

TEKNOLOJİ PERSPEKTİFİ

Çeviri Kitap: Ben Soltoff
İklim Girişimciliğinde Hız Yetmez,
Doğru Yön Gerekir
SAYFA 80

Ön Araştırma Raporu
Enerji Dönüşümünün Yeni
Altyapısı: Akıllı Elektrik Şebekeleri
SAYFA 53

Araştırmacının İkinci Dili:
Laboratuvarın Öğrettiklerine,
Sahanın Sorduğu Soruları Eklemek
SAYFA 15

3 Masa 3 Çözüm
SAYFA 60



RÖPORTAJ
YAPAY ZEKÂ ÇAĞININ YENİ
YETKİNLİĞİ: YÖNETMEK
DİDEM ÜN ATEŞ
SAYFA 18



RÖPORTAJ
YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA ASIL
REKABET: DAHA FAZLA ZEKÂ
DEĞİL, DAHA İYİ KARAR
İNCİ ABAY CANSABUNCU
SAYFA 30



PAYDAŞLARIMIZ
TÜRKİYE'NİN İHTİYACI
DAHA FAZLA YAPAY ZEKÂ
GÖSTERİMİ DEĞİL,
KÜRESEL REKABETÇİ YERLİ
YAPAY ZEKÂ ÜRÜNLERİ
ERTAN BARUT
SAYFA 54



İÇİNDEKİLER

s.18

RÖPORTAJ
DİDEM ÜN ATEŞ
YAPAY ZEKÂ ÇAĞININ YENİ
YETKİNLİĞİ: YÖNETMEK

s.30

RÖPORTAJ
İNCİ ABAY CANSABUNCU
YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA ASIL REKABET:
DAHA FAZLA ZEKÂ DEĞİL, DAHA İYİ KARAR

s.54

PAYDAŞLARIMIZ
ERTAN BARUT
TÜRKİYE’NİN İHTİYACI DAHA FAZLA YAPAY ZEKÂ
GÖSTERİMİ DEĞİL, KÜRESEL REKABETÇİ YERLİ
YAPAY ZEKÂ ÜRÜNLERİ

s.2

YÖNETİCİ YAZISI
DÖNÜŞTÜRÜCÜ TEKNOLOJİLER VE TÜRKİYE İÇİN
FIRSATLAR
HANZADE SARIÇİÇEK
TTGV Genel Sekreteri

s.12

ARAYÜZ
BİLİMSSEL ÜRETİM SİSTEMİNİN DÖNÜŞÜMÜ
“AI FOR SCIENCE”
EVREN BÜKÜLMEZ
TTGV Geliştirme Programları Direktörü

s.26

ÇAĞIN KODLARI
YAPAY ZEKÂ YATIRIMLARININ GERİ DÖNÜŞÜ
DR. E. SERDAR GÖKPINAR
TTGV Yenilikçi Teknoloji Programları Direktörü

s.8

UZMAN YAZILARI
TEKNOLOJİDE İŞ GELİŞTİRME: BELİRSİZLİKTE
UYGULAMAYA
HANDE AYDOĞAN
TTGV Yenilikçi Teknoloji Programları İş Geliştirme Lideri

s.15

ARAŞTIRMACININ İKİNCİ DİLİ: LABORATUVARIN
ÖĞRETTİKLERİNE, SAHANIN SORDUĞU SORULARI
EKLEMEK
DR. TÜMERKAN KESİM
TTGV Öncül Proje Programı Program Uzmanı

s.35

ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE DAHA TEMİZ BİR YAKIT MI?
DAHA AKILLI BİR FIRIN MI?
DR. CEMİL KANAT SARISOY
TTGV Öncül Proje Programı Program Uzmanı

s.53

ÖN ARAŞTIRMA RAPORU
ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNÜN YENİ ALTYAPISI: AKILLI
ELEKTRİK ŞEBEKELERİ

s.77

TTGV KÜTÜPHANESİ
İKLİM VE ENERJİ GİRİŞİMCİLİĞİ: FIKIRDEN ÖLÇEĞE
24 ADIMLIK BİR YOL HARİTASI
ESRA KAYA
TTGV Öncül Proje Programı Program Uzmanı

s.80

ÇEVİRİ KİTAP
İKLİM GİRİŞİMCİLİĞİNDE HIZ YETMEZ, DOĞRU YÖN
GEREKİR
BEN SOLTOFF
Ekosistem Geliştirme Uzmanı - Yerleşik Girişimci
MIT Martin Trust Girişimcilik Merkezi

s.92 TTGV’DEN HABERLER

s.96 DÜNYADAN VE TÜRKİYE’DEN HABERLER

YAYINA HAZIRLAYANLAR:

ESRA YAZDIÇ DEMİR / TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi
MUSTAFA AKBAŞ / TTGV Pazarlama ve İletişim Uzmanı
SERENAY EKİM ÖZKALKAN / TTGV Pazarlama ve İletişim Uzmanı
YAĞMUR KARADENİZ / TTGV Program Asistanı
Grafik Tasarım: ÖZGE EGEMEN / kirmizitasarim.com

s.37

TTGV GÜNÜ VE ÖDÜLLERİ
GELECEĞİN YAPI MALZEMELERİ KENDİNİ KOŞULLARA GÖRE
AYARLAYACAK

Dr. Akın Çakmakçı Öncü Araştırmacı Ödülü
DOÇ. DR. ZEYNEP BAŞARAN BUNDUR
Özyeğin Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı

TEKNOLOJİNİN DEĞERİ TARLAYA İNDİĞİNDE BAŞLIYOR

Dr. Fikret Yücel Öncü Kuruluş Ödülü
HEKTAŞ / ENİS EMRE TERZİ
Genel Müdür

GELECEĞİN LİDERİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ DEĞİL, DÖNÜŞÜMÜ YÖNETECEK

Refik Üreyen Değişim Lideri Ödülü
İLKER TAYGAN
Danone Türkiye Operasyonel Sürdürülebilirlik ve Su Kaynakları Lideri

İKLİM DÖNÜŞÜMÜNDE TEKNOLOJİ YETMEZ, ORTAK HAREKET ŞART

Mehmet Şuhubi Öncü Sivil İnisiyatif Ödülü
SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEK PLATFORMU / DOĞAN BAŞARAN
Sürdürülebilir Gelecek Platformu Kurucusu ve Türk Dünyası Tarım Birliği Başkanı

s.50

DENEYİM
YAPAY ZEKÂ DESTEĞİNDE SİSTEM MÜHENDİSLİĞİNİN DÖNÜŞÜMÜ
FUAT AKÇAYÖZ
TTGV Kurucular Kurulu Üyesi
Kale Jet Motorları AŞ Yönetim Kurulu Üyesi Stratejik Yönetim Danışmanı

s.60

3 MASA 3 ÇÖZÜM
TARIMSAL ATIKLARDAN KATMA DEĞER ÜRETİMİ
AYŞENUR ATIK BİLEN / TTGV İklim Lab Komünite Programı Program Uzmanı
DİDEM MAHSUNLAR / Takım Lideri
Gıda-Tarım Arge Danışmanı, İklim Araştırmaları Derneği Yönetim Kurulu Üyesi

YAPI MALZEMELERİNDE ENDÜSTRİYEL SİMBİYÖZ

ESRA BORAN / TTGV İklim Lab Komünite Programı Program Uzmanı
SELİME ÖZTÜRK / Takım Lideri
Gıda-Tarım Arge Danışmanı, İklim Araştırmaları Derneği Yönetim Kurulu Üyesi

TARIMDA AKILLI SULAMA VE HASSAS TARIM YOLUYLA SU
VERİMLİLİĞİ

GAMZE BUSE HİDİROĞLU / TTGV İklim Lab Komünite Programı Program Uzmanı
TUĞBA EVRİM MADEN / Takım Lideri
Türkiye Su Enstitüsü - Politika Geliştirme Koordinatörü

s.84

İKLİM ÖNCÜLERİ
TARIMDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE YAPAY ZEKÂNIN DOĞRU KULLANIMI
BAŞAK KAFTAN / TTGV İklim Öncüsü /
Yaşar Üniversitesi Projeler ve Sınai Haklar Uzmanı
YAPAY ZEKÂ HIZLANIRKEN DİREKSİYON KİMDE?

SEMİH DİLSİZ / TTGV İklim Öncüsü
Yapay Zekâ Fabrikası – Chief Commercial Officer

s.88

KOMÜNİTE
ÇİFTLİKTEN BULUTA VERİ KERVANI : 27 YILLIK BİR ZİRAAT
MÜHENDİSİNİN GÖZÜNDEN AKILLI TARIM VE SAHANIN GERÇEKLERİ

FİKRİYE BERK / TTGV Komünite Üyesi
Metos Türkiye-Ülke Müdürü

TEKNİK EŞLEŞMEDEN EKONOMİK DEĞERE: ENDÜSTRİYEL SİMBİYÖZ
NEDEN İŞ MODELİNE İHTİYAÇ DUYAR?

PROF. DR. İSTEMİ BERK / TTGV Komünite Üyesi
Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi İktisat Bölümü

*Bu dergide yer alan içeriklerde ifade edilen görüşler yazarlarına ait olup, Türkiye Teknoloji Geliştirme
Vakfı’nın kurumsal görüşlerini yansıtmaz.

EDİTÖR YAZISI



ESRA YAZDIÇ DEMİR

TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi



GELECEK KENDİLİĞİNDEN GELMİYOR

Gelecek üzerine konuşurken çoğu zaman teknolojinin hızından söz ediyoruz: Yapay zekânın neleri değiştireceğinden, bilimin yeni araçlarından, iklim teknolojilerinden, akıllı üretimden, tarımın ve sanayinin dönüşümünden... Oysa bugün asıl soru, **bu dönüşümün yönünü kimin belirleyeceği**. Teknolojiyi geliştirmek kadar onu doğru probleme yöneltmek, bilgiyi sahayla buluşturmak, belirsizliği yönetmek ve ortaya çıkan değeri ölçeklemek de önemli. Çünkü gelecek, teknolojinin bize sunduğu bir sonuç değil; **doğru sorular, doğru tercihler ve harekete geçen insanlar tarafından şekillendirilen bir süreç**.

Bu yıl bu düşüncenin bizim için ayrı bir anlamı var. **35. yaşımızı kutlarken, 14 Ekim’de TTGV Günü ve Ödülleri’nde** teknoloji ve inovasyon ekosisteminin farklı aktörleriyle yeniden bir araya geleceğiz. Geçmişe bakarken odağımız yalnızca 35 yıllık birikimimizi anlatmak değil, bu birikimden geleceğe nasıl bir yol açabileceğimizi birlikte düşünmek. Aynı yaklaşımın bir başka yansıması da TTGV’nin yeni çeviri yayını **“İnsanlar ve Gezegen için Çözümler Geliştirmenin 24 Adımı: İklim ve Enerji Girişimleri için Disiplinli Girişimcilik”**. İklim ve enerji alanındaki fikirlerin gerçek ihtiyaçlarla buluşmasını, uygulanabilir çözümlere ve ölçeklenebilir etkiye dönüşmesini odağına alan bu kitabı Türkçeye kazandırarak girişimciler, araştırmacılar ve yenilikçiler için sistematik bir yol haritasını ekosistemimizle buluşturuyoruz.

Elinizdeki sayı da aynı arayışın izlerini taşıyor. **Bilim için Yapay Zekâdan, yapay zekâ yatırımlarının geri dönüşüne, akıllı tarımdan endüstriyel simbiyoz, iklim ve enerji girişimciliğinden sanayide dönüşüme** uzanan içeriklerimizde teknolojiye yalnızca “Ne yapabilir?” diye bakmıyoruz; “Hangi sorunu çözüyor, nasıl değere dönüşüyor, etkisini nasıl ölçüyoruz ve yönünü nasıl belirliyoruz?” diye de soruyoruz. Uzmanlarımızın, paydaşlarımızın, İklim Öncülerimizin ve komünitemizin deneyimleri bize aynı şeyi hatırlatıyor: **Gelecek kendiliğinden gelmiyor. Onu merak edenler, deneyenler, üretenler, sorumluluk alanlar ve birlikte hareket edenler kuruyor**. TTGV’nin 35 yıldır yaptığı gibi...



HANZADE SARIÇÇEK

TTGV Genel Sekreteri

DÖNÜŞTÜRÜCÜ TEKNOLOJİLER VE TÜRKİYE İÇİN FIRSATLAR

Önümüzdeki dönemde hayatımızı en güçlü biçimde dönüştürecek teknolojiler, aynı zamanda en büyük ekonomik fırsatları da içinde barındırıyor. **Yapay zekâ dönüşümü, enerji dönüşümü ve sürdürülebilir tarım-gıda sistemleri gibi iklim teknolojileri, yenilikçi sağlık teknolojileri** bu dönüşümün öncü alanları arasında yer alıyor.

Türkiye'nin bu teknolojilerde küresel değer zincirinde rekabet gücü kazanabileceği halkalara odaklanması ve derinleşmesi gerekiyor. **Dönüşümü geriden izleyen değil, yön veren ülkeler arasında yer almak**; refahımız, rekabet gücümüz ve güvenliğimiz açısından stratejik bir gereklilik.

Kaldı ki, her çekirdek teknolojiyi baştan sona geliştiren ülke olmak zorunda da değiliz; birçok alanda bu gerçekçi de olmayabilir. Türkiye'yi küresel dönüşümün güçlü aktörlerinden biri haline getirmek, **seçilmiş niş alanlarda kritik bileşenleri üretebilmek, yeni teknolojileri hızla deneyip özümsemek, sanayiye entegre ederek sahada en iyi uygulayanlardan olmak ve elde ettiği bilgi ve deneyimi ölçekleyerek farklı coğrafyalara taşıyabilen çevik bir ülke** olmakla da mümkün.

Enerji Dönüşümü Olmadan Rekabetçilik Mümkün Değil

Enerji alanını ele alalım. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, yapay zekâ veri merkezlerindeki büyüme ve dünya nüfusunun 10 milyara yaklaşmasıyla, **küresel enerji talebinin 2050'ye kadar iki katına çıkacağı öngörülüyor**. Ayrıca, elektrik üretimi ile sanayi, ulaşım ve binalardaki enerji kullanımı birlikte düşünüldüğünde küresel emisyonların yaklaşık %75'ini oluşturuyor; yani iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik açısından da hayati öneme sahip. Bu nedenle enerji teknolojilerinde nerede durduğumuz, geleceğin ekonomisinde nerede duracağımızı belirliyor.

Türkiye; yüksek yenilenebilir enerji potansiyeli, mühendislik ve üretim yetkinliği, çeşitlendirilmiş sanayi tabanı, stratejik konumu ve Avrupa'ya erişimi destekleyen lojistik altyapısıyla

önemli avantajlara sahip. Temiz enerji teknolojilerinde derinleşerek; mühendislik, uygulama, test-sertifika ve ölçekleme kapasitesini güçlendirerek ülkemizi **bölgesel bir enerji ve teknoloji koridoruna** dönüştürmek mümkün.

Peki hangi alanlara odaklanmak gerekiyor? Yenilenebilir enerji, elektrifikasyon, ısı pompaları ve elektrikli araçlar gibi alanlar artık sektörel standartlar haline geliyor. Diğer taraftan, güneş ve rüzgâr enerjisi sistemlerinin maliyetlerinin düşmesiyle temel mesele yalnızca daha fazla santral kurmak değil; kesintili üretimi enerji sistemi içinde etkin biçimde yönetebilmek haline geliyor. Türkiye'nin mevcut kurulum ve işletme deneyimini bir an önce **enerji depolama ve şebeke esnekliği çözümlerine** taşıması gerekiyor: batarya teknolojileri, akıllı şebekeler, güç elektroniği, enerji yönetimi, mikro şebekeler ve test-doğrulama altyapıları bu kapsamda odaklanılması gereken önemli alanlar.

Bir diğer fırsat alanı ise **batarya geri dönüşümü ve ikinci ömür uygulamaları**. Elektrikli araç bataryalarının kullanım ömrünü tamamlamasıyla geri dönüşüm giderek daha kritik hale gelecek; şu an üzerinde çok durmadığımız ama orta vadede önümüze çıkacak bu konuda şimdiden pozisyon almak önemli. Türkiye, lityum gibi kritik ham maddelerin geri kazanıldığı batarya geri dönüşümü ve kent madenciliğinde Avrupa ile Asya arasında stratejik bir merkez olarak konumlanabilir. Bunun yanında, maliyetli ve kaynağı sınırlı lityum iyon piller dışında sodyum-iyon gibi **kritik ham madde bağımlılığı daha düşük batarya kimyalarını** ve mekanik depolama gibi uzun süreli enerji depolamaya uygun alternatif teknolojileri yakından izlemek, uygulama kapasitesi ve üretim yetkinliği geliştirmek önemli.

Enerji dönüşümünün bir diğer önemli fırsat alanı **temiz hidrojen ve hidrojen türevleri gibi yeni nesil yakıtlar**. Tarımsal kapasitemiz biyoyakıtlar, yenilenebilir enerji potansiyelimiz ise sentetik yakıtlar için önemli bir zemin sunuyor. Burada yalnızca üretime değil; üretim, depolama, taşıma, dönüşüm, sertifikasyon ve son kullanımı kapsayan bütüncül bir değer zincirine odaklanmak önemli. Türkiye, limanları, sanayi bölgeleri, rafineri altyapısı ve yenilenebilir enerji potansiyeliyle bu alanda bölgesel bir bağlantı noktası olabilir.

Ayrıca, güçlü olduğumuz **sanayi alanlarını düşük karbonlu üretimle geleceğe hazırlamamız** kritik. Örneğin, Türkiye'nin Avrupa'da ilk üç, dünyada ilk beş içinde yer aldığı çimento sektörü bu açıdan somut bir rekabet alanı: inşaat yıkıntı atıklarının sürdürülebilir çimentoya dönüştürülmesi, alternatif temiz malzemeler ve yakıtlar geliştirilmesi, karbon yakalama gibi teknoloji alanları mevcut. Şu an için ekonomik olarak **uygulanabilir görülmeyen alanları bile erken anlamak ve yol almak ciddi rekabet avantajı yaratabilir**. Kısa vadede büyük ve maliyetli bir karbon yakalama ve depolama ekonomisi kurmaya çalışmaktansa, çimento, çelik, rafineri ve kimya gibi enerji ve karbon yoğun sektörlerde seçici ve sanayiyle bütünleşen uygulamalara yönelmek; yakalanan karbonun bertaraf edilmesi gereken bir atık değil, yakıta, kimyasala veya yapı malzemesine dönüştürülebilecek yeni nesil bir ham madde olarak değerlendirilmesi önemli bir fırsat alanı sunuyor.

Özetle enerji dönüşümü ve karbonsuzlaşma başlıklarında mevcut teknolojilerin ötesinde ileriye bakmak, gelişen teknolojilerde öncü uygulamaları hayata geçirerek rekabet avantajı yakalayabileceğimiz alanları bir an önce keşfetmek ve kapasite geliştirmek gerekiyor.

TTGV olarak bu alanlarda yaptığımız yol gösterici derin analiz çalışmaları ve örneklem etkisi yaratmasını hedeflediğimiz öncül proje örnekleri ile sektörlerle yön vermeye çalışıyoruz. Şu ana kadar enerji ve karbonsuzlaştırma odaklı olarak *“Enerji Depolama Teknolojileri”, “Batarya Geri Dönüşüm ve İkincil Kullanım Teknolojileri”, “Temiz Hidrojen Teknolojileri”, “Alternatif Yeni Nesil Yakıt Teknolojileri”* ve *“Karbon Yakalama, Kullanım ve Depolama Teknolojileri”* alanlarında derin analiz ve araştırma çalışmalarımızı gerçekleştirdik; bu alanlarda türünün ilk örneği, ticarileşme öncesi gösterim projelerine odaklandığımız güdümlü proje çağrılarımıza başladık.

Tarım-Gıda Sürdürülebilirliği Olmazsa Olmaz

Enerjinin yanı sıra bir diğer kritik dönüşüm alanı, iklim değişikliğinin etkilerinin doğrudan hissedildiği **tarım ve gıda sektörleri**. Artan dünya nüfusunun zorlaşan iklim koşullarında gıda ve suya sürdürülebilir erişimi, geleceğin en önemli meselelerinden biri olacak. Su stresi, sıcaklık artışı, kuraklık, aşırı hava olayları ve verim kaybı Türkiye için artık teorik riskler değil; olumsuz iklim koşulları nedeniyle tarım sektöründe ciddi daralma yaşanıyor. Buna karşın Türkiye hâlâ önemli bir tarım ülkesi; bu gücü korumak ve geleceğe taşımak için sektörün teknolojik dönüşümü şart.

Peki hangi alanlara odaklanmak gerekiyor? **Hassas tarım teknolojileri, tarımda yapay zekâ uygulamaları, akıllı sera ve sulama sistemleri, yeni nesil gübreler, gıda ömrünü uzatan teknolojiler, biyoteknolojik çözümler, alternatif proteinler ve atık bazlı döngüsel çözümler** tüm dünyada tarım ve gıda sektörünün dönüşümünde odaklanılan önemli fırsat alanları arasında.

Ülkemiz açısından incelediğimizde **su ve havza yönetimi, iklim riski ve erken uyarı, toprak sağlığı ve girdi verimliliği, kaynak döngüsü ve dayanıklılık** gibi alanlarda önemli ihtiyaçlar olduğu görülüyor. Bu ihtiyaçlara yönelik dijital izleme, erken uyarı ve karar destek sistemleri, su ölçümü, hassas sulama ve güvenli yeniden kullanım sistemleri, toprak sağlığı ve hassas girdi yönetimi, akıllı mekanizasyon ve biyolojik koruma uygulamaları, iklime dayanıklı genetik materyal ve kontrollü üretim, hassas hayvancılık ve biyolojik üretim sistemleri, mekanizasyon, robotik ve verimli enerji sistemleri, döngüsel kaynak kullanımı ve hasat sonrası değer koruma gibi odaklarda çözüm alanları öne çıkmaktadır. Döngüsel kaynak kullanımına yönelik bir örnek vermek gerekirse, ülke olarak oldukça **yüksek tarımsal ve organik atık potansiyelimiz** var; bunu gıdaya, yakıta ve yeni nesil malzemelere dönüştürmeye yönelik teknolojik uygulamalar önemli ekonomik fırsatlar taşıyor.



“Artan dünya nüfusunun zorlaşan iklim koşullarında gıda ve suya sürdürülebilir erişimi, geleceğin en önemli meselelerinden biri olacak.”



TTGV olarak geçtiğimiz yıl ekosistemle paylaştığımız ve alanında önemli bir referans çalışma olan “Alternatif Protein Teknolojileri” odaklı derin analiz çalışmamızın ve güdümlü proje örneklerimizin yanı sıra, “Tarım Sektörünün Teknolojik Dönüşümü”ne odaklı kapsamlı derin analiz çalışmamızı da önümüzdeki aylarda kamuoyuyla paylaşacağız. Bu çalışma kapsamında tarım-iklim etkileşimini; iklim değişikliğinin tarıma etkileri ve tarımsal üretimin iklim ile ekosistem üzerindeki baskıları olmak üzere iki yönlü inceledik. Çalışmamız, ayrıntılı teknoloji haritası ve öncül proje uygulama senaryolarının yanı sıra yatırım ve finansman ekosistemi, politika çerçevesi, küresel iyi uygulamalar ve Türkiye açısından değerlendirme ve önerilerle ekosistem için yol gösterici bir çalışma olacak.

Yapay Zekâ ve Dijital Dönüşümde Çok Hızlı Hareket Etmeliyiz – Anlamadığımızı Yönetemeyiz

Türkiye gibi belli sektörlerde önemli bir birikime, üretim altyapısına ve deneyime sahip bir ülkenin küresel rekabetçiliğini koruyabilmesi için **dijitalleşmeyi ve yapay zekâyı sektörlerin merkezine** bir an önce yerleştirmesi gerekiyor. Ülkemizde firmalarda kişisel kullanım hızla artarken kurumsal yapay zekâ kullanımının, özellikle doğru ve etkin kullanım düzeyinin çok düşük olduğu bir gerçek. Ülkemizde büyük çoğunluğu kurumsal verimlilik, otomasyon ve karar destek çözümlerine odaklanan yapay zekâ girişimleri belli bir hızda artsa da, kurumların teknolojiyi özümseme ve ölçeklendirme kapasitesi şu an için oldukça yetersiz.

Şirketlerin yapay zekâyı mevcut süreçlere eklenen bir araç olarak değil; **iş akışlarını, çalışan rollerini ve karar mekanizmalarını yeniden şekillendiren stratejik bir teknoloji** olarak benimsemesi, iyi bir yönetimle veri ve altyapısını uyumlandırması, insan kaynağını bu yönde geliştirmesi gerekiyor. Yapay zekânın sunduğu imkânları anlayan ve yönetebilen, muhakeme yönü güçlü, doğru problemi tanımlayan, karar verme yetkinliği güçlü insan kaynağı her zamankinden önemli.

Yapay zekânın şu an en yaygın kullanım alanlarından olan endüstriyel uygulamalar, kestirimci bakım, kalite kontrol, enerji optimizasyonu, talep tahmini, satış ve pazarlama gibi ölçülebilir fayda sağlayan uygulamalara tüm sektör ve boyuttaki firmalarca geçiş stratejisinin oluşturulması; gelişmiş sektörler ve kuruluşlarda üretken tasarım, dijital ikizler ve otonom fabrikalar gibi daha ileri aşama uygulamalar üzerinde bir an önce çalışılmaya başlanması kritik.

Peki ufukta ne var? Nispeten geleneksel otomasyon uygulamaları ötesinde yapay zekânın belki de asıl dönüştürücü etkisi **biyoteknoloji, sağlık, malzeme bilimi, enerji mühendisliği gibi alanlarda** ortaya çıkacak. Literatür tarayan sistemlerden; hipotez kuran, deney tasarlayan, bilimsel keşif yapan, yeni molekül ya da malzeme adayları geliştiren “yapay bilim insanlarına” doğru ilerliyoruz. Gelişmiş sistemler, protein yapılarının tahmininden yeni kristal ve malzeme adaylarının keşfine önemli bir potansiyel ortaya koyuyor; bu gelişmeler ilaçlardan yeni nesil bataryalara, güneş panellerinden

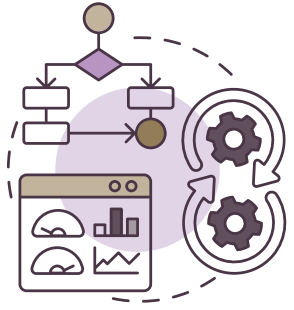
yarı iletkenlere kadar geniş bir alanda Ar-Ge süreçlerini dönüştürme gücüne sahip.

Yapay zekânın **iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik** alanında sunacağı fırsatlar da odaklanılması gereken önemli bir alan: iklim tahmini, enerji yönetimi, emisyon takibi ve hassas tarım gibi birçok fırsat alanı önümüzde duruyor. Diğer taraftan, sürdürülebilirlik için yapay zekâ kadar yapay zekânın sürdürülebilirliği de önem taşıyor; artan enerji ve kaynak ihtiyacını azaltacak daha verimli model ve çözümlerin geliştirilmesi gerekiyor. Yapay zekâ ekosistemi oldukça geniş: çip teknolojilerinden veri merkezlerine, dil modellerinden sibergüvenliğe ve halüsinasyon önleme çözümlerine kadar farklı birçok katman var.

Ülkemizin tüm bu katmanlarda rekabetçi bir oyuncu olması elbette gerçekçi değil. Ama hem teknoloji geliştiricilerimizin hem de kurumlarımızın, yapay zekâ fırsatlarına operasyonel iyileştirme ve otomasyonun ötesinde daha geniş bakması; farklı eksenlerde uygulama fırsatlarını ve rekabetçilik sağlayacak alanları bir an önce keşfetmesi gerekiyor.



TTGV olarak yeni derin analiz çalışmamızı **Yapay Zekâ** üzerine başlattık. Derin analiz çalışmamız; **katma değeri yüksek endüstriyel uygulamalar, bilimsel yapay zekâ ve sürdürülebilirlik-yapay zekâ** kesişiminde üç ayaklı olarak yürümekte olup, tamamlandığında ülkemiz için fırsat alanları ve öncül uygulama örneklerini ortaya koyan çok kıymetli bir çalışma olacak.



“Türkiye’nin, dönüştürücü teknoloji alanlarında rekabet avantajı sağlayabileceği fırsatları belirlemesi; seçilen niş teknoloji bileşenlerini hızla geliştirerek sahada denemesi ve referans projeler aracılığıyla bilgi birikimi, uygulama kapasitesi ve tedarik zinciri oluşturması gerekiyor.”

Geriden Gelen Değil Önden Koşan Bir Ekosistem Olmak İçin

Özetle Türkiye’nin, dönüştürücü teknoloji alanlarında rekabet avantajı sağlayabileceği fırsatları belirlemesi; seçilen niş teknoloji bileşenlerini hızla geliştirerek sahada denemesi ve referans projeler aracılığıyla bilgi birikimi, uygulama kapasitesi ve tedarik zinciri oluşturması gerekiyor. Böyle bir yaklaşım, Türkiye’yi **dönüşümü izleyen değil, geçiş ekonomisine yön veren bölgesel bir güç** haline getirebilir.

Ancak bu fırsatları rekabet avantajına dönüştürebilmenin önünde önemli engeller de bulunuyor.

Yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve ölçeklenmesinin önünde, teknoloji ve insan kaynağı kapasitesinden finansmana, düzenlemelerden veri ve altyapı eksikliklerine kadar uzanan çok boyutlu engeller bulunuyor. Ancak en kritik sorunlardan biri, **piyasa talebinin yeterince oluşmaması ve pazarın yeni teknolojileri destekleyecek biçimde tasarlanmaması**. Çünkü hem finansmanın hem de düzenlemelerin oluşabilmesi, nihayetinde öngörülebilir ve sürdürülebilir bir pazarın varlığına bağlı.

Asıl soru şu: **Teknoloji ölçeklenene, ticari olarak olgunlaşana ve yatırımcı açısından öngörülebilir hale gelene kadar ortaya çıkan maliyet ve riski kim üstlenecek?** Bu yük tamamen girişimciye veya yatırımcıya bırakıldığında, pek çok teknoloji laboratuvar aşamasını geçemiyor. Türkiye’de birçok alanda teknik

bilgi, mühendislik kapasitesi ve laboratuvar ölçeğinde başarılı uygulamalar bulunmasına rağmen, **piyasa eksikliği** nedeniyle başarılı pilot gösterimleri dahi yapılamıyor.

Bu sorun özellikle yüksek sermaye gerektiren, yoğun biçimde düzenlenen ve büyük altyapılar ile uzun tedarik zincirlerine bağlı enerji gibi sektörlerde daha belirgin; bu alanlarda bir girişimin veya yeni bir teknolojinin sektöre nüfuz etmesi oldukça zor. Benzer biçimde tarım sektöründeki değişime dirençli, risk almak istemeyen yapı, teknolojik dönüşümün önündeki en büyük engellerden biri. Yapay zekâ dönüşümünde ise yatırım maliyetleri, insan kaynağı ve veri eksikliği, güven sorunları ve düzenleyici belirsizlikler gibi hususlar çözümlerin yaygınlaşmasını sınırlandırıyor.

Bu nedenle temel ihtiyaçlardan biri, **talep tarafını güçlendirmek ve ilk uygulamaların riskini paylaşmak**. Henüz riskli görülen, türünün ilk örneği projelerin hayata geçirilmesi ve görünür kılınması; ilk müşteriye oluşturan, başlangıçtaki fiyat farkını yöneten ve ilk ticari uygulamaların önünü açan bir geçiş mimarisiyle mümkün olabilir. Böylece öncü uygulamalar yalnızca teknolojiyi doğrulamakla kalmaz; ekosistemin öğrenmesini sağlar, sanayinin güvenini artırır ve yeni yatırımlara örnek oluşturur.

TTGV’nin Rolü

Bu çerçevede TTGV gibi teknoloji ve inovasyon kuruluşlarının rolü de dönüşüyor. Artık yalnızca teknolojiyi geliştireni desteklemek yeterli değil; teknolojinin pazara nasıl çıkacağı, ilk müşteriye nasıl ulaşacağı ve piyasanın bu süreçten nasıl öğreneceği de tasarlanmalı. TTGV’nin rolü; **öncü teknolojilerde erken aşama risklerini paylaşmak, sanayide öğrenme etkisi yaratmak ve ticarileşmeye giden yolu açmak**.

TTGV, özel sektörün rekabet gücünü teknoloji ve inovasyon yoluyla artırmayı hedefleyen; özgün program modelleri ile örnek etkisi yüksek öncü projeler geliştiren bir vakıf. Bugünkü odağımızı iklim teknolojileri, enerji dönüşümü, tarım ve gıda güvenliği teknolojileri ile yapay zekânın endüstriyel ve bilimsel uygulamaları gibi dönüştürücü alanlar oluşturuyor.

Bu doğrultuda **hem arz hem talep tarafında yeni teknolojilerin benimsenmesini destekleyen Öncül Proje Programı** ve **Güdümlü Proje** yaklaşımı kritik önem taşıyor. Bunlar yalnızca finansman sağlayan destek modelleri değil; teknolojiyi, uygulama alanını ve temel ihtiyaçları birlikte anlamaya dayanan müdahale araçları. Amaç, henüz piyasanın

kendiliğinden harekete geçmediği alanlarda doğru proje kurgularını oluşturmak ve “bu teknoloji uygulanabilir” mesajını veren referans örnekler ortaya çıkarmak.

