucu ekibin, bu tür değişkenlere karşı çevik ve bilinçli bir şekilde yeni bir strateji kurgulayabilecek esnekliğe ve vizyona sahip olduğunu gösterebilmesidir.

2. Global Pazarlarda Gelir Beklentilerinin Gerçekçi Planlanmaması

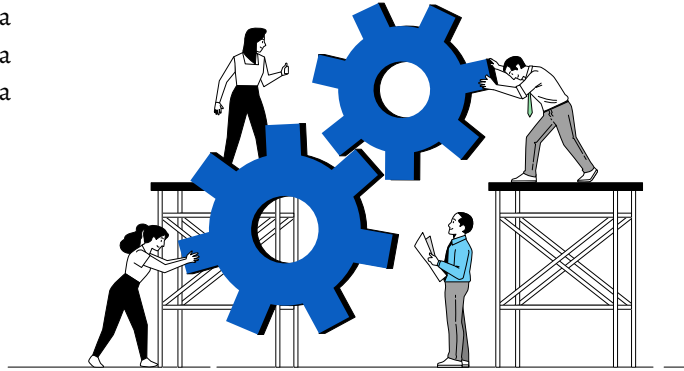
Kurucuların potansiyel müşterilerle yapılmış görüşmelere, ürün hakkında alınan geri bildirimlere, pazardaki kullanıcı davranışlarının analizine, pipeline oluşturulup oluşturulmadığına ve pazarda rakip ürün(ler) mevcut ise rakipleri kullanan müşterilerin yeni bir ürüne geçiş ihtimalinin analizine dayandırılarak global ciro projeksiyonlarını gerekçelendirmesi, şirketin hedeflerinin daha iyi anlaşılmasında ve girişimcinin hedef coğrafyalarına dair bilgi toplama, anlamlandırma ve strateji geliştirme sürecine ne kadar vakıf olduğunu göstermesinde büyük önem arz etmektedir. Öte yandan pek çok girişimcinin, hedef global pazarlarda daha hiç müşteri görüşmesi yapmadan veya ürünle ilgili herhangi bir PoC gerçekleştirilmeden, kısa bir zaman içinde üstlü büyüyerek çok yüksek ciro hedefleri ortaya koyması, finansal projeksiyonlarının inandırıcılığını azaltmaktadır.

Yatırımcılar kısa sürede büyük ciro projeksiyonları görmekten çok, pazara uyum sağlamayı başaran, sahadan edindiği verilerle strateji geliştiren ve sürdürülebilir büyümeye odaklanan ekipleri desteklemeye daha sıcak bakmaktadır. Yeni pazarlarda kullanıcı davranışlarını anlamak, satış kanallarını oturtmak ve ürün-pazar uyumunu yakalamak zaman aldığı ve yatırım sonrasındaki ilk dönemlerin çoğu zaman “gelir yaratma” değil, “öğrenme ve adapte olma” dönemi olduğutaraflarcabilindiği için global pazarlarda gelir projeksiyonları yapılırken, iyimserliğin yanında ayakları yere basan ve veriye dayalı planlamalarla ilerlenmesi, yatırımcının güvenini kazanmak adına kritik bir adım olduğu düşünülmektedir.

3. Müşteri Taleplerinin Anlaşılmadan Ürün Geliştirmeye Gereğinden Fazla Kaynak Ayrılması

Girişimcilerin sıklıkla yaptığı kritik hatalardan birinin de ürünlerini pazara sunmadan önce “mükemmel hale getirmeye” çalışarak uzun süre ve yüksek maliyetle geliştirme sürecine odaklanmaları olduğunu gözlemlemekteyiz. Ancak, ürünün fonksiyonları ne kadar gelişmiş olursa olsun, eğer hedef kitlenin gerçek bir ihtiyacını karşılamıyorsa veya pazarın dinamiklerine uymuyorsa, bu çaba çoğu zaman ticarileşmede şirkete yardımcı olmamaktadır. Bu nedenle hedeflenen müşterileri segmenti ve pazarın gerçekten neye ihtiyaç duyduğunu erken aşamada anlamak önem arz etmektedir. Pazar ihtiyacını anlamak için de mümkün olan en erken aşamada MVP (Minimum viable product) ürünün gerçek kullanıcılarla buluşturulması, mümkünse potansiyel müşteri geri bildirimleriyle ürünlerdeki işe yarayan ve geliştirme gereken hususların somut verilerle görülerek ürünün şekillendirilmesi tavsiye edilmektedir.

Sahaya inerek, müşterilerle birebir görüşmeler yaparak ve kullanıcı geri bildirimlerini toplayarak ürün geliştirme sürecinin devam ettirilmesi ürünün ticarileşme sürecinin de paralel olarak başlatılmasını sağlamakta, girişimin hem zaman hem de bütçe açısından daha verimli hareket etmesine olanak tanımakta, pazarın ürüne vereceği tepki anlaşılmadan geliştirme süreçlerine ciddi kaynaklar ayrılmasının da önüne geçmesine yardımcı olmaktadır.



“Yatırımcılar kısa sürede büyük ciro projeksiyonları görmekten çok, pazara uyum sağlamayı başaran, sahadan edindiği verilerle strateji geliştiren ve sürdürülebilir büyümeye odaklanan ekipleri desteklemeye daha sıcak bakmaktadır.”

4. Ekibin Verimsiz ve Hızlı Büyütülmesi

Yatırım aldıktan sonra birçok girişimci, ekibi büyütmenin hızlı ölçeklenmeye ulaşmanın en kısa ve en etkili yolu olduğuna inanmaktadır. Bu yaklaşım bazı durumlar için geçerli olsa da unutulmaması gereken önemli bir gerçek; her yeni işe alımın yalnızca bir maaş kalemi olmadığıdır. Her yeni işe alım aynı zamanda zaman, koordinasyon, onboarding, ekip içi iletişim ve yönetim sorumluluğu anlamına da gelmektedir. Kurucu ekibin zaman ve para gibi en önemli kaynaklarını doğru yönetmesi adına yatırım sonrasında ilk refleksin ekibin hızlı genişletilmesi yerine, şirketin gerçekten hangi alanlarda insan kaynağına ihtiyaç duyduğunun iyi analiz edilmesi, böylelikle olası yanlış işe alımlarının da önüne geçilmesi olması önerilmektedir.

Her bir pozisyon için bir KPI (anahtar performans göstergesi) tanımlamadan yapılan işe alımların, kısa sürede çoğunlukla sadece artan operasyonel giderlere (OPEX) ve verimsizliklere yol açarak aslında giderlerin gelirden daha hızlı bir şekilde artmasına neden olduğunu, bu durumun da şirketlerin “runway”ini, yani nakit akışıyla ayakta kalabileceği süreyi ciddi şekilde kısalttığına şahit olmaktadır. Ekip büyüklüğünün mevcut ve öngörülen ciro ile karşılaştırmalı olarak ele alınması ve optimal çalışan başına gelir metriğinin korunmasına yönelik çalışmaların, bu riski azalttığını, şirket kaynaklarının daha verimli yönetilmesini sağladığını ve hangi pozisyonların gerçekten kalıcı ve kritik olduğuna zaman içinde daha sağlıklı karar verilebilmesine imkân tanıdığını gözlemlemekteyiz.