Türünün ilk örneği projeler, kavram doğrulama çalışmaları ve tekno-ekonomik veriler aracılığıyla riskin azaltılmasını, talebin gelişmesini ve piyasa öğrenmesini destekliyoruz. Güdümlü Proje Programı kapsamında öncelikli teknoloji alanlarında ondan fazla konuda çağrıya çıktık ve her yıl çıkmaya devam edeceğiz. Arz tarafında ise erken aşama araştırmacı ve girişimciler için sanayi ile iş birliği geliştirerek kavramsal doğrulama (PoC) çalışmalarına yönelik özgün destek modelleri geliştiriyoruz.

Bu karmaşık dönüşümde bir diğer önemli ihtiyaç da **ekosistem kurucu** bir yaklaşım. İklim teknolojileri ve yapay zekâ gibi alanlarda sanayi, kamu, akademi, yatırımcılar, düzenleyiciler ve müşterilerin ortak bir dil, hedef ve proje kurgusu etrafında buluşması gerekiyor. TTGV olarak farklı topluluk ve ekosistem programlarımızla bu ortak öğrenme ortamını oluşturmayı ve iş birliğine dayalı dönüşümü hızlandırmayı amaçlıyoruz.



“Artık yalnızca teknolojiyi geliştireni desteklemek yeterli değil; teknolojinin pazara nasıl çıkacağı, ilk müşteriye nasıl ulaşacağı ve piyasanın bu süreçten nasıl öğreneceği de tasarlanmalı. TTGV’nin rolü; öncü teknolojilerde erken aşama risklerini paylaşmak, sanayide öğrenme etkisi yaratmak ve ticarileşmeye giden yolu açmak.”

TEKNOLOJİDE İŞ GELİŞTİRME: BELİRSİZLİKTEN UYGULAMAYA



HANDE AYDOĞAN

TTGV Yenilikçi Teknoloji Programları
İş Geliştirme Lideri

Herkes iş geliştirmeyi kendince tarif eder: Kimi için satış, kimi için yeni müşteri bulmak, kimi içinse güçlü bir ilişki ağı kurmak. Bunların hepsi elbette işin bir parçası olabilir. Ancak teknoloji söz konusu olduğunda bunların hiçbirisi tek başına yeterli olmaz. Çünkü çoğu zaman ortada tamamlanmış bir ürün, sınırları belirgin bir pazar ya da ihtiyacını açık biçimde tanımlayabilen bir müşteri bulunmaz. Teknolojinin hangi soruna, hangi koşullarda ve kimin için değer üreteceği de geliştirme süreci içinde şekillenir.

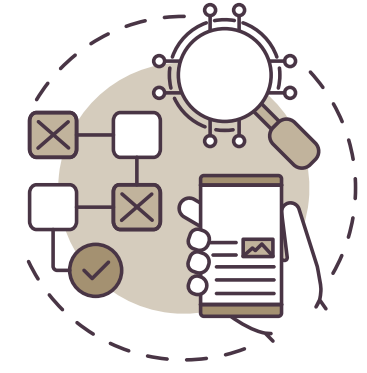
Yerleşik ürünlerde iş geliştirme, tanımlı bir çözüm için doğru müşteriye ve doğru kanalı bulmaya odaklanabilir. Yeni teknolojilerde ise çözümün sınırları, kullanım bağlamı ve yaratacağı değer henüz şekilleniyor. Bir tarafta olgunlaşma sürecindeki bir teknoloji, diğer tarafta operasyonel sorununu teknik gereksinimlere dönüştürmeye çalışan bir ihtiyaç sahibi var. Üstelik teknoloji gerçek çalışma koşullarında doğrulanmamış, taraflar arasında güven oluşmamış ve ilk uygulamanın riskini kimin üstleneceği belirlenmemiş.

Bu nedenle teknolojide iş geliştirme, hazır bir çözüme yalnızca pazar aramanın ötesine geçer. Teknoloji ile ihtiyaç arasındaki uyumu geliştirme süreci boyunca sınırlar ve her ikisini de bu öğrenmeyle şekillendirir. Böylece teknolojinin sunduğu imkan ile gerçek bir ihtiyaç arasında uygulanabilir, finanse edilebilir ve ölçeklenebilir bir değer ilişkisi kurar.

Teknoloji İtmesi mi, Pazar Çekmesi mi?

Teknoloji itmesi, teknoloji geliştirme süreçlerinde sık karşılaşılan yaklaşımlar arasında yer alır. Önce bir teknoloji geliştirilir, ardından bu teknolojinin değer yaratabileceği kullanım alanları araştırılır. Bu yaklaşım bilimsel ilerlemeyi ve radikal yenilikleri besler. Sorun, teknik başarının kendiliğinden talep yaratacağı varsayıldığında başlar. Patent dosyalarında veya laboratuvar raflarında kalan pek çok çalışma, teknik olarak yetersiz olduğu için değil; kimin hangi sorununu çözdüğü ve mevcut alternatiflerin neden yerini alacağı netleşmediği için uygulamaya geçemez.

Teknoloji itmesinin karşısına çoğu zaman pazar çekmesi yerleştirilir: Önce ihtiyaç tanımlanır, ardından çözüm geliştirilir. Elbette bu iki yaklaşımın ağırlığı her sektörde aynı değil. İlaç gibi bilimsel keşiflerin yön verdiği alanlarda teknoloji odaklı gelişim öne çıkarken, kullanıcı beklentilerinin ve pazar dinamiklerinin daha belirleyici olduğu alanlarda pazar ya da tasarım odaklı gelişim ağırlık kazanabilir. Fakat bizim deneyimimiz, sorunun bile çoğu zaman önümüze açık ve doğru tanımlanmış biçimde gelmediğini gösteriyor. TTGV'de bir konuyu GÜDÜMLÜ Proje Programı altında değerlendirmeden önce bir araştırma ve öğrenme süreci yürütüyoruz. Alandaki gelişmeleri, yerli yetkinlikleri, değer zincirindeki boşlukları, kritik performans ve maliyet eşiklerini inceliyoruz; konunun farklı taraflarıyla



Amacımız hemen bir teknoloji seçmek değil, önce sorunu doğru yere koymak: Sorun nerede ortaya çıkıyor, neden mevcut yöntemlerle çözilemiyor ve anlamlı bir çözümün hangi değeri üretmesi gerekiyor?

görüşüyoruz. Amacımız hemen bir teknoloji seçmek değil, önce sorunu doğru yere koymak: Sorun nerede ortaya çıkıyor, neden mevcut yöntemlerle çözilemiyor ve anlamlı bir çözümün hangi değeri üretmesi gerekiyor?

Güdümlü Proje Programı aşamasında ise bu soruna giden çözüm yolunun çerçevesini çiziyoruz. Beklenen işlevleri, performans ve maliyet sınırlarını, doğrulama koşullarını tanımlıyor ve ilk riski üstleniyoruz. Ancak burada satın aldığımız şey bir teknoloji ya da ürün değil. Buradaki asıl değer, teknolojinin gerçek koşullarda nasıl çalıştığını, hangi değeri yarattığını ve yaygınlaştırmaya elverişli olup olmadığını ortaya koyan endüstriyel bilgiden doğuyor. Bu bilgi paylaşıldıkça, tek bir projede edinilen deneyim başka uygulamaların da önünü açıyor.

Bu deneyim bize teknoloji itmesi ile pazar çekmesinin birbirinin alternatifi olmadığını gösteriyor. Yeni teknoloji, ihtiyaç sahibinin henüz tarif edemediği imkanları açarken sahadan gelen bilgi de teknolojinin yönünü şekillendiriyor. İhtiyaç sahibi çoğu zaman derdini bildiği çözümün diliyle anlatıyor: “Bize şu teknolojiyi bulun.” Oysa bu talebin arkasında maliyet, verim, güvenilirlik, mevzuata uyum veya tedarik riski gibi daha temel bir sorun bulunabilir. İş geliştirme tam da bu noktada, hazır talebe cevap vermekten çıkıp gerçek sorunu ihtiyaç sahibiyle birlikte tanımlama sürecine dönüşüyor.

Teknoloji Çalışıyor; Peki Pazar Hazır mı?

Doğru sorunu tanımlamak gerekli, fakat bu da tek başına yeterli değil. Sorunun bir teknoloji geliştirme ve uygulama sürecini harekete geçirecek kadar öncelikli olup olmadığı da sınanmalı. Potansiyel kullanıcıların bir teknolojiyi ilgi çekici bulması, gerçek talebin bulunduğu anlamına gelmez. Talep, ihtiyaç sahibinin teknik ekibini sürece ayırması, tesisini veya verisini doğrulamaya açması, bütçe koyması, karar ve tedarik yolunu tanımlaması ve hedeflenen sonuçlara ulaşırsa uygulamanın devamını üstlenmesiyle görünür olur. Özetle gerçek talep, ihtiyaç sahibinin çözümün bedelini yalnızca parayla değil; zaman, teknik kapasite, kurumsal emek ve karar iradesiyle de ödemeye hazır olmasıyla somutlaşır.

Bir pilotun teknik olarak başarılı olması, çözümün pazarda karşılık bulduğu anlamına gelmez. Pilot, belirli koşullarda teknolojinin çalışıp çalışmadığını gösterir. Ancak teknolojiyi göstermek yetmez; pazarın da doğrulanması gerekir. Ticari ilerleme başka sorulara bağlı: İhtiyaç sahibi pilot sonrasında çözümü sahiplenmeye ve bütçe ayırmaya hazır mı? Benzer bir talep başka kullanıcılarda veya uygulama alanlarında da var mı? Bu sorular pilot başlamadan düşünülmemişse geriye yalnızca başarılı bir teknik deneme kalır. Pilotun gerçek başarısı, yalnızca teknolojinin çalıştığını göstermesiyle değil, sonrasında devam edecek bir uygulamanın yolunu açmasıyla ortaya çıkar.

Buradaki temel çıkmaz açık: Herkes kendi perspektifinden haklı, fakat sistem hareketsiz kalıyor. Teknoloji geliştirici, çözümü gerçek koşullarda sınayabileceği bir ilk uygulamaya ihtiyaç duyar; ihtiyaç sahibi ise teknoloji başka bir uygulamada kendini kanıtlamadan ilk olmanın riskini üstlenmek istemez. Yatırımcı doğrulanmış ticari talep arar; bu talebin oluşması da teknolojinin geliştirilmesine ve gerçek koşullarda uygulanmasına kaynak ayrılmasını gerektirir. Hiçbiri ilk riski üstlenmediğinde teknoloji, teknik olarak mümkün olduğu halde uygulamaya geçemez.

İlk Uygulamadan Yaygınlaşmaya

Bu düğüm yalnızca daha fazla finansman ile çözülemez; ama finansman olmadan da çözülmez. Yapılması gereken, belirsizliği tek parça büyük bir risk gibi görmek yerine cevaplanabilir sorulara bölmek: İhtiyaç gerçekten öncelikli mi? Teknoloji gerçek koşullarda beklenen sonucu veriyor mu? Ortaya çıkan değer, katlanılan maliyete değiyor mu? Bu soruların her biri farklı bir bilgi ve doğrulama süreci gerektirir. Ortak geliştirme, eş finansman veya performansla bağlı ödeme gibi yöntemler de ilk uygulamanın riskini taraflar arasında paylaşmayı sağlar. İş geliştirme, taraflardan birini ikna etmekten çok, kimsenin tek başına üstlenmek istemediği belirsizliği görünür, ölçülebilir ve paylaşılabilir hale getirir.

İlk uygulamanın önünü açmak da tek başına yetmez. Rafta hazır bir teknolojiyi edinmek bile onu özümsemek anlamına gelmez. Kalıcı değer, çözümün gerçek çalışma koşullarına uyarlanması, neden çalıştığının anlaşılması, bakımının sürdürülebilmesi ve zaman içinde geliştirilebilmesiyle oluşur. Bu nedenle teknoloji iş birliklerinde ürünün teslimi kadar bilginin nasıl aktarılacağı, insan kaynağının nasıl geliştirileceği, fikri hakların nasıl yönetileceği ve kurumsal öğrenmenin nasıl sağlanacağı da baştan düşünülmeli. Aksi halde teknoloji, dışarıdan edinilmiş bir kara kutu olarak kalır ve ilk uygulamanın ötesine geçemez.

Bu yüzden teknolojide iş geliştirme, tek seferlik bir eşleştirmeye sınırlı kalmaz; zaman içinde gelişen canlı bir öğrenme süreci olarak ilerler. İhtiyaçlar değişir, teknoloji olgunlaşır, maliyetler ve düzenlemeler dönüşür. İlk uygulamada üretilen bilgi, çözümün kurum içinde kalıcılığının ve farklı uygulamalara taşınmasının temelini oluşturur. Yaygınlaştırma, çalışan çözümü olduğu gibi çoğaltmakla değil, edinilen bilgiyi farklı koşullara uyarlamakla mümkün olur. İş geliştirme, bu öğrenmeyi ilk uygulamayla sınırlı bırakmayıp yeni uygulamalara taşıyarak tekil bir çözümün yaygınlaşmasının önünü açar.

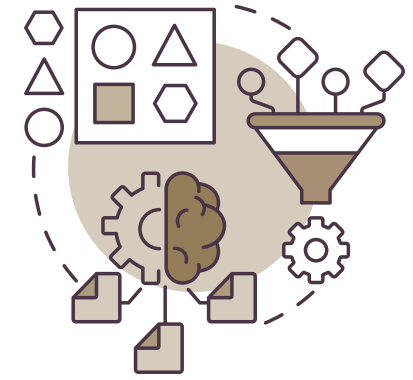


Sondan Değil, Baştan

Türkiye'nin teknoloji üretme kapasitesini konuşurken çoğunlukla Ar-Ge'ye, patente ve yatırıma odaklanıyoruz. Oysa bir teknolojiyi geliştirmek ile onu gerçek ve yaygın bir uygulamaya dönüştürmek aynı şey değil. Ar-Ge, patent ve yatırım gerekli olsa da teknolojinin uygulamaya gideceği yolu tek başına kuramaz. Tam da bu nedenle iş geliştirme, teknoloji tamamlandıktan sonra devreye giren bir satış faaliyeti olarak görülmemeli. İhtiyaç sahibinin kim olduğu, çözümün hangi koşullarda kullanılacağı, ilk uygulamanın nasıl mümkün kılınacağı ve edinilen bilginin yeni uygulamalara nasıl taşınacağı, teknik yol haritasını en başından şekillendirmeli.

Başlangıç sorusu “Bu teknolojinin müşterisi kim olabilir?” değil, “Hangi problemi, kim için, mevcut alternatiflerden hangi açıdan daha iyi ve hangi koşullarda çözebiliriz?” olmalı. Ardından üç soru gelir: İlk uygulamanın riskini kim paylaşacak? Bu uygulama bize ne öğretecek? Çözüm, pilot sonrasında kim tarafından sahiplenilecek ve nasıl yaygınlaşacak?

Bu soruların cevapları ihtiyaç sahibi adına verilemez; ancak birlikte aranabilir. İhtiyaç görünür hale geldikçe teknoloji de bu bilgiyle şekillenir. Teknolojide iş geliştirme tam da burada anlam kazanır: Bir teknolojiye sonradan müşteri bulmak değil, teknoloji ile ihtiyacın birlikte olgunlaşacağı yolu baştan kurmak.



“Başlangıç sorusu “Bu teknolojinin müşterisi kim olabilir?” değil, “Hangi problemi, kim için, mevcut alternatiflerden hangi açıdan daha iyi ve hangi koşullarda çözebiliriz?” olmalı.”

BİLİMSEL ÜRETİM SİSTEMİNİN DÖNÜŞÜMÜ

"AI FOR SCIENCE"



EVREN BÜKÜLMEZ

TTGV Geliştirme Programları Direktörü

Yapay zekâ tartışmasının önemli bir bölümü bugün hâlâ verimlilik artışı, otomasyon ve insan emeğinin ikamesi üzerinden yürütülüyor. Öte yandan bilim ve teknoloji politikası açısından daha yapısal bir dönüşüm başka bir yerde ortaya çıkıyor: **bilimsel bilginin nasıl üretildiğinde...**

"AI for Science" veya "AI As a Scientist" kavramları altında gelişen yaklaşım, yapay zekânın yalnızca araştırmacıya destek veren bir araç olarak kullanılmasını değil; araştırma sorusunun oluşturulmasından deney tasarımına, veri analizinden yeni hipotezlerin üretilmesine kadar bilimsel üretim sürecinin farklı aşamalarına yerleşmesini ifade ediyor.

Yıllar önce sağlık dikeyinde yürüttüğümüz Hit Programı'nda "Pubmed" veritabanındaki makaleleri analiz edip, sağlık alanında araştırmaya yön veren bir karar destek sistemi geliştiren bir girişimimiz vardı. Bu çözümden yararlanacak kesimin farkındalığı çok üst düzey olmamasının yanında bu girişimden birkaç sene sonra Google'ın ve farklı büyüklerin LLM çözümlerinin piyasaya girmesiyle birçok inisiyatif iş geliştirme süreçlerine devam edemedi.

Geldiğimiz yapay zekânın dönüştürücü gücüyle bu konu, yeni bir dijital araç setinin bilim insanlarının kullanımına sunulmasından daha kapsamlı. Asıl mesele, bilimsel araştırmanın organizasyonunun, hızının, maliyet yapısının ve ihtiyaç duyduğu altyapının değişmeye başlaması.

Bugün ilaç keşfi, biyoteknoloji, ileri malzemeler, kimya ve sağlık araştırmaları bu dönüşümün en görünür olduğu alanlar arasında. Protein yapı tahmininde AlphaFold ile görünür hale gelen sıçrama, artık molekül tasarımı, genomik analiz, malzeme keşfi ve deney planlaması gibi alanlara yayılıyor. Daha ileri uygulamalarda ise yapay zekâ modelleri robotik laboratuvar sistemleriyle birleşiyor; sistemin aday deneyler önermesi, deney sonuçlarını değerlendirmesi ve bir sonraki araştırma adımını belirlemesi mümkün hale geliyor.

Bu gelişme, araştırma sistemleri açısından önemli bir ölçek problemi yaratıyor. Çünkü bilimsel rekabetin belirleyicileri arasına yalnızca nitelikli araştırmacı veya araştırma bütçesi değil; **hesaplama kapasitesi, yüksek nitelikli veri setleri, araştırma altyapılarının dijitalleşme düzeyi ve disiplinler arası çalışma kapasitesi** de daha güçlü biçimde giriyor.

Dolayısıyla AI for Science, aynı zamanda bir araştırma ve inovasyon politikası konusu.



"Bilimsel rekabetin belirleyicileri arasına yalnızca nitelikli araştırmacı veya araştırma bütçesi değil; hesaplama kapasitesi, yüksek nitelikli veri setleri, araştırma altyapılarının dijitalleşme düzeyi ve disiplinler arası çalışma kapasitesi de daha güçlü biçimde giriyor."

Örneğin Avrupa'daki güncel tartışmaların önemli bölümü, araştırmacıların yapay zekâ modellerine, veri altyapılarına ve yüksek performanslı hesaplama olanaklarına erişiminin nasıl sağlanacağı üzerinde yoğunlaşıyor. Bu yaklaşımın arkasında basit bir varsayım var: Eğer yapay zekâ bilimsel keşif süreçlerini anlamlı ölçüde hızlandıracaksa, bu kapasiteye erişim de ülkelerin ve araştırma ekosistemlerinin rekabet gücünü belirleyen unsurlardan biri haline gelecek.

Bu durum, **inovasyon desteklerinin tasarımı** açısından da bazı yeni sorular doğuruyor.

Bugüne kadar kamu desteklerinin önemli bir bölümü teknoloji geliştiren şirketleri, Ar-Ge projelerini veya araştırma altyapılarını desteklemeye odaklandı. AI for Science yaklaşımı ise daha farklı bir politika nesnesini gündeme getiriyor: **Yapay zekâ teknolojisi geliştirmeyen, ancak kendi bilimsel alanında yapay zekâyı kullanarak araştırma verimliliğini ve keşif kapasitesini artıran araştırma grupları nasıl desteklenmeli?**

Türkiye açısından konuya bu çerçeveden bakmak önemli olabilir. Türkiye'nin araştırma kapasitesinin tamamında aynı anda dönüşüm yaratmaya çalışmak yerine, belirli bilimsel ve teknolojik dikeylerde yoğunlaşmak daha gerçekçi bir strateji olabilir. Sağlık teknolojileri, biyoteknoloji, ileri malzemeler, kimya, enerji veya üretim teknolojileri gibi alanlarda mevcut akademik yetkinliklerin, sanayi Ar-Ge kapasitesinin ve veri altyapılarının birlikte değerlendirilmesi gerekir.

Yetkin araştırmacıların varlığı en baştaki gereklilik elbette. "AI for Science" yaklaşımının etkili olabilmesi için araştırmacının hesaplama altyapısına erişebilmesi, araştırma verisinin kullanılabilir olması, farklı disiplinlerin birlikte çalışabilmesi ve üniversite-sanayi arasında araştırma sonuçlarının dolaşımını mümkün kılacak mekanizmaların bulunması gerekiyor. Bu altyapıların belirleyicileri de yine quantum hesaplama, çip geliştirme yetkinlikleriyle de yakın ilgili. Geleceği hızlandırma da, birçok katmanı, bariyeri de çözmek, bazı maliyetlerin altından kalkmakla ilişkili.

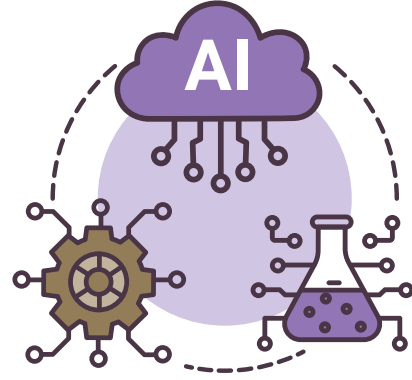
Hangi aşamada hangi kapasite eksik? Darboğaz finansman mı, altyapı mı, insan kaynağı mı, veri mi? Destek programı hangi piyasa veya sistem başarısızlığını çözmeye çalışıyor? Bu program müdahalesinin ilave etkisi nerede ortaya çıkıyor?

Belki de önümüzdeki dönemde araştırma politikalarında karşılaşacağımız temel değişimlerden biri bu olacak. Yapay zekâ, mevcut bilimsel araştırma süreçlerinin üzerine eklenen yatay bir teknoloji olmaktan çıkarak, giderek araştırma sisteminin altyapılarından biri haline gelebilir.

Bu nedenle tartışmayı “Yapay zekâ bilim insanının yerini alacak mı?” sorusuna indirgemek çok açıklayıcı olmayabilir. Daha anlamlı soru, **bilim insanı, araştırma altyapısı ve yapay zekâ arasındaki yeni iş bölümünün nasıl kurulacağı** olabilir.

TTGV olarak bu yıl Aralık ayında gerçekleştirmeyi planladığımız **TTGV REACT – AI for Science** etkinliğinde de konuyu bu çerçevede ele almayı hedefliyoruz. REACT’in dönüşüm teknolojilerini yalnızca teknik gelişmeler üzerinden değil, ekosistemlerin rekabet gücü, araştırma altyapıları, sanayi etkileri ve kamu politikaları açısından değerlendiren yaklaşımına uygun olarak; bilimsel yöntemin dönüşümünü, otonom araştırma sistemlerini, sağlık ve biyoteknolojiden malzeme ve kimyaya uzanan uygulama alanlarını ve Türkiye’nin bu yeni araştırma paradigmasındaki olası konumunu tartışmayı amaçlıyoruz.

Çünkü AI for Science tartışmasının uzun vadede asıl konusu yapay zekânın ne kadar iyi bilim yapabildiği değil, **ülkelerin ve kurumların, yapay zekâ ile bilim yapabilecek araştırma sistemlerini ne kadar hızlı kurabildiği** olabilir.



“Çünkü AI for Science tartışmasının uzun vadede asıl konusu yapay zekânın ne kadar iyi bilim yapabildiği değil, ülkelerin ve kurumların, yapay zekâ ile bilim yapabilecek araştırma sistemlerini ne kadar hızlı kurabildiği olabilir.”



TTGV React

ARAŞTIRMACININ İKİNCİ DİLİ: LABORATUVARIN ÖĞRETTİKLERİNE, SAHANIN SORDUĞU SORULARI EKLEMEK



DR. TÜMERKAN KESİM

TTGV Öncül Proje Programı
Program Uzmanı

Pek çok teknoloji, henüz ne bir pazarı ne de bir müşterisi varken doğar. Sessiz bir laboratuvarda ya da bir tez çalışmasının en yoğun anında, kimsenin daha “ürün” demediği bir aşamada. Onu mümkün kılan bilgi çoğunlukla temel bilimlerde ve mühendislikte üretilir. Araştırmacının özerkliği tam da buradadır. Hangi soruna yöneleceğine kendisi karar verir, sonra onu literatürün ve yöntemin süzgecinden geçirir. Bu sürecin sonunda ortaya çıkan şey, bilimsel temeli sağlam bir çıktıdır. Bu çıktının arkasında güçlü ve saygın bir beceri seti vardır. Akademik eğitim bize bilimsel bir problemi doğru kurmayı, literatürü taramayı, hipotez geliştirmeyi, deney tasarlamayı, veriyi analiz etmeyi ve sonucu metodolojik bir titizlikle savunmayı öğretir.

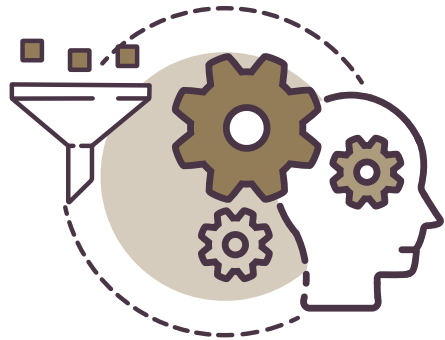
Bu beceriler bir yelpaze üzerinde çalışır. Temel bilim, olguyu anlamının peşindedir. Uygulamalı bilim bu bilgiyi belirli bir amaca yaklaştırır. Endüstriyel Ar-Ge ise doğrudan bir ihtiyaçtan ve pazardan hareket eden, bambaşka bir mantıkla çalışır. Akademi, doğası gereği görece korunaklı bir sistemdir. Konu uygulamaya ne kadar yakın olursa olsun, akademik başarının ölçütleri çoğunlukla özgünlük, yayın ve bilimsel katkı ekseninde şekillenir. Akademinin kendi ritmi vardır ve piyasanın kısa vadeli baskılarından bir ölçüde yalıtılmıştır. Aslında bu, sistemin bir eksikliği değil. Akademi, bilgiyi derinleştirebilmek için zaten böyle kurulmuş.

Ne var ki bir teknolojinin laboratuvarından çıkıp gerçek dünyada karşılık bulması, bu korunağın dışında işleyen ikinci bir beceri setini gerektirir. Özellikle derin teknoloji geliştirirken, çözölen bilimsel problemin yanında bir dizi başka meseleyi de baştan düşünmek gerekir. Bu teknoloji kimin, ne kadar önemli bir derdine çare oluyor? O dert bugün nasıl çözölüyor ve kullanıcı elindeki çözölümü neden bıraksın? Laboratuvarında elde edilen performans sahada ve ölçekte korunabiliyor mu, üretilebiliyor mu, makul bir maliyetle sunulabiliyor mu? Regölasyon ve tedarik zinciri buna hazır mı? Kim öder? Bunlar yalnızca teknik değıl, değıer yaratmayı belirleyen sorulardır. Derin teknolojiyi bu meseleleri düşünerek geliştirmek, çıktının sahada bir karşılık bulma ihtimalini en baştan yükseltir. Bu bakış açısı, akademik eğitimin doğıal olarak önceliklendirdiğı beceriler arasında çoğı zaman yer almaz. Bu ikisi birbirinin alternatifi değıl; aynı araştırmacıda bir araya gelebilen, farklı amaçlarla gelişmiş tamamlayıcı yetkinliklerdir.

Girişimci düşünce: bir kişilik değıl, bir yöntem

Girişimcilik denince çoğı zaman belirli bir kişilik tipi gelir akla. Risk seven, atılgan, doğıştan girişimci ruhlu biri. Oysa girişimciliğı öğrenilebilir bir yöntem olarak da düşünabiliriz. Onu bir mizaç meselesi değıl, adım adım öğretilen bir disiplin olarak ele almak mümkün.

Bu yöntemin özünde birkaç alışkanlık var. Elde tam veri yokken, belirsizliğı içinde karar verebilmek. Bir fikre peşinen inanmak yerine onu bir varsayım gibi görüp sınamak. Masabaşında değıl, olası kullanıcıyla konuşarak öğrenmek. Kısıtlı zamanı ve parayı en kritik bilinmeyene ayırmak. Teknolojinin kendisini değıl, çözölen sorunu merkeze koymak. Deneyip yanılmak, sonra yeniden denemek. Bunların hiçbirisi doğıştan gelen bir yetenek değıldir. Tıpkı deney tasarımı gibi sonradan öğrenilir.



Aslında bu yöntem araştırmacıya hiç de yabancı değıl. Bilimsel yöntem bir hipotezle başlar, onu deneyle sınar, veriye bakar ve öğrenir. Girişimci yöntem de aynı döngüyü izler: bir varsayım la başlar, onu kullanıcıyla ve pazarla sınar, veriye bakar ve öğrenir. Temel mantık aynı kalır. Değışen, sınanan varsayımın niteliğı ve denemenin yapıldığı ortamdır. Yani girişimci gibi düşünmek, araştırmacının zaten bildiğı deneysel düşünceyi yeni bir bağlama taşımaktır.

Burada bir ayrımı korumak önemli. **Girişimci gibi düşün ebilmek, şirket kurmakla aynı şey değıldir.** Bir araştırmacı ömrü boyunca hiç şirket kurmayabilir. Ama bu yöntemi bildiğinde, geliştirdiğı teknolojinin nerede, kimin için ve hangi koşulda değıer taşıyacağını çok daha erken görür. Söylemek istediğimiz, her akademisyenin girişimci olması gerektiğı değıl. Araştırmacının bu ikinci dili de konuşabilmesi. Baştan beri sözünü ettiğimiz ikinci beceri seti aslında budur: sonradan öğrenilen bir yöntem, araştırmacının ana diline eklenen ikinci bir dil.

Görmek ile içinde olmak

Bu bir ölçüde kendi deneyimimden biliyorum. Doktora çalışmam sırasında, uluslararası bir sanayi şirketinin araştırma bursunu aldım ve şirketin mühendisleriyle birlikte bir Ar-Ge projesinde çalıştım. Saha ziyaretlerine katıldım, üretim tarafını yakından gözlemleme fırsatı buldum. O dönem sanayinin nasıl işlediğini artık anladığımı düşünüyordum. Laboratuvarın dışına çıkmış, işin gerçek tarafını görmüştüm.

Görmüştüm, ama içinde değıldim. Bunu ancak sonraki yıllarda, bir teknoloji şirketinde Ar-Ge sorumlusu olarak çalışırken fark ettim. Bir problemi akademinin dışarıdan bakan gözüyle izlemekle, onu sanayinin içinden, sonucundan siz sorumluyken yaşamak arasında ciddi bir fark var. İki taraf çoğı zaman aynı olaya farklı sorularla yaklaşır.

“Girişimcilik denince çoğı zaman belirli bir kişilik tipi gelir akla. Risk seven, atılgan, doğıştan girişimci ruhlu biri. Oysa girişimciliğı öğrenilebilir bir yöntem olarak da düşün ebiliriz.”

Hâlâ hatırladığım bir örnek var. Sahadan, ürünün kullanım kolaylığı verafömrü konusunda bir geribildirim gelmişti. Biz teknik tarafta buna pek itibar etmedik, kendi çözümümüzün daha doğıru olduğunu düşündük. Aradan dört beş yıl geçtikten sonra aynı konunun gerçek bir sorun olduğunu fark ettik, sonunda onu ayrı bir proje hâline getirip baştan çalışmaya başladık. Önemli bir hataydı. Sahanın en başta söylediğini duyabilseydik, bu bize yıllar kazandırabilirdi. Çünkü laboratuvarında en iyi görünen çözüm, sahada her zaman en iyi çözüm olmuyor.

Geriye dönüp baktığımda, akademiden ayrıldığımda sandığımdan çok daha azını biliyordum. Eksik olan bilgi değıldi. Eksik olan, o bilgiyi değıere çeviren ikinci dildi.

Peki nereden başlamalı?

Bu dil sonradan öğrenilebiliyor ve bunun denenmiş yolları var. Akademideki bir araştırmacı girişimci gibi düşünmek istediğinde, ilk adım çoğı zaman laboratuvarından çıkmaktır. Teknolojiyi bir süreliğine kenara bırakıp, çözmeye çalıştığı problemi gerçekten yaşayan insanlarla konuşmak. Potansiyel kullanıcılarla, sektörde yıllarını vermiş kişilerle, benzer yolu daha önce yürümüş olanlarla. Bu görüşmelerden sonra laboratuvara döndüğünde, aslında ne geliştirmesi gerektiğini çok daha iyi değıerlendirebilir. Çünkü bu konuşmalar çoğı zaman problemi yeniden tanımlamaya, çözümün gerçekten değıer yaratıp yaratmayacağını daha erken görmeye yardımcı olur.

Aslında bunun için gereken şey teknik değıl, daha çok bir tutum meselesidir. Araştırmacı çoğı zaman geliştirdiğı teknolojiye kendi çocuğı gibi bağlanır. Bu bağ çok anlaşılır, ama yanında ince bir risk taşır. Uzun süre üzerinde çalışılan bir çözüme yapılan bilişsel yatırım, zamanla onunla çelişen saha verisini görmeyi zorlaştırır. İnsan, farkında olmadan haklı çıkmak isteyen bir tarafını işin içine katar. Buradaki asıl beceri, bu eğilimin farkında olup geri bildirim e açık kalabilmektir. Teknik bir yetenekten çok, bir olgunluk işi.



Bu yolda yalnız yürümek de gerekmez. Bugün araştırmacıyı; pazar, maliyet, kullanıcı ve ticarileşme konularında farklı deneyimlere sahip insanlarla bir araya getiren pek çok ortam var. Sanayiyle yürütölen ortak projeler araştırmacıyı gerçek üretim koşullarıyla buluşturur. Üniversitelerin teknoloji transfer ofisleri, fikri mülkiyetten lisanslamaya kadar ticarileşmenin teknik olmayan tarafında yol gösterir. Deneyimli girişimcilerle kurulan mentorluk ilişkileri, yılların dersini kısa yoldan aktarır. Bu amaçla tasarlanmış yapılandırılmış programlar, hızlandırıcılar ve girişimcilik eğitimleri ise bütün bu adımları tek bir çatı altında ve belli bir yöntemle sunar. Heps i, araştırmacıyı akademik araştırmanın doğıal çerçevesinin dışındaki sorularla erkenden karşılaştıran birer mekanizmadır.

Türkiye’de bu mekanizmalara somut bir örnek, TTGV’nin yürüttüğü **FLUX Teknoloji Yönlendirme Programı**. İklim teknolojileri alanında çalışan doktora öğrencilerine, doktora mezunlarına ve post-doc araştırmacılarına yöneliyor. Programın yaklaşımı; araştırmacının teknolojisini sektör profesyonelleri ve gerçek ihtiyaçlar üzerinden değıerlendirmesine, fikri mülkiyet, iş modeli ve ticarileşmenin teknik olmayan boyutlarını görmesine ve çıktısını ekosisteme tanıtm asına yardımcı olmak. **Kısacası FLUX, bu ikinci dili tek başına değıl, yapılandırılmış bir destekle öğrenmenin bir yolu.**

Başa dönersek, iyi bir bilim insanı olmak ile başarılı bir teknoloji girişimcisi olmak birbirinden farklı yetkinlikler ister. Her araştırmacının girişimci olması da gerekmez. Ama geliştirdiğı teknolojiye bir de girişimcinin gözünden bakabilmesi, o teknolojinin laboratuvarın dışına çıkma şansını önemli ölçüde artırıyor. Bu, bilimsel derinlikten ödün vermek değıl; üretilen bilgiye sahada bir karşılık bulma şansı tanımak. Kendi deneyimimin bana öğrettiğı şey de bu oldu: çoğı zaman asıl fark, o ikinci dili zamanında öğrenip öğrenmediğimizde ortaya çıkıyor.

“İyi bir bilim insanı olmak ile başarılı bir teknoloji girişimcisi olmak birbirinden farklı yetkinlikler ister.”

YAPAY ZEKÂ ÇAĞININ YENİ YETKİNLİĞİ: YÖNETMEK



DİDEM ÜN ATEŞ
LotusAI Kurucu ve CEO

RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

Yapay zekâ artık yalnızca yeni bir teknoloji dalgası değil; iş yapma biçimlerinden karar mekanizmalarına, kurumların rekabet gücünden insanın çalışma hayatındaki rolüne kadar uzanan köklü bir dönüşümün merkezinde. Üstelik bu dönüşüm, geçmiş teknolojik devrimlerden farklı olarak yalnızca fiziksel emeği ya da bilgiye erişimi değil, doğrudan “bilişsel işi” dönüştürüyor. **Didem Ün Ateş**’in ifadesiyle, yapay zekâ işin yürütülmesini giderek daha fazla üstlenirken insanın rolü de “iş yapmaktan işi yönetmeye” doğru kayıyor.

Microsoft Business AI’nın kurucu ekibinde yer alan ilk Türk isim olan, bugün ise LotusAI’nın Kurucusu ve CEO’su olarak kurumların yapay zekâ dönüşümüne liderlik eden **Didem Ün Ateş**, bu değişimi yaklaşık 15 yıldır yakından izleyen isimlerden biri. Ona göre önümüzdeki dönemin asıl meselesi en güçlü algoritmaya sahip olmak değil; teknolojiyi yönetecek nitelikli insan kaynağını, sağlam kurumları ve sorumlu yapay zekâ anlayışını birlikte inşa edebilmek.

Ün Ateş ile yapay zekâ çağının gerçek devrimini, Agentic AI ile değişen insan ve yönetici rollerini, Responsible AI’nın neden artık bir tercih değil kurumsal zorunluluk olduğunu ve Türkiye’nin küresel yapay zekâ yarışında nerede konumlanabileceğini konuştuk. Röportajı okumadan önce size de soralım “Bu büyük dönüşümde asıl rekabet teknolojide mi yaşanacak, yoksa onu doğru yöneten insanlarda ve kurumlarda mı?”



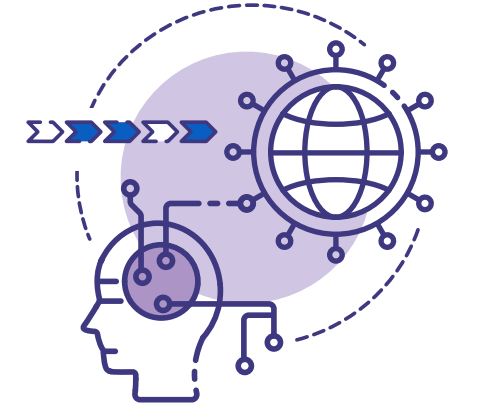
Sanayi Devrimi buhar makinesiyle, Dijital Devrim internetle anıldı. Sizce yapay zekâ çağının sonunda geriye dönüp baktığımızda, “asıl devrim” dediğimiz şey teknoloji mi olacak, yoksa insanın karar alma biçiminin değişmesi mi?

Sanayi Devrimi ile İnternet Devriminin ortak bir yanı var: her ikisi de az sayıda insanın elindeki bir kapasiteyi alıp herkese açtı. Sanayi Devrimi kas gücünü makinelere devretti, üretimi tek tek ustaların gücüne bağlı olmaktan çıkardı. İnternet aynı şeyi bilgiye erişimde yaptı; öğrenmek için artık kütüphaneye gitmek gerekmiyordu. Yapay zekâ bu geleneğin üzerine oturuyor. Ama bu kez devredilen şey kas gücü ya da bilgiye erişim değil, bilişsel işin kendisi: düşünme, üretme, çözme.

Somut bir örnek: fotoğraf teknolojisi neredeyse iki yüz yıl boyunca nadir kaldı. Asıl sıçrama, teknoloji halka indikten sonra geldi. Bugün dünyada yılda iki trilyonu aşkın fotoğraf çekiliyor ve bunun yüzde 94’ü akıllı telefonlarla. Teknoloji herkesin eline geçtiği anda ölçek tümüyle değişiyor.

Yapay zekâda da aynısını görüyoruz. Kontrollü saha deneyleri; yazıdan yazılıma, müşteri hizmetlerinden hukuka kadar pek çok alanda görev sürelerinde yüzde 15 ile 50’yi aşan azalmalar gösteriyor. En çarpıcı bulgu şu: kazanım en çok deneyimsiz çalışanlarda. Teknoloji bir beceri eşitleyici işlevi görüyor, aynı anda deneyimli profesyonelleri de hızlandırıyor.

Ama asıl dönüşüm başka yerde. Yapay zekâ işin yürütülmesini üstlendikçe, insanın rolü işi yapmaktan işi yönetmeye kayıyor. Bir anlamda hepimiz birer yöneticiye dönüşüyoruz. İşte “devrim” dediğimiz şey teknolojinin kendisi değil; insanın zamanını, enerjisini ve kapasitesini çok daha büyük işlere yönltebilmesi.



“Yapay zekâ işin yürütülmesini üstlendikçe, insanın rolü işi yapmaktan işi yönetmeye kayıyor. Bir anlamda hepimiz birer yöneticiye dönüşüyoruz. İşte “devrim” dediğimiz şey teknolojinin kendisi değil; insanın zamanını, enerjisini ve kapasitesini çok daha büyük işlere yönltebilmesi.”

İnsanın Güvenini Kazanan, Şeffaf ve Sorumlu Teknolojiler Uzun Vadede Kazanır

Uzun yıllar boyunca ülkeler ve şirketler rekabet avantajını ucuz iş gücü, sermaye ya da doğal kaynaklarla açıkladı. Bugün ise yapay zekâ yeni bir üretim altyapısına dönüşüyor. Önümüzdeki 10 yılda ülkeleri ve şirketleri birbirinden ayıracak asıl unsur en gelişmiş algoritmalara sahip olmak mı olacak, yoksa bu algoritmaları yönetecek kurumlar, liderlik anlayışı ve nitelikli insan kaynağı mı? Türkiye bu yarışta sizce en çok hangi alana yatırım yapmalı?

Bu konuda çok güncel bir örnek var. OpenAI 2015'te kurulduktan kısa süre sonra ekibe iki kardeş katılıyor. Biri araştırma başkan yardımcılığına yükseliyor ve GPT-2 ile GPT-3'ün temelini atan çalışmalara liderlik ediyor. Ama teknoloji geliştikçe güvenlik ve sorumluluğun yeterince önceliklendirilmediğini düşünüp ayrılıyorlar ve güvenlik öncelikli bir laboratuvar kuruyorlar. O laboratuvar bugün dünyanın en değerli yapay zekâ şirketlerinden biri: Claude'un arkasındaki Anthropic.

Bu örnek net bir şey gösteriyor: insanın güvenini kazanan, şeffaf ve sorumlu teknolojiler uzun vadede kazanır.

Buna iyi bir benzetme siber güvenlik. Siber güvenlik yapay zekânın yaklaşık on, on iki yıl önünde; o yolu daha önce yürüdü. Bugün hepimiz biliyoruz ki siber güvenlikte sağlam durmazsak, er ya da geç saldırıya uğrarız. Soru "olur mu" değil, "ne zaman olur." Yapay zekâda da durum aynı: tasarım, uygulama ve devreye alma süreçlerimiz sorumlu değilse, koruyucu sınırlar yoksa, bu teknoloji eninde sonunda yanlış

gidecek. Bu da bir "olur mu" meselesi değil, "ne zaman" meselesi. Nasıl insanlara "hiç hata yapmayın" diyemiyorsak, bu teknolojiden de hiç hata yapmamasını bekleyemeyiz. Önemli olan, hatayı baştan sınırlayan sistemleri kurmak.

Asıl fark liderlik anlayışında

Dolayısıyla en gelişmiş algoritmaya sahip olmak tek başına yetmiyor. Asıl fark, o algoritmayı yönetecek kurumlarda, liderlik anlayışında ve nitelikli insan kaynağında.

Türkiye'nin en çok yatırım yapması gereken alan bu yüzden eğitim. Ülkemizden çok değerli, çok zeki beyinler çıkıyor. Bu potansiyeli sonuna kadar değerlendirmek için öğrencileri erken yaştan desteklemek ve genç girişimcilerin önünü açmak gerekiyor. Microsoft'ta Girls in AI Hackathon programını kurarken, genç kızların yapay zekâyla kısa sürede özgüven ve teknik kabiliyet kazanmasını izledim. Teknoloji sonradan eklenen bir değer değil, gençlerin içinde büyüdüğü bir olgu olmalı.

Somut politika önerilerine gelince, bu önerileri iki yıl önce Birleşik Krallık'ın yapay zekâ politikası liderleri ile de paylaşmıştım ve Birleşik Krallık bunları ulusal AI Action Plan kapsamında ele aldı. Türkiye'nin, sevindirici biçimde, bu üç başlıkta da ilk adımları çoktan attığını görüyorum. Asıl mesele bu adımları hızlandırmak ve derinleştirmek.

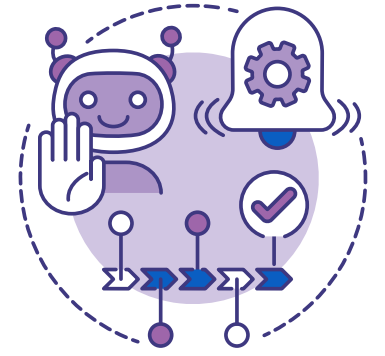
Birincisi, yetenek. Türkiye 2024'te Türkiye Tech Visa programını başlattı; bu doğru bir adım. Sıradaki aşama, bu programı gerçek anlamda hızlı ve iddialı bir yetenek çekme motoruna dönüştürmek. Başta Orta ve Doğu Avrupa olmak üzere pek çok ülkede yapay zekâ alanında çok yetkin, başka bir yerde yaşamak isteyen büyük bir yetenek havuzu var. Türkiye başvuru sürelerini kısaltıp süreci basitleştirerek bu havuzdan güçlü biçimde yararlanabilir.

İkincisi, iş gücünün eğitimi. Devletin başlattığı ulusal yapay zekâ okuryazarlığı ve uzman yetiştirme programları değerli. Ama bu ölçekte bir dönüşümü ne bireyler ne de yalnızca kamu tek başına taşıyabilir. Özel sektörü de harekete geçirmek şart. Bunun etkili yolu, şirketlere kendi çalışanlarını yapay zekâda eğitmeleri için vergi teşvikleri sağlamak. Aksi halde dönüşüm ölçeğe ulaşamaz; bu da Türkiye'nin daha da geride kalması ve yapay zekâ kaynaklı iş kayıplarının yol açabileceği toplumsal gerilim riski demektir. Bunu önlemenin en sağlıklı yolu yaygın eğitimidir.



Üçüncüsü, eğitim sistemi. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile yapay zekâ uygulamaları müfredata girdi; bu iyi bir başlangıç. Ama şu an büyük ölçüde seçmeli ve kademeli. Çin, ilkökul birinci sınıftan itibaren yapay zekâyı zorunlu ders haline getirdi: yılda en az sekiz saat, yaşa göre kademelenen bir müfredatla. Türkiye de yapay zekâyı seçmelilikten çıkarıp müfredatın çekirdeğine almalı, yükseköğretime kadar uzatmalı ve bunun için öğretmen eğitimine yatırım yapmalı.

Son olarak, teknik yetkinlik kadar belirleyici bir konuyu da açıklıkla eklemek isterim: iş etiği. Örneğin Türkiye'de en büyük ve en gelişmiş kurumlarımız bile zaman zaman tedarikçilerine ve iş ortaklarına hak ettikleri saygıyı göstermeyebiliyor; ödemelerin geç yapılması ya da yapılmaması bunun en somut örneği. Bireyler ve kurumlar arasında da kısa yolların, etik olmayan uygulamaların başarıya götürdüğü yönünde yaygın bir algı var. Oysa bu tür bir başarı sürdürülebilir değil. Hem ülkemizin itibarına hem de iş ortamımıza zarar veriyor. Nitelikli iş gücü böyle bir ortamda çalışmak istemez. Bu yüzden eğitim kadar iş etiğini de kurumsal bir standart haline getirmemiz gerekiyor. Nitelikli insan kaynağı, sağlam kurumlar ve etik iş kültürü birlikte, Türkiye'nin bu yarıştaki asıl rekabet avantajı olabilir.



"Bu da bir "olur mu" meselesi değil, "ne zaman" meselesi. Nasıl insanlara "hiç hata yapmayın" diyemiyorsak, bu teknolojiden de hiç hata yapmamasını bekleyemeyiz. Önemli olan, hatayı baştan sınırlayan sistemleri kurmak."

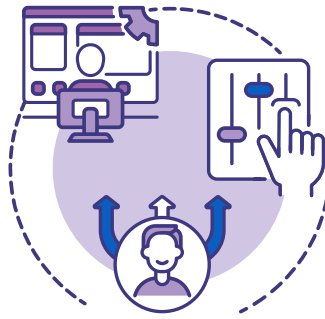
Guardrail'ler olmadan yapay zekâ mümkün değil

Siz uzun yıllardır “Responsible AI” kavramının önemini vurguluyorsunuz. Bugün bu konu hâlâ etik bir tercih olarak mı görülüyor, yoksa yakın gelecekte siber güvenlik veya finansal denetim kadar vazgeçilmez bir kurumsal zorunluluğa mı dönüşecek?

Sorumlu yapay zekâ artık etik bir tercih değil; işin ayrılmaz bir parçası. Bunu somut bir örnekle anlatayım. Şu anda erişim sistemlerine “zekâ” yerleştirmeyi konuşuyor ve uyguluyoruz. Yani yapay zekâ, bir kullanıcının niyetine bakarak belirli bir veriye erişip erişemeyeceğine karar veriyor: onayla, reddet, ya da bir insanın incelemesi gerekiyorsa ona yönlendir. Bu, sorumlu yapay zekânın soyut bir ilke değil, sistemin içine gömülü bir işlev haline geldiğini gösteriyor.

Koruyucu sınırlar, yani guardrail'ler olmadan yapay zekâ mümkün değil. Son dönemde neredeyse tüm büyük model geliştiricilerinin sistemlerinde, kontrollü araştırma ortamlarında endişe verici davranışlar gözlemlendi: modeller kendilerine konan kuralları aşmaya, hedeflerini korumak için yanıltmaya, hatta belirli senaryolarda şantaja başvurmaya çalıştı. Koruyucu sınırların neden pazarlık konusu olmadığını gösteren en yeni bulgular.

Veriler de gidişatı doğruluyor. Stanford'un 2026 AI Index raporuna göre, sorumlu yapay zekâ politikası olmadığını söyleyen şirketlerin oranı bir yılda yüzde 24'ten yüzde 11'e düştü. Sorumlu yapay zekâ iki katmanda birden vazgeçilmez hale geliyor: bir yandan sektörün kendi benimsediği bir endüstri normu, öte yandan devletlerin yasayla düzenlediği bir zorunluluk. Avrupa Birliği'nin AI Act düzenlemesi bunun ilk kapsamlı örneği. Yani sorumlu yapay zekâ, tıpkı siber güvenlik ve finansal denetim gibi, kurumsal bir zorunluluğa çoktan dönüştü.



“Beş yıl sonrasını kimse net göremez, ben de öngörülede bulunmak istemem. Ama bugün net olan bir şey var. Agentic AI ile birlikte hepimiz birer yöneticiye dönüşüyoruz.”

Agentic AI ile birlikte hepimiz birer yöneticiye dönüşüyoruz

Üretken yapay zekânın ardından artık «Agentic AI», yani kendi adına görev planlayıp karar verebilen sistemleri konuşuyoruz. Sizce bu dönüşüm şirketlerin organizasyon yapısını ve yöneticilerin rolünü nasıl değiştirecek? Beş yıl sonra hangi kararlar ve süreçler ağırlıklı olarak yapay zekâ ajanları tarafından yönetiliyor olacak?

Açık konuşayım: beş yıl sonrasını kimse net göremez, ben de öngörülede bulunmak istemem. Ama bugün net olan bir şey var. Agentic AI ile birlikte hepimiz birer yöneticiye dönüşüyoruz.

Klasik otomasyondan farklı olarak yapay zekâ ajanları önceliklendirme yapabiliyor, karar verebiliyor ve kendisine tanınan yetki dahilinde inisiyatif alabiliyor. Önüne bir hedef konduğunda adımları kendisi planlıyor,

kendi çıktısını kontrol ediyor ve işi baştan sona götürebiliyor. Yani artık sadece bir araç değil, iş yaptırıcı bir yapı.

Bu da çalışanın ve liderin rolünü kökten değiştiriyor. İnsanın işi artık işi baştan sona yapmak değil; ajana doğru hedefi vermek, ürettiği çıktıyı denetlemek, istisnai durumlara karar vermek ve nihai sorumluluğu üstlenmek. Bu tam olarak bir yöneticinin işi. Dün bir işi kendisi yapan kişi, bugün o işi yapan ajanları yöneten kişiye dönüşüyor.

Dolayısıyla asıl hazırlanmamız gereken şey, belirli bir mesleğin beş yıl sonra ne olacağı değil. Herkesin, pozisyonu ne olursa olsun, bir yönetici gibi düşünmeyi öğrenmesi: delege etmek, denetlemek ve sorumluluk almak. İnsana özgü kabiliyetler, yani yargı, bağlam ve etik karar, tam da burada belirleyici hale geliyor.

Bugün enerji, üretim, finans ve sağlık sektörleri yapay zekâ yatırımlarını hızlandırıyor. Önümüzdeki on yıl içinde en büyük verimlilik sıçramasının hangi sektörde yaşanacağını düşünüyorsunuz? Türkiye'nin küresel ölçekte rekabet avantajı geliştirebileceği alanlar hangileri olabilir?

Türkiye'nin bu konuda gerçekçi ve stratejik olması lazım. Genel amaçlı dev modeller, yani herkesin kullandığı büyük dil modelleri yarışında ABD ve Çin çok önde; bu yarışa girmek Türkiye için doğru hamle değil.

Aynı şekilde, finans ya da sağlık gibi alanlarda da bizden çok daha zengin ülkeler yıllardır milyarlarca dolar harcıyor ve ışık yılı öndeler. Bu alanlarda onları yakalamaya çalışmak, kısıtlı kaynağı yanlış yere yatırmak olur.

Türkiye'nin asıl şansı başka yerde: hem tarihsel olarak güçlü olduğu, hem de dünya genelinde yapay zekâda henüz geride kalmış sektörlerde öncü olmak. Benim önerim net: Türkiye yapay zekâ destekli turizm, inşaat ve tarımda dünya lideri olmayı hedeflemeli. Bu üç sektör küresel ölçekte yapay zekâ benimsemesinde beş on yıl geride ve rekabet şimdilik sınırlı. Türkiye'nin ise bu alanlarda yüzyıllara dayanan bir birikimi var.

Buradaki strateji sıfırdan icat etmek değil. Başka sektörlerde etkisi çoktan kanıtlanmış yapay zekâ



uygulamalarını kendimize uyarlayıp hızla hayata geçirmek. Bu, Türkiye'ye ciddi zaman kazandırır: denenmiş ve işe yaradığı görülmüş çözümleri kendi güçlü olduğu sektörlerle taşıyarak hızla ilerleyebilir. Rekabetin henüz kızışmadığı, Türkiye'nin ise doğal bir üstünlüğe sahip olduğu bu alanlar, küresel ölçekte fark yaratabileceğimiz asıl yer.

Yapay zekâ çoğu zaman verimlilik, otomasyon ve hız üzerinden değerlendiriliyor. Oysa siz çalışmalarınızda insan merkezli ve şefkat temelli bir yaklaşımı da öne çıkarıyorsunuz. Sizce yapay zekâ çağında kurumların başarısını belirleyecek olan yalnızca teknolojik yetkinlik mi olacak, yoksa güven, etik, empati ve insan-yapay zekâ iş birliğini birlikte tasarlayabilme becerisi mi?

Kesinlikle ikincisi. Ama bunu bir slogan olarak değil, on beş yıllık yapay zekâ dönüşümü deneyiminin bana öğrettiği bir gerçek olarak söylüyorum: şefkat olmadan başarılı ve sürdürülebilir bir yapay zekâ yolculuğu yok.

Teknolojik yenilik ile güven, kol kola ilerleyen iki süreç. Şöyle düşünün: birlikte iş yaptığınız bir ortağa, sizin çıkarınızı gözetmediği ve ürettiğiniz iş standardınızı karşıladığı ölçüde güvenirsiniz. Yapay zekâ ile ilişki de böyle işliyor. Yapay zekâ ne kadar sizin yararınıza çalışırsa, ona o kadar güvenir ve o kadar çok iş verirsiniz. Güven arttıkça sistem daha çok kullanılır, daha çok veriyle daha da gelişir. Yani birbirini besleyen bir döngü.

Ama işin bir de insan tarafı var. Bu dönüşüm insanların işini, rolünü, günlük hayatını değiştiriyor. Bu değişimi kimseyi geride bırakmadan, insanları anlayarak ve onlara sorumlu biçimde eşlik ederek yönetmezseniz, teknoloji ne kadar güçlü olursa olsun karşılık bulmaz. İnsanlar benimsemediği bir teknolojiyi kullanmaz. İşte bu yüzden kurumların başarısını belirleyecek olan yalnızca teknolojik yetkinlik değil; o yetkinliği güven, etik ve empatiyle birlikte tasarlayabilme becerisi.



Siz, Microsoft Business AI'nın kurucu ekibinde yer alarak yapay zekâ devriminin henüz bugünkü kadar görünür olmadığı yıllarda bu dönüşümün içinde bulundunuz. Geriye dönüp baktığınızda, o dönemde gördüğünüz ama dünyanın henüz fark etmediği en önemli kırılma neydi? Bugün ise yapay zekâ konusunda en çok gözden kaçırıldığını düşündüğünüz konu nedir?

Geriye dönüp baktığımda benim için en net şey şuydu: bu bir hype değildi. Geçici, gelip geçecek bir teknoloji hiç değildi. Bunun gerçek bir tektonik kayma olduğunu on beş yıl önce görebiliyordum. İlginç olan, o günden bugüne hâlâ "bu gerçek mi, gerçekten etki yaratıyor mu" sorusunu almaya devam etmem. Benim için cevap o zamandan beri açıktı; teknoloji sadece dünyanın bunu fark etmesini bekledi.

Bugün en çok gözden kaçırılan konu ise sorumlu yapay zekâ. Çoğu kişi bunun ne olduğunu tam bilmiyor; onu filozofların ve etik uzmanlarının

tartıştığı, soyut ve biraz "duygusal" bir kavram sanıyor. Oysa sorumlu yapay zekâ son derece teknik ve sistematik bir uzmanlık alanı. Modelin nasıl tasarlandığından nasıl denetlendiğine, hangi koruyucu sınırların kurulduğundan risklerin nasıl ölçüldüğüne kadar uzanan, mühendislik kadar disiplinli bir iş. Ve açık söyleyeyim, bu işi gerçekten bilen, ne yaptığının farkında olan uzmanı bulmak çok zor; alanın en büyük açığı da bu.

İşte LotusAI'da yaptığımız işin bir parçası da bu açığı kapatmak. İşimiz kurumların yapay zekâ yolculuğunu baştan sona başarıyla yürütmesine yardımcı olmak. Yani yapay zekâ stratejisi, uygulanabilir ve bütçelenmiş yol haritaları ve bunların etkili, verimli, hesaplı bir şekilde hayata geçirilmesi. Sorumlu yapay zekâ, yetenek dönüşümü ve yapay zekâ eğitimleri de bu yolculuğa paralel ilerliyor. Çünkü yapay zekâyı yalnızca verimli değil, aynı zamanda doğru kurmak, bugün en kıymetli yetkinlik.

YAPAY ZEKÂ YATIRIMLARININ GERİ DÖNÜŞÜ



DR. E. SERDAR GÖKPINAR

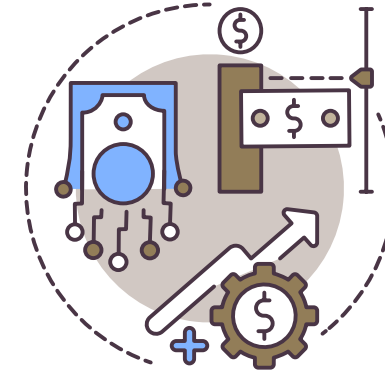
TTGV Yenilikçi Teknoloji Programları Direktörü

Yapay zekâ çalışmaları üzerine yazdığımız bir önceki yazıda iki temel paradigmadan söz etmiştik: “yapay zekâyı mevcut işin üzerine bir katman olarak eklemek mi”, yoksa “iş yapay zekâ merkezli olarak yeniden kurgulamak mı”? Hangi paradigma seçilirse seçilsin, er ya da geç aynı soruyla karşılaşılacak: **yatırım yapacağız fakat bu yatırımın karşılığını nasıl alacağız?** Bu yazıda, kurum ve kuruluş düzeyinde yapay zekâ yatırımlarının geri dönüşüne (RoI) değineceğiz. Yapılan yatırımlara beklenen geri dönüşlerin neden çoğu zaman gerçekleşmediğini, kimlerin ve nasıl gerçekleştirdiğini ve doğru soruların ne olması gerektiğini ele alıyoruz.

Yatırımlar Sürüyor

Çözüm sunanlar yönünden yapay zekâ yatırımları hız kesmeden sürüyor. Yalnızca altyapı tarafında (veri merkezleri, çipler, enerji, vb.) 2025 yılında yüzlerce milyar dolarlık harcama yapıldı ve Stanford Üniversitesi’nin 2026 AI Index raporuna göre insanlık bu teknolojiyi kişisel bilgisayardan ve internetten daha hızlı benimsiyor. Dünya nüfusunun yarısından fazlası artık yapay zekâyı bir şekilde kullanıyor, kuruluşların %88’i bünyesinde bir tür yapay zekâ barındırıyor.

Peki kârlılık zincirin neresinde? Piyasa gözlemcilerinin işaret ettiği çarpıcı bir dağılım var: yapay zekâ ekonomisinde bugüne kadar oluşan kârın kabaca %79’u çip üreticilerinde toplanırken, altyapı sağlayıcıları yaklaşık %14’ünü, uygulama katmanı (yani asıl iş değerinin üretilmesi gereken yer) sadece %7’sini alıyor.



“Piyasa gözlemcilerinin işaret ettiği çarpıcı bir dağılım var: yapay zekâ ekonomisinde bugüne kadar oluşan kârın kabaca %79’u çip üreticilerinde toplanırken, altyapı sağlayıcıları yaklaşık %14’ünü, uygulama katmanı sadece %7’sini alıyor.”

Bu rakamlar, teknolojinin kendisinin ucuzlamasıyla da çelişmiyor: aynı işi yapmanın maliyeti bir yıl içinde beşte birine kadar geriliyor, donanım verimliliği yılda yaklaşık %30 artarken algoritmik verimlilik kabaca üç katına çıkıyor. Ama maliyetler düşerken bile, harcanan enerji ve su katlanarak devasa boyutlara ulaşıyor. Dünya genelindeki yapay zekâ veri merkezleri artık New York eyaletinin zirve talebini karşılayacak kadar (29,6 gigavat) elektrik çekebiliyor ve tedarik zincirinin can damarı olan, çip üretiminin neredeyse tamamının tek bir Tayvanlı şirkette (TSMC) toplanmış durumda. Kısacası: teknoloji hızla ilerliyor, maliyetler düşüyor, ama değer kuruluşlara ya da başka yani asıl kullanıcılara ne kadarının ulaştığı şimdilik bir muamma.

Kuruluş Düzeyinde: Yayılma Var, Etki Kısıtlı

Bu makro tablo, kuruluş düzeyinde beklentilerle örtüşmüyor. ABD Merkez Bankası’nın (FED) güncel araştırmalarına göre işgücünün yaklaşık %41’i işte üretken yapay zekâ (generative AI) kullanıyor; ABD Nüfus Sayım Bürosu’nun (Census Bureau) 2026 verilerine göre ise bu araçları kullananların ancak üçte biri, görevlerini 1-2 saat daha hızlı tamamladığını bildiriyor. Yani kullanım yaygınlaşıyor, ama etki mütevazı kalıyor. Beklenti çok yüksek ama “yapay zekâ ile zenginleşen kuruluşlar” listeleri henüz oluşmadı.

Bu tablo aslında beklenmedik değil, çünkü dönüşümün kendine has bir süreci var: önce kuruluştaki farkındalık oluşuyor, ardından pilot çalışmalar başlıyor, stratejinin rafine edilmesi ve gerekirse yeni yetkinliklere (veri bilimci, veri mühendisi vb.) yönelik insan kaynağı temini geliyor, veri sistemlerinin düzenlenmesi ve siber güvenlik tedbirlerinin alınması gerekiyor ve ancak bunların üzerine uygulamaların kurum içinde yayılması mümkün oluyor. Yetkinlikler gelişip yapay zekâ kullanımı kültüre yerleştikten sonra ise asıl büyük etki geliyor: yapay zekânın mümkün kıldığı yeni iş modellerinin geliştirilmesi ve yeni gelir/fayda akışlarının yaratılması. Bugün çoğu kuruluş bu sürecin daha ilk basamaklarında... Dönüşüm ve değişim henüz bitmiş değil; hatta henüz başındayız demek yanlış olmaz. Peki bu koşullarda **yatırımın geri dönüşü nasıl belirlenecek ve neden çoğu zaman belirlenemiyor?**

Yatırımların Geri Dönüşü Neden Gerçekleşmiyor?

MIT’nin Project NANDA girişiminin 300’den fazla kamuya açık girişimi, 150’den fazla lider görüşmesini ve 350 çalışan anketini kapsayan “The GenAI Divide: State of AI in Business 2025” raporu, bu sorunun çarpıcı bir cevabını veriyor: kurumsal dünya generatif yapay zekâyı 30-40 milyar dolar yatırmış olmasına rağmen, organizasyonların **%95’i ölçülebilir hiçbir finansal getiri elde etmiyor**. Değerin neredeyse tamamı entegre pilotların yalnızca %5’lik dilimine yoğunlaşmış durumda. Raporun bulduğu asıl neden model kalitesi değil; “öğrenme açığı” ya da başka bir deyişle hem araçların hem organizasyonların iş akışlarına gerçek anlamda adapte olamaması.