Yatırımcıların aradığı şeyin kalabalık ekipler değil; doğru becerilere sahip kişilerle kurulan, yalın ama etkili organizasyonlar olduğunu, odaklı, verimli ve stratejik şekilde büyüyen ekiplerin yatırımcılara çok daha fazla güven verdiğini hatırlatmak isteriz.



TTGV KÜTÜPHANESİ

TTGV olarak, ekosistemdeki çeşitliliğin anlaşılmasını sağlamayı, “proaktif” biçimde teknoloji odaklı gündem oluşturmayı, farklı oyuncular ve uzmanlıkları bir araya getirmeyi, teknolojiyle ilgili yüksek etki yaratacak gerçek ihtiyaçları ortaya çıkarmayı amaçlıyoruz. Uzman kadromuz bu ana fikir ile kendi alanlarına dair literatürü ve son yıllarda yurtdışında çıkan kitapları inceleyerek verdiği dönüşlerle daha önce Türkçeye çevrilmemiş önemli kitapları belirliyor. Bu kıymetli eserleri Türkçeye kazandırmaktan mutluluk duyuyoruz.



AYŞENUR ATİK BİLEN
TTGV Program Asistanı

HIZ & ÖLÇEK: İKLİM KRİZİNİ HEMEN ÇÖZMEYE YÖNELİK BİR EYLEM PLANI

“Korkuyorum ve kızgıyım! Bu sorunu sizin nesliniz yarattı, düzeltmek de size düşüyor.” 15 yaşındaki bir çocuğun babasına yönelttiği bu söz, yalnızca kişisel bir uyarı değil; tüm liderlere, girişimcilere ve karar vericilere yapılmış güçlü bir çağrı aslında. John Doerr’in kaleme aldığı *Speed & Scale: An Action Plan for Solving Our Climate Crisis Now* (Hız ve Ölçek: İklim Krizini Hemen Çözmeye Yönelik Bir Eylem Planı), iklim krizinin kapsamını ve çözüm yollarını tüm boyutlarıyla masaya yatırıyor. TTGV olarak bu eseri Türkçeye kazandırmamızın temelinde ise çok net bir inanç yatıyor: İleri teknoloji kullanımı ve yenilikçi çözümler olmadan iklim krizi gibi küresel bir sorunla başa çıkmak mümkün değil. **İklim krizine karşı yalnızca fikirlerle değil, ölçülebilir ve kolektif eylemlerle karşılık verebiliriz.**

İklim değişikliği yalnızca çevre gündeminin değil; yatırım, teknoloji, girişimcilik, politika ve küresel güvenlik gündeminin de merkezinde. Ancak hala cevabını net olarak veremediğimiz temel bir soru var: **“Gerçek dönüşüm nasıl mümkün olacak?”**

Doerr’in yanıtı çok net:

Bir hedefiniz yoksa bir geleceğiniz de yoktur.



Hız & Ölçek, iklim krizini yönetmek için belirli, ulaşılabilir ve izlenebilir hedefleri ortaya koyuyor. 10 ana hedef ve 55 temel çıktıdan oluşan OKR (Objectives and Key Results) metodolojisi, 2050’ye kadar net sıfır emisyonu ulaşmayı bir temenni olmaktan çıkarıp, hedefe yönelik bir yol haritası ve uygulanabilir bir plan haline getiriyor. OKR, bu kitapta yalnızca bir yönetim aracı değil, bir “sistemik dönüşüm modeli” olarak sunuluyor.

Somut Hedefler ve Net Ölçütler

İklim değişikliğiyle mücadelede söze değil, veriye ve plana ihtiyaç var. Peki, net sıfır emisyon hedefi sadece bir ideal mi, yoksa ulaşılabilir bir yol haritası mı? Bu kitap, cevabını veriyor.

Kitapta tanımlanan her hedef, iklim krizinin temel dönüşüm alanlarına doğrudan temas ediyor. Ulaşımın elektrifikasyonu, şebekenin karbonsuzlaştırılması, gıda sistemlerinin iyileştirilmesi, doğanın korunması, sanayinin döngüleştirilmesi, karbonun uzaklaştırılması, yasal çerçevelerin güçlendirilmesi, toplumsal hareketlerin eyleme dönüştürülmesi, inovasyon ve finansal kaynakların harekete geçirilmesi...

Bu hedefler kulağa teknik çözümler gibi gelebilir, ama aslında çok daha fazlası; her biri birer **sorumluluk alanı, yatırım çağrısı ve kolektif bir görev**.

Hız & Ölçek, bu hedefler odağında yalnızca “**ne yapılmalı**” değil, “**nasıl ve ne kadar yapılmalı**” sorularına da cevap veriyor. Her başlık, küresel karbon emisyonlarını gigaton mertebesinde azaltmaya odaklı, ölçülebilir çıktılarla tanımlanmış. “*Strateji düzeyinde kalmayan; pratiğe dökülmeye hazır, şeffaf ve izlenebilir bir plan.*”

Bu yaklaşım, iklim hedeflerini yönetilebilir parçalara ayırıyor. Böylece hem politika yapıcılar hem özel sektör hem de toplumsal aktörler için sorumluluk alanları netleşiyor. Belirsizlik yerine netlik, temenni yerine eylem... Bu hedeflerin her biri yalnızca teknik bir çıktı değil; aynı zamanda bir sorumluluk alanı ve yatırım çağrısıdır.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı olarak 1991 yılından bu yana, teknoloji ve inovasyonun dönüştürücü gücü ile karmaşık problemlere etkin yenilikçi çözümler üretebilmek için bilimin, teknolojinin, arz ve talep taraflarındaki paydaşlarını bir araya getirerek kalıcı değişimler yaratmayı hedefliyoruz. İklim değişimi, sebepleri ve sonuçları ile birlikte, içinde yaşadığımız medeniyetin karşı karşıya olduğu karmaşık bir sorun olarak tanımlanıyor. Böylesine karmaşık bir sorunu doğru

çerçeveye yerleştirebilmeyi, çözümlere dair yönetilebilir ve izlenebilir hedefler koyabilmeyi son derece değerli buluyoruz. Yatırımcı bakış açısının salt finansal modeller ötesinde sunduğu imkân ve fırsatlar ile çözümleri eşleştirebilme aklının, probleme bütünsel bakabilme yeteneğinin bu anlamda kıymetli olduğunu düşünüyoruz. Yatırımcı, danışman ve yazar John Doerr’in kaleme aldığı *Speed & Scale: An Action Plan for Solving Our Climate Crisis Now* kitabının *Hız ve Ölçek: İklim Krizini Hemen Çözmeye Yönelik Bir Eylem Planı* ismiyle Türkçeye kazandırılmasıyla hem ülkemizdeki teknoloji ekosistemine hem de karar vericilere yenilikçi yaklaşımların yayılmasını sağlamayı hedefliyoruz. Sadece şirketlere veya kurumlara değil, bireylere de ilham kaynağı olacak bu çalışmanın, Türkiye’nin iklim hedeflerine ulaşmasına katkı sunacağına inanıyoruz.