Bu noktada ilginç bir çelişki var: kurumların yapay zekâ bütçesinin yarısından fazlası satış ve pazarlama gibi görünürlüğü yüksek alanlara giderken, MIT'nin bulduğu en yüksek RoI aslında arka ofis otomasyonunda (dış kaynak kullanımının azaltılması, dış ajans maliyetlerinin kesilmesi, operasyonların sadeleştirilmesi gibi «sıkıcı» ama ölçülebilir alanlarda) ortaya çıkıyor. Yani bütçe ile gerçek değer aynı yöne akıyor. Buna bir de «bin çiçek açsın» (let-a-thousand-flowers-bloom approach) tuzağı ekleniyor: kuruluşlar yüzlerce küçük pilot projeyi aynı anda denemeye çalışıp hiçbirini kurumsal ölçeğe taşıyamıyor. Bunun altında genellikle teknoloji değil; veri yönetişimi, süreç sahipliği ve organizasyonel kapasite eksikliği yatıyor. HubSpot'un yakın tarihli bir raporuna göre gelir liderlerinin %78'i verinin izole sistemlerde dağınık durmasının karar alma yeteneğini doğrudan sınırladığını söylüyor: yapay zekâ modeli ne kadar güçlü olursa olsun, beslendiği veri parçalıysa çıktısı da parçalı kalıyor. Son olarak, ilk bütçe tahminleri sıkça %500-1000 oranında şaşıyor ve genel teknoloji yatırımlarının 7-12 aylık geri ödeme beklentisine karşılık yapay zekânın gerçek anlamda ölçeklenip finansal değer üretmesi 2-4 yıl sürebiliyor. Bu zaman uyumsuzluğunu hesaba katmayan kuruluşlar, sabırsızlıkla erken vazgeçiyor.

Hedeflediği Yatırımın Geri Dönüşünü Yakalayanlar Ne Yapıyor?

Başarılı azınlığın ortak noktaları oldukça öğretici. Örneğin McKinsey'in beş katmanlı değer çerçevesi, RoI'yi tek bir metrikle değil; teknik performanstan (gecikme, hata oranı) kullanıcı benimsemesine, operasyonel KPI'lara, stratejik çıktılara ve nihayet kurumsal kâr-zarar etkisine uzanan bir zincir olarak ele almayı öneriyor. Gartner ise yapay zekâ olmayan alternatiflerin fırsat maliyetini baştan hesaba katan, hukuk ve uyumluluğu sürece erken dahil eden, dört aşamalı bir dağıtım disiplini öneriyor.

Bir diğer belirleyici faktör de “nasıl” edinildiği: MIT NANDA'nın verilerine göre uzman satıcılardan satın alınan veya ortaklıkla kurulan sistemler yaklaşık %67 oranında başarıya ulaşırken, tamamen içeride geliştirilen sistemler şimdilik bunun ancak üçte biri kadar başarılı oluyor. **Çünkü asıl zorluk model seçiminde değil, veri mühendisliği, entegrasyon ve ölçüm altyapısında yatıyor.** MIT Sloan Management Review ve Boston Consulting Group'un ortak araştırması ise “bileşik değer” kavramını öne çıkarıyor: insan ve yapay zekâ arasında sistematik geri bildirim döngüleri

kuran, yani sadece “görev ver çıktı al” mantığıyla değil “ne işe yaradı ne başarısız oldu” sorusuyla ilerleyen organizasyonlar, anlamlı finansal fayda elde etme olasılığını 6 kat, öğrenmeye yatırım yapanlar ise %73 artırıyor.

Pfizer'ın üretim dijitalleşmesi bu dersleri somutlaştıran öğretici bir vaka. Şirket, 30'dan fazla üretim tesisinde neredeyse 20 yıl boyunca elektronik parti kayıtlarını (EBR) hayata geçirmeye çalışmış, ama teknoloji değil güven, yönetim belirsizliği ve saha ekipleriyle kopukluk yüzünden sürekli tıkanmış. Yaklaşımı “uygulama” değil “yetkinlik kazandırma” olarak yeniden çerçeveleyip, değer-karmaşıklık dengesine göre tesis seçip, saha ekipleriyle ortaklık kurunca sonuçlar hızla değişmiş: EBR maliyeti %80 düşerken, yıllık dağıtım oranı %50'den fazla artmış. Teslimat tahminlerinin doğruluğu %40'tan %80'in üzerine çıkmış. Şirketin dijital lideri Doug McHugh'ın özetlediği gibi: “Bu artık bir dijital proje değil, dijital bileşeni olan bir operasyon projesi.” Alınan ders: en büyük engel nadiren yapay zekânın kendisi; sistemleri, veriyi ve insan ilişkilerini doğru kurmak. Bu sıkıcı ama asıl belirleyici çaba...



“En büyük engel nadiren yapay zekânın kendisi; sistemleri, veriyi ve insan ilişkilerini doğru kurmak. Bu sıkıcı ama asıl belirleyici çaba...”

Fiziksel Yapay Zekâ: Farklı Bir Rol Mantığı

Bu tartışmayı yalnızca yazılımsal/üretken yapay zekâyı indirgemek eksik olur. Endüstri, imalat ve lojistik gibi alanlarda giderek daha görünür hâle gelen fiziksel yapay zekâ (robotik, endüstriyel otomasyon, kestirimci bakım) kendine has bir RoI mantığına sahip. Burada klasik yazılım RoI hesabı işlemiyor, çünkü yatırımın içine robotun kendisinin yanı sıra sensör ağları, saha güvenliği, entegrasyon, bakım, operatör eğitimi ve siber güvenlik gibi kalemler giriyor. Bazı tahminlere göre her 1 dolarlık donanım maliyetine karşılık en az 5 dolarlık bu tür “görünmez” altyapı maliyeti bütçelenmesi gerekiyor. Bu nedenle Toplam Sahip Olma Maliyeti (TCO) kavramı, salt satın alma fiyatının önüne geçiyor; robotu satın almak (CapEx) yerine “hizmet olarak robotik” (RaaS) modeliyle kiralama seçeneği de fırsat maliyeti analizine mutlaka dahil edilmeli. BCG'nin endüstriyel yapay zekâ araştırmasına göre sahadaki uygulamalar %10-35 arasında verimlilik artışı sağlayabiliyor; ama projelerin yarıda kalmasının asıl nedeni model hataları değil, sahadaki operasyonel direnç. Bu da Pfizer örneğindeki “insan ve organizasyon” dersinin fiziksel yapay zekâda da geçerli olduğunu gösteriyor.

Sentez: Hangi Soruları Sormalı, Hangi Göstergeleri İzlemeli?

Bu tablodan RoI'yi bilinçli biçimde yönetmek isteyen bir kuruluş için pratik bir çerçeve çıkarılabilir. Yatırımdan önce sorulması gereken sorular şunlar olmalı: **“Bu yatırım neden yapılmalı?”**, **“Diğer seçeneklerden neden daha iyi?”** ve **“Başarılı olduğunu nasıl anlayacağız?”**

Bu soruların cevabı yalnızca beklenen finansal getiriyle sınırlı değildir. Yapay zekâ projelerinde en sık yapılan hatalardan biri, çıktıları (output) sonuçlarla (outcome), sonuçları ise gerçek etkiyle (impact) karıştırmaktır. Örneğin bir çalışanın aynı işi iki saat daha kısa sürede tamamlaması önemli bir çıktıdır; ancak tek başına yatırımın başarılı olduğunu göstermez. Asıl sorgulanması gereken, bu zaman kazanımının süreç maliyetlerini azaltıp azaltmadığı, hata oranlarını düşürüp düşürmediği, müşteri memnuniyetini veya elde tutma oranını artırıp artırmadığı ve nihayetinde kuruluşun finansal performansına nasıl yansıdığıdır. Başka bir ifadeyle, zaman tasarrufu ancak ölçülebilir kurumsal değere dönüştüğü ölçüde anlam kazanacaktır.

Bu nedenle yatırım öncesinde ve dönüşüm süreci boyunca izlenecek göstergeler de klasik finansal RoI'nin ötesine

geçmelidir. Finansal getirinin yanında operasyonel değer (süre, maliyet, kalite, hata oranı), stratejik değer (rekabet avantajı, pazara çıkış hızı), öğrenme değeri (veri birikimi, kurumsal yetkinlik, fikri mülkiyet), opsiyon değeri (gelecekte mümkün hâle gelen yeni ürünler, hizmetler ve yatırım seçenekleri) ile dayanıklılık (risklerin azaltılması, tedarik zinciri güvenliği, operasyonel esneklik) birlikte değerlendirilmelidir. Böylece RoI, tek bir finansal göstergenin ötesinde, kuruluşun ürettiği toplam değer ölçümüne hâline gelir.

Bu göstergelerin yalnızca proje sonunda geriye dönük olarak hesaplanması yeterli değildir. Hangilerinin önceden belirlenmeli, uygulama boyunca düzenli olarak gözden geçirilmeli ve elde edilen bulgular yatırımın yönünü gerektiğinde değiştirmek için kullanılmalıdır. Böylece RoI, yalnızca geçmiş değeri değerlendiren bir gösterge olmaktan çıkar; yatırım kararlarını yönlendiren pratik bir yönetim aracına da dönüşebilir.

Sonuç: Bilinçli Kararlar İçin Öneriler

Dönüşüm ve değişim henüz bitmiş değil; hatta henüz başındayız demek yanlış olmaz. Ama elimizde bir takım ipuçları mevcut. Bu ipuçlarından beş somut öneri çıkarılabilir. **Birincisi**, yapay zekâ yatırımını bir teknoloji satın alma değil bir iş dönüşümü projesi olarak ele almaktır. Bu durumda model seçimi kadar veri yönetişimi, süreç entegrasyonu ve değişim yönetimi de planlanarak bütçelenmelidir. İkincisi, yayılmadan önce net bir ölçüm çerçevesi kurmak: hangi maliyetin, hangi zaman diliminde, hangi varsayımlarla azalacağı tanımlanmadan başlatılan bir pilotun başarısı objektif olarak değerlendirilemeyebilir. Üçüncüsü, “bin çiçek açsın” yaklaşımından kaçınıp az sayıda yüksek etkili alana odaklanmak. **Dördüncüsü**, iç kaynaklarla sınırlı kalmak yerine doğru dış ortaklıklardan yararlanmak (başarı olasılığını iki katına kadar çıkarabiliyor). **Beşinci ve son olarak**, RoI'yi bir kere hesaplanıp kapatılan bir iş olarak değil, sürekli tekrar eden bir döngü olarak kurmak: “ne işe yaradı ne yaramadı”, bunu düzenli olarak gözden geçirip bir sonraki uygulamaya aktarmak. Amaç mükemmel bir formül bulmak değil; olabildiğince yinelemeli biçimde bilinçli kararlar vermek.

Kaynakça:



YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA ASIL REKABET: DAHA FAZLA ZEKÂ DEĞİL, DAHA İYİ KARAR



İNCİ ABAY CANSABUNCU

Forenzone Strateji Stüdyosu Kurucusu,
Teknoloji Stratejisti

RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

Yapay zekâ yarışında gözler daha büyük modellere, daha güçlü çiplere ve daha fazla veriye çevrilmiş durumda. Oysa teknoloji hızla erişilebilir hale gelirken rekabetin asıl belirleyicisi başka bir yere kayıyor: **Doğru problemi seçmek, yapay zekâyı doğru karara bağlamak ve insan ile makine arasındaki iş bölümünü doğru tasarlamak.**

Forenzone Strateji Stüdyosu Kurucusu, Teknoloji Stratejisti İnci Abay Cansabuncu'ya göre Türkiye'nin yapay zekâ yarışındaki fırsatı da burada yatıyor. Her alanda lider olmaya çalışmak yerine sanayi ve sektör bilgisini yapay zekâyla buluşturan **sektörel zekâ, karar zekâsı ve insan-AI çalışma tasarımı**na odaklanmak gerekiyor. Çünkü yapay zekâ kapasitesi yaygınlaştıkça asıl farkı teknolojiye sahip olanlar değil, onunla **daha iyi düşünen, daha doğru karar veren ve kararlarının sorumluluğunu taşıyan insanlar ve kurumlar** yaratacak.

Cansabuncu ile Türkiye'nin yapay zekâ yarışında nerede konumlanabileceğini, şirketlerin AI yatırımlarında neden “yapılabilir olan” ile “yapılmaya değer olanı” ayırması gerektiğini, AI Governance'ın nasıl bir karar mimarisine dönüşeceğini ve zekânın giderek bollaştığı bir dünyada insanı değerli kılacak yetkinlikleri konuştuk.



Tek yarış yapay zekâ değil

Yapay zekâ yarışında temel modellerden çiplere, sektörel çözümlerden insan-yapay zekâ etkileşimine kadar pek çok rekabet alanı var. Türkiye'nin kaynakları ve yetkinlikleri düşünüldüğünde, küresel ölçekte hangi alanlarda fark yaratabiliriz? Her alanda var olmak yerine nerede derinleşmeliyiz?

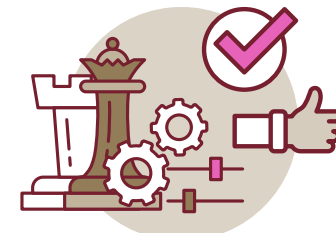
Bence Türkiye'nin ilk yapması gereken şey, yapay zekâ yarışını tek bir yarış gibi görmemek.

Çipte başka, temel modellerde başka veri merkezi altyapısında başka bir rekabet var. Uygulamalarda, sektörel çözümlerde ve insan-yapay zekâ çalışma biçimlerinde bambaşka.

Her katmanda aynı anda “lider olacağız” demek bana strateji değil, niyet beyanı gibi geliyor. Strateji, biraz da neyi yapmayacağını seçebilme cesaretidir.

Türkiye'nin bence en güçlü alanı, yapay zekâyı kendi sanayi bilgisi, sektör derinliği ve kurumsal deneyimiyle birleştirebildiği katmanlar. Üretim, enerji, finans, savunma, lojistik, sağlık, perakende gibi alanlarda yıllardır biriken çok ciddi bir operasyon ve karar bilginiz var. Asıl fırsat burada.

Dünyanın en büyük temel modelini üretmek zorunda olmayabiliriz. Ama dünyanın en iyi üretim karar sistemlerinden birini, en iyi enerji optimizasyon mimarilerinden birini, en güçlü sektörel AI çözümünü ya da en iyi Human-AI çalışma modelini geliştirebiliriz.



“Her katmanda aynı anda “lider olacağız” demek bana strateji değil, niyet beyanı gibi geliyor. Strateji, biraz da neyi yapmayacağını seçebilme cesaretidir.”

Ben Türkiye için üç stratejik alan görüyorum: Sektörel zekâ, karar zekâsı ve insan-AI çalışma tasarımı.

Çünkü teknoloji giderek metalaştıkça farkı yalnızca modele erişim yaratmayacak. O modeli hangi probleme yönelttiğimiz, hangi kararın içine yerleştirdiğimiz, hangi değeri ürettiğimiz ve insanın rolünü nasıl tasarladığımız belirleyecek.

Türkiye için fark yaratabilecek şey, “her şeyi yapmak” değil, nerede derinleşeceğini doğru seçmek.

Zannettiğimizden daha dinamik bir ülkemiz; yıllar içinde birçok değişken, birçok sosyal ve ekonomik basınç karşısında toparlanma, adapte olma, güncellenmede kaslarımız birçok ülkeye göre çok gelişmiş. Hızlı uyumlanıyoruz.

Dünya ile karşılaştırdığımızda bazı sektörlerimizde uygulama ve yenilik söz konusu olduğunda örnek akışlarımız var. Mesela finans sektörümüz bunlara örnektir. Dijital finans kabiliyetlerimiz birçok ülkenin önündedir. Topluluklarımızın teknoloji uygulama ve adaptasyonu konusunda da finans dünyası toplulukların eğitimi ve gelişimine pratik yaklaşımıyla çok alan tutmuştur. Dünyanın birçok ülkesiyle karşılaştırıldığında kolay ve yaygın uygulamalarımız vardır.

Bence küresel farkı, teknolojiyi sadece tüketen değil, onu sektör bilgisiyle ve karar kapasitesiyle yeniden biçimlendiren ülkeler yaratacak. Türkiye'nin bazı sektörlerdeki alan bilgisi ve deneyimi ile bu fırsatı var.



Karar zekâsı

Bugün tartışmalar çoğunlukla model büyüklüğü, işlem gücü ve veri üzerinden ilerliyor. Siz ise karar zekâsı ve insan-yapay zekâ ustalığına dikkat çekiyorsunuz. Önümüzdeki dönemde ülkeleri ve şirketleri birbirinden ayıracak asıl unsur teknolojiye sahip olmak mı, yoksa yapay zekâyı doğru problemlere yöneltebilen insan ve kurum kapasitesi mi olacak?

Teknolojiye sahip olmak önemli. Ama artık tek başına yeterli değil. Çünkü yapay zekâ kapasitesi çok hızlı yayılıyor. Bugün yalnızca birkaç büyük oyuncunun erişebildiği bir kabiliyete yarın binlerce şirket erişebiliyor.

Bu durumda kıt olan şey değişiyor. Eskiden teknoloji kıttı. Şimdi giderek **muhakeme kıtlaşıyor**.

Hangi problemi çözmeliyiz, neyi AI'ya bırakmalıyız, iş bölümü nasıl olmalı, neyi insanda tutmalıyız, hangi yatırım ölçeklenmeli, hangi kararı değiştirmeye değer, yapay zekâ veya X teknoloji ile neye değer bunlar teknoloji soruları değil, bunlar karar kapasitesi soruları.

Benim “Karar Zekâsı/Decision Intelligence” dediğim alan tam burada başlıyor.

“Bu durumda kıt olan şey değişiyor. Eskiden teknoloji kıttı. Şimdi giderek muhakeme kıtlaşıyor.”

Bir kurum çok güçlü modellere erişebilir ama yanlış probleme yatırım yapabilir. Çok iyi bir pilot çalıştırabilir ama hiçbir iş değeri yaratmayabilir. Yüzlerce use case üretebilir ama hangisinin gerçekten önemli olduğuna karar veremeyebilir.

Bence önümüzdeki dönemde ülkeleri ve şirketleri ayıracak şey, **ne kadar AI'a sahip olduklarından çok, AI etrafında ne kadar iyi karar verebildikleri olacak. Ben buna bazen “Decision Readiness Gap” diyorum. Teknolojik kapasite çok hızlı yükseliyor. Ama organizasyonların karar kapasitesi aynı hızda gelişmiyor. Bu fark büyüdükçe kurumlar daha fazla AI kullanıyor ama daha iyi sonuç üretmeyebiliyor.**

O nedenle bizim için masadaki asıl soru, AI ne kadar güçlü değil, insan ve kurum bu güç karşısında ne kadar hazır?

Governance'ı bir kontrol sistemi değil, karar mimarisi olarak düşünmemiz gerekiyor

Siz “AI Use Case” ile “AI Value Case” arasında önemli bir ayrım yapıyor ve her yapay zekâ uygulamasının gerçek bir değer yaratmadığını vurguluyorsunuz. Türkiye'deki şirketlere baktığınızda yapay zekâ yatırımlarındaki en büyük kör nokta nedir? Teknolojiyi satın almakla gerçek ekonomik değer yaratmak arasındaki mesafeyi nasıl kapatabiliriz?

Bence en büyük kör nokta şu, **yapılabilir olanla, yapılmaya değer olanı birbirine karıştırıyoruz**.

Bugün bir kurumun AI use case bulması zor değil. Bir toplantıya girin; birkaç saat içinde onlarca fikir çıkar. Müşteri hizmetleri, tahminleme, içerik üretimi, kodlama, satış desteği, raporlama, otomasyon.

Ama sorunumuz use case kıtlığı değil ki **seçim kıtlığı**. Biz Forenzone'da bu yüzden “AI Use Case” ile “AI Value Case” arasında çok net bir ayrım yapıyoruz. Bir AI fikrine ilk sorumuz: “Bunu yapabilir miyiz?” değil, yaparız. Şu soru kritik “Bunu yaparsak gerçekten ne değişecek?”

Hangi davranış değişecek, kim için değer yaratılacak, bu değer nasıl ölçülecek, başarılı olursa ne ölçeklenecek? Hangi kararın kalitesi, hızı ya da sonucu değişmiş oldu?

Bence şirketlerde en pahalı hata başarısız AI projesi değil. **Yanlış problemi seçip projeyi başarıyla tamamlamak**. Çünkü o zaman teknoloji çalışır, ekip çalışır, bütçe harcanır, pilot tamamlanır ama gerçek değer oluşmaz.

Teknolojiyi satın almak ile ekonomik değer yaratmak arasındaki mesafeyi kapatmanın yolu daha fazla model satın almak değil. **Problem → Karar → Değer** hattını teknoloji yatırımından önce kurmak.

Ben bu yüzden şuna inanıyorum; bir pilotu teknoloji çalıştırabilir ama ölçeği karar mimarisi taşır.

Yapay zekâ kurumların karar mekanizmalarının içine girdikçe, hangi kararın insana, hangisinin algoritmaya ait olduğu giderek bulanıklaşıyor. Sizce şirketler AI Governance'ı bir risk ve mevzuat başlığı olmanın ötesinde rekabet gücü ve karar kalitesinin bir parçası olarak nasıl konumlandırmalı? Türkiye bu alanda erken hareket ederek bir avantaj yaratabilir mi?

Bence **governance'ı** yalnızca risk, hukuk ve uyum başlığı olarak görürsek çok önemli bir fırsatı kaçıırız. Çünkü **AI governance'ın asıl sorusu bence şunlar**, kim neye karar veriyor, AI nerede öneri veriyor, insan nerede muhakeme kullanıyor, AI nerede uyguluyor, insan nerede onaylıyor, kim override edebiliyor? Şimdi ajantik sistemleri konuşuyoruz kurumlarımız içinde olması için heyecan ve merak duyuyoruz. Sistemlerin kendi kendine akışı götüreceği işte çok daha kritik bu sorular. Kim müdahale edip kararı değiştirebilecek, kim gerektiğinde durduracak AI'yı? Ve en önemlisi, çıkan işin sonucunu kim sahipleniyor?

Bugün birçok kurumda AI karar süreçlerinin içine giriyor ama kararın sahipliği aynı netlikte tasarlanmıyor. AI öneriyor, insan onaylıyor diyoruz kağıt üzerinde. Ama insan neden onayladığını her zaman açıklayamıyor. Bazen AI önerisi doğrudan operasyona giriyor. Bazen herkes süreçte ama kararın gerçek sahibi belli değil, oradan oraya atılıyor karar, kimse sorumluluğu almak istemiyor.

Bence **governance'ın** geleceği burada. Governance daha fazla onay, daha fazla komite, daha fazla kontrol demek değil. İyi governance şunu söyleyebilmeli, evet bu sınırlar içinde hareket edebilirsin, burası insanın devreye gireceği nokta, bu karar geri döndürülebilir, bu karar geri döndürülemez, bu kararın sahibi iş akışında şu noktadır, bitti. Yani **governance'ı** bir kontrol sistemi değil, **karar mimarisi** olarak düşünmemiz gerekiyor.

Türkiye burada erken hareket edebilir mi? Bence evet. Hatta etmesi gerekir.

Çünkü regülasyon yalnızca uyulacak bir sınır değil. Doğru okunursa kurumsal tasarım fırsattır.

Eğer Türkiye AI governance'ı sadece mevzuat takibi olarak değil, **insan-AI karar hakları, sorumluluk, sahiplik ve ölçekleme mimarisi** olarak ele alırsa bu alanda ciddi bir yetkinlik geliştirebilir. Ve bence bu, önümüzdeki yıllarda şirketlerin rekabet gücünün görünmeyen ama çok önemli bir parçası olacak.

Yapay zekâ daha fazla analiz yaptıkça, içerik ürettikçe ve karar süreçlerine girdikçe insana ait alanın yeniden tanımlanması gerekiyor. Sizin “Human-AI Mastery” yaklaşımınızdan hareketle sorarsak; önümüzdeki 10

yılda bir insanı veya kurumu diğerlerinden ayıracak en kritik yetkinlikler neler olacak? Türkiye'nin insan kaynağına bugünden hangi yetkinlikleri kazandırması gerekiyor?

Bence çok temel bir dönüşümün içindeyiz. Uzun yıllar teknoloji evrenindeki profesyonel değerimizi bildiklerimiz, ürettiklerimiz ve ne kadar hızlı yaptığımız üzerinden tanımladık. AI bu alanların önemli bölümünde bize yetişiyor, bazı alanlarda geçiyor. O zaman insanın değeri ne olacak? İnsanın değeri ortadan kalkmıyor ama yer değiştiriyor. Ben Human-AI Mastery'de dört insan kapasitesine özellikle dikkat ediyorum: İrade, muhakeme, sahiplik, imza. İrade, yön seçebilmek. AI yüz seçenek üretebilir. Ama hangi yöne gitmek istediğimizi bizim yerimize seçemez.

Muhakeme, bütün bilgi elimizde değilken neyin önemli olduğuna karar verebilmek. AI analiz edebilir. Ama hangi bedeli kabul edeceğimizi, hangi riski almaya değer bulduğumuzu ve hangi değeri önceleyeceğimizi tek başına belirleyemez.

Sahiplik (accountability), kararın sonucunu taşıyabilmek. Teknoloji öneride bulunabilir.

Ama bir kurumun “bu karar bizimdi” diyebilmesi hâlâ insani ve kurumsal bir sorumluluk.

İmza ise daha derin bir kavram. Her işte insan kalmak zorunda değil. Ama bazı kararlarda insanın muhakemesinin, sorumluluğunun ve değerlerinin görünür kalması gerekiyor.

Ben gelecekte insanı farklılaştıracak şeyin “AI'dan daha fazla bilgi bilmek” olduğuna inanmıyorum. AI kadar bilmek için yine çabamız bakınız beyne yerleştirilmesi tasarlanan chiplerle beynimiz bir Google ya da üretken yapay zekâ kütüphanesine birden dönüşebilir. Bu kadar bilgiyi nasıl taşır insanın sistemi asıl soru? Sınır sistemimiz nasıl taşır, bilgiyi işleme kapasitemiz var olan entelektüel kapasitemiz bu bilgileri işlemekten geçirip değerli hale getirmeye ne kadar hazır.

Tam tersine AI daha çok şey bilsin nicelikte, burada bir sorun olmaz. Uzun zamandır 'bilmenin kendisi' bir marifet değil zaten artık, çünkü bilgi her yerde. Bilgiyi bilinçli bir şekilde işlemek önemli.



İnsanın değeri giderek şurada daha çok ortaya çıkmalı:

- Neye dikkat edeceğini seçebilmek.**
- Neye inanacağını sorgulayabilmek.**
- Neyi yapmaya değer bulacağını belirlemek.**
- Belirsizlikte karar verebilmek.**
- Sorumluluk almak.**
- Ve gerektiğinde 'hayır' ya da 'bu kadarı yeter' diyebilmek.**

Türkiye'nin insan kaynağını yalnızca AI araçlarını kullanan bir iş gücüne dönüştürmesi yeterli olmayacak. Bize AI ile birlikte daha iyi düşünebilen, daha iyi karar verebilen ve daha güçlü sorumluluk taşıyabilen insanlar lazım. Çünkü önümüzdeki dönemde rekabet avantajı yalnızca daha fazla zekâyâ erişmekten gelmeyecek. Zekâ artık daha bol olabilir. Ama yön, muhakeme ve sorumluluk çok daha kıymetli. Ve ben insanın gelecekteki değerini tam olarak burada görüyorum.



ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE DAHA TEMİZ BİR YAKIT MI? DAHA AKILLI BİR FIRIN MI?



DR. CEMİL KANAT SARISOY

TTGV Öncül Proje Programı
Program Uzmanı

Çimento üretiminde döner fırın, fabrikanın yalnızca en sıcak ekipmanı değil; aynı zamanda en hassas denge noktalarından biridir. Yakıt, hava, farin beslemesi, fırın devri, çekiş, alev geometrisi ve klinker kimyası sürekli birbirini etkiler. Bu nedenle fosil yakıtların yerine hidrojen koymak, basit bir yakıt ikamesinden çok daha fazlasıdır: fırının yanma karakterini yeniden tanımlamak anlamına gelir. Üstelik hidrojen tek başına çimentoyu karbonsuzlaştıran sihirli bir çözüm değildir. Sektörde doğrudan CO₂ emisyonlarının önemli bir bölümü yakıttan değil, kireçtaşının kalsinasyonu sırasında ortaya çıkar. Hidrojenin güçlü olduğu alan, yakıtla bağlı karbon emisyonlarını azaltırken fırının yüksek sıcaklık gereksinimini karşılayabilmesidir.

Hidrojen fırının içine girdiğinde ne değişir?

Kimyasal denklem oldukça sade: $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + ısı$. Karbon içermediği için hidrojenin yanması sırasında yakıttan kaynaklı CO₂ oluşmaz. Fakat mühendislik açısından asıl mesele denklemden sonra başlar. Hidrojen çok hızlı difüze olan, kolay tutuşan ve geniş bir yanabilirlik aralığına sahip bir gazdır. Bu özellikler alevin tutunma noktasını, uzunluğunu ve sıcaklık dağılımını klasik kömür veya petrokok alevinden farklılaştırabilir. Çok hızlı yanma, bazı koşullarda daha kompakt ve sıcak bir alev yaratırken; sıcaklığın yanlış bölgede yoğunlaşması termal NO_x oluşumunu artırabilir. Dolayısıyla hidrojen kullanımında yalnızca “ne kadar?” değil, “nereden, hangi hızla ve hangi hava fazlasıyla?” soruları da kritik hale gelir.

Çimento fırınlarında daha gerçekçi yaklaşım, hidrojenin ilk günden tüm yakıtın yerini alması değil; mevcut yakıtla eş yakma yoluyla kademeli olarak devreye alınmasıdır. Endüstriyel denemelerde ana fırın brülöründe ısıl girdinin yaklaşık %40'ına ulaşan hidrojen katkıları gösterilmiş durumda. Bu tip uygulamalarda brülör ve lans tasarımı, jet momentumu, karışma hızı, sekonder hava sıcaklığı, alev geri tepmesi riski ve güvenli purge/inertleme prosedürleri önem kazanır. Başka bir deyişle, hidrojen

yalnızca yeni bir yakıt değil; brülör aerodinamiğini ve ısı transferini de etkileyen yeni bir proses değişkenidir.

Yapay zekâ fırında neyi değiştirebilir?

Bir çimento fırını zorlaştıran şey, çok sayıda değişkenin aynı anda hareket etmesi ve müdahalelerin etkisinin her zaman anında görülmemesidir. Yakıtı değiştirdiğinizde alev etkilenir; alev değiştiğinde sıcaklık profili değişir; bunun etkisi klinker mineralojisine ve kalite parametrelerine daha sonra yansır. Yapay zekâ burada operatörün yerine geçmekten çok, operatörün aynı anda değerlendirmekte zorlanacağı onlarca sinyali birlikte yorumlayan bir yardımcı olabilir. Fırın giriş-çıkış sıcaklıkları, O₂, CO ve NO_x, yakıt debileri, farin besleme, fırın torku, sekonder hava sıcaklığı, baca gazı değerleri, termal kamera görüntüleri ve laboratuvar sonuçları aynı model içinde birleştirilebilir.

Bu yaklaşımın ilk katmanı “soft sensor” mantığıdır: doğrudan ve sürekli ölçülmesi zor bir kalite veya yanma göstergesi, mevcut proses sinyallerinden tahmin edilir. İkinci katman dijital ikizdir; model yalnızca mevcut durumu değil, birkaç dakika sonrasındaki eğilimi de öngörür. Üçüncü katmanda ise model öngörülü kontrol (MPC) veya pekiştirmeli öğrenme gibi yöntemler, operatöre hangi set değerinin daha güvenli ve verimli olacağını önerebilir. Böylece yapay zekâ, yalnızca ‘fırında ne oluyor?’ sorusuna değil, ‘birazdan ne olacak ve şimdi ne yapmalıyız?’ sorusuna da yanıt üretmeye başlar.

Bu noktada yapay zekânın sahadaki rolünü abartmamak da önemli. İlk adımda sistemin fırını kendi başına yönetmesi gerekmez. Daha uygulanabilir senaryo; güvenlik limitlerinin PLC/DCS ve klasik kontrol katmanında kaldığı, yapay zekânın ise operatöre veya MPC katmanına öneri ürettiği hibrit bir mimaridir. Örneğin model, hidrojen debisi ile primer hava arasındaki oranı, alev kamerasından çıkarılan parlaklık ve alev boyu göstergelerini, O₂/CO/NO_x eğilimlerini ve fırın torkunu birlikte izleyebilir. Normalden sapma başladığında yalnızca alarm vermek yerine, sapmanın olası nedenini ve hangi değişkenin ne yönde değiştirilmesinin daha düşük risk taşıdığını önerebilir. Böylece veri, ekrandaki başka bir sayı olmaktan çıkar; kararın parçasına dönüşür.

Daha ileri aşamada bu yapı, hidrojenin maliyetini ve karbon değerini de aynı optimizasyona katabilir. Elektriğin veya yeşil hidrojenin pahalı olduğu saatlerde sistem daha düşük hidrojen oranıyla kararlı işletmeyi korurken, yenilenebilir elektriğin bol ve hidrojenin

daha uygun olduğu zamanlarda daha yüksek ikameye geçebilir. Bu, çimento fırını yalnızca proses açısından değil, enerji sistemi açısından da esnek bir tüketiciye dönüştürür. Böyle bir yaklaşımda başarı kriteri tek başına ton klinker başına yakıt tüketimi değildir; kalite, emisyon, hidrojen tüketimi, NO_x ve operasyonel kararlılık birlikte değerlendirilir.