Bu doğrultuda, Hız ve Ölçek yalnızca bir kitap değil; aynı zamanda bu sürecin düşünsel altyapısını güçlendiren ve harekete geçiren bir rehber niteliği taşıyor.

- **Veri temelli, uygulanabilir ve hesap verebilir bir plan öneriyor.**
- **İklim çözümlerini yenilikçi teknolojilerle destekliyor.**
- **Sadece hükümetlere değil, yatırımcılara, topluluklara ve bireylere de rol biçiyor.**
- **Türkiye gibi iklim riskleriyle karşı karşıya olan ülkeler için ilham verici bir yol haritası sunuyor.**

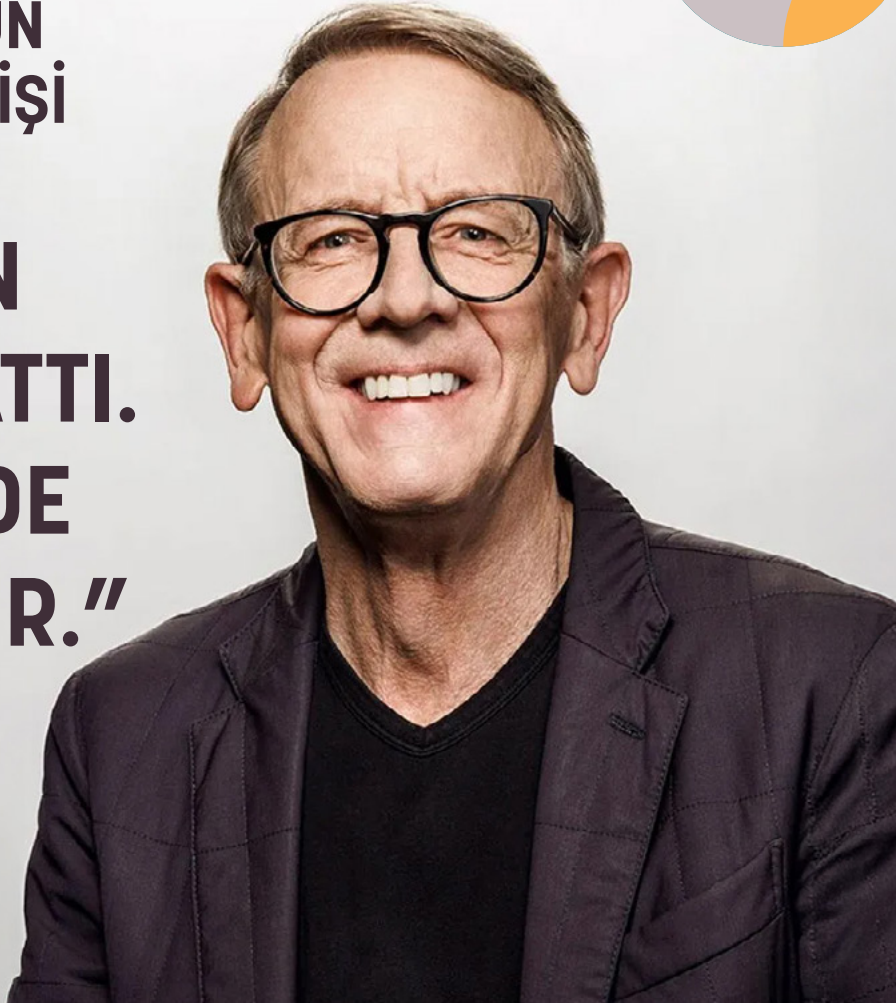
Doerr’in de vurguladığı gibi:

“Fikir bulmak kolaydır. Uygulama her şeydir.”

İçinde bulunduğumuz zaman dilimi, yalnızca iklimin değil, sorumluluk bilincimizin de test edildiği bir dönem. Ve bu test, harekete geçmeden geçilmiyor. **İklim krizini çözmek için elimizde artık pek çok araç, teknoloji ve model var. Eksik olan, bu çözümleri yalnızca bireysel çabalarla değil; kurumsal kararlarla, toplumsal sahiplenmeyle ve düzenleyici sistemlerle, hızla hayata geçirecek ortak bir irade.** TTGV olarak, bu küresel dönüşümün sadece bir tanığı değil, öncü bir aktörü olmaktan gurur duyuyoruz.

Bu kitabı dilimize kazandırırken, yalnızca bir metni çevirmekle kalmadık; bu sürecin arkasındaki bilgi birikimini, stratejik yaklaşımı ve harekete geçme motivasyonunu da yaygınlaştırmayı amaçladık. Hız & Ölçek kitabının, teknolojiyle sürdürülebilir bir geleceğe yürüyüşümüzde hepimize ilham kaynağı olmasını diliyoruz.

BİR KIZ ÇOCUĞUNUN BABASINA SESLENİŞİ İLE GELEN UYANIŞ “BUNU SENİN NESLİN YARATTI. DÜZELTMEK DE SİZE DÜŞÜYOR.”



JOHN DOERR
Yatırımcı, Yazar

RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

“Korkuyorum ve kızgınım. Baba bu sorunu senin neslin yarattı. Düzeltmek de size düşüyor.” Bu sözler dünyanın en etkili yatırımcılarından biri olarak tanınan **John Doerr**'a *Hız ve Ölçek: İklim Krizini Hemen Çözmeye Yönelik Bir Eylem Planı* (Speed & Scale: An Action Plan for Solving Our Climate Crisis Now) kitabını yazdırdı. Çünkü ABD Eski Başkanlarından Al Gore'un Uygunsuz Gerçek Belgesel'ini izledikten sonra - o zaman on beş yaşında olan - kızının yüzündeki korku, duygularını kendisine anlattı, iklim krizinin geleceğin değil, bugünün meselesi olduğunu düşünmesine neden oldu.

İklim krizini anlamaya, krizin çözümüne yönelik yatırımlar yapmaya karar vermesiyle birlikte konuyu araştırmaya, öğrenmeye ve etrafındakileri ikna etmeye çalışan Doerr ile TTGV tarafından Türkçeye kazandırılan kitabının fikir ve yazım sürecine dair konuştuk.