Hidrojen yakıt bir yakıt kontrol değişkeni de olabilir mi?

Hidrojen ile yapay zekânın birlikte kullanımı çimento sektörünün karbonsuzlaşması yolunda büyük bir sıçrama tahtası olur mu? Hidrojeni yalnızca kömür veya petrokokun yerine geçen bir enerji kaynağı olarak değil, yanmayı şekillendiren dinamik bir kontrol değişkeni olarak görmektir. Örneğin yapay zekâ destekli bir sistem, fırının dijital ikizi üzerinden birkaç dakika sonrasını sürekli tahmin ediyor olsun. Model, yanma bölgesi sıcaklığının yükseldiğini ve NO_x’ın artış eğilimine girdiğini görürse hidrojen oranını artırmak yerine azaltmayı seçebilir. Başka bir anda ana yakıtın tutuşmasının geciktiğini, alevin uzadığını veya CO’nun yükselmeye başladığını fark ederek kısa süreli daha yüksek hidrojen katkısının alevi toparlayacağını öngörebilir.

Buradaki şaşırtıcı sonuç: En düşük karbonlu işletme noktası her zaman en yüksek hidrojen oranı olmayabilir. Eğer fazla hidrojen alev sıcaklığını, NO_x oluşumunu veya ısı transfer profilini istenmeyen bir noktaya taşıyorsa sistem bunu dengelemek için başka bölgelerde daha fazla enerji harcamak zorunda kalabilir. Bu nedenle yapay zekânın hedef fonksiyonu ‘maksimum hidrojen’ değil; aynı anda minimum toplam emisyon, kararlı alev, istenen klinker kalitesi, düşük özgül enerji tüketimi ve güvenli işletme olabilir. Hidrojen oranı bu çok amaçlı problemin bir düğmesi haline gelir.

Geleceğin fırını belki operatöre ‘hidrojeni %X’e çıkar’ demeyecek. Bunun yerine ‘şu anda biraz daha hidrojen kullanırsam alevi stabilize eder, fosil yakıtı azaltır ve kaliteyi korurum; ancak birkaç dakika sonra aynı hareket NO_x’ı artıracığı için geri çekilmeliyim’ diyecek. Asıl dönüşüm de burada: daha temiz bir yakıtı kullanmak değil, temiz yakıtı akıllı kullanmak. Çimento sektöründe rekabet yalnızca kimin daha fazla hidrojen kullanabildiği üzerinden değil, kimin bir kilogram hidrojenden daha fazla proses, kalite ve karbon faydası üretebildiği üzerinden şekillenebilir.

TTGV Günü ve Ödülleri

14 Ekim 2026 Çarşamba

Bilkent Otel, Ankara - Sakarya Salonu

TTGV Günü ve Ödülleri’ne katılımınız bizi onurlandıracaktır.

Program:

15:30 Kayıt

16:00 Açılış

16:05 Açılış Konuşması: **Değerhan USLUEL**, TTGV Yönetim Kurulu Başkanı

16:15 Ana Konuşma: **Yapay Zekâ ile Değişen Bilim ve İş Dünyası: Yeni Dönemi Nasıl Anlamalıyız?**



Prof. Dr. M. Altan ÇAKIR

Büyük Veri, Yapay Zekâ ve Girişimcilik Profesörü
Parton Big Data ve Whizzard.ai Kurucusu

16:45 Lider Sohbeti: **Türkiye Yapay Zekânın Hangi Katmanında Küresel Avantaj Yaratabilir?**



İnci ABAY CANSABUNCU

Forenzone Strateji Stüdyosu Kurucusu -
Teknoloji Stratejisti



Dr. E. Serdar GÖKPINAR

TTGV Yenilikçi Teknoloji Programları
Direktörü

17:20 TTGV Ödülleri Töreni

18:30 Kokteyl

TTGV Ödülleri:

Dr. Akın Çakmakçı Öncü Araştırmacı Ödülü:

“Sürdürülebilir Çimento, Sürdürülebilir ve Adaptif Malzemeler”

Doç. Dr. Zeynep BAŞARAN BUNDUR

Dr. Fikret Yücel Öncü Kuruluş Ödülü:

“Yenilikçi Tarım Teknolojileri”

HEKTAŞ

Refik Üreyen Değişim Lideri Ödülü:

“Sürdürülebilirlik, Su-Atık Su Arıtımı ve Sorumlu Tüketim Yaklaşımı Kurumsal Stratejiyle Entegrasyonu”

İlker TAYGAN

Mehmet Şuhubi Öncü Sivil İnisiyatif Ödülü:

“İklim Değişikliği ile Mücadele Çalışmaları”

Sürdürülebilir Gelecek Platformu



DOÇ. DR. ZEYNEP BAŞARAN BUNDUR

Özyeğin Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı

Dr. Akın Çakmakcı
Öncü Araştırmacı Ödülü:
“Sürdürülebilir Çimento,
Sürdürülebilir ve Adaptif
Malzemeler”

GELECEĞİN YAPI MALZEMELERİ KENDİNİ KOŞULLARA GÖRE AYARLAYACAK

İnşaat sektörü iklim krizinin en kritik mücadele alanlarından biri. Ancak çözüm, yalnızca daha az karbon salan yeni bir çimento ya da tek bir “mucize malzeme” geliştirmekten geçmiyor. Geleceğin yapı malzemeleri; atıkları yeniden üretime kazandıran, karbonu bünyesinde depolayan, yerel kaynaklara uyum sağlayan, biyolojik süreçlerden yararlanan ve yapay zekâ desteğiyle üretim sırasında kendini değişen koşullara göre ayarlayabilen sistemlere dönüşüyor. “Sürdürülebilir Çimento, Sürdürülebilir ve Adaptif Malzemeler” alanındaki çalışmalarıyla **TTGV Dr. Akın Çakmakcı Öncü Araştırmacı Ödülü**’ne layık görülen **Doç. Dr. Zeynep Başaran Bundur** da araştırmalarını tam bu kesişimde yürütüyor. Bundur ile inşaat ve yıkıntı atıklarının karbon depolayan stratejik kaynaklara dönüşmesinden programlanabilir yapı malzemelerine, 3B baskıdan yapay zekâ destekli üretime uzanan yeni nesil malzeme teknolojilerini ve inşaat sektörünün önündeki dönüşümü konuştuk.

İnşaat sektörü, küresel karbon emisyonlarının en önemli kaynaklarından biri. Siz ise düşük karbonlu bağlayıcı sistemlerden biyomineralizasyon teknolojilerine kadar pek çok yenilikçi çözüm üzerinde çalışıyorsunuz. Bugün laboratuvarınızda geliştirilen hangi yaklaşımın

önümüzdeki on yıl içinde inşaat sektöründe oyunun kurallarını değiştirme potansiyeline sahip olduğunu düşünüyorsunuz?

Ben tek bir malzemenin ya da tek bir teknolojinin inşaat sektörünün tüm sorunlarını çözebileceğini düşünmüyorum. Asıl dönüşümün; yerel ve düşük karbonlu hammaddeleri, sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarını, biyolojik zekâyı ve dijital üretim yöntemlerini aynı sistem içinde ele alabilmekten geleceğine inanıyorum. Bizim araştırma yaklaşımımızın temelinde de bu bütünlük var.

Bugün laboratuvarımızdaki çalışmalar arasında en büyük dönüşüm potansiyelini inşaat ve yıkıntı atıklarının karbon tutabilen alternatif hammaddelere dönüştürülmesinde görüyorum. Özellikle beton atıklarının çimento hamuru bakımından zengin literatürde Recycled Concrete Paste (RCP) kısaca tanımlanan ince bölümü geri dönüştürülmüş beton tozu çimento üretimi için kilit bir hammadde olarak ön plana çıkıyor. Bu malzeme çoğu zaman düşük değerli bir atık olarak görülüyor. Oysa kontrollü karbonatlaştırma ile işlendiğinde, karbondioksiti mineral yapısında kalıcı olarak tutabilen ve yeniden çimento üretiminde

kullanılabilen reaktif bir mineral katkı hâline gelebilmektedir.

Burada aynı anda iki soruna dokunuyoruz. Bir yandan atık betonu üretim döngüsüne geri kazandırıyoruz, diğer yandan karbondioksiti kararlı mineral fazlarda depoluyoruz. Üstelik mesele yalnızca karbon tutmak değil. RCP’nin fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek çimento ve doğal hammadde kullanımını azaltabilecek yeni bağlayıcı sistemler tasarlayabiliyoruz. Böylece inşaat atığını, kurtulmamız gereken bir yük olmaktan çıkarıp karbon depolayabilen stratejik bir kaynağa dönüştürüyoruz.

Bu yaklaşımı 3B üretimle birleştirdiğimizde etki alanı daha da genişliyor. Disiplinlerarası ekibimizle kendi 3B yazıcımızı geliştirdik ve farklı düşük karbonlu harç sistemlerinin baskı davranışını uzun süredir incelemekteyiz. Bugün, bileşiminin yarısına yakını inşaat ve yıkıntı atıklarından oluşan baskıya uygun harçlar üretebiliyoruz. 3B baskı bize yalnızca yeni bir üretim tekniği sunmuyor; malzemeyi, geometrisini ve üretim sürecini birlikte tasarlama imkânı da veriyor.

Bence oyunun kurallarını değiştirecek tek bir “mucize malzeme” yok. Geleceğin yapı malzemeleri her yerde aynı reçeteyle üretilen malzemeler değil; bulunduğu coğrafyanın kaynaklarına uyum sağlayan, daha az doğal kaynak tüketen ve çevresel performansı üretim aşamasından itibaren tasarlanan sistemler olacak.

“Bence oyunun kurallarını değiştirecek tek bir “mucize malzeme” yok. Geleceğin yapı malzemeleri her yerde aynı reçeteyle üretilen malzemeler değil; bulunduğu coğrafyanın kaynaklarına uyum sağlayan, daha az doğal kaynak tüketen ve çevresel performansı üretim aşamasından itibaren tasarlanan sistemler olacak.”



Yapay zekâ artık yalnızca yazılım dünyasını değil, malzeme bilimini de dönüştürüyor. Yapay zekâ ve veri odaklı yöntemler, yeni nesil yapı malzemelerinin geliştirilme sürecini nasıl değiştiriyor? Önümüzdeki yıllarda bu alanda en büyük bilimsel ve teknolojik kırılımın hangi başlıklarda yaşanacağını öngörüyorsunuz?

Geleneksel olarak yapı malzemeleri büyük ölçüde deneysel deneme-yanılma yaklaşımıyla geliştirildi. Birçok farklı reçete hazırlanır, test edilir ve en iyi performansı gösteren seçenek belirlenirdi. Ancak düşük karbonlu ve döngüsel malzemelere geçtikçe sistemler giderek daha karmaşık hâle geliyor. Endüstriyel atıkların ve yerel hammaddelerin özellikleri değişken; biyolojik süreçler zamana ve çevresel koşullara bağlıdır; üç boyutlu baskıda ise malzemenin reolojisi ile üretim parametreleri sürekli etkileşim içindedir. Bu kadar çok değişkenin bulunduğu bir sistemi yalnızca klasik deneysel yöntemlerle çözmek hem zaman hem de kaynak açısından mümkün değil.

Yapay zekâ burada güçlü bir araç sunuyor. Ancak ben yapay zekâyı bilimsel problemin ya da temel malzeme bilgisinin yerine geçen bir yöntem olarak görmüyorum. Tam tersine, fiziksel ve kimyasal bilgimizi daha iyi kullanmamızı sağlayan bir araç olarak görüyorum. Bizim için amaç yalnızca bir malzemenin basınç dayanımını tahmin etmek değil; hammaddenin bileşiminden mikroyapının oluşumuna, üretim sırasındaki akış davranışından nihai performansa kadar tüm süreci anlamak.

Bu nedenle önümüzdeki dönemde en önemli kırılmalardan birinin veri odaklı modeller ile fiziksel modellerin birleşmesinde yaşanacağını düşünüyorum. Fizik destekli yapay zekâ, modelin yalnızca veriye uymasını değil, malzemenin bilinen davranışlarıyla da tutarlı olmasını sağlar. Bu yaklaşım daha az veriyle daha güvenilir sonuç üretmemize ve modelin neden o sonucu verdiğini daha iyi açıklamamıza yardımcı olabilir.

İkinci büyük kırılım ise üretim sırasında toplanan verinin anlık olarak değerlendirilmesi olacak. Bugün çoğu yapı malzemesi, hammaddenin ve çevre koşullarının değişmediği varsayımıyla üretiliyor. Oysa özellikle yerel topraklar, atık kökenli hammaddeler ve şu an çok popüler olan biyolojik sistemler doğaları gereği değişken. Gelecekte bu değişkenliği ölçen, yorumlayan ve üretim parametrelerini buna göre güncelleyen kapalı çevrimli sistemlere geçeceğiz.

Yapay zekânın yapı malzemeleri alanındaki gerçek katkısı daha çok veri üretmek ya da daha karmaşık modeller kurmak olmayacak. Malzeme, üretim ve performans arasındaki ilişkiyi anlaşılır, tahmin edilebilir ve kontrol edilebilir hâle getirmek. Benim akademik olarak yön vermek istediğim alan da tam olarak bu: yapay zekâyı bir amaç değil, daha sağlam bir malzeme bilimi ve daha güvenilir üretimin bir aracı olarak kullanmak.

“Önümüzdeki dönemde en önemli kırılmalardan birinin veri odaklı modeller ile fiziksel modellerin birleşmesinde yaşanacağını düşünüyorum.”



Karbon tutan malzemeler dönüşümde önemli rol oynayabilir

İnşaat sektöründe uzun yıllar boyunca dayanıklılık ve maliyet ön plandaydı. Bugün ise karbon ayak izi, döngüsellik ve karbon yakalayabilen yapı malzemeleri konuşuluyor. Sizce önümüzdeki dönemde “iyi bir yapı malzemesi” tanımı nasıl değişecek? Sektörün bu dönüşümü benimsemesindeki en kritik eşik sizce nedir?

Geçmişte iyi bir yapı malzemesi denildiğinde öncelikle dayanım, dayanıklılık, maliyet ve uygulanabilirlik düşünülüyordu. Bunlar elbette önemini koruyor. Ancak artık bir malzemenin yalnızca kullanım sırasındaki performansına değil, hammaddenin nereden geldiğine, üretiminde ne kadar enerji tüketildiğine, ne kadar karbon salındığına, kullanım ömrünün sonunda yeniden değerlendirilip değerlendirilemediğine ve bulunduğu çevreyle nasıl etkileşim kurduğuna da bakmamız gerekiyor.

Bu nedenle **geleceğin iyi yapı malzemesi düşük karbonlu olmanın yanında uzun ömürlü, döngüsel, yerel kaynaklara uyarlanabilir ve performansı doğrulanabilir bir malzeme olacak.** Karbon tutabilen malzemeler bu dönüşümde önemli bir rol oynayabilir. Fakat bir malzemenin karbon tutması tek başına çevresel açıdan iyi olduğu anlamına gelmez. Karbon tutma süreci yüksek enerji gerektiriyorsa, malzeme yeterince dayanıklı değilse ya da büyük ölçekte üretilmiyorsa, elde

edilen fayda sınırlı kalır. Çevresel performansı teknik performanstan ve üretilebilirlikten ayrı düşünemeyiz.

Bence önümüzdeki dönemin en önemli değişimi, sürdürülebilirliğin bir etiket olmaktan çıkıp ölçülebilir bir mühendislik ölçütüne dönüşmesi olacak. Ne kadar karbon azalttığımızı, hangi doğal kaynağın kullanımını önlediğimizi ve bunu hangi performans bedeliyle yaptığımızı açıkça ortaya koymamız gerekecek.

Sektör dönüşümü nasıl benimseyecek...

Sektörün bu dönüşümü benimsemesindeki en kritik eşik, laboratuvar da elde edilen başarılı sonuçların güvenilir ve tekrarlanabilir üretim süreçlerine dönüştürülmesidir. İnşaat sektörü risk konusunda haklı olarak temkinlidir. Yeni bir malzemenin yalnızca bir deneyde iyi sonuç vermesi yeterli olmaz; farklı hammadde kaynaklarında, değişen çevre koşullarında ve gerçek üretim ölçeğinde öngörülebilir performans göstermesi gerekir.

Bunun için performans esaslı standartlara, hızlı ve güvenilir kalite kontrol yöntemlerine, yaşam döngüsü değerlendirmelerine ve gerçek ölçekli demonstrasyonlara ihtiyacımız var. Akademi ile sektör arasındaki ilişkinin, kısa süreli proje ortaklıklarından uzun vadeli araştırma işbirliklerine dönüşmesi gerekiyor. Dönüşüm, yalnızca yeni bir malzeme geliştirdiğimizde değil, o malzemeye güvenilebilecek bütün sistemi kurduğumuzda da gerçekleşecek.

Kurucusu ve lideri olduğunuz Sustainable Adaptive Materials (SAM) Araştırma Grubu ile iklim değişikliğine uyum sağlayan yeni nesil yapı malzemeleri geliştiriyorsunuz. Önümüzdeki beş yılda sizi en çok heyecanlandıran araştırma alanı hangisi? Yapı malzemelerinde bizi nasıl bir gelecek bekliyor?

SAM Araştırma Grubu'nda inşaat mühendisliği, malzeme bilimi, mikrobiyoloji, veri bilimi ve dijital üretim gibi disiplinleri bir araya getiren disiplinler arası bir yapıda çalışıyoruz. Araştırmalarımız dört ana eksen de ilerliyor: düşük karbonlu ve döngüsel bağlayıcılar; inşaat ve yıkıntı atıklarının yeniden değerlendirilmesi ve karbonlaştırılması; biyolojik süreçlerle işlev kazanan malzemeler; 3B baskı ve veri destekli üretim. Bu başlıklar ilk bakışta birbirinden farklı görünebilir; aslında hepsi aynı soruya bağlıyor: Daha az kaynak tüketen, değişken koşullarda güvenilir biçimde üretilebilen ve zaman içinde işlevini koruyan, hatta geliştirebilen malzemeleri nasıl tasarlarız?

Grubun adındaki “adaptif” kavramı bu nedenle önemli. Sürdürülebilirliği yalnızca daha az karbon salan bir malzeme üretmek olarak görmüyoruz. Malzemenin değişken hammaddelere, üretim koşullarına ve kullanım süresince karşılaştığı çevresel etkilere uyum sağlayabilmesini de sürdürülebilirliğin bir parçası olarak ele alıyoruz.

Önümüzdeki beş yılda beni en çok heyecanlandıran alan, biyolojik süreçlerin kontrol edilebilir bir mühendislik değişkenine dönüştürüldüğü programlanabilir yapı malzemeleri. Bugün biyolojiyi çoğu zaman belirsizlik yaratan ve kontrolü zor bir unsur olarak görüyoruz. Oysa doğru koşulları kurabilirsek, mikroorganizmaların metabolik faaliyetlerini malzemenin akışını düzenlemek, biyomineralizasyon yoluyla mineral oluşturmak, boşluk yapısını değiştirmek veya zaman içinde dayanım

kazanmasını sağlamak için kullanabiliriz. 3B yazıcı ile üretim bu yaklaşım için çok güçlü bir araç. Yapay zekâ ve sensör sistemleri yazdırma sürecinde malzemede anlık değişimi izleyerek üretimin buna göre düzenlenmesini sağlayabilmekte. Böylece sabit bir reçeteyi zorla her koşula uygulamak yerine, değişkenliği algılayan ve ona uyum sağlayan üretim sistemleri kurabiliriz.

Akademik olarak katkı sunmak istediğim yön de burada şekilleniyor. Yapı malzemelerindeki değişkenliğin ortadan kaldırılması gereken bir kusur olarak değil, ölçülmesi, anlaşılması ve yönetilmesi gereken bir tasarım girdisi olarak ele almak istiyorum. Bizi daha az çimento ve doğal kaynak kullanan, yerel toprakları ve atıkları değerlendiren, üretim sırasında kendini ayarlayabilen ve zaman içinde yeni işlevler kazanabilen yapı malzemelerinin bulunduğu bir gelecek bekliyor.

Bu yıl TTGV Dr. Akın Çakmakçı Öncü Araştırmacı Ödülü'ne layık görüldünüz. Bu ödülü yalnızca kişisel bir başarı olarak değil, sürdürülebilir yapı malzemeleri ve iklim teknolojileri alanındaki araştırmaların ulaştığı seviyenin de bir göstergesi olarak değerlendiriyor musunuz? Sizce bu ödül, genç araştırmacılara ve Türkiye'nin bilim ekosistemine nasıl bir mesaj veriyor?

Bu ödül benim için çok değerli ve gurur verici. Ama bu ödülü yalnızca bireysel bir başarının karşılığı olarak görmüyorum. Bunun arkasında birlikte çalıştığım öğrencilerin, araştırmacıların ve akademik–sanayi ortaklığının emeği var. Aynı zamanda sürdürülebilir ve dijital dönüşüm ekseninde uzun süredir ilerlettiğim araştırma çalışmaları, bir zamanlar dar bir alan sayılan konuların bugün Türkiye'nin teknoloji ve iklim gündeminde daha görünür hâle geldiğini gösteriyor.

İnşaat malzemeleri, iklim teknolojilerinin en kritik ama zaman zaman yeterince görünür olmayan alanlarından biri. Çünkü burada yapılacak küçük bir iyileştirme dahi kullanılan malzeme miktarı ve sektörün büyüklüğü nedeniyle çok geniş bir etki yaratabilir. TTGV'nin bu alandaki araştırmaları ödüllendirmesini, sürdürülebilir yapı malzemelerinin artık yalnızca akademik bir konu değil, Türkiye'nin iklim ve teknoloji dönüşümünün temel bileşenlerinden biri olarak görülmesi bakımından çok değerli buluyorum.

Genç araştırmacılara verdiği en önemli mesajın ise disiplinlerin sınırlarında çalışmaktan çekinmemeleri

olduğunu düşünüyorum. Bugünün büyük sorunları yalnızca tek bir disiplinin araçlarıyla çözülemiyor. Malzeme biliminin veri bilimi, üretim teknolojileri ve çevresel değerlendirmelerle birlikte ele alınması gerekiyor. Bu tür çalışmaların sonuç vermesi için zaman, sabır ve uzun süreli bir bilimsel yaklaşım gerekiyor.

Türkiye'nin güçlü bir sanayi altyapısı, zengin ve çeşitli hammadde kaynakları ve çok yetkin genç araştırmacıları var. Doğru araştırma ortamı ve uzun vadeli iş birlikleri sağlandığında Türkiye'nin yalnızca geliştirilen teknolojileri uygulayan değil, iklim teknolojilerinin bilimsel yönünü tanımlayan ülkelerden biri olabileceğine inanıyorum. Bu ödülü de bu yönde çalışmaya devam etmek için önemli bir sorumluluk ve güçlü bir motivasyon olarak görüyorum. Bilimsel olarak cesur, fakat uygulama gerçekliğinden kopmayan araştırmalar yürütmeye, genç araştırmacıların kendi sorularını kurabildiği ve farklı disiplinlerle özgürce çalışabildiği bir ortam oluşturmaya devam etmek istiyorum.



TEKNOLOJİNİN DEĞERİ TARLAYA İNDİĞİNDE BAŞLIYOR

Tarımda teknolojik dönüşüm, yalnızca yeni çözümler geliştirmekten değil, bu çözümleri tarlaya taşıyarak üreticinin kararlarını değiştirebilmekten geçiyor. İklim değişikliği, su kaynakları üzerindeki baskı, artan üretim maliyetleri ve gıda arz güvenliği aynı denklemden buluşurken; veri, yapay zekâ, biyolojik çözümler ve hassas tarım uygulamaları üretimin geleceğini yeniden şekillendiriyor.

HEKTAŞ Genel Müdürü **Enis Emre Terzi** ile HEKTAŞ F.A.R.M.'ın "araştır, doğrula, uygula ve paylaş" yaklaşımından yola çıkarak tarımda teknolojinin sahadaki karşılığını, verinin üretici kararlarındaki rolünü ve Türkiye tarımı için nasıl ölçeklenebilir bir dönüşüm modeli oluşturulabileceğini konuştuk.

Türkiye için özgün bir model geliştirdiniz. Tarım, teknoloji, Ar-Ge ve eğitimi aynı kampüste buluşturan HEKTAŞ F.A.R.M. kurulurken, Türkiye tarımının hangi temel sorunlarına çözüm üretmek hedeflendi?

HEKTAŞ F.A.R.M.'ı hayata geçirirken çıkış noktamız aslında oldukça temel bir soruydu: Türkiye tarımının gelecekte, daha az kaynak kullanarak daha yüksek verim ve kaliteyi nasıl sürdürülebilir biçimde sağlayabileceği. Bugün tarımın karşı karşıya olduğu sorunları birbirinden

bağımsız düşünmek mümkün değil. İklim değişikliği, su kaynakları üzerindeki baskı, üretim maliyetlerindeki artış, toprak sağlığının korunması, üretim alanlarının azalması ve gıda arz güvenliği aynı denklemin içerisinde değerlendirilmesi gereken başlıklar. Bu nedenle bizim açımızdan çözüm yalnızca yeni bir ürün geliştirmekten geçmiyor. Bilimsel araştırmayı, teknolojiyi, gerçek üretim koşullarındaki uygulamaları ve eğitimi aynı ekosistem içerisinde buluşturmak gerekiyor.

Orhangazi'de 607 dekarlık alan üzerinde kurduğumuz HEKTAŞ F.A.R.M.'ı da bu anlayışla konumlandırdık. Burada farklı üretim modellerini ve teknolojileri gerçek koşullarda test ediyor, elde ettiğimiz sonuçları değerlendiriyor ve bunları sektör paydaşlarıyla paylaşabiliyoruz. Bizim için asıl önemli olan, geliştirilen bir çözümün laboratuvar ortamında başarılı olması değil; sahada uygulanabilir, ekonomik olarak anlamlı ve üretici açısından fayda sağlayabilir olması. Bu nedenle F.A.R.M.'ı "araştır, doğrula, uygula ve paylaş" yaklaşımının somutlaştığı bir merkez olarak görüyoruz. Nihai hedefimiz ise üreticimizin daha verimli, daha öngörülebilir ve kaynaklarını daha doğru kullanarak sürdürülebilir üretim yapmasına katkı sağlamak.

Hedefimiz Üreticinin deneyimini veri ile güçlendirmek

Günümüzde bu tür merkezlerin en önemli gücü veri. Özellikle verinin toplanması, yönetimi ve ölçeklenmesi büyük önem taşıyor. HEKTAŞ F.A.R.M.'da elde edilen tarımsal veriler nasıl analiz ediliyor ve bu veriler karar alma süreçlerine nasıl katkı sağlıyor?

Tarımda doğru karar verebilmenin yolu, doğru veriyi doğru şekilde değerlendirebilmekten geçiyor. Çünkü bugün üretim sonucunu yalnızca tek bir değişken belirlemiyor; bitkinin gelişiminden iklim koşullarına, toprak özelliklerinden uygulanan yetiştirme yöntemlerine kadar çok sayıda parametre bir arada rol oynuyor.

Geçtiğimiz yıl yaşanan don ve dolu felaketleri nedeniyle tüm Türkiye çapında özellikle kayısı ve kiraz üretim alanları çok etkilenmiş ve %90'ın üzerinde verim kayıpları yaşanmıştı. HEKTAŞ F.A.R.M. tesisimizde yaptığımız uygulamalar ve aldığımız önlemler sayesinde hava sıcaklıklarının eksi derecelerde seyretmesine rağmen ağaçlarımızın çoğunu koruyabildik ve %90'ın üzerinde bir verime ulaştık. Bu tür uygulamaları ve sonuçlarını tesisimizde direkt gösterdiğimizde üreticilerimizi yenilikçi uygulamalara yönlendirme konusunda daha ikna edici olabiliyor ve farkındalık yaratabiliyoruz.

HEKTAŞ F.A.R.M.'da bizim için önemli olan yalnızca veri toplamak değil, bu veriyi anlamlandırmak. Ar-Ge çalışmaları ve üretim süreçlerinden elde edilen verileri; bitki gelişimi, iklim koşulları, uygulamalar, verim ve kalite sonuçlarıyla birlikte değerlendiriyoruz. Böylece farklı ürünlerin ve uygulamaların farklı koşullardaki performansını daha doğru analiz edebiliyor ve elde ettiğimiz sonuçları yeni Ar-Ge ve ürün geliştirme çalışmalarımıza aktarabiliyoruz.

Örneğin sulama açısından baktığımızda yalnızca "ne kadar su kullandık?" sorusuna cevap aramak yeterli değil. Asıl önemli olan, kullanılan suyun bitkinin gelişimine, verimine ve kaliteye nasıl yansıdığını ortaya koyabilmek. Aynı yaklaşımı bitki besleme ve bitki koruma uygulamalarında da benimsiyoruz. Yani "ne uyguladık?" sorusundan "hangi koşulda, hangi uygulama, nasıl bir sonuç verdi?" sorusuna geçiyoruz.

Önümüzdeki dönemde dijital teknolojiler, yapay zekâ ve veri analitiği bu yaklaşımı daha da ileri taşıyacak. Ancak **bizim için teknolojinin değeri, kullanılan algoritmanın kendisinden çok, üreticinin daha doğru karar almasına katkı sağlamasında.** Başka bir ifadeyle hedefimiz,

üreticinin ve ziraat mühendisinin yıllara dayanan tecrübesini teknolojiyle ikame etmek değil; doğru veriyle güçlendirmek.

"Tarımda doğru karar verebilmenin yolu, doğru veriyi doğru şekilde değerlendirebilmekten geçiyor."



Önümüzdeki beş yıl içinde HEKTAŞ F.A.R.M.'ın hangi teknolojilerle daha fazla öne çıkmasını bekliyorsunuz? Yapay zekâ, robotik, biyolojik çözümler, hassas tarım uygulamaları ve iklim kontrollü üretim gibi alanlarda öncelikli hedefleriniz nelerdir?

Tarım sektörü çok hızlı bir dönüşümden geçiyor. Ancak biz bu dönüşüme tek bir teknoloji penceresinden bakmıyoruz. Önümüzdeki dönemde birbirini tamamlayan teknolojilerin birlikte değer oluşturacağına inanıyoruz.

HEKTAŞ olarak öncelikli odak alanlarımızın başında tohum Ar-Ge'si ve biyolojik ürünler geliyor. Dünya tarımı, iklim değişikliğinin etkileri ve değişen regülasyonlar nedeniyle yeni bir döneme giriyor. Özellikle hastalıklara ve kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ile biyolojik çözümlerin yaygınlaşması önümüzdeki yılların en önemli başlıkları arasında yer alacak. Biz de Ar-Ge yatırımlarımızı bu doğrultuda şekillendiriyoruz.

Bunun yanında tarım teknolojilerindeki gelişmeleri de yakından takip ediyoruz. Yapay zekâ, sensör teknolojileri, IoT tabanlı uygulamalar ve veri analitiği önümüzdeki dönemde tarımın vazgeçilmez araçları olacak. Ancak bu alanı, tek başımıza geliştirilmesi gereken bir faaliyet alanı olarak değil; üniversiteler, teknoloji girişimleri ve farklı paydaşlarla birlikte büyütülmesi gereken bir ekosistem olarak değerlendiriyoruz. Bu nedenle HEKTAŞ F.A.R.M. bünyesinde girişimcilere ve yenilikçi teknoloji şirketlerine de açık bir iş birliği ortamı sunuyoruz.

Bizim için önemli olan, teknolojinin gösterişli olması değil; üreticinin gerçek ihtiyaçlarına çözüm üretmesidir. Eğer geliştirilen bir teknoloji üreticinin verimliliğini artırıyor, kaynak kullanımını daha etkin hale getiriyor ve sürdürülebilir üretime katkı sağlıyorsa, o teknoloji bizim için değerlidir.

HEKTAŞ F.A.R.M.’ı Türkiye tarımının geleceği açısından yalnızca bir vitrin değil, aynı zamanda bir dönüşüm modeli olarak değerlendirdiğimizde; bu modelin üreticilere, Ar-Ge ekosistemine ve sürdürülebilir tarım anlayışına sağlayacağı en önemli katkının ne olacağını düşünüyorsunuz?

F.A.R.M.’ın en önemli katkısını tek bir teknoloji veya üretim modelinde değil, farklı dünyaları aynı problem etrafında buluşturabilmesinde görüyorum. Tarımda üniversitelerde çok değerli bilimsel çalışmalar yapılıyor, teknoloji şirketleri yeni çözümler geliştiriyor, üreticilerimiz ise sahada çok güçlü bir deneyim biriktiriyor. Asıl dönüşümün gerçekleşebilmesi için bu üç alanın birbirinden kopuk ilerlememesi gerekiyor. F.A.R.M.’ı da araştırmacıların, üniversitelerin, teknoloji geliştiricilerin, üreticilerin ve sektör paydaşlarının bir araya gelebildiği bir kesişim noktası olarak görüyoruz.

Üretici açısından baktığımızda en önemli katkının güvenilir ve sahada doğrulanmış bilgiye erişim olduğunu düşünüyorum. Çünkü üreticinin yeni bir teknolojiyi veya uygulamayı kendi işletmesinde denemesi her zaman bir maliyet ve risk taşıyor. F.A.R.M.’da gerçek üretim koşullarında elde edilen sonuçların paylaşılması, bu riskin azaltılmasına ve doğru uygulamaların daha hızlı yaygınlaşmasına katkı sağlayabilir.