“İklim krizini çözmenin getireceği ekonomik fırsatlar yeterince vurgulanmıyor. Sonuçta, gezegeni kurtarmak onu yok etmekten daha ucuz.”

Bu kitabın çıkış noktası nedir?

Ailemi ve arkadaşlarımı 2006 yapımı, Al Gore'un iklim kriziyle ilgili belgeseli An Inconvenient Truth'un (Uygunsuz Gerçek) gösterimine götürdükten sonra, herkesin tepkilerini konuşmak üzere bir akşam yemeği organize ettim. Cumhuriyetçi arkadaşlarımdan bazıları, dünyanın ısınmasının insan kaynaklı olduğuna ikna olmamıştı. Ancak sıra kızıma geldiğinde bana doğrudan bakarak şöyle dedi: “Baba, korkuyorum ve kızgınım. Bu sorunu sizin nesliniz yarattı. Bunu düzeltmeniz gerek.”

Bu sözler beni derinden etkiledi. Daha fazlasını öğrenmeye, iklim krizini nasıl hafifletebileceğimi anlamaya ve bu çözümlere yatırım yapmaya karar verdim. İşte bu kitap o yolculuğun bir sonucu.

Net Bir Hedef ve Uygulanabilir Bir Eylem Plânı

Bu kitabın yazılma amacı nedir?

Şu anda yaptıklarımız yeterli değil. Bu durum, halihazırda elimizde bulunan çözümleri hızla ölçeklendirmemizi ve ihtiyaç duyduğumuz yeni çözümleri ivedilikle geliştirmemizi gerektiriyor. İklim hareketi bugüne kadar pek çok hedefe sahipti; ancak bu kitabın amacı, net bir hedefi olan uygulanabilir bir eylem planı ortaya koymak:

2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarını net sıfırda indirmek (ve 2030'a kadar bu hedefin yarısına ulaşmak).

Bu hedefe yönelik ilerlememizi OKR'lerle (Objectives and Key Results – Amaçlar ve Temel Sonuçlar) ölçmeliyiz. Kitabın temel amaçlarından biri de bu OKR'leri paylaşmaktır. Plan, bu hedefleri altı bileşenle tanımlar:

- Ulaşımı elektrikleştirmek: Benzinli araçlardan elektrikli araçlara geçiş
- Şebekeyi karbonsuzlaştırmak: Elektrikli fosil yakıtlar yerine rüzgar, güneş veya nükleer gibi kaynaklardan üretmek
- Gıdayı düzeltmek: Gıda israfını azaltmak, tarım sistemimizi iyileştirmek ve yüksek emisyonlu et ve süt ürünlerinin tüketimini azaltmak
- Doğayı korumak: Orman ve okyanus tahribatına karşı önleyici müdahalelerde bulunmak
- Sanayiye temizlemek: Üretim süreçlerindeki karbon salımını azaltmak
- Karbonu atmosferden uzaklaştırmak

Bu Krizle Mücadele Etme Şansı Olan Son Nesiliz

İklim krizi karşısında dünya neyle yüzleşmek zorunda?

Zaman daralıyor. Harekete geçme zamanı şimdi. Bu krizle mücadele etme şansı olan son nesiliz.

İklim değişikliği, zaten var olan eşitsizlikleri daha da büyütüyor. Krizden en çok etkilenecek olanlar, marjinalize edilmiş topluluklar ve daha az sanayileşmiş ülkeler olacak.

Aynı zamanda, gezegeni kurtarabilmek için gereken çözüm hızının ve ölçeğinin dünya genelinde muazzam değişimlere yol açacağına hazırlıklı olmalıyız. Bu dönüşüm ekonomik açıdan korkutucu olabilir, birçok sektör dönüşmek zorunda kalacak. Ancak, iklim krizini çözmenin getireceği ekonomik fırsatlar yeterince vurgulanmıyor. Sonuçta, gezegeni kurtarmak onu yok etmekten daha ucuz.



Türkiye'de bu alanda çalışan ve ilgi duyanlara vermek istediğiniz mesaj nedir?

Herkesin içinde bir lider vardır. Bireysel eylemler elbette gereklidir; ancak bizi bu iklim belirsizliği döneminden çıkaracak olan şey kolektif harekettir.

Bu alanda çalışanlar ve ilgi duyanlar, başkalarını da harekete geçmeleri için motive etmeli ve değişim yaratmaları konusunda onlara ilham vermelidir.

TTGV'DEN HABERLER

Sürdürülebilir Gıda Sistemleri Çalıştayı'nda Yer Aldık

Öncül Proje Programı Uzmanımız **İpek Ceren Yeşildağ**, Ankara Kalkınma Ajansı tarafından düzenlenen Sürdürülebilir Gıda Sistemleri Çalıştayı'nda panelist olarak yer aldı.

Panelde gerçekleştirdiği konuşmasında, sürdürülebilir gıda sistemlerinin güçlendirilmesi ve gıda güvenliğinin sağlanmasında alternatif protein teknolojilerinin oynadığı kritik role dikkat çekti.



WIN EURASIA 2025 Hidrojen Panelinde Türkiye'nin Rolünü Anlattık



WIN EURASIA 2025 Uluslararası Fuarı'nın ilk gününde Hidrojen ve Yakıt Hücreleri özel alanında gerçekleştirilen "Küresel Hidrojen Ekosistemi ve Türkiye'nin Rolü" başlıklı panele Öncül Proje Programı Teknik Liderimiz **Dr. Burak Baykal** panelist olarak katıldı.

Hidrojen teknolojilerinin ve değer zincirinin hem küresel hem de ülkemiz açısından değerlendirildiği panelde temiz hidrojen teknolojilerinin yaygınlaşması için yapılması gerekenler ve ihtiyaçlar tüm konuşmacılar tarafından değerlendirildi.

Bu kapsamda **Dr. Burak Baykal** da ülkemizde hidrojen teknolojileri konusunda yaşanan güncel gelişmeleri ve teknoloji trendlerini dinleyicilerle paylaştı.

Batarya Geri Dönüşüm ve İkincil Kullanım Teknolojileri Paneli'ni Düzenledik



Batarya Geri Dönüşüm ve İkincil Kullanım Teknolojileri Ön Araştırma Raporu'muzun çıktıları çerçevesinde alan uzmanları, paydaşlarımız ve ekosistemin önemli isimleri, Ankara'da düzenlediğimiz Batarya Geri Dönüşüm ve İkincil Kullanım Teknolojileri Paneli'nde bir araya geldi.

Döngüsel ekonomi ekseninde batarya teknolojilerinin sürdürülebilirliği için politika önerileri, uygulama örnekleri ve geleceğinin konuşulduğu panelin Ankara'da bulunan CoZone'da yapılırken; mevzuat, teknoloji trendleri, ikinci ömür uygulamaları ve sanayi-akademi iş birliklerine tartışıldı.

İklim Teknolojileri Paneli için İzmir'deydik



Yaşar Üniversitesi iş birliğiyle iklim odaklı tarım ve gıda teknolojilerini, ticarileştirme fırsatlarını ve uluslararası iş birliği fırsatlarını gündeme taşımak amacıyla İzmir Tarihi Havagazı Fabrikası'nda İklim Teknolojileri Paneli düzenledik.

Gıda ve tarım ekosisteminde yenilikçi yaklaşımları, EIT Food kapsamında küresel iş birliği fırsatlarını ve hibe modellerinin aktarıldığı panelde değer zincirindeki teknolojik dönüşüm ve ticarileşme fırsatlarını değerlendirdi.



Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı 36. Kurucular Kurulu Toplantısı Yapıldı

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı 36. Kurucular Kurulu Toplantısı, TTGV Yönetim Kurulu Başkanı **Değerhan Usluel**'in açış konuşmasıyla Ankara'da gerçekleştirildi. Toplantıda, 2024 yılı faaliyetlerinin değerlendirildiği bir konuşma yapan **Usluel**, yıl boyunca hayata geçirilen çalışmalar hakkında bilgi verdi.

Toplantı kapsamında 2024 Yılı Faaliyet Raporu ile Denetim Raporu ve 2025 Yılı Çalışma Planı ile Bütçesi Kurucular Kurulu'nun onayına sunulurken oy birliği ile kabul edildi. Ayrıca, Yönetim Kurulu ve Denetim Kurulu üyeleri oy birliği ile ibra edildi.

TTGV Yönetim Kurulu Eski Üyesi **Güngör Yıldızbayrak**, Kurucular Kurulu üyeliğine seçildi.

TTGV Ödülleri Açıklandı

2025 TTGV Ödülleri'nin Kazananları:

Dr. Akın Çakmakçı Öncü Araştırmacı Ödülü:

Doç. Dr. Damla Eroğlu - Boğaziçi Üniversitesi

Dr. Fikret Yücel Öncü Şirket Ödülü:

DB Tarımsal Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Refik Üreyen Değişim Lideri Ödülü:

Dr. Vahide Nuran Mutlu - SOCAR Türkiye

Mehmet Şuhubi Öncü Sivil İnisiyatif Ödülü:

Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (İklimBU)

Ödüller, 15 Ekim 2025 Çarşamba Ankara Bilkent Otel ve Konferans Merkezi'nde düzenlenecek törenle sahiplerine takdim edilecek. Kazananları tebrik ediyoruz.



Doğrusallıktan Döngüsellığe: TTGV Olarak TESEM II'de Yeşil Dönüşüm Vizyonumuzu Aktardık

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı olarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada teknolojinin dönüştürücü gücüne inanıyor; sanayinin yeşil dönüşümünü destekleyen çalışmalarımıza hız kesmeden devam ediyoruz.

Bu kapsamda, Eko Üretim Dönüşüm Programı Uzmanımız **Beyza Akyol**, Bursa'da düzenlenen TESEM II. Türkiye Elektronik Sanayii ve Elektronik Mühendisliği Kurultayı'nda önemli bir katkı sundu. "Elektronik Sanayinde Ar-Ge, Yeşil Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik" oturumu kapsamında gerçekleştirdiği "Sanayide Yeşil Dönüşüm: Doğrusallıktan Döngüsellığe" başlıklı sunumunda sanayide yeşil dönüşümün gerekliliklerini, döngüsel ekonomi yaklaşımlarını ve TTGV'nin bu alandaki güncel çalışmalarını aktardı. Sunumda ayrıca, doğrusal üretim anlayışından döngüsel modellere geçişin önemi ele alınırken; eko tasarım süreçlerine döngüsel bakış açısının entegre edilmesi gerekliliği vurgulandı.

Ekonomik Değer Yaratın Karbon Çözümlerimizi Ulusal Platformda Gündeme Taşıdık



Öncül Proje Programı uzmanımız **Dr. Güniz Gürel**, sanayinin karbonsuzlaşma sürecini destekleyen yaklaşımlarımızı Ulusal Karbon Yakalama, Değerlendirme ve Depolama Çalıştayı'nda paylaştı.

Çalıştayda, Ekonomik Değer Yaratma Potansiyeline Sahip Karbon Yakalama, Kullanım, Depolama (KYKD) ve Karbondioksit Giderim (KDG) Çözümleri konulu derin analiz raporumuzu sunarak, bu alandaki teknolojik fırsatları ve uygulama yollarını katılımcılarla değerlendirdik.



Girişimcilerin Finansmana Erişimini Konuştuk, İş Birliği Çağrımızı Yineledik

Arya Investment Platform tarafından düzenlenen Girişimci Atölyesi'nde yer alan, "Yatırıma Giden Yol: Finansal Kaynakların Kilidini Açmak" panelinde, girişimcilerin finansmana erişimi kamu, özel sektör ve yatırım fonları bakış açısıyla ele alındı. Etkinlikte, girişimcilik ekosistemine katkı sunan isimlerle bir araya geldi.

Panelin moderatörlüğünü Arya Investment Platform Growth **Sedef Erdoğan** üstlenirken, konuşmacılar arasında Genel Sekreterimiz **Dr. A. Mete Çakmakçı** KOSGEB Tekmer Müdürlüğü Müdürü **Cavide Pehlivan**, LEAP Investment CEO'su ve Kurucu Ortağı **İmran Gürakan** ve TÜBİTAK Girişim Sermayesi Fonlama Grubu Yürütme Kurulu Koordinatörü **Elif Koşok** yer aldı.

Çakmakçı konuşmasında, TTGV'nin özel sektörün Ar-Ge, inovasyon ve çevre teknolojilerine yönelik projelerine destek veren öncü bir kamu-özel sektör ortaklığı olduğunu vurguladı. Programlarımızla hem ekonomik hem çevresel dönüşüme katkı sunduğumuzu belirtirken; "Teknolojiyi geliştiren kurumlar, akademisyenler, yatırımcılar bizden destek alabilir. Girişimci ve yatırımcılara açığız" diyerek iş birliği çağrımızı yineledi.

Stratejik Özerklikten Yeşil Dönüşüme: Avrupa Sanayi Politikalarının Geleceğine Katkı Sunuyoruz



Üyesi olduğumuz Taftie ağı kapsamında, TTGV Geliştirme Programları Direktörü **Evren Bükülmez**, Business Finland ev sahipliğinde düzenlenen Taftie Insight Session ve Çalışma Grubu Toplantısı'na katıldı. Toplantıda; değişen küresel jeopolitik dengeler ışığında Avrupa sanayi politikalarının yeniden şekillenışı, stratejik özerklik, çift kullanımlı teknolojiler, rekabetçilik, yeşil dönüşüm ve inovasyon politikalarının sanayiyle entegrasyonu gibi önemli başlıklar ele alındı.