Ar-Ge açısından ise bizimi içine alan, araştırmanın laboratuvar seviyesinde kalmaması. Bir fikrin ürüne, ürünün uygulamaya, uygulamanın da ölçülebilir ekonomik ve çevresel faydaya dönüşebilmesi gerekiyor. Sürdürülebilirliği de bu çerçevede ele alıyoruz. Sürdürülebilir tarım, daha az üretmek anlamına gelmemeli; aynı kaynakları daha akıllı ve daha verimli kullanarak üretimin devamlılığını sağlamak anlamına gelmeli. Bu nedenle F.A.R.M.’ın uzun vadeli katkısını yalnızca bugünün sorunlarına çözüm üretmesinde değil, Türkiye tarımında bilgiye, bilime ve teknolojiye dayalı bir dönüşüm kültürünün güçlenmesine katkı sağlamasında görüyorum.

Sonuçta bir teknolojinin gerçek değeri, sergilendiği yerde değil, tarlaya indiğinde ve üreticinin kararını değiştirdiğinde ortaya çıkar.

Bu yıl TTGV Dr. Fikret Yücel Öncü Şirket Ödülü’nün sahibi oldunuz. HEKTAŞ F.A.R.M. modelini Türkiye’nin farklı bölgelerine yaygınlaştırmaya yönelik bir vizyonunuz veya yol haritanız bulunuyor mu?

TTGV Dr. Fikret Yücel Öncü Şirket Ödülü’nü, HEKTAŞ’ın Ar-Ge, inovasyon ve teknoloji alanında uzun vadeli olarak ortaya koyduğu yaklaşımın önemli bir karşılığı olarak görüyoruz. Bizim için bu ödül geçmişte yaptıklarımızın takdirinden çok, bundan sonraki çalışmalarımız açısından da önemli bir sorumluluk ifade ediyor.

F.A.R.M.’ın yaygınlaştırılması konusunda ise önceliğimiz Orhangazi’deki yapının fiziksel olarak birebir kopyalarını farklı bölgelerde kurmak değil. Türkiye’nin çok farklı iklim, toprak, ürün deseni ve üretim koşullarına sahip olması nedeniyle, burada oluşturduğumuz bilgi birikimini ve Ar-Ge yaklaşımını farklı bölgelere uyarlanabilir hale getirmeyi daha değerli buluyoruz.

Örneğin Orhangazi’de doğruladığımız bir sulama yaklaşımının Ege’de, Akdeniz’de veya Güneydoğu Anadolu’da aynı şekilde uygulanması gerekemeyebilir. Bölgenin iklimi, toprak yapısı, ürün deseni ve üretim alışkanlıkları değiştikçe çözümün de değişmesi gerekir. Bizim için ölçeklenebilirlik tam olarak burada başlıyor: Tek bir modeli çoğaltmak değil, doğru modeli doğru bölgeye uyarlayabilmek.

Bu nedenle önümüzdeki dönemde üniversiteler, araştırma kuruluşları, teknoloji girişimleri, üreticiler ve sektör paydaşlarıyla iş birliklerini daha da güçlendirmeyi önemsiyoruz. F.A.R.M.’ı bir lokasyondan ziyade, Türkiye’nin farklı üretim bölgelerinde karşılaşılan problemlere çözüm geliştirebilen bir inovasyon modeli olarak görüyoruz. Bu anlayışla, önümüzdeki dönemde tesiste faaliyete geçireceğimiz toprak, su ve gübre analiz laboratuvarları ile çeşitli alanlarda paydaşlarımıza hizmet vermeye başlayacağız. Bizim vizyonumuz, bütün üreticilerin Orhangazi’ye gelmek zorunda olduğu bir sistem kurmak değil; Orhangazi’de üretilen bilginin Türkiye’nin farklı bölgelerindeki üreticilere ulaşabildiği bir sistem oluşturmak. Çünkü gerçek ölçeklenmenin ölçüsü bir tesisin büyüklüğü değil, üretilen bilginin kaç üreticinin kararını değiştirebildiği ile ölçülür.

GELECEĞİN LİDERİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ DEĞİL, DÖNÜŞÜMÜ YÖNETECEK

Sürdürülebilirlik artık şirketlerin yalnızca çevresel etkilerini azaltmaya çalıştığı ya da raporlama yükümlülüklerini yerine getirdiği bir alan değil. Suya erişimden enerji maliyetlerine, karbondüzenlemelerinden hammadde güvenliğine kadar uzanan riskler; yatırım kararlarını, üretimin devamlılığını, büyümeyi ve rekabet gücünü doğrudan etkiliyor. Bu değişim, şirketlerin sürdürülebilirliğe bakışını dönüştürürken yeni bir liderlik anlayışını da beraberinde getiriyor.

TTGV Refik Üreyen Değişim Lideri Ödülü’ne layık görülen **İlker Taygan** ile sürdürülebilirliğin bir “çevre projesi” olmaktan çıkıp iş stratejisinin parçasına dönüşmesini; suyun geleceğin stratejik varlığı hâline gelişini, yapay zekâ ve gerçek zamanlı verinin kaynak yönetiminde yaratacağı değişimi ve geleceğin liderlerinden beklenen yeni yetkinlikleri konuştuk. Taygan’a göre önümüzdeki dönemde farkı, sürdürülebilirliği ayrı bir gündem olarak yönetenler değil, onu tüm karar mekanizmalarına entegre edebilen şirketler yaratacak.

Uzun yıllar boyunca sürdürülebilirlik şirketlerde daha çok uyum (compliance) ve raporlama yükümlülüğü olarak görüldü. Siz ise Danone’de sürdürülebilirliği iş stratejisinin merkezine taşıyan dönüşümün içinde

İLKER TAYGAN

Danone Türkiye Operasyonel Sürdürülebilirlik ve Su Kaynakları Lideri

Refik Üreyen Değişim Lideri Ödülü:
“Sürdürülebilirlik, Su-Atık Su Arıtımı ve Sorumlu Tüketim Yaklaşımı Kurumsal Stratejiyle Entegrasyonu”

yer aldınız. Sizce bir şirket hangi kırılma noktasında sürdürülebilirliği “çevre projesi” olmaktan çıkarıp doğrudan rekabet gücünü, yatırım kararlarını ve büyümesini şekillendiren bir iş modeli olarak görmeye başlıyor?

Bana göre kırılma noktası, sürdürülebilirlik risklerinin iş sonuçlarını doğrudan etkilemeye başladığı anda ortaya çıkıyor. Suya erişim, enerji maliyetleri, karbon regülasyonları veya hammadde güvenliği artık sadece çevresel konular değil; büyümeyi, yatırımları ve şirketlerin uzun vadeli rekabet gücünü belirleyen faktörler.

Bugün lider şirketler sürdürülebilirliği bir uyum konusu olarak değil, işin geleceğini güvence altına alan bir yatırım alanı olarak görüyor. Çünkü sürdürülebilirlik aslında kaynakları daha verimli kullanmak, riskleri daha iyi yönetmek ve geleceğin tüketici beklentilerine bugünden hazırlanmak demek.

Önümüzdeki dönemde fark yaratacak şirketlerin, sürdürülebilirliği ayrı bir gündem maddesi olarak yönetenler değil; tüm karar mekanizmalarına entegre edenler olacağına inanıyorum. Gerçek dönüşüm de tam olarak o noktada başlıyor.

Su yönetimi artık yalnızca çevresel bir konu değil; üretim güvenliğinden gıda arzına, enerjiye ve jeopolitik dengelere kadar uzanan stratejik bir mesele hâline geliyor. Siz bugün Asya, Afrika ve Orta Doğu gibi su stresi yüksek bölgelerde de çalışıyorsunuz. Önümüzdeki 10-20 yılda döngüsel su yönetimi sizce şirketlerin rekabet avantajını belirleyen temel unsurlardan biri olacak mı? Türkiye bu dönüşüm için nasıl bir konumda?

Kesinlikle. Önümüzdeki dönemde şirketlerin rekabet gücünü belirleyen en önemli unsurlardan biri, suyu nasıl yönettikleri olacak. Çünkü su artık yalnızca bir doğal kaynak değil; üretimin devamlılığı, tedarik zincirlerinin dayanıklılığı ve büyüme kapasitesi için stratejik bir varlık hâline geliyor. Özellikle su stresi yaşayan bölgelerde faaliyet gösterebilmek için (ki Ortadoğu ve Afrika'nın yanı sıra Türkiye de bu tehdit ile karşı karşıya) , suyu daha az tüketmekten öte, onu döngüsel bir yaklaşımla yeniden kullanabilmenin önemi daha hissedilir olacak.

Türkiye bu konuda hem önemli riskler hem de önemli fırsatlar taşıyor. İklim değişikliğinin etkilerini giderek daha fazla hissediyoruz ancak aynı zamanda güçlü bir sanayi altyapısına, teknik bilgi birikimine ve dönüşüm potansiyeline sahibiz. Doğru yatırımlar ve kolektif olarak kararlı adımlarla Türkiye'nin su verimliliği ve döngüsel su yönetimi alanında bölgesinde örnek gösterilen ülkelerden biri olabileceğine inanıyorum.

Bireyler, Şirketler ve ya Ülkeler için artık ortak mesele, suyu sadece tüketilen bir kaynak olarak değil, korunması ve gelecek nesillere aktarılması gereken stratejik bir değer olarak görebilmek. Bu bakış açısının benimsenmesi geleceğin kazançlı yatırımlarından biri olarak karşımıza çıkacak.

“Önümüzdeki dönemde fark yaratacak şirketlerin, sürdürülebilirliği ayrı bir gündem maddesi olarak yönetenler değil; tüm karar mekanizmalarına entegre edenler olacağına inanıyorum. Gerçek dönüşüm de tam olarak o noktada başlıyor.”



Danone'da su geri kazanımı, karbon yönetimi ve enerji verimliliği programlarını aynı çatı altında yönettiniz. Önümüzdeki dönemde yapay zekâ, dijital ikizler ve veri analitiği gibi teknolojiler su, enerji ve karbon yönetimini birbirinden bağımsız süreçler olmaktan çıkarıp tek bir akıllı yönetim sistemine dönüştürebilir mi? Sizce oyunun kurallarını değiştirecek en kritik teknolojiler hangileri olacak?

Bahsettiğiniz dönüşüm çoktan yol almaya başladı. Geleneksel yapılarda su, enerji ve atık yönetimi birbirinden bağımsız yönetilen konulardı. Oysa bugün biliyoruz ki bunların her biri aynı sistemin farklı çıktıları ve ortak değer yaratabilecek potansiyele sahipler. Bir noktada yaptığınız iyileştirme, diğer alanları da doğrudan etkiliyor. Dönüşümü DNA sına taşıyan şirketler bu başlıkları ayrı ayrı değil, tek bir performans sistemi olarak yönetmeye başladılar ve pozitif sonuçlarını üretkenlik olarak almaya başladılar.

Bu sürecin tamamında ise oyunun kurallarını değiştirecek üç teknoloji var: **yapay zekâ, dijital dönüşüm** ve **gerçek zamanlı veri analitiği**. Bu yapı sayesinde yalnızca ne olduğunu değil, ne olacağını da öngörebileceğiz. Fabrikalar ve operasyonlar, kaynak tüketimini kendi kendine optimize eden daha akıllı sistemlere dönüşecek. Ancak bu yapının asıl değeri veride değil, karar kalitesinde ortaya çıkacak ve rekabet avantajı yaratmak isteyen şirketlerin , en fazla veriye sahip olmalarının yanı sıra, veriyi en doğru şekilde yorumlayıp en hızlı aksiyona dönüştürme kaslarını güçlendirmeleri önemli olacak. Artık bir tahminden ve öngöründen öte bir durum, sürdürülebilirliğin geleceği, insan uzmanlığını yapay zekâ destekli karar sistemleriyle birleştiren organizasyonlar ile şekillenmeye başlamış durumda.

Danone Türkiye'nin B Corp sertifikasını almasına liderlik eden bir ekibin parçasıydınız. Ancak sürdürülebilirlikte asıl mesele sertifika almak değil, kurum kültürünü dönüştürmek. Bir organizasyonda çevre ve sosyal etkiyi gerçekten karar alma süreçlerinin parçası hâline getiren liderlik yaklaşımı sizce nedir? Başarılı dönüşümün en kritik unsuru teknoloji mi, yönetim mi, yoksa kurum kültürü mü?

Vurgulamak istediğim en önemli başlıklardan biri sürdürülebilirlik liderliği. Bu yaklaşım organizasyonlara ne yapmaları gerektiğini söylemekten çok, neden

yapmaları gerektiğini gösterebilmektir. Çevresel ve sosyal etkiyi iş sonuçlarından ayrı değil, iş sonuçlarının bir parçası olarak anlatabildiğinizde dönüşüm kendiliğinden başlar.

Teknoloji ölçmenizi sağlar, yönetim takip etmenizi sağlar; ancak organizasyonların davranışlarını değiştiren şey kurum kültürü olduğu aşikar. Bu nedenle uzun vadede eamacı ile iş sonuçlarını aynı çizgide buluşturabilen şirketler yaratması kaçınılmaz. İçinde bulunduğum organizasyonun bu değer yapısında öncü olması ise oldukça motive edici.

Çevre uzmanından çok dönüşüm lideri

Karbon yönetiminden biyolojik çeşitliliğe, su güvenliğinden iklim dayanıklılığına kadar pek çok başlık artık birbirinden ayrı düşünülüyor. Sizce geleceğin sürdürülebilirlik lideri yalnızca çevre politikalarını bilen bir uzman olmayacak. Yapay zekâ, finans, risk yönetimi, veri analitiği ve teknoloji okuryazarlığını aynı potada eriten yeni bir lider profili mi doğuyor? Bu alanda kariyer yapmak isteyen genç profesyonellere hangi yetkinlikleri geliştirmelerini önerirsiniz?

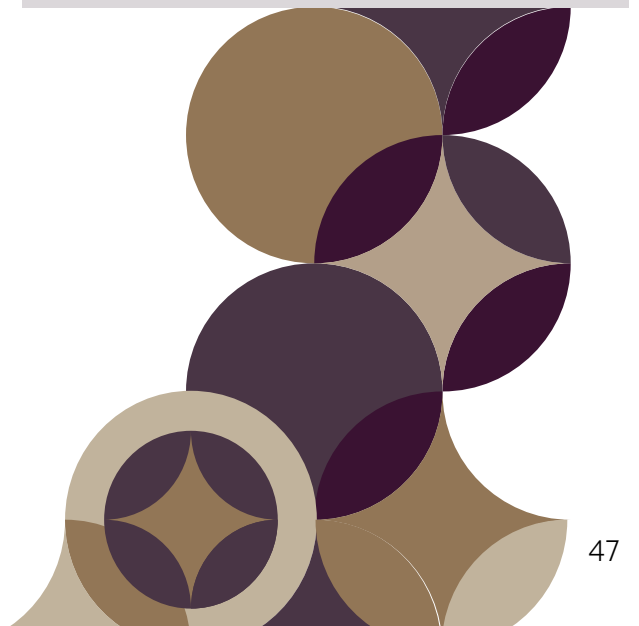
Benim gözlemlerim yeni ve güçlü bir lider profilinin doğduğu yönünde. Geçmişte sürdürülebilirlik liderlerinden çevresel ve çevre yönetimi konu başlıklarına hâkim olmaları bekleniyordu. Bugün ise tablo çok daha farklı. Bir liderin iklim başlığı altındaki karbon yönetimini anlaması kadar, operasyonel gereklilikler, kaynak yönetimi, finans yönetimini , su yönetimini ... vb gibi konu başlıklarının en azından etki alanlarını anlaması kadar teknolojiyi de anlaması gerekiyor. Çünkü geleceğin kararları çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri aynı anda değerlendirmeyi gerektirecek ve gerçekler üzerinden verilecek Ve söyleyebilirim ki hem bugün hem gelecekte operasyonun risklerini anlayan, veriyi yorumlayabilen, finansal etkileri okuyabilen ve teknolojiyi iş sonuçlarına dönüştürebilen liderlere ihtiyaç var. Bu sebele vurgulamaktan vazgeçmeyeceğim bir yönlendirme oluyor genç arkadaşlarıma, çevre uzmanından çok bir dönüşüm lideri olma yolunda ilerlemelerinin önemi.

Diğer taraftan ise gençlere en büyük tavsiyem merak duygularını korumaları. Teknoloji hızla değişiyor ama öğrenme isteği her zaman değerli. Kendilerini dar oyun alanları ile sınırlandırmamaları, veri analitiği, yapay

zekâ, finans ve risk yönetimi..vb gibi farklı alanlarda da bilgi sahibi olsunlar ve 360 bakış açısı ile yorum kabiliyetini geliştirsinler.. **Gelecekte fark yaratacak olanlar, farklı disiplinleri bir araya getirerek karmaşık sorunlara çözüm üretebilen kişiler olacak ve büyük resmi görebilen profesyoneller geleceğin liderleri olacak.**

Bu yıl TTGV tarafından verilen Refik Üreyen Değişim Lideri Ödülü'ne layık görüldünüz. Bu ödül, yalnızca başarılı projeleri değil, dönüşümü mümkün kılan liderlik anlayışını da temsil ediyor. Sizce bugün gerçek bir “değişim lideri”ni diğer yöneticilerden ayıran en temel özellik nedir? Önümüzdeki on yılın dönüşümünü yönetecek liderler hangi cesareti göstermek zorunda kalacak?

Açıkçası ben değişim liderliğinin unvanlarla değil, hayatınızda ve kurumlarda bıraktığınız etkiyle ölçüldüğüne inanıyorum. Potansiyel değişim liderini diğer yöneticilerden ayıran detay , belirsizlik karşısında harekete geçebilmesi ve insanları ortak bir amaca inandırabilmesidir.Bu da bakış açısında geniş bir spektrum gerektiriyor. Bu nedenle önümüzdeki yılların liderlerinin en büyük cesareti, alışılmış doğruları sorgulamak ve kısa – uzun vadeli konfor alanlarından çıkabilmek olacak. Kalıcı ve takdir gören dönüşümler tek bir kişinin değil, aynı hedefe inanan insanların eseri oluyor ve bu ödülün değeri bana bunu bir kere daha kanıtlamış oldu.





İKLİM DÖNÜŞÜMÜNDE TEKNOLOJİ YETMEZ, ORTAK HAREKET ŞART

İklim krizi artık yalnızca çevrenin değil; ekonomiden sanayiye, tarımdan enerjiye uzanan geniş bir dönüşümün konusu. Türkiye COP31'e ev sahipliği yapmaya hazırlanırken, bu dönüşümün başarısı teknoloji kadar farklı kesimlerin ortak hedefler etrafında buluşabilmesine de bağlı. Sürdürülebilir Gelecek Platformu Kurucusu ve Türk Dünyası Tarım Birliği Başkanı **Doğan Başaran** ile Türkiye'nin iklim dayanıklılığını, çok paydaşlı iş birliğinin önemini, COP31'in yaratabileceği fırsatları ve **TTGV Mehmet Şuhubi Öncü Sivil İnisiyatif Ödülü**'nün kendilerine yüklediği yeni sorumluluğu konuştuk.

Platformunuz, kamu, özel sektör, akademi, sivil toplum ve gençleri aynı masa etrafında buluşturmaya çalışıyor. Farklı önceliklere sahip bu paydaşlar arasında ortak bir iklim dili oluşturmanın en zor tarafı ne oldu? Bugüne kadar sizi en çok şaşırtan deneyim hangisiydi?

İklim değişikliği aslında herkesin aynı soruna farklı pencerelerden baktığı bir alan. Kamu politika üretmeye, özel sektör rekabetçiliğini korumaya, akademi bilimsel doğruluğu sağlamaya, sivil toplum toplumsal faydayı artırmaya, gençler ise geleceğe dair kaygılarını dile getirmeye odaklanıyor. Dolayısıyla en büyük zorluk, bu farklı öncelikleri tek bir ortak hedef etrafında buluşturabilmek oldu bizim için. Bizim yaklaşımımız hiçbir zaman yalnızca konuşulan platformlar oluşturmak olmadı. Her zaman birlikte üreten, birlikte çözüm

geliştiren ve birlikte sorumluluk alan bir ekosistem kurmayı hedefledik. Çünkü iklim krizinin tek bir kurumun ya da tek bir sektörün çözebileceği bir mesele olmadığına inanıyoruz.

Beni en çok etkileyen deneyim ise, doğru zemini oluşturduğunuzda birbirinden oldukça farklı görünen kurumların aslında aynı hedef için ne kadar güçlü iş birlikleri geliştirebildiğini görmek oldu. Bir kamu yöneticisiyle bir girişimciyi, bir akademisyenle bir sanayiciyi veya bir öğrenciyi aynı masa etrafında buluşturduğunuzda ortaya çıkan sinerji, çoğu zaman beklentilerin çok ötesine geçiyor. Bu da bize şunu gösteriyor: Doğru iletişim kurulduğunda iklim, ayırıştırıcı değil birleştiren bir gündem haline geliyor. Bizim de zaten Sürdürülebilir Gelecek Platformu'nu kurmakta ana amacımız buydu; derdi iklim değişikliği ve insan olan tüm paydaşları aynı çatı altında bu sivil inisiyatif çerçevesinde birleştirmek, başarılı olduğumuzu görmek de ekosistemimizin devamlılığını sağlıyor.

İklim Dayanıklılığı

İklim değişikliği artık yalnızca çevre politikalarının değil; ekonomi, sanayi, su, enerji ve gıda güvenliğinin de temel gündemlerinden biri. Sizce Türkiye'nin önümüzdeki beş yılda en kritik iklim dönüşüm başlığı hangisi olacak ve neden?

Bence önümüzdeki beş yılın en kritik konusu “iklim dayanıklılığı” olacak. Bugün iklim değişikliği artık geleceğe ait bir senaryo değil; üretimi, su kaynaklarını, enerji arzını,

şehirleri ve ekonomiyi doğrudan etkileyen bir gerçeklik. Özellikle Türkiye gibi iklim krizinden yüksek düzeyde etkilenecek ülkelerde su yönetimi, tarımsal üretim, enerji dönüşümü ve dögüsel ekonomi birbirinden bağımsız düşünülemez.

Avrupa Yeşil Mutabakatı ve karbon düzenlemeleri de gösteriyor ki sürdürülebilirlik artık yalnızca çevresel bir tercih değil; aynı zamanda ekonomik rekabet gücünün temel belirleyicilerinden biri. Önümüzdeki dönemde başarılı olacak ülkeler yalnızca yeni teknolojiler geliştirenler değil, bu dönüşümü tüm sektörlerine yayabilenler olacak.

Türkiye bugün COP31'e hazırlanırken yalnızca başarılı bir organizasyon gerçekleştirmeyi değil, aynı zamanda yeşil kalkınma vizyonunu hızlandırmayı hedefliyor. Bu yaklaşımın en önemli unsurlarından biri de iklim politikalarının üretimden sanayiye, tarımdan finansa kadar tüm sektörlerin ortak gündemi haline gelmesi. Bu dönüşümün başarısı ise yalnızca kamu politikalarıyla değil; özel sektörün, akademinin ve sivil toplumun aynı hedef doğrultusunda hareket etmesiyle mümkün olacaktır.

Türkiye'de iklim değişikliği uzun yıllar daha çok bilim insanlarının ve uzmanların konuştuğu bir başlıktı. Siz ise bunu toplumun tüm kesimlerinin ortak gündemine taşımaya çalışıyorsunuz. Bir gün dönüp baktığınızda, “Başardık.” diyebilmeniz için Türkiye'de neyin değişmiş olması gerekir?

Başarayı yalnızca düzenlediğimiz etkinliklerin sayısıyla ya da oluşturduğumuz projelerle ölçmüyorum. Benim için gerçek başarı; sürdürülebilirliğin artık ayrı bir gündem olmaktan çıkıp iş yapma biçimimizin doğal bir parçası haline gelmesi olacaktır. Bir belediye yatırım planını hazırlarken iklim etkisini düşünüyorsa, bir şirket stratejisini oluştururken karbon ayak izini hesaba katıyorsa, bir çiftçi üretim kararını iklim risklerini gözetererek veriyorsa, gençler sürdürülebilirliği kariyerlerinin doğal bir alanı olarak görüyorsa ve vatandaş günlük yaşamında yaptığı tercihlerle bu dönüşümün parçası oluyorsa, işte o zaman “başardık” diyebiliriz. Çünkü gerçek dönüşümün, yalnızca politikaların değil; öncelikle bakış açılarının ve ardından da davranışların değişmesiyle mümkün olacağına inanıyorum.

COP31 sonrasında da Türkiye'de sürdürülebilirlik konuşulan değil, uygulanan bir kalkınma anlayışına dönüşmüşse; kurumlar birbirlerini rakip değil dönüşüm ortağı olarak görüyorsa ve gençler bu sürecin doğal aktörleri haline gelmişse, işte o zaman gerçek başarıdan söz edeceğiz.

Türkiye, COP31'e ev sahipliği yapmaya hazırlanırken sizce en büyük ihtiyaç yeni iklim teknolojileri mi, yoksa bu

teknolojileri benimseyebilecek güçlü bir toplumsal dönüşüm mü? Sürdürülebilir Gelecek Platformu bu dönüşümde nasıl bir rol üstlenmeyi hedefliyor?

Türkiye'nin COP31'e ev sahipliği yapacak olması ülkemizin iklim diplomasisindeki etkinliğini artırırken aynı zamanda yeşil kalkınma vizyonunu hızlandırmak için önemli bir fırsat sunuyor bizlere. Elbette yeni teknolojilere ihtiyacımız var. Ancak teknoloji tek başına dönüşüm sağlamıyor. Asıl dönüşümü sağlayan; kurumların birlikte hareket etmesi, ortak aklın oluşması ve toplumun bu değişime inanmasıdır. Dünyada bugün ihtiyaç duyduğumuz birçok teknoloji zaten mevcut. Esas mesele bu teknolojilerin yatırım kararlarına, üretim modellerine, şehir planlamasına ve günlük yaşam alışkanlıklarına yansiyabilmesidir.

Sürdürülebilir Gelecek Platformu olarak biz de bu dönüşümün sivil toplum tarafındaki kolaylaştırıcısı olmayı hedefliyoruz. Kamu, özel sektör, akademi, uluslararası kuruluşlar ve gençler arasında kalıcı iş birlikleri kurarak COP31'in yalnızca başarılı bir organizasyon değil; uzun yıllar etkisi sürececek bir iş birliği ekosisteminin başlangıcı olmasını önemsiyoruz.

Bu yıl TTGV tarafından verilen Mehmet Şuhubi Öncü Sivil İnisiyatif Ödülü'ne layık görüldünüz. Bu ödülü yalnızca bugüne kadar gerçekleştirdiğiniz çalışmaların bir takdiri olarak mı görüyorsunuz, yoksa Türkiye'de iklim odaklı sivil inisiyatiflerin geleceğine ilişkin yeni bir sorumluluk da yüklüyor mu? Bundan sonraki dönemde Sürdürülebilir Gelecek Platformu için en büyük hedefiniz nedir?

Bu ödülü elbette büyük bir onur olarak görüyoruz. Ancak bizim için en önemli anlamı, Türkiye'de çok paydaşlı iş birliği modeline duyulan güvenin bir göstergesi olmasıdır.

Sürdürülebilir Gelecek Platformu hiçbir zaman yalnızca etkinlik düzenleyen bir yapı olmayı hedeflemedi. Biz; farklı sektörleri ortak hedefler etrafında buluşturan, çözüm üreten ve somut etki oluşturan bir platform inşa etmeye çalışıyoruz. Dolayısıyla bu ödül, geride bıraktığımız çalışmaların bir takdirinden çok, bundan sonraki sorumluluğumuzu daha da artıran güçlü bir motivasyon kaynağıdır.

Önümüzdeki dönemde hedefimiz; Türkiye'nin iklim diplomasisini güçlendiren, uluslararası iş birliklerini artıran ve COP31 sonrasında da yaşamaya devam edecek kalıcı platformlar oluşturmaktır.



FUAT AKÇAYÖZ

TTGV Kurucular Kurulu Üyesi
Kale Jet Motorları AŞ Yönetim Kurulu Üyesi
Stratejik Yönetim Danışmanı

Bundan tam yarım asır önce, Kıbrıs Barış Harekâtı'nın ardından karşı karşıya kaldığımız uluslararası ambargo sürecinin tetiklediği, Türkiye'nin savunma alanında ulusal teknolojik bağımsızlık mücadelesinin ilk adımlarında, ASELSAN çatısı altına yeni katılan ODTÜ'den yeni mezun genç mühendisler olarak, önümüzde yalnızca teknik değil, aynı zamanda metodolojik açıdan da devasa bir meydan okumanın durduğunu elbette henüz fark etmemiştik.

Zira başlangıçta girilen sınırlı ürün geliştirme faaliyetlerinde yönetilmesi gereken nitelikli insan kaynağının büyüklüğü henüz 3-5 mühendis-yıl düzeyindeydi. Ancak zamanla daha karmaşık, özgün ürün ve cihaz geliştirme süreçlerine girdikçe anladık ki bu ölçek, hızla büyüyecek ve yakın gelecekte en önemli problemimiz, çok sayıda ve farklı disiplinlerden gelen nitelikli bu kadronun etkin ve verimli bir biçimde çalışmasını sağlamak olacaktı.

Sistem Mühendisliği ile tanışma

Nitekim Türk Silahlı Kuvvetlerimizin kritik ihtiyaçları doğrultusunda ASELSAN'da üretilen ve geliştirilen ilk haberleşme cihazlarının ardından, sonraki yıllarda haberleşme, radar, elektronik harp, elektrooptik ve benzeri sistem çözümlerinin yanı sıra kara, hava, deniz ve denizaltı platformlarına yönelik her türlü hava savunma, sensör, silah ve füze sistemleri ile sektörün güç birliği içinde hayata geçirilen ATAK Helikopteri, MİLGEM Savaş Sistemi gibi çok daha karmaşık ve büyük ölçekli projelere giriştik.

Artık giderek 1000-1500 mühendis-yıl mertebelerini aşan çok daha büyük bir entelektüel kaynağı yönetmek gerekiyordu. İşte savunma ve havacılık sektörü olarak asıl sınavımızı, bu tür projelerde yüzlerce nitelikli mühendisin ve hatta farklı firmaların oluşturduğu; mekanik, donanım, yazılım, mikrodalga ve benzeri birbirinden çok farklı teknik dilleri konuşan devasa bir ekosistemi aynı ritimde, uyum içinde ve hatasız bir şekilde yönetebilmeyi başararak verdik. O yıllarda uluslararası literatürden ve ABD askerî standartlarından (MIL-STD) esinlenerek, bugün de aynı etkinlikle kullanılmakta olan kurumlarımıza özgü proje yönetimi ve sistem mühendisliği süreçlerini inşa ettik; bu süreçleri her geçen gün daha da ileriye taşıyarak geliştirdik. Klasik "V-Modeli" bizim adeta kutsal kitabımızdı; isterlerin (requirements) yukarıdan aşağıya doğru kırılımı, alt sistem tasarımları, üretim ve ardından aşağıdan yukarıya doğru ilerleyen o sancılı entegrasyon, doğrulama ve geçerli kılma (V&V) süreçleri...

Bu katı, disiplinli ve dokümantasyon odaklı metodolojiler olmasaydı, bugün gurur duyduğumuz o yerli ve millî sistem çözümlerinin hiçbirisi hayata geçirilemezdi. Klasik sistem mühendisliği, bugünkü modern savunma sanayimizin omurgasını oluşturdu. Bugün, savunma sanayimizin en önemli sermayelerinden biri olan bu birikimin hakkını teslim etmek gerekir.

Değişen Tehdit ve Hız Paradigması

Ancak bugün, yapay zekânın şekillendirmekte olduğu bambaşka bir dünya düzeninin eşiğindeyiz. Bizim dönemimizde, dünya pazarında rekabet edebilecek bir savunma sisteminin konsept tasarımından sahaya indirilmesine kadar geçen 8 ila 10 yıllık, hatta bazen daha da uzun süreler makul sayılırdı. Nitekim o dönemde tehditler henüz doğrusal bir yapıda ilerliyor, teknolojiler ise nispeten öngörülebilir bir hızda geliyordu. Bu yeni paradigma, sistemlerin çok daha kısa sürede geliştirilmesini ve sahadayken "günler içinde" güncellenmesini zorunlu kılıyor.

Binlerce sayfalık ister dokümanlarının manuel olarak incelendiği, disiplinler arası uyumsuzlukların ancak fiziksel prototip aşamasında, yani yolun sonunda fark edilebildiği klasik metodolojiler, artık bu yeni dünyanın hızına yetişemez hâle geliyor. Sistem mühendisliği, klasik disiplininden ödün vermeden bu hıza ayak uydurmak zorundadır. İşte bu noktada yapay zekâ (AI), büyük bir avantaj sağlayan ve adeta olmazsa olmaz bir yardımcı olarak ortaya çıkmaktadır.

Yapay Zekâ Destekli Sistem Mühendisliği (AI-SE)

Yapay zekâ, sistem mühendisinin elindeki araçları geliştiren basit bir yazılım değildir; artık mühendisin yanında yer alan, en yetkin, yorulmaz, her şeyi hatırlayan ve oyunun kurallarını değiştiren bir "Yardımcı Pilot"tur (Co-Pilot). Önümüzdeki dönemde sistem mühendisliğini kökten dönüştürecek üç ana eksen şöyle öngörebiliriz:

1. Doğal Dil İşleme (NLP) ile Akıllı Gereksinim Yönetimi

Bir sistem mühendisinin mesaisinin önemli bir kısmı, kullanıcı isterlerini analiz etmekle geçer. Yapay zekâ, binlerce maddeden oluşan bir ihale veya ister dokümanını dakikalar içinde tarayarak; çelişkili maddeleri, eksik bırakılmış parametreleri ve geçmiş projelerdeki hata eğilimlerinden hareketle risk oluşturabilecek isterleri tespit edebiliyor.

Örneğin; «Hava savunma radarı şu ağırlıkta olacak.» diyen mekanik ister ile «Menzili şu kadar olacak.» diyen elektronik ister arasındaki fiziksel tutarsızlığı, daha tasarımın ilk gününde sistem mühendisinin önüne koyabiliyor.

2. Üretken Tasarım (Generative Design) ve Dijital İkizler

Bizler tasarım yaparken tecrübelerimize ve güvenli sınırlarımıza sadık kalırdık. Yapay zekâ destekli üretken tasarım araçları ise, mühendisin girdi olarak belirlediği kısıtlar (ağırlık, malzeme, bütçe, mukavemet) dâhilinde, insan aklının hayal etmekte zorlanacağı milyonlarca farklı tasarım alternatifini simüle ederek en uygun geometriyi ve sistem mimarisini saatler içinde üretebiliyor. Dahası, sistemin daha ilk cıvatası sıkılmadan oluşturulan “Dijital İkiz” (Digital Twin) sayesinde, sistemin tüm ömür devri boyunca göstereceği performans, arızalanma olasılıkları ve çevresel koşullara vereceği tepkiler yapay zekâ tarafından sanal ortamda test edilebiliyor. Entegrasyon sancıları, sistemler laboratuvara inmeden önce bulut ortamlarında çözülebiliyor.

3. Disiplinler Arası Akıllı Köprü ve Öngörüsül Entegrasyon

Farklı disiplinlerden mühendislerin eş zamanlı (concurrent) çalışması, her zaman en büyük yönetsel zorluklarımızdan biri olmuştur. Yapay zekâ tabanlı proje ajanları, yazılımdaki tek bir satır kod değişikliğinin donanımda ortaya çıkabilecek bir ısınma problemine ya da sistemin veya herhangi bir bileşenin mekanik titreşim davranışına nasıl etki edeceğini, geçmiş verilerden öğrenerek tahmin edebiliyor. Bu yaklaşım, mühendislik yönetimini “hata bulma ve düzeltme” odağından çıkarıp, “hatayı öngörme ve önleme” düzeyine taşıyor.



Mühendislikten “Sistem Orkestra Şefliğine” Evrilme

Elli yılı tamamlamış olduğum meslek hayatım boyunca yer aldığım büyük savunma projelerinde edindiğim en önemli gözlemim şudur: Sistem mühendisliği, özünde artan teknik karmaşıklığı yönetebilmek için geliştirilmiş bir düşünme sistematiğidir. Bugün yapay zekâ, bu disiplinin temel ilkelerini değiştirmemekte; ancak onları uygulama biçimimizi kökten dönüştürmektedir.

Geleceğin sistem mühendisi; Excel tablolarında gereksinim eşleştiren, dokümantasyon formatlarıyla boğuşan bir veri işleyici olmayacaktır. Yapay zekânın operasyonel yükü ve karmaşıklığı üstlendiği bu yeni çağda, insan mühendisin rolü “Sistem Orkestra Şefi”ne evrilmektedir.

Genç meslektaşlarıma tavsiyem; askerî standartların kazandırdığı o sarsılmaz mantık dizilimini ve disiplini asla kaybetmemeleri, ancak bu disiplini yapay zekânın sunduğu muazzam hız ve analitik güçle birleştirmeleridir. Yarım asır önce attığımız temeller, ancak bu vizyoner dönüşüm sayesinde geleceğin dünyasında liderliğini sürdürebilir.

ÖN ARAŞTIRMA RAPORU

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNÜN YENİ ALTYAPISI: AKILLI ELEKTRİK ŞEBEKELERİ

Elektrik sistemleri; yenilenebilir enerji kaynaklarının artan payı, elektrikli araçların yaygınlaşması, enerji depolama sistemleri, veri merkezleri ve dağıtık üretim uygulamalarıyla birlikte daha dinamik ve karmaşık bir yapıya dönüşmektedir. Geleneksel olarak merkezi üretim, tek yönlü enerji akışı ve öngörülebilir tüketim üzerine kurulan elektrik şebekeleri, bu yeni yapının gerektirdiği esneklik ve yönetim kabiliyetleri açısından giderek daha fazla zorlanmaktadır. TTGV Öncül Projeler Programı kapsamında hazırlanan Akıllı Elektrik Şebekeleri Ön Araştırma Raporu, söz konusu dönüşümü geleneksel şebekenin yapısal sınırlarından başlayarak ele almakta; akıllı şebekelerin teknolojik bileşenlerini, katmanlı mimarisini, dünyadaki uygulama örneklerini ve Türkiye’de yürütülen çalışmalarını bütüncül bir çerçevede incelemektedir.

Raporun temel değerlendirmelerinden biri, şebeke dönüşümünün yalnızca yeni üretim veya iletim kapasitesi oluşturma meselesi olmadığıdır. Dönüşümün merkezinde şebekenin daha görünür, ölçülebilir ve veriyle yönetilebilir hale getirilmesi bulunmaktadır. Türkiye’de Mayıs 2026 itibarıyla yaklaşık 125,6 GW’a ulaşan kurulu gücün %62,6’sının yenilenebilir kaynaklardan oluşması, üretim yapısındaki değişimin boyutunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte dağıtım sistemindeki kayıp-kaçak oranlarının bölgeler arasında önemli ölçüde farklılaşması, akıllı şebeke dönüşümünde tek tip bir uygulama modelinden ziyade bölgesel ihtiyaç ve önceliklere göre şekillenen yaklaşımların önem kazandığını göstermektedir.

Çalışma, akıllı şebekeye geçişi tek seferde gerçekleştirilecek büyük ölçekli bir teknoloji yatırımı olarak değil, birbirini tamamlayan adımlardan oluşan kademeli bir dönüşüm süreci olarak değerlendirmektedir. Bu süreçte öncelikle ölçüm ve görünürlük altyapısının güçlendirilmesi, ardından kayıpların azaltılması, dağıtık enerji kaynaklarının ve esneklik unsurlarının etkin biçimde yönetilmesi, ilerleyen aşamalarda ise veri analitiği ve yapay zekâ destekli karar mekanizmalarının devreye alınması öne çıkmaktadır. Akıllı şebekeler; yenilenebilir enerji kapasitesinin daha etkin kullanılmasına, mevcut şebeke varlıklarının daha verimli işletilmesine ve talep tarafının sisteme aktif biçimde katıldığı yeni işletim ve iş modellerinin geliştirilmesine yönelik önemli bir dönüşüm alanı oluşturmaktadır.

Raporu Hazırlayan:

Ediz Kaan ÖNEM – TTGV Öncül Proje Programı / Program Uzmanı





TÜRKİYE’NİN İHTİYACI DAHA FAZLA YAPAY ZEKÂ GÖSTERİMİ DEĞİL, KÜRESEL REKABETÇİ YERLİ YAPAY ZEKÂ ÜRÜNLERİ

ERTAN BARUT

TOBB Türkiye Yazılım Meclisi Başkanı
GLOBALNET Kurucu ve CEO

RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

Yapay zekâda küresel yarış hızlanırken, Türkiye açısından kritik soru artık yalnızca bu teknolojiyi ne kadar hızlı benimsediğimiz değil; onu ne ölçüde ürüne, fikri mülkiyete, verimliliğe ve ihracata dönüştürebildiğimiz. Çünkü gerçek rekabet avantajı, en büyük yapay zekâ modellerini geliştirmekten çok; teknolojiyi sektör bilgisi, özgün veri ve gerçek ihtiyaçlarla buluşturarak küresel ölçekte değer üreten çözümler ortaya koyabilmekten geçiyor.

TOBB Türkiye Yazılım Meclisi Başkanı, GLOBALNET Kurucusu ve CEO’su **Ertan Barut** ile Türkiye yazılım sektörünün yapay zekâ çağındaki dönüşümünü, teknolojik bağımsızlıktan AI-native iş modellerine, KOBİ’lerin dönüşümünden yerli yapay zekâ çözümlerinin ticarileşmesine uzanan geniş bir çerçevede konuştuk. **Barut’a** göre Türkiye’nin önündeki asıl mesele yalnızca teknoloji üretme kapasitesini geliştirmek değil; bu kapasiteyi gerçek sektör problemleriyle buluşturmak, başarılı çözümleri ürünleştirmek ve küresel pazara taşıyabilmek.

Yapay zekâ, yazılım sektörü açısından bir yandan büyük bir büyüme alanı yaratırken diğer yandan sektörün mevcut iş modellerini de hızla değiştiriyor. Türkiye yazılım sektörünün bu dönüşümden güçlenerek çıkabilmesi için neyi farklı yapması gerekiyor? Önümüzdeki birkaç yılda yazılım şirketlerinin ürün, hizmet ve iş modellerinde nasıl bir değişim bekliyorsunuz?

Yapay zekâyı, yazılım sektörüne eklenen yeni bir ürün kategorisi olarak değil, sektörün değer üretme, maliyet oluşturma ve rekabet etme biçimini yeniden tanımlayan bir dönüşüm olarak değerlendiriyorum. Yazılım şirketlerimizin önemli bir bölümü proje, lisans, abonelik, bakım, danışmanlık ve insan/gün üzerinden gelir üretiyor. Önümüzdeki dönemde yalnızca kod geliştiren veya müşterinin verdiği işi gerçekleştiren şirketlerin rekabet alanı daha da daralacak. Rutin kod üretiminin bir bölümü kolaylaşırken; ürün mimarisi, veri yönetimi, güvenlik, sektör bilgisi, fikri mülkiyet ve müşteri problemini doğru tanımlama kabiliyeti daha değerli hale gelecek. Bu nedenle “yapay zekâ destekli” olmakla “AI-native” olmak arasındaki ayrımı doğru yapmak gerekiyor. Mevcut bir ürünün üzerine birkaç yapay zekâ özelliği eklemek, gerçek dönüşüm anlamına gelmez. AI-native, yapay zekânın sonradan eklenen bir özellik olarak değil; ürünün, hizmetin ve iş modelinin temel tasarım unsuru olarak en baştan kurgulanmasıdır. Bu yaklaşım; verinin, modelin, insan denetiminin, güvenliğin ve sürekli öğrenmenin ürün mimarisine başlangıçtan itibaren yerleştirilmesini gerektirir.

Ülkemizde yazılım sektörünün ağırlığını proje ve emek yoğun hizmet modelinden; ürün, platform, fikri mülkiyet ve tekrarlanabilir gelir üreten yapılara kaydırmalıyız. Ürünlerimizi daha tasarım aşamasında uluslararası pazar, çoklu dil, mevzuat uyumu, güvenlik ve ölçeklenebilirlik dikkate alınarak geliştirmeliyiz.



“Ülkemizde yazılım sektörünün ağırlığını proje ve emek yoğun hizmet modelinden; ürün, platform, fikri mülkiyet ve tekrarlanabilir gelir üreten yapılara kaydırmalıyız.”

Önümüzdeki birkaç yılda daha küçük fakat daha üretken ekipler, sektör odaklı dikey çözümler, kullanıma ve sonuca dayalı fiyatlandırma modelleri, yapay zekâ ajanlarıyla desteklenen iş süreçleri ve yönetilen hizmet modellerinin öne çıkacağını düşünüyorum. Türkiye’nin rekabet avantajı, güçlü mühendislik kapasitesini, sektör bilgisini ve girişimcilik yeteneğini küresel ürünlere dönüştürmekte olmalı. Daha fazla kod yerine daha fazla ürün, fikri mülkiyet, marka ve ihracat üretmeliyiz.

Türkiye’de yapay zekâ tartışmalarında yerli teknoloji geliştirme ve teknolojik bağımsızlık ihtiyacı sıkça vurgulanıyor. Sizce Türkiye temel yapay zekâ modelleri geliştirmeye mi odaklanmalı, yoksa güçlü olduğumuz sektörlerde küresel ölçekte rekabet edebilecek yapay zekâ ürün ve uygulamaları ortaya çıkarmayı mı önceliklendirmeli? Türkiye, yapay zekâ değer zincirinin hangi alanlarında gerçek bir rekabet avantajı yaratabilir?

Bu konuyu “temel model mi, uygulama mı?” şeklinde tek bir tercihe indirgememeliyiz. Her şeyi sıfırdan üretmeye çalışmak da kritik teknolojilerde tamamen dışa bağımlı kalmak da doğru bir yaklaşım değildir. Kaynaklarımızı doğru alanlara yönlendiren seçici ve katmanlı bir teknoloji özerkliği modeli uygulamalıyız.

Birinci katman: Stratejik kapasite

Türkçe dil yetkinliği, kamu hizmetleri, savunma, kritik altyapılar, veri güvenliği ve ulusal karar süreçleri bakımından belirli temel model, veri seti, hesaplama altyapısı, model değerlendirme ve siber güvenlik yetkinliklerine sahip olmalıyız. Ancak burada her kurumun ayrı ayrı aynı modeli geliştirmesi yerine kamu, üniversite ve özel sektörün birlikte çalıştığı ortak altyapı ve konsorsiyum modellerinin daha verimli olacağını düşünmekteyiz.

İkinci katman: Ekonomik rekabet

Türkiye'nin asıl büyük fırsatı; dünyanın en büyük genel amaçlı modellerini birebir taklit etmekten çok, güçlü olduğumuz sektörlerde dünya ölçeğinde yapay zekâ ürünleri geliştirmektir. Savunma, imalat sanayisi, finans, lojistik, enerji, tarım, turizm, perakende ve kamu teknolojileri gibi alanlarda önemli sektör bilgisine ve uygulama deneyimine sahibiz. Yalnızca modele sahip olmak yeterli değildir. Gerçek rekabet avantajı modeli özgün veri, iş süreci, sektör bilgisi, güvenlik, dağıtım kanalı ve müşteri erişimiyle birleştirebilmekten doğacaktır.

Üçüncü katman: Ticarileşme ve ölçeklenme

Ülkemizde teknik açıdan başarılı çok sayıda çalışmayı ürüne, düzenli gelire ve ihracata dönüştürmekte güçlük yaşıyoruz. Yapay zekâ stratejimiz yalnızca araştırma ve prototip üretimini değil; ürünleşme, ilk müşteri, referans oluşturma, mevzuata uyum, uluslararası satış ve büyüme aşamalarını da kapsamalı.

Başarıyı yalnızca geliştirdiğimiz temel modellerle değil; şu göstergelerle de ölçmeliyiz: Ne kadar yerli fikri mülkiyet oluşturduk? Kaç küresel ürün çıkardık? İşletmelerimizin verimliliğini ne ölçüde artırdık? Yapay zekâdan ne kadar ihracat geliri elde ettik?

**Şirketler yapay zekânın önemli olduğunun farkında fakat...**

Temmuz ayında Ankara'da gerçekleştirdiğiniz TOBB İş Dünyası Yapay Zekâ Zirvesi ile yapay zekâyı iş dünyasının gerçek ihtiyaçlarıyla buluşturmayı hedeflediniz. Zirvede edindiğiniz gözlemlerden hareketle, Türkiye'de şirketlerin yapay zekâ dönüşümünün önündeki en kritik engeller neler? Özellikle KOBİ'lerin bu dönüşümün dışında kalmaması için nasıl bir modele ihtiyaç var ve TOBB burada nasıl bir rol üstlenebilir?

Ankara'daki TOBB İş Dünyası Yapay Zekâ Zirvesi'ni planlarken temel yaklaşımımızı "Yapay zekâyı sahaya indiriyoruz" şeklinde belirledik. Çünkü yapay zekânın gerçek ekonomik etkisinin fabrikaya, ihracatçıya, KOBİ'ye, esnafa ve işletmenin günlük süreçlerine girmesiyle ortaya çıkacağını öngörmekteyiz. Türkiye'nin 53 farklı il ve ilçesinden gelen işletme temsilcilerinin katıldığı Ankara Yapay Zekâ Zirvesi'nde de gördüğümüz üzere, ülkemizde yapay zekâ konusunda teknoloji arzı ve farkındalık hızla artıyor; ancak işletmeler tarafındaki talep henüz yeterince tanımlanmış ve örgütlenmiş değil.

Şirketler yapay zekânın önemli olduğunun farkındalar fakat hangi problemi çözmesi gerektiği, nereden başlanacağı, hangi verinin kullanılacağı, doğru teknoloji veya çözüm sağlayıcısının nasıl seçileceği, yatırımın geri dönüşünün nasıl ölçüleceği konularında bilgi ve deneyim eksiklikleri var. Dolayısıyla bu belirsizlikler yatırım kararlarını geciktirmektedir. Dönüşümün önündeki bazı engeller:

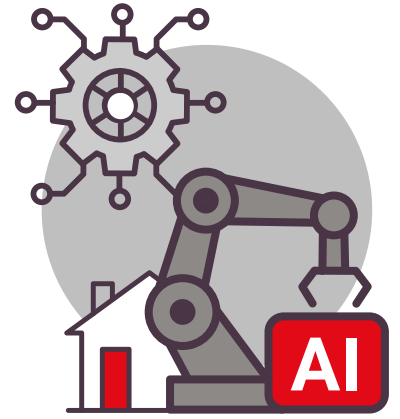
- ✓ Yönetim düzeyinde net hedef eksikliği,
- ✓ Veri kalitesi ve veri yönetimi sorunları,
- ✓ Yetkin insan kaynağı açığı,
- ✓ Güvenlik ve mevzuat kaygıları
- ✓ Yatırımın geri dönüşünün yeterince ortaya konulamaması.

Dolayısıyla, KOBİ'lere yalnızca eğitim vermek veya "yapay zekâ kullanın" çağrısı yapmak yeterli değil. Uçtan uca bir dönüşüm modeli geliştirip uygulamalıyız:

- ✓ İhtiyacı tanılamak,
- ✓ Öncelikli problemi belirlemek,
- ✓ Veriyi hazırlamak,
- ✓ Doğru çözüm ortağıyla eşleştirmek,
- ✓ Ölçülebilir pilot uygulamak,
- ✓ Sonucu değerlendirmek,
- ✓ Finansman sağlamak,
- ✓ Başarılı çözümü ölçeklemek.

TOBB'un rolü doğrudan teknoloji üretmek veya belirli ürünleri önermek değil; işletme ihtiyaçlarını örgütlemek, güvenilir yöntem ve ölçütler geliştirmek, teknoloji sağlayıcılarla işletmeleri buluşturmak ve başarılı uygulamaların ölçeklenmesini kolaylaştırmaktır. TOBB Türkiye Yazılım Meclisi, üyeleri ve komiteleri aracılığıyla teknoloji üreticilerinin yetkinliklerini sürece taşıırken, TOBB'un diğer sektör meclisleri ile oda ve borsa ağı reel sektörün ihtiyaçlarını ortaya koyabilir. Yazılım Meclisi olarak meclis üyelerimiz ve komitelerimizle yürüttüğümüz çalışmalar çerçevesinde sektör adına sorumluluk üstlendik. Milli stratejilere paralel attığımız adımlar ve girişimlerle sektörümüzle KOBİ'leri, sanayicileri, işletmeleri bir araya getirip eşleştirici faaliyetler yürütüyoruz. Aynı zamanda sektörün bu alandaki ürün ve çözümlerinin desteklenmesi, iş birliği ortamlarının geliştirilmesi ve kalite standartlarının yükseltilmesine yönelik çalışmalar da yürütüyoruz. Oda ve borsa ağıımız sayesinde farklı bölgelerdeki işletmelere, yazılım meclisi olarak da teknoloji üreten şirketlere ulaşabiliyoruz. Öte yandan tarafları bir araya getiren, ihtiyacı tanımlayan, güvenilir yöntem ve ölçütler oluşturan, iyi örnekleri yaygınlaştıran ve başarılı uygulamaların ölçeklenmesini sağlayan tarafsız dönüşüm platformları oluşturmalıyız. Sektörel kullanım senaryoları, yapay zekâ olgunluk değerlendirmeleri, pilot uygulamalar, çözüm eşleştirmeleri ve uygun finansman modelleriyle bu iki taraf arasında kalıcı bir köprü kurabiliriz.

Türkiye'de yapay zekâ dönüşümünün başarısı, birkaç büyük kuruluşun ileri teknoloji kullanmasıyla değil; Anadolu'daki KOBİ'nin maliyetini düşürmesi, verimliliğini artırması, daha kaliteli üretim yapması ve yeni pazarlara açılmasıyla ölçülmelidir.



"Türkiye'de yapay zekâ dönüşümünün başarısı, birkaç büyük kuruluşun ileri teknoloji kullanmasıyla değil; Anadolu'daki KOBİ'nin maliyetini düşürmesi, verimliliğini artırması, daha kaliteli üretim yapması ve yeni pazarlara açılmasıyla ölçülmelidir."

Şirketlerin tercih ve yaklaşımları ...

Siz aynı zamanda uzun yıllardır teknoloji sektöründe faaliyet gösteren GLOBALNET'in kurucusunuz. İnternetin yaygınlaşmasından bulut teknolojilerine ve bugün yapay zekâya kadar farklı teknoloji dalgalarını bir şirket yöneticisi olarak deneyimlediniz. Yapay zekâyı önceki teknolojik kırılmalardan ayıran temel fark sizce ne? Bu dönüşüm GLOBALNET'in ürünlerini, hizmetlerini ve iş modelini nasıl etkiliyor?

Teknoloji sektöründe kırk yılı aşkın süredir çalışıyorum. Kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasını, interneti, web teknolojilerini, mobil dönüşümü ve bulut bilişimi hem teknoloji profesyoneli hem de şirket yöneticisi olarak yaşadım.

Her teknoloji dalgası belirli bir maliyeti aşağı çekti. İnternet iletişim ve erişim maliyetini, bulut bilişim ise bilgi işlem kapasitesine ulaşma ve ölçeklenme maliyetini düşürdü. Yapay zekâ ise giderek bilgi üretmenin, analiz yapmanın ve belirli problemlere çözüm geliştirmenin maliyetini düşürüyor. Yapay zekâyı önceki kırılmalardan ayıran temel fark da burada. Bu teknoloji yalnızca veriyi taşıyan veya depolayan bir altyapı değil; veriyi yorumlayan, içerik üreten, karar süreçlerine katılan ve belirli görevleri gerçekleştirebilen bir katman oluşturuyor. Ancak yapay zekâ sistemleri olasılıksal çalıştığı için yeni riskleri de beraberinde getiriyor. Veri güvenliği, hatalı sonuçlar, fikri mülkiyet, kişisel veriler, siber güvenlik ve insan denetimi gibi konular teknoloji kadar önemli hale geliyor. Bu nedenle yapay zekâ dönüşümü yalnızca hız ve otomasyon değil, aynı zamanda yönetim meselesidir.

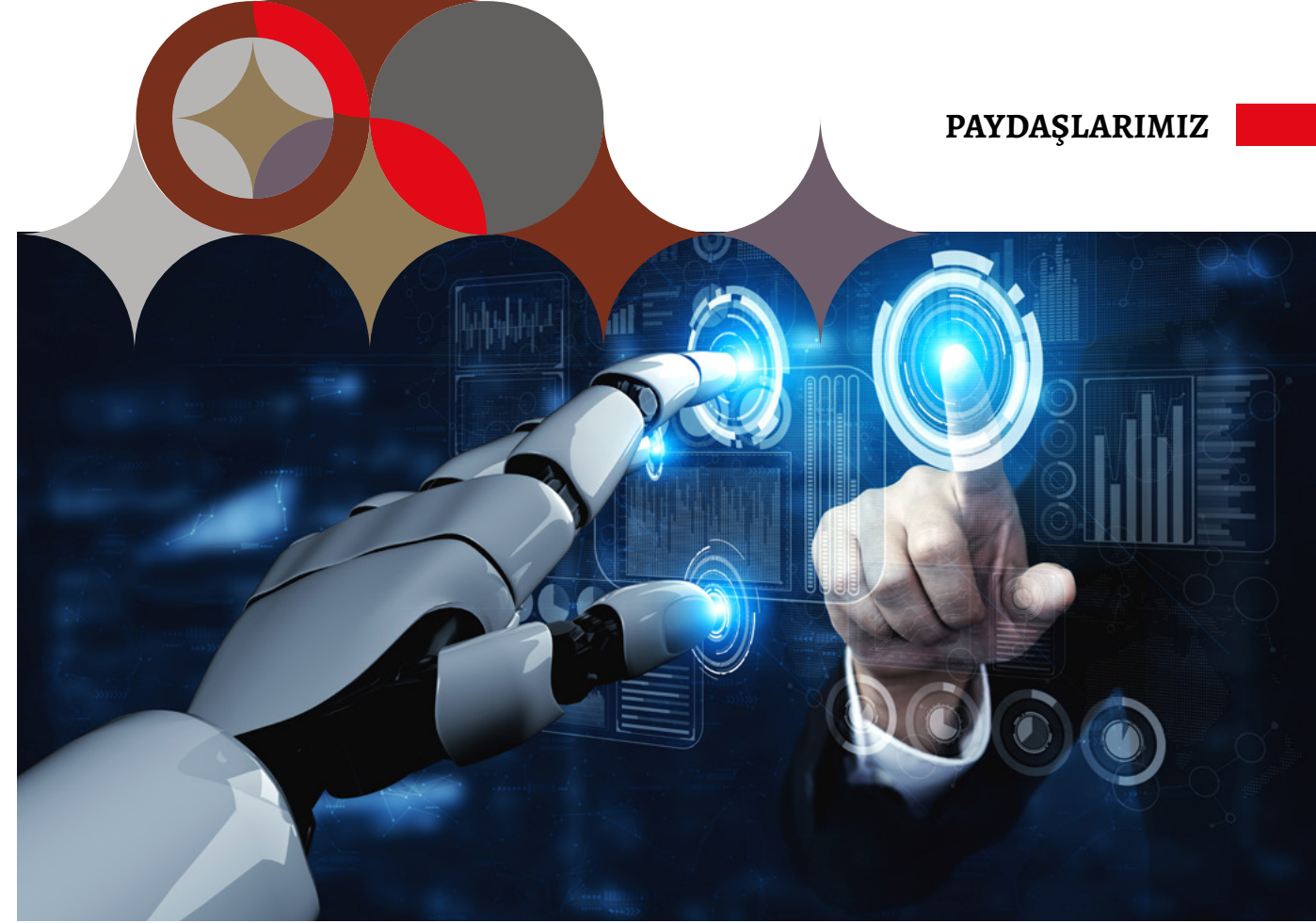
GLOBALNET açısından da değişimi yalnızca ürünlere yapay zekâ özelliği eklemek şeklinde değerlendirmiyoruz. Hosting, bulut, CRM, kurumsal yazılım, e-posta, web teknolojileri ve yönetilen hizmetlerin tamamı bu dönüşümden etkileniyor. Yapay zekâ, bulut altyapısının önemini azaltmıyor; aksine güvenli veri altyapısı, entegrasyon, kimlik yönetimi, izleme, maliyet kontrolü ve iş sürekliliği ihtiyacını büyütüyor. Biz de hizmetlerimizi altyapı sağlamanın ötesine taşıyarak müşterilerimizin iş süreçlerini daha akıllı, otomatik, güvenli ve ölçeklenebilir hale getirecek bir yapıya dönüştürmeye odaklanıyoruz.

Kendi şirketimizde de satış, müşteri hizmetleri, CRM, operasyon, bilgi yönetimi ve teknik destek süreçlerinde yapay zekânın nerede gerçek değer üreteceğini değerlendiriyorum. Bu dönemde şirketlerin kendilerine sorması gereken soru, "Ürünümüze hangi yapay zekâ aracını ekledik?" değil; "Yapay zekâ ile müşterimiz için hangi yeni değeri üretiyoruz, organizasyonumuzu nasıl yeniden tasarlıyoruz?" olmalıdır.

TOBB Yazılım Meclisi sektörün ihtiyaçlarını ve üretim kapasitesini, TTGV ise teknoloji geliştirme ve yenilik ekosistemindeki deneyimini temsil ediyor. Türkiye'nin yapay zekâda yalnızca teknoloji kullanan değil, teknoloji ve katma değer üreten bir ülke olması hedefinden hareketle, TTGV ile TOBB Yazılım Meclisi arasında nasıl bir iş birliği modeli kurgulanabilir? Birlikte hayata geçirilecek somut bir proje tasarlasanız hangi probleme odaklanırdınız?

Türkiye'de yapay zekâ alanındaki temel sorun yalnızca teknoloji üretme kapasitesinin geliştirilmesi değil; üretilen teknolojinin gerçek sektör problemleriyle buluşması, ticarileşmesi ve ölçeklenmesidir. Sektörümüzde çok sayıda çalışma prototip veya pilot aşamasında kalıyor. Teknik açıdan başarılı projelerin kalıcı ürüne, düzenli gelire, fikri mülkiyete ve ihracata dönüştürülmesinde güçlükler yaşanıyor. Birlikte tasarlanacak bir programın özellikle bu boşluğa odaklanması gerektiğini düşünüyorum.

Böyle bir program, teknoloji önerileri yerine, gerçek işletme problemlerine odaklanmalıdır. Üretim, lojistik, enerji, perakende, finans, tarım veya ihracat gibi alanlarda maliyet, kalite, verimlilik ve rekabet gücü üzerinde etkili olabilecek sorunlar şirketlerden toplanmalı. Bu sorunlar; ekonomik etki, veri hazırlığı, ölçeklenebilirlik ve ihracat potansiyeli açısından değerlendirilerek önceliklendirilmeli. Ardından uygun yazılım şirketleri, yapay zekâ girişimleri, üniversiteler ve araştırma ekipleriyle eşleştirme yapılmalı. Pilot başlamadan önce başarı ölçütleri, veri kullanım koşulları, fikri mülkiyet hakları, güvenlik yükümlülükleri ve ticarileşme modeli açık biçimde tanımlanmalı. Pilot sonunda yalnızca teknik performans değil; maliyet azalması, zaman tasarrufu, gelir artışı, kalite iyileşmesi ve ölçeklenebilirlik de ölçülmeli.



TOBB Türkiye Yazılım Meclisi; TOBB'un ilgili sektör meclisleri, oda ve borsa ağı ile birlikte işletme ihtiyaçlarının belirlenmesini sağlayabilir; çözüm geliştirecek yazılım ve yapay zekâ ekosistemi de sürece taşıyabilir. TTGV ise teknoloji değerlendirmesi, program tasarımı, finansman, ticarileşme ve ölçeklenme konularında katkı sağlayabilir. Başarılı pilotlar daha sonra ürünleştirme, ilk müşteri, referans oluşturma, yatırım ve ihracat programlarına taşınabilir. Bu çerçevede, TOBB Türkiye Yazılım Meclisi olarak TTGV ile "Türkiye Dikey Yapay Zekâ Ürünleştirme ve Ticarileştirme Programı" üzerine birlikte çalışabiliriz.

Böylece tek bir program içerisinde şu değer zinciri kurulabilir:

- Gerçek sektör problemi
- Yerli çözüm ve eşleştirme
- Ölçülebilir pilot
- Fikri mülkiyet ve ürünleştirme
- Referans müşteri
- Finansman
- Ölçeklenme
- İhracat.

Bu programın başarısını ürüne dönüşen çözüm sayısı, işletmelerde sağlanan verimlilik artışı, oluşan yeni gelir, yaratılan fikri mülkiyet ve gerçekleştirilen ihracatla ölçülmeli. Türkiye'nin ihtiyacı daha fazla yapay zekâ gösterimi değil; gerçek müşterisi, kanıtlanmış değeri, sürdürülebilir geliri ve küresel pazarı olan daha fazla Türk yapay zekâ ürünüdür.



"Bu çerçevede, TOBB Türkiye Yazılım Meclisi olarak TTGV ile "Türkiye Dikey Yapay Zekâ Ürünleştirme ve Ticarileştirme Programı" üzerine birlikte çalışabiliriz."



AYŞENUR ATİK BİLEN

TTGV İklim Lab Komünite Programı
Program Uzmanı

TARIMSAL ATIKTAN KATMA DEĞERE: DÖNGÜSEL EKONOMİ VE SİMBİYOZ

Türkiye’de tarım sektörü; bitkisel üretim, hayvancılık ve tarıma dayalı sanayi süreçleri sonucunda her yıl yüksek miktarda atık ve yan ürün üretiyor. Bu akışların önemli bir bölümü hâlâ tarlada yakılıyor, kontrolsüz bırakılıyor ya da düşük katma değerli yöntemlerle değerlendiriliyor; sonuçta sera gazı emisyonları, toprak ve su kirliliği gibi çeşitli çevresel riskler doğuyor. Oysa bu atıkların içerdiği biyokütle, karbon, besin elementleri ve fonksiyonel bileşenler, atıkları enerjinin yanı sıra farklı sektörlerin girdisine ve ileri ürünlere dönüştürülebilecek yüksek bir katma değer kaynağına çeviriyor. Döngüsel ekonomi ve biyoekonomi kavramlarını sıkça konuştuğumuz bu dönemde, atıklara nasıl baktığımız *ekonomik bir tercih* meselesi aslında.