TTGV olarak, inovasyon ve sanayi politikaları arasındaki etkileşimi daha derinlemesine tartışmak ve ortak çözüm önerilerine katkı sunmak amacıyla çalışmayı sürdürüyoruz.

Eko Tasarım Yeni Dönemin Eşiğinde: TTGV'den Sektörel Dönüşüm için Öncü Adım



Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV), sürdürülebilir kalkınma vizyonu ile uyumlu şekilde, çevresel etkiyi minimize eden tasarım anlayışlarını Türkiye'de yaygınlaştırmak amacıyla önemli bir adım attı. 17 Haziran'da gerçekleştirilen Eko Tasarım Paydaş Toplantısı, bu alandaki ihtiyaçları ve fırsatları değerlendirmek, küresel gelişmeleri Türkiye ölçeğinde ele almak amacıyla birçok paydaşı bir araya getirdi.

Küresel Dönüşüm: Eko Tasarım Artık Yasal Bir Zorunluluk

Avrupa Birliği'nin yeni "Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Tüzüğü (ESPR)" ile eko tasarım, çevreye duyarlı ürün tasarımının ötesine geçerek yasal yükümlülük haline geldi. Yeni yönetmelik; ürünlerin dayanıklılığı, onarılabilirliği, enerji verimliliği, geri dönüştürülebilirliği gibi kriterleri zorunlu kılıyor. Ayrıca Dijital Ürün Pasaportu (DPP) uygulamasıyla ürün bilgileri daha şeffaf biçimde izlenebilir hale gelecek. Bu yapı, Avrupa'daki diğer yeşil regülasyonlarla (CBAM, CSRD, Yeşil Taksonomi vb.) entegre çalışarak sürdürülebilir üretimi standartlaştırmayı hedefliyor.

Türkiye'deki Durum: Farkındalık Artıyor, Yapısal Eksikler Devam Ediyor

Türkiye'de eko tasarım konusunda özellikle tekstil ve çelik sektörlerinde ciddi potansiyel olsa da, uygulamada önemli engeller bulunuyor. Tekstil alanında ürün çeşitliliği ve hızlı moda kültürü, sade ve uzun ömürlü ürün tasarımını zorlaştırırken; çelik sektöründe geri dönüşüm ve malzeme kalitesi arasında kurulan denge kritik önem taşıyor. Tüm sektörlerde şeffaf veri altyapısı, yaşam döngüsü analizlerinin güvenilirliği ve tüketici farkındalığı, eko tasarımın başarısında kilit faktörler arasında yer alıyor.

TTGV Ne Hedefliyor?

Eko tasarım yaklaşımının sektörlerde yaygınlaşması ve bu alanda çalışan kişi ve kurumların birlikte bilgi paylaşımı yaparak fikir geliştirecekleri ortamlara zemin hazırlamak yolunda gerçekleştirilen bu toplantı, yalnızca başlangıç niteliğinde bir adım olmanın ötesinde; aynı zamanda TTGV'nin bu alandaki yön gösterici ve kolaylaştırıcı rolünü güçlendiren yapıcı bir diyalog ortamı da oluşturdu. Katılımcıların farklı sektörlerden getirdiği perspektifler, sürdürülebilir üretim pratiklerinin hayata geçirilmesinde ortak akıl ve iş birliği vurgusu ile yetkinliklerin gelişimi ve eko tasarım ihtiyaçlarının içselleştirilmesine katkı sunuyor.

Eko tasarım yalnızca çevresel bir konu olarak değil, aynı zamanda stratejik bir rekabet avantajı olarak ele alınmalı. Özellikle ihracat pazarlarında yer almayı sürdürebilmek, önümüzdeki dönemde bu regülasyonlara uyum sağlayan ürünler geliştirmekten geçiyor. Türkiye'nin ihracatının %25'ini etkileyeceği öngörülen DPP gibi uygulamalar, TTGV'nin destek mekanizmalarını bu yöne çevirmesini kaçınılmaz hâle getiriyor.

TTGV, bu toplantıyla birlikte çevresel sürdürülebilirliği ürün geliştirme süreçlerine entegre eden kurumsal birikim ve reflekslerin gelişimini teşvik etmeyi; eko tasarımı proje bazlı bir yaklaşımın ötesine taşıyarak, stratejik karar alma süreçlerinin, organizasyonel kültürün ve iş yapış biçimlerinin doğal bir unsuru hâline getirmeyi ve Türkiye'deki üretici firmalar ile paydaşlar için bu dönüşümün temelini oluşturmayı hedefliyor.

DÜNYADAN VE TÜRKİYE'DEN HABERLER

Dünyadan Haberler



İngiltere, Emisyon Ticareti Sistemine Karbon Giderme Kredilerini Dahil Ediyor

İngiltere, karbon emisyon ticaret sistemini (UK ETS) genişletmeyi planlayarak, atmosferden doğrudan karbondioksit (CO₂) uzaklaştıran teknolojilere yönelik “karbon kaldırma kredileri”ni sisteme dahil etmeyi hedefliyor. Bu sayede, şirketler yalnızca emisyonlarını azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda doğrudan karbon giderme teknolojilerine yatırım yaparak da yasal yükümlülüklerini yerine getirebilecekler.

Ancak, bu teknolojilerin yüksek maliyetleri ve CO₂ gideriminin doğrulanabilirliği konusundaki endişeler, sistemin etkinliği konusunda tartışmalara yol açıyor. Şu anda karbon fiyatı ton başına yaklaşık 50 sterlin seviyesinde olup, bu rakam, bazı karbon giderme teknolojilerinin maliyetlerini karşılamak için yetersiz kalabilir.

İngiltere hükümeti, bu yeni düzenlemeyle, karbon piyasalarını daha etkin hale getirmeyi, karbon negatif teknolojilerin finansmanını kolaylaştırmayı ve net sıfır hedeflerine ulaşmayı amaçlıyor. Ancak, sistemin başarısı, bu teknolojilerin maliyetlerinin düşürülmesine ve CO₂ gideriminin doğrulanabilirliğinin artırılmasına bağlı olacak.

Kaynak: <https://www.ft.com/content/a4ec4562-726f-44b2-80ad-b62a8a448256>

Energize Capital'dan 430 Milyon Dolarlık Yeni Fon: Enerji Dönüşümüne Dijital Yatırım Atağı

İklim çözümlerine odaklanan yatırım şirketi Energize Capital, dijital teknolojilerle enerji dönüşümünü hızlandırmayı amaçlayan Ventures Fund III fonunun kapanışında 430 milyon dolarlık yatırım taahhüdü topladığını duyurdu. Sadece 16 ayda ve %75'i ABD dışından kurumsal yatırımcılardan oluşan 80'den fazla katılımcıyla fon, hedefin üzerine çıkarak önceki fonun %30 üzerinde gerçekleşti.

Yeni fon, enerji ve sanayi dönüşümünü hızlandıran yazılım ve dijital çözümler üreten erken aşama şirketleri destekliyor. Özellikle endüstriyel dijitalleşme, yeni nesil altyapı ve çevrimsel ekonomi gibi alanlarda faaliyet gösteren girişimlere odaklanıyor. Şu ana kadar batarya optimizasyon yazılımı Tyba, şebeke bağlantı çözümü Nira ve ikinci el perakende teknolojisi Archive gibi beş şirkete yatırım yapıldı.

Energize, yapay zekâ, üretimin yeniden konumlandırılması ve hızlanan enerji geçişi gibi küresel dönüşümlerin altyapı ihtiyacını artırdığını belirterek, bu fonla şebeke dijitalleşmesi, ileri üretim ve döngüsel ekonomi alanlarında ölçeklenebilir çözümleri büyütmeyi hedefliyor.

Kaynak: <https://www.esgtoday.com/energize-capital-raises-430-million-for-climate-solutions-venture-fund/>

Denizcilik Sektörü Net Sıfır İçin Rota Arayışında

Küresel sera gazı emisyonlarının %3'ünü oluşturan denizcilik sektörü, net sıfır hedeflerine ulaşmak için alternatif yakıtlardan dijital rota optimizasyonlarına kadar çeşitli teknolojik çözümleri değerlendiriyor. Ancak sektörde henüz net bir yakıt ya da strateji öne çıkabilmiş değil.

Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) 2028'de yürürlüğe girmesi beklenen düzenlemeleriyle birlikte, gemi yakıtlarının sera gazı emisyon yoğunluğunun 2035'e kadar %30, 2040'a kadar %65 oranında azaltılması hedefleniyor. Bu karar, AB'nin denizcilik sektörünü Emisyon Ticaret Sistemi'ne dahil etmesi ve yeni yakıt regülasyonlarını yürürlüğe koymasının hemen ardından geldi.

Yakıt alternatifleri arasında yeşil metanol, amonyak, hidrojen ve biyoyakıtlar öne çıkıyor. Avustralyalı Fortescue şirketinin amonyakla çalışan gemisi “Green Pioneer”, dünya turu kapsamında yeni yakıtın güvenliğini ve uygulanabilirliğini göstermek için Avrupa limanlarında tanıtıldı. Ancak sıfır karbonlu amonyak üretiminin yetersizliği ve maliyeti, yaygınlaşmasının önünde engel oluşturuyor.

Öte yandan Maersk gibi büyük şirketler yeşil metanol yatırımlarına yönelmiş durumda. Şirketin 13 adet metanol/LNG çift yakıtlı gemisi aktif olarak seferde; 20 yeni gemi ise siparişte. Avrupa, Çin ve ABD'de e-metanol üretim tesisleri devreye alınıyor. Almanya'daki ICODOS girişimi ise kanalizasyon arıtma tesislerinden elde edilen biyogazla e-metanol üretiyor.

Yüksek maliyetler ve altyapı eksiklikleri nedeniyle, enerji verimliliği çözümleri de hızla yaygınlaşıyor. Gövde ve pervane temizliği, rota planlaması ve rüzgar destekli itki sistemleri gibi uygulamalar yakıt tüketimini %15-20 oranında azaltabiliyor. Ayrıca Sofar Ocean gibi firmalar, sensörlü şamandıralar ve veri odaklı yazılımlar ile kaptanlara daha verimli rotalar sunuyor.

Sektörde belirsizlikler devam etse de, uzmanlar IMO'nun küresel karbon fiyatlandırma adımının yatırım iştahını artıracaklarını ve yeşil dönüşümün önünü açacağını belirtiyor. Gözler şimdi 2028'e kadar hangi teknolojilerin ana akım haline geleceğinde.

Kaynak: <https://www.reuters.com/sustainability/decarbonizing-industries/shipping-industry-still-sea-it-tries-navigate-net-zero-2025-06-04>

Türkiye'den Haberler



ODTÜ Koordinasyonunda Türkiye'den Bir İlk: APRISE Projesi ile Alternatif Protein Araştırmalarına Avrupa'dan Destek

ODTÜ Gıda Mühendisliği Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mecit Halil Öztop'un koordinasyonunda hazırlanan APRISE Projesi, Avrupa Komisyonu'nun Ufuk Avrupa ERA Talents çağrısı kapsamında desteklenen 13 projeden biri oldu. 117 başvuru arasından seçilen APRISE, aynı zamanda ODTÜ'nün bu programda ilk kez konsorsiyum koordinatörü olduğu proje olma niteliğini taşıyor.

Proje, Türkiye'de gelişmekte olan alternatif protein teknolojileri alanında uzman araştırmacılar yetiştirmeyi, yeni protein kaynaklarının geliştirilmesini ve bu alanın ulusal düzeyde yaygınlaştırılmasını hedefliyor. Sürdürülebilir gıda üretimi ve iklim değişikliğiyle mücadele açısından kritik öneme sahip proje; Almanya, İsveç, İtalya, Birleşik Krallık gibi ülkelerden kuruluşlarla iş birliği içinde yürütülüyor.

Bitki Bazlı Gıdalar Derneği, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) ve özel sektör temsilcilerinin de yer aldığı konsorsiyum, Türkiye için alternatif proteinler alanında bir politika belgesi hazırlamayı da amaçlıyor. Projede geliştirilecek bitkisel proteinlerin özellikle süt ürünleri, içecekler ve hazır gıdalarda kullanılması, yüksek proteinli, raf ömrü uzun gıdaların tasarlanması öngörülüyor.

Prof. Dr. Öztop, bu projeye yalnızca bilgi üretmek değil, aynı zamanda araştırmacı yetiştirerek inovasyon kültürüne katkı sunmayı amaçladıklarını vurguluyor.

Kaynak: <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/odtude-alternatif-proteinlerle-surdurulebilir-gida-icin-kollar-sivandi/3463347>

Türkiye'de Kamu Binalarına Yeşil Sertifika Zorunluluğu Geliyor: 2026'dan İtibaren Yılda 600 Milyon kWh Enerji Tasarrufu Hedefleniyor

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye'de kamu binalarında enerji verimliliğini artırmak ve sürdürülebilir yapıları yaygınlaştırmak amacıyla önemli bir adım attı. 2026 yılı itibarıyla 10 bin metrekare ve üzerindeki tüm kamu binalarının YeS-TR (Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi) kapsamında sertifikalandırılması zorunlu hale gelecek. Bu düzenleme ile her yıl yaklaşık 450-500 kamu binasının yeşil bina kriterlerine uygun şekilde inşa edilmesi bekleniyor.

Bu uygulamayla yılda 600 milyon kilovat saat enerji, 100 bin ton sera gazı ve 20 bin metreküp su tasarrufu sağlanması hedefleniyor. Enerji tasarrufu miktarının Keban Barajı'nın bir aylık üretimine eşdeğer olduğu belirtiliyor. Ayrıca, bu binalar klasik yapılara kıyasla en az %30 daha enerji verimli, %45 su tasarruflu, %35 daha az emisyonlu ve %50 oranında daha az atık üreten yapılar olacak.

Bakanlık, bu dönüşümü desteklemek amacıyla müteahhitlere yüzde 5 iş bitirme avantajı sunarken, YeS-TR sisteminin uluslararası versiyonunu geliştirmek üzere üniversitelerle iş birliği başlattı. Ar-Ge protokolleri sayesinde daha dayanıklı, sürdürülebilir ve teknolojik yapı sistemleri geliştirilecek. Ayrıca, dijitalleşme kapsamında BIM tabanlı üç boyutlu veri modelleri ile proje onay süreçleri hızlandırılacak ve kağıt israfı azaltılacak.

Binaların enerji performansına doğrudan etki eden iklim verilerinin güncellenmesi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile iş birliği yapılarak BEP-TR sisteminde kullanılan istasyon sayısı 84'ten 730'a çıkarıldı. Bu verilerle daha doğru enerji modellemeleri yapılabilecek. Son olarak, Avrupa Birliği normlarına uygun hale getirilen TS 825 Isı Yalıtım Standardı da 1 Nisan 2025 itibarıyla yürürlüğe alındı.

Kaynak: <https://www.haberler.com/ekonomi/yesil-bina-sertifikasi-zorunlulugu-ile-enerji-tasarrufu-hedefleniyor-18566791-haberi>

Türkiye Güneş Enerjisi Hedefini Erken Aştı: Yeni Dönemde Yüzer GES ve Batarya Depolama Öne Çıkıyor

Enerji düşünce kuruluşu Ember'in yayımladığı yeni rapora göre, Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü 2024 yılı Ağustos ayında 18 GW'ı geçerek 2025 yılı hedefini 1,5 yıl önceden aştı. Son 2,5 yılda kapasitede %102'lik artış yaşanırken, bu büyümede özellikle öztüketim odaklı kurumlar belirleyici rol oynadı. Ember, bu ivmenin çatı, hibrit, yüzer ve batarya destekli güneş santralleri ile sürdürülebileceğine dikkat çekti.

Rapor ayrıca Türkiye'nin batarya depolama alanında da büyük bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koyuyor. 2024 itibarıyla toplam 14 GW'lık depolamalı güneş enerjisi projesi ön lisans aldı. Bu rakam, Ulusal Enerji Planı'ndaki 2030 hedefinin yedi katı. Güneş ve rüzgar enerjisindeki bu büyüme sayesinde Türkiye, yalnızca son 2,5 yılda 15 milyar dolarlık doğalgaz ithalatını engelledi. Bu dönemde sadece güneş enerjisinin sağladığı katkı, 5,4 milyar dolarlık gaz ithalatını önledi.

Ember, Türkiye'nin en az 53 GW seviyesinde yüzer güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğunu belirtiyor. Bu potansiyelin hayata geçirilmesi, enerji üretiminin yanı sıra buharlaşma kaynaklı su kayıplarının da önlenmesine katkı sağlayacak.

Güneş enerjisindeki bu hızlı ilerlemeye karşın, rüzgar enerjisinde kurumların yavaşladığı gözlemleniyor. 2024 yılında sadece 770 MW ilave kapasite eklendi. Yine de Türkiye'nin 2035 yılına kadar güneşte 77 GW ve rüzgarda 43 GW kapasite hedefi bulunuyor.

Raporda, bu gelişmelerin Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı'nı (NDC) güncelleyerek uluslararası iklim taahhütlerini güçlendirmesi gerektiği vurgulanıyor. Ember Türkiye Enerji Analisti Bahadır Sercan Gümüş, bu ivmenin Türkiye'yi COP31 sürecinde daha güçlü bir konuma taşıyabileceğini belirtiyor.

Kaynak: <https://www.iklimhaber.org/turkiyenin-gunes-enerjisi-kapasitesi-2025-yil-sonu-hedefini-2024te-asti>

SON DÖNEM RAPORLARIMIZ



Karbonsuzlaştırılması Zor Sektörlerde Yeni Nesil Yakıt Teknolojileri Derin Analiz Raporu



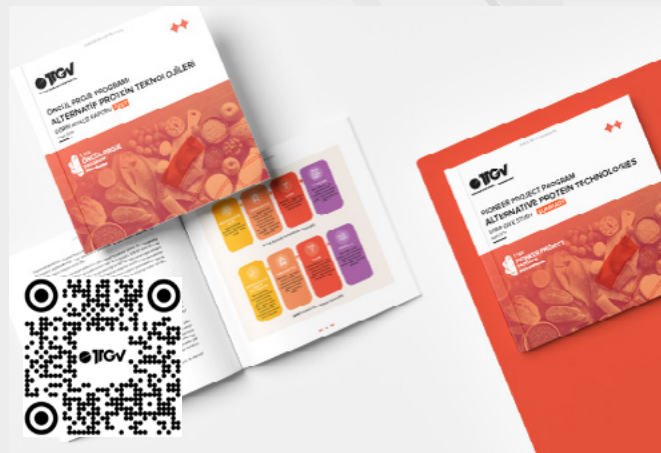
Batarya Geri Dönüşüm ve İkincil Kullanım Teknolojileri Ön Araştırma Raporu



Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Enerji Karması İçindeki Miktarının Artırılabilirliği İçin Şebeke Ölçeğinde Uzun Süreli Elektrokimyasal Enerji Depolama Özet Raporu



Ekonomik Değer Yaratma Potansiyeline Sahip Karbon Yakalama Kullanım Depolama (KYKD) ve Karbondioksit Giderim (KDG) Çözümleri Derin Analiz Raporu - Özet



Alternatif Protein Teknolojileri Derin Analiz Raporu - Özet



Temiz Hidrojen Teknolojileri Derin Analiz Raporu - Özet



İklim Teknolojileri Radarı Versiyon 3.0.



Sürdürülebilir Çimento Üretimi Derin Analiz Raporu - Özet



TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

TTGV Merkez / Head Office
CYBERPARK CYBERPLAZA
B Blok Kat: 5-6
Bilkent 06800 ANKARA - TÜRKİYE
+90 312 265 02 72

TTGV İstanbul Temsilciliği / İstanbul Office
ARI TEKNOKENT Arı 2 Binası
A Blok Kat:7
İTÜ Ayazağa Yerleşkesi, Koruyolu
Maslak 34469 İSTANBUL - TÜRKİYE
+90 212 276 75 60

www.ttgv.org.tr
#TeknolojiÜretenTürkiye
#İklimÖncüsü