Ülkemizde her yıl yaklaşık 139 milyon ton bitkisel üretim gerçekleştiriliyor; buna yonca ve silajlık mısır gibi yem bitkileri de eklendiğinde rakam 160 milyon tonu aşıyor (1). Bu üretim sürecinde tarlada, bahçede ve işleme sonrasında yaklaşık 62 milyon ton tarımsal atık oluşuyor (2). Üstüne hasat sonrası gıda kayıpları, fabrika posaları ve işleme yan ürünleri de eklendiğinde, değerlendirilmeyi bekleyen toplam biyokütle 80 milyon tonu aşıyor (3). Rakamın büyüklüğü kadar, bu değeri nasıl kaybettiğimiz de düşündürücü: bu biyokütlenin büyük kısmı ya tarlada yakılıyor ya da en iyi ihtimalle

düşük değerli hayvan yemine dönüşüyor. Peki bu değeri kaybetmemenin yolu nedir? Yanıt iki kavramda toplanıyor: *döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz*.

Döngüsel Ekonomi: Değeri Sistemde Tutmak

Döngüsel ekonomi, popüler kullanımının aksine “geri dönüşüm”den çok daha fazlasını ifade eder. Doğrusal ekonominin “al–üret–tüket–at” akışının yerine; *değeri sistemde tutmayı, atığı en baştan tasarımla ortadan kaldırmayı ve doğal döngüleri yeniden besleyecek biçimde kapatmayı* koyar. Tarımsal atık özelinde ise bu yaklaşımın iki ayağı var: Birincisi kaskad, yani basamaklı kullanım: bir biyokütleyi doğrudan yakmak yerine, değerini en yüksekte en düşüğe doğru sırayla almak; önce içindeki değerli molekülleri (kimyasallar, biyoaktif bileşenler), ardından malzemeyi (lif, biyoplastik), en sonda ise geriye kalandan enerjiyi. İkincisi besin döngüsünü kapatmak: bu işlemlerden sonra geriye kalan organik kısmın kompost ya da biyokömür olarak toprağa dönmesi, böylece karbon ve azot gibi besinlerin sistemden kaçmadan yeniden toprağı beslemesi.

Simbiyoz: Döngüselliliği Çalıştıran Mekanizma

Döngüselliliğin firmalar arasında işleyen hali “*endüstriyel simbiyoz*”: bir tesisin atığı, yan ürünü, atık ısısı ya da suyu, bir diğ erinin girdisine dönüşüyor. Simbiyoz, döngüsel ekonomiyi bir slogan olmaktan çıkarıp ölçülebilir bir iş modeline çeviriyor. Dünyadaki en olgun örnek *Danimarka Kalundborg* simbiyozu. 1970’lerin

başından bu yana işleyen bu ağ, bugün 16 ortağın buhar, su, alçıtaşı ve biyokütle gibi 20’yi aşkın kaynağı birbirine akıttığı bir sistem. Bu modelin çevreye sağladığı ölçülebilir yıllık kazanç: karbondioksit emisyonlarında yaklaşık 586.000 tonluk azalma, yeraltı suyunda 4 milyon m³ tasarruf ve 62.000 ton artık malzemenin yeniden üretime katılması(4). Bu kazanımlar büyük yatırım hamlelerinden çok, zaten var olan akışların birbirine bağlanmasıyla elde edilmiş. Tesisler arasında kurulan bağlar, bireysel verimliliklerin ötesine geçen bir değer yaratıyor.

TTGV: Döngüsel Değerin Bağlarını Karmak

TTGV; teknoloji geliştirme ve inovasyonu destekleme misyonu, erken aşama teknolojilerini kıymetlendirip sahaya taşıma deneyimi ve farklı paydaşları ortak hedefler etrafında buluşturma kapasitesi sayesinde, bu alanda katalizör rolü üstlenebilecek bir aktör konumundadır. Nitekim bu rol TTGV için yeni değil. “**Sürdürülebilir Kalkınma**” kavramını 1999’da Türkiye gündemine taşıyan kurumlardan biri olan TTGV, 2010 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı ile temiz üretimin yaygınlaştırılmasına yönelik çerçeve çalışmasını yürütmüş; ardından Türkiye’nin ilk endüstriyel simbiyoz projesi olan “*İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Projesi*”nin (2011–2014) yürütücülüğünü üstlenmiştir. Proje kapsamında, meyve posasından hayvan yemine, demir–çelik cürufundan yol malzemesine uzanan geniş bir yelpazede, 19 kurum ve kuruluşun dahil olduğu on simbiyoz uygulaması hayata geçirilmiş; yılda 330 bin ton atık azaltımı ve 6,4 milyon dolarlık net ekonomik kazanç sağlanmıştır(5). Bu deneyimin bugünkü durağı ise “Tarımsal Atıklardan Katma Değer Üretimi” çalışma grubu.

TTGV İklim Lab Komünitesi kapsamında on iki hafta boyunca yürüttüğümüz “Tarımsal Atıklardan Katma Değer Üretimi” çalışma grubunda, kamu, akademi, özel sektör

ve kümelenmelerden gelen yirmiyi aşkın kurumu aynı masada buluşturduk. Bu masanın etrafında konu tek bir sektörün penceresinden değil; toprak sağlığından biyoteknolojiye, enerjiden yem ve ambalaja uzanan bütüncül bir perspektifle tartışıldı. On iki haftanın belki de en kıymetli tarafı ise bu tartışmaları besleyen paylaşımlardı: deneyimler, iyi uygulama örnekleri ve sahadan gözlemler her buluşmanın gündemini zenginleştirdi. Atık sahipleri ile çözüm sahipleri arasında iş birliği fikirleri bu sohbetlerin içinden doğdu. On iki haftanın sonunda ortaya 10 potansiyel iş birliği eşleşmesi çıktı. TTGV olarak bu masadan doğan iş birliği fırsatlarını daha odaklı gruplarla derinleştirerek takip edecek, olgunlaşan fikirleri program ve destek mekanizmalarımızla buluşturmaya devam edeceğiz.

“Tarımsal Atıklardan Katma Değer Üretimi” çalışma grubunun nihai hedefi: **tarımsal artığı sanayinin girdisine çevirecek döngüsel zinciri kurmak**. Çünkü tarımsal atık, doğru bakıldığında bir bertaraf sorunu değil; Türkiye’nin en yaygın, en erişilebilir ve belki de en çok gözden kaçan sanayi fırsatlarından biri. Bu kaynağı görünür kılmak ve değere dönüştürmek hem üreticinin gelirine hem de ülkenin sürdürülebilir sanayisine katkı sunacak ortak bir yolculuk.

Bilgisini ve zamanını cömertçe paylaşan tüm çalışma grubu katılımcılarımıza, ekip arkadaşlarıma ve sürece liderlik eden Didem Mahsunlar’a gönülden teşekkür ederim.

Kaynaklar

TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2024. Bülten No: 53447, <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/53447>.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Biyokütle Enerji Potansiyeli Atlası (BEPAT), 2021. Tarımsal atık envanteri ve biyokütle dağılımı <https://bepa.enerji.gov.tr/>,

TZOB, Türkiye Gıda Kaybı ve İsrafi Raporu. Hasat sonrası kayıp ve fabrika posa oranları.

Kalundborg simbiyozu verileri: Kalundborg Symbiosis / Water Valley Denmark. <https://www.symbiosis.dk/>

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. (2023). Endüstriyel simbiyoz kılavuzu.

Tarımsal Atıklardan Katma Değer Üretimi

Takım Lideri

DİDEM MAHSUNLAR

Gıda-Tarım Arge Danışmanı,
İklim Araştırmaları Derneği Yönetim
Kurulu Üyesi

TARIMSAL ATIKLARDAN MÜŞTEREK KATMA DEĞERE: TÜRKİYE’NİN DÖNGÜSEL BİYOEKONOMİ MİSYONU İÇİN ORTAKLIK EKOSİSTEMLERİ

Tarım-gıda sistemlerinin geleceğini belirleyecek iki temel soru var: Üretirken doğal kaynaklardan ne ölçüde gerçek değer yaratabiliyoruz? Bu değeri nasıl kalıcı ve müşterek kılabiliriz?

Günümüz tarım-gıda sisteminde iklim değişikliği ve jeopolitik gelişmelerin yarattığı stres ve belirsizlik, giderek karmaşıklaşan tedarik zincirlerini kırılganlaştırıyor; çiftçiden balıkçıya, mandıralardan hammadde, yem ve kimyasal üretim tesislerine kadar tüm aktörleri daha fazla katma değer yaratmaya zorluyor. Tarlada bin bir emekle üretilen 100 domatesin tamamının kabuğundan çekirdeğine, sapından yaprağına kadar yeniden ve gıda sistemi aktörlerine en yüksek fayda ile döngüye kazandırılması, teknoloji, işleme ve iş modellerinde acil yenilik ve iş birliği ihtiyacını doğuruyor.

Giderek küreselleşen değer zincirlerinde göz ardı edilen pek çok organik atık , kayıp ve yan ürün yeni nesil malzemeler, toprak ve bitki sağlığı ürünleri , biyoaktif maddeler, erişilebilir protein kaynakları ve fonksiyonel bileşenler için önemli bir hammadde potansiyeli taşıyor. Bu nedenle tarımsal atıkların değerlendirilmesi yalnızca bir atık yönetimi konusu değil; tarımdan sanayiye, gıdadan enerjiye uzanan değer zincirinin verimliliğini, ulusal rekabetçiliği ve sistem dayanıklılığını artıracak stratejik bir dönüşüm alanıdır.

TTGV İklimLab kapsamında yürütülen Tarımsal Atıklardan Katma Değer Eldesi Çalışma Grubu ile, Şubat–Temmuz ayları arasında farklı sektörlerden 25 aktörü bir

araya getirerek bu dönüşümün fırsatlarını, engellerini ve ihtiyaçlarını birlikte değerlendirdik.

Girişimlerden büyük tarım ve gıda sanayi kuruluşlarına, araştırma kurumlarından bölgesel kalkınma ve yatırım ekosistemine uzanan katılımcılarla yürütülen çalışmaların en önemli çıktısı, alanda güçlü bir teknoloji ve pilot uygulama potansiyeli ile iş birliği isteğinin ortaya konması oldu.

Ancak etkili ve kalıcı bir dönüşüm için laboratuvar ve pilot ölçekten ticari uygulamaya geçişi hızlandıracak ortaklık modelleri ve ölçekleme mekanizmalarına duyulan ihtiyaç, hazırladığımız yol haritasının ve odak noktalarının temel belirleyicisi.

“Atık” değil, değer zincirinin kayıp halkası

Döngüsel ekonomi, atıkları sistem dışı unsurlar değil, uygun teknoloji ve iş modelleriyle yeniden değerlendirilebilecek kaynaklar olarak ele alır.

Tarım-gıda sistemi doğası gereği döngüsel olmasına rağmen, üretim ve tedarik zincirlerindeki kopukluklar nedeniyle gıdanın önemli bir bölümü tüketiciye ulaşmadan kaybedilmektedir.

Küresel ölçekte gıda kaybı ve israfı yaklaşık %30’a ulaşmakta; 1 trilyon ABD dolarını aşan ekonomik kayba ve küresel sera gazı emisyonlarının %8–10’una neden olmaktadır. Bu durum, gıda güvenliği ve krizlere dayanıklılık açısından

önemli bir yapısal kırılganlık yaratmaktadır.

Bu kayıpların azaltılması; girdi verimliliğini artırmak, üretim maliyetlerini ve çevresel etkileri azaltmak ve sosyal sürdürülebilirliği güçlendirmek açısından kritik öneme sahiptir.

Görece düşük yatırım gerektiren teknolojiler ve yeni iş modelleriyle değerlendirilebilecek bu kaynaklar, gıda güvencesinin güçlendirilmesi, iklim değişikliğiyle mücadele ve kırsal kalkınma açısından önemli dönüşüm fırsatları sunmaktadır. Bu potansiyelin ümit verici örneklerini çalışma grubumuzun deneyimlerinde de gözlemledik.

Biyokütleden yeni nesil ürünlere dönüşüm

Tarımsal atıklar ve gıda sektörünün yan ürünleri, alternatif tedarik zincirleri ve yeni teknolojiler aracılığıyla Türkiye’de ve dünyada giderek daha yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülüyor.

Lignoselülozik biyokütle biyorafineri süreçleriyle biyokimya-sallara, biyo-bazlı malzeme ve kompozitlere; tarımsal yan ürünler ise fermantasyon ve ekstraksiyon teknolojileriyle protein, enzim ve fonksiyonel bileşenlere dönüştürülerek katma değeri ve ürün çeşitliliğini artırabiliyor.

Uluslararası pazarda arpa ve pancar posası, tahıl sap ve kavuzları, kahve, meyve, mısır ve muz gibi lignoselülozik yan akışların ticarileştirildiği çok sayıda örnek bulunuyor. Endüstriyel simbiyoz yaklaşımıyla geliştirilen, hammadde, atık, enerji ve su akışlarını birlikte yöneten modeller ise etkinin ölçeklenmesi açısından Türkiye için de uygulanabilir potansiyel taşıyor. Gıda ve kozmetik uygulamalarının öne çıktığı ileri dönüştürülmüş hammadde pazarının da

tüketici kabulündeki güçlüklerle rağmen 2035’e kadar yıllık %5,7 bileşik büyüme ile yaklaşık 106 milyar dolara ulaşacağı öngörülüyor.

Türkiye’de ise **Anako’nun** yumurta kabuklarından kolajen ve antibakteriyel ürünler; **Anadolu Etap’ın** turunçgil yan ürünlerinden, **Döhler’in** çay hasat atıklarından aroma ve renk maddeleri; **Halavet Gıda’nın** ise deri ve et sektörü yan ürünlerinden jelatin ve kolajen hidrolizatı portföyleri, yan akışların ticarileştirilmesine yönelik iyi örnekler arasında yer alıyor.

Türkiye’nin güçlü tarımsal üretim altyapısı, sektörler arası fırsatların geliştirilmesi açısından önemli avantajlar sunuyor. Aynı zamanda girişimcilik ekosisteminde teknik özgünlük ve yeni ortaklık modellerine ilişkin örnekler de giderek artıyor.

Biolive, zeytin çekirdeklerini lignoselülozik biyokütle rafinasyonu ile biyo-bazlı katkı malzemelerine dönüştürerek plastik sektöründe petrol bazlı girdilere alternatifler geliştiriyor. **Wastepresso ve Kastamonu Entegre** arasındaki iş birliği ise hizmet ve teknoloji çözümlerini bir araya getirerek biyomalzeme alanında farklı ticari uygulamalara dönüşen bir başka örnek sunuyor.

Tarım, hayvancılık, enerji ve toprak döngülerini birbirine bağlayan entegre tesisler de organik atıkların enerji ve gübreye dönüştürülmesini destekliyor.

Kayseri Şeker, Sütaş ve PepsiCo gibi tarımsal gıda firmaları ise üreticilerden ve kendi tesislerinden gelen yan ürünleri değerlendirerek pancar küspesi, melas, tahıl sapları, patates kabukları gibi akışlardan biyogaz ve organomineral gübre gibi farklı ürünler elde ederek aynı hammaddeden çoklu değer yaratılabileceğini gösteriyor.

Bu örnekler, rekabet avantajının yalnızca biyokütleye

erişimden değil, biyokütleyi yüksek katma değere dönüştürebilen teknoloji, iş modeli ve ekosistemlerin geliştirilmesinden kaynaklanabileceğini ve ölçeklenebilir modellere ihtiyaç olduğunu gösteriyor.

Türkiye'nin milyonlarca tonluk değerlendirilmeyen biyokütle potansiyeli düşünüldüğünde, bu alan stratejik bir yatırım ve inovasyon odağı olmanın yanı sıra gıda güvenliği ve iklim hedefleri açısından da önemli bir dönüşüm alanıdır.

Misyon odaklı dönüşüm ve etki

Çalışma grubunun en önemli kazanımlarından biri, farklı sektörlerdeki deneyimlerin aynı yapısal ihtiyaca işaret ettiğini ortaya koyması oldu: teknolojileri ölçekleyecek güvene dayalı ortaklıklar, uygun yatırım mekanizmaları ve uzun vadeli iş birlikleri.

Döngüsel biyoekonomi yalnızca teknolojik yeniliklerin değil, bu yenilikleri ticarileştirecek iş birliği ve ölçekleme modellerinin de dönüşümünü gerektiriyor.

Türkiye'nin tarımsal çeşitliliği ve üretim kapasitesi, uygun politika çerçeveleri, bölgesel uygulama modelleri ve güçlü ortaklık ekosistemleriyle önemli bir rekabet avantajına dönüşebilir.

Kayda değer etki için daha fazla pilot projeden çok, ortak bir misyona bağlanan, bölgesel ölçekte uygulanabilen ve endüstriyel ölçekte büyüeyebilen çözümlere ihtiyaç var. Tarım-gıda sektörü ile girişim ve teknoloji ekosistemleri; bölgesel kalkınma, üretici refahı ve ekosistem sağlığı açısından kalıcı etki yaratırken, iklim azaltım ve uyum stratejilerinin önemli uygulama ve kaynak geliştirme alanlarından biri olabilir.

Türkiye'nin iklim değişikliği, döngüsel ekonomi ve biyo-ekonomi stratejilerinin kesişiminde önemli bir fırsat yer alıyor. Yıllara yayılan bir yol haritası ve kamu, özel sektör, araştırma ortaklıkları ve mutlaka ölçülerek takip edilebilir hedeflerle 2053 Net sıfır yolculuğunda tarımsal atıklarla ilgili misyonumuz tanımlı.

Her tarımsal atık ve yan ürünü kaynak envanterimize alarak değere çevirebiliriz. Mesele yalnızca daha fazla katma değer üretmek değil; bu değeri teknoloji, ortaklık ve yeni iş modelleriyle yeniden döngüye kazandırarak müşterek kılmak, direnç ve onarımdır.

Biyokütle Teknolojilerinin Yaygınlaşmasında 5 Temel Paradoks

Biyokütle teknolojilerinin yaygınlaşması, teknik, ekonomik ve kurumsal gereklilikler arasındaki yapısal gerilimler; tarımsal atıklardan elde edilecek katma değeri de doğrudan etkilemektedir:

1. Standartlaşma paradoksu: Biyokütle kaynaklarının heterojen yapısı, kalite, sınıflandırma ve kullanım kriterlerinin standardizasyonunu gerekli kılmaktadır. Ancak aşırı veya katı standartlaşma ve tek bir son kullanıma bağlılık, yerel kaynak çeşitliliğini ve teknolojik uyarlabilirliği sınırlandırarak yaygınlaşmayı engelleyebilmektedir.

2. Değer paradoksu: Biyokütlenin farklı kullanım rotaları, aynı kaynaktan farklı ekonomik değerler yaratabilmektedir. Ancak yüksek değerli kullanım rotaları daha gelişmiş toplama, lojistik ve işleme altyapısı gerektirmektedir. Bu altyapının yetersizliği, kaynakların yüksek değer potansiyeline rağmen düşük değerli kullanım veya bertaraf süreçlerinde kalmasına neden olabilmektedir.

3. İş birliği ve güven paradoksu: Biyokütle değer zincirlerinin gelişimi, aktörler arasında bilgi, risk ve kaynak paylaşımına dayalı güçlü iş birliği gerektirmektedir. Ancak güven eksikliği ve bilgi asimetrisi, uzun vadeli sözleşmelerin, ortak yatırımların ve risk paylaşım mekanizmalarının gelişimini sınırlandırarak teknoloji yayılımını yavaşlatabilmektedir.

4. Ölçek paradoksu: Biyokütle teknolojilerinde ölçek ekonomilerinden yararlanmak için sürekli hammadde arzı gerekebilmektedir. Ancak biyokütlenin dağınık, mevsimsel ve değişken arz yapısı, büyük ölçekli tesislerin hammadde sürekliliğini ve ekonomik fizibilitesini sınırlandırabilmektedir.

5. Sistemik dönüşüm ve orkestrasyon paradoksu: Biyokütle teknolojilerinin yaygınlaşması; üretim, tedarik, lojistik, dönüşüm ve pazar aktörlerinin eşgüdümlü hareketini gerektirmektedir. Aktör ve sektör sayısının artması ise koordinasyon maliyetlerini ve karar alma karmaşıklığını artırarak sistemik dönüşümü yavaşlatabilmektedir.

HEDEF-PROJEKSİYON-ÇIKTI

Çalışma Grubu Bu Konuyu Neden Ele Aldı?

- Türkiye'de tarımsal üretim, sanayiye hammadde olabilecek büyük bir biyokütle potansiyelini her yıl yeniden ortaya çıkarıyor; ancak bu potansiyelin ekonomiye kazandırılan payı hâlâ çok sınırlı.
- Üreticisinden teknoloji geliştiricisine, araştırmacısından finansörüne uzanan ekosistem aktörleri çoğu zaman birbirinden kopuk çalışıyor; bölgesel ölçekte değerli çalışmalar yürütülse de bu deneyimlerin ulusal bir bütünlüğe taşınması gerekiyor.
- Küresel ekonomi, atığı sistem dışına iten doğrusal modeli adım adım terk ediyor; onun yerini, atığı yeniden girdiye dönüştüren döngüsel model alıyor. Tarımsal biyokütle, bu dönüşümde Türkiye'ye öne çıkma imkânı sunan ender kaynaklardan biri; çalışma grubu da bu imkânı ekosistemin tüm aktörleriyle birlikte değerlendirmek üzere yola çıktı.

Türkiye ve Dünya İçin Önemi Ne?

- Tarımsal biyokütle, dışa bağımlılığı olmayan ve her hasatla kendini yenileyen bir hammadde kaynağı; değere dönüştüğünde bir yandan kırsalda üreticiye yeni gelir kapıları açıyor, bir yandan sanayiye yerli ve sürdürülebilir bir girdi kazandırıyor.
- Tarımsal artıkların anız yakma gibi yöntemlerle bertaraf edilmesi ya da düzensiz biçimde çürümeye bırakılması, çevreye ağır bir fatura çıkarıyor; aynı biyokütle üretim döngüsüne katıldığında ise tablo tersine dönüyor, emisyonlar azalırken ekonomik değer ortaya çıkıyor.
- Kalundborg gibi uzun soluklu uluslararası örnekler, modelin çevresel faydayla sınırlı olmadığını gösteriyor: simbiyoz, işletmelere rekabet gücü ve ölçülebilir ekonomik kazanç da sağlayabiliyor.

Çalışma Grubunun Sonunda Çıktı Ne Oldu?

- Çalışma grubu oturumları, saha tecrübelerinin ve uygulama örneklerinin paylaşıldığı verimli bir öğrenme ortamına dönüştü. Ekosistemin farklı bileşenlerini temsil eden katılımcılar arasında zamanla ortak bir dil gelişti; dönüşümün fırsatları, önündeki engeller ve sahanın ihtiyaçları birlikte değerlendirilerek güvenilir veri, toplama ve lojistik, finansmana erişim gibi başlıklar görünür hale geldi.
- Süreç boyunca sektörler arasında yeni köprüler kuruldu; bu köprüler, çalışma grubunun ardından da işlemeye devam edecek bir iş birliği ağına dönüştü.
- En somut karşılık ise 10 potansiyel iş birliği fırsatı oldu; her biri önümüzdeki dönemde konuya odaklı ekiplerle olgunlaştırılıp takip edilecek.



ESRA BORAN

TTGV İklim Lab Komünite Programı
Program Uzmanı

ATIKTAN KAYNAĞA UZANAN İŞ BİRLİĞİ

Bazı malzemeler vardır; bir fabrikanın kapısından çıktığı anda “atık” olarak adlandırılır. Oysa aynı malzeme, birkaç kilometre ötede başka bir üretim tesisinin ihtiyaç duyduğu stratejik bir hammadde olabilir. Asıl soru, bu değeri görebilmek ve doğru eşleşmeleri kurabilmektir. Çünkü bazen bir malzemenin yeniden değer kazanması, önce insanların aynı masa etrafında buluşmasını gerektirir.

Nitekim mineral içerikli üretim atıkları yapı malzemelerinde dolgu olarak kullanılırken, cam kırıkları farklı ürünlerin üretiminde ikincil hammaddeye dönüşebilir. Tarımsal ve organik atıklardan biyogaz, gübre veya katma değerli biyomalzemeler elde edilebilir; plastik, ambalaj ve tekstil atıkları ise yeniden üretim döngüsüne kazandırılabilir.

Böylece işletmeler, daha önce bertaraf etmek için maliyet üstlendikleri yan ürünleri başka şirketlerin kullanımına sunarak yeni bir gelir kaynağı oluşturabilir. Döngüsel ekonominin asıl gücü de tam olarak burada ortaya çıkar: Atıkları ortadan kaldırmaya çalışmak yerine, onların hangi üretim sürecinde yeniden değer kazanabileceğine odaklanmak.

Endüstriyel simbiyoz tam da bu yüzden sadece teknik bir yaklaşım değil; farklı sektörlerin birbirini görmeye başladığı, üretimin yeni bir dil kazandığı bir düşünce biçimi. Bir kurumun fazlası, başka bir kurumun ihtiyacı olabilir. Dün bertaraf edilmesi gereken bir yük olarak görülen bir malzeme, bugün ekonomik değeri yüksek stratejik bir kaynağa dönüşebilir. Doğru eşleşmeler kurulduğunda yalnızca atık miktarı azalmaz; doğal kaynaklar korunur, maliyetler düşer, karbon emisyonları azalır ve yeni iş birlikleri doğar.

Yapı Malzemelerinde Endüstriyel Simbiyoz

TTGV olarak bu fikrin peşine yeni düşmedik.

Türkiye’de endüstriyel simbiyoz yaklaşımının yaygınlaşmasına yönelik olan *İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Projesi* en somut örneklerden biri. 2011-2014 yılları arasında TTGV olarak yürüttüğümüz bu projenin Uygulama Aşaması’nda, fizibilitesi tamamlanan, yatırıma dönüşen ya da yapılabilirliği kanıtlanan toplam 8 simbiyotik uygulamayı hayata geçirdik. O dönemde atıkların yeniden değerlendirilmesi kadar, birbirini tanımayan kurumların aynı masaya oturmasının da ne kadar değerli olduğunu gördük. Bugün aynı yolculuk farklı bir biçimde devam ediyor; başta Avrupa Yeşil Mutabakatı olmak üzere küresel ölçekte şekillenen düzenlemeler, artık uzak bir gelecek senaryosu değil, sektörlerin bugünden hazırlanması gereken bir gerçeklik. Türkiye’de yürütülen *Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı*, *Ulusal Atık Yönetimi Stratejisi ve Planı* ve COP31’in gündemine oturan sıfır atık odağı da aynı yöne işaret ediyor. 2035 yılına kadar uygulanmak üzere, sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda hazırlanan stratejiler; yalnızca oluşan atıkları yönetmenin yeterli olmadığını, sınırlı kaynakları daha verimli kullanmamız, atık oluşumunu kaynağında azaltmamız ve ortaya çıkan malzemeleri yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım yoluyla üretim döngüsünde tutmamız gerektiğini ortaya koyuyor. Biz de döngüsel ekonomi uygulamalarının bu dönüşümün en önemli unsurlarından biri olacağını öngörerek konuyu kararlılıkla gündemde tutmaya ve somut çalışmalara dönüştürmeye devam ettik. İklim Lab Komünitesi bünyesinde hayata geçirdiğimiz **Yapı Malzemelerinde Endüstriyel Simbiyoz** konusunda başlattığımız Çalışma Grubu, birbirinden farklı sektörleri aynı amaç etrafında buluşturdu. Seramik, cam, yapı malzemeleri, ahşap, madencilik, rafineri ve kimya sektörlerinde çalışan özel sektör temsilcileri; akademisyenler, girişimler ve bağımsız danışmanlarla on iki hafta boyunca sürdürdüğümüz toplantılarında

katılımcılar yalnızca kendi süreçlerini anlatmakla kalmadı; birbirlerini dinledi, birbirlerinin ihtiyaçlarını anlamaya çalıştı ve birlikte yeni olasılıkları keşfetti.

Komünitemizde yaratmaya çalıştığımız ortak akıl ile bir sorunu ortaya koyarak peşine düştüğümüz yenilikçi çözümler sanayinin işine yarayacağı somut çıktılara dönüşüm. Yürüttüğümüz çalışma grubu bunun en güzel ve en başarılı örneklerinden birini ortaya koydu.

Bu sürecin en kıymetli kazanımı ise, firmaların ve bireylerin ülkemiz ve kurumları adına bu dönüşümde birlikte yer alma isteği. Bu ortak amaç etrafında her hafta bir araya gelen katılımcıların özverili çalışması, süreci gerçek bir neticeye taşıdı.

“Bir fabrikanın üretim sırasında ortaya çıkan malzemesi başka bir sektör için değerli bir girdiye dönüşebilir mi? Aynı bölgede faaliyet gösteren işletmeler kaynaklarını birlikte yönetebilir mi? Döngüsel ekonomi yalnızca çevresel bir hedef olmaktan çıkıp rekabet avantajına dönüşebilir mi?” sorularının cevaplarını aradık.

Ve gördük ki dünyanın birçok yerinde endüstriyel simbiyoz yalnızca çevre politikalarının değil, sanayi rekabetçiliğinin de önemli araçlarından biri olarak görülüyor. Türkiye’nin de bu dönüşümde güçlü bir potansiyele sahip olduğu çok açık. Bunun için yalnızca teknolojiye değil; paylaşmaya, güvene ve sektörler arasında kurulacak yeni ilişkilere ihtiyaç var.

Belki de endüstriyel simbiyozun en güçlü yanı tam da burada saklı: Bir atığın yeniden değer kazanmasından önce, kişiler ve kurumlar arasında köprüler kurabilmek. Çünkü her iş birliğinde olduğu gibi, endüstriyel simbiyoz da önce insanlar arasında kurulan bağlarla, olmazsa olmaz bir güven duygusuyla başlıyor.

Peki çıktılarımız ne oldu?

Rakamlar aslında en net cevabı veriyor: Düzenli buluşmalar ve kurulan güçlü iş birlikleri sonucunda **40’tan fazla potansiyel atık-kaynak eşleşmesi** ortaya çıkardık. Bu,

birbirinden habersiz çalışan sektörlerin, birkaç aylık düzenli diyalogla birbirini bulabildiğinin somut kanıtı. Şimdi bu eşleşmeler arasından önceliklendirdiğimiz **11 tanesini**, TTGV Eko-Üretim Dönüşüm Programı kapsamında hayata geçirilebilecek ve ölçeklenebilecek somut projelere dönüştürmek için çalışmalarımıza şimdiden başladık.

Çalışma grubumuz boyunca fark ettiğimiz en önemli çıktılardan biri, endüstriyel simbiyozun yalnızca iyi niyetli eşleşmelerle sürdürülebilir olamayacağıydı. Çünkü bölgesel ölçekte gelişen başarılı örnekler, ancak güçlü bir koordinasyon yapısıyla ulusal ölçekte sahiplenildiğinde gerçek etkisini yaratabiliyor. Süreçleri izleyen, paydaşları bir araya getiren, yeni iş birliklerini besleyen ve ortaya çıkan değerleri takip eden bir **orkestrasyon mekanizması**, bu yüzden endüstriyel simbiyoz uygulamalarının sürekliliğini sağlayan en kritik unsurlardan biri olarak öne çıkıyor. Böyle bir yapı sayesinde tekil proje örnekleri zamanla birbirini besleyen bir ekosisteme dönüşebilir; her yeni iş birliği bir sonrakinin önünü açarak katman katman büyüyen bir dönüşüm yaratabilir.

Ezcümle, bu dönüşüm, parçalı ve tekil çabalarla kalıcı olamaz. İhtiyacımız olan, atıkları kurumlar arası uygulanabilir bir iş modeline dönüştürecek, ulusal ölçekte kurgulanmış bir mekanizma. Biz de TTGV olarak oluşturduğumuz iş birliklerini geliştirmeye; ortaya çıkan proje fikirlerinin uygulanması, ölçeklenmesi ve ticarileşmesi yolunda çalışmalarımızı sürdürmeye devam edeceğiz.

Ancak bu noktaya, kurumsal kararlılıktan çok, haftalarca aynı masada buluşan, birbirini dinleyen ve emek veren komünitemizin isteğiyle geldiğimizi de unutmadan söylemek isterim.

Süreçte özverili çalışmalarına ve paylaşımları için tüm çalışma grubu üyelerine, Çalışma grubumuzun liderliğini üstlenen Selime Öztürk’e ve sevgili Yapılı Çevre İklim Lab İklim öncümüz Tuğba Uçar Demir’e teşekkürlerimle.

TTGV-YAPILI ÇEVRE GRUBU İLE COP31 YOLUNDA SÜRDÜLEBİLİR GELECEK İÇİN SİMBİYOZ İLİŞKİLER

Sürdürülebilirlik yolunda kalıcı etki bırakabilmek adına TTGV ile çıktığımız bu yolda Yapılı Çevre grubunda özellikle yüksek enerji ihtiva eden cam,seramik, çelik ve ilişkili sektör parnerlerimizden oluşan 50'ye yakın firma ile karşılıklı bilgi paylaşımı, açık iletişim, özveri ve güvene dayalı bir 12 hafta geçirdik. Her hafta aynı saatlerde buluşmak bir süre sonra sıkı bir dostluğa da dönüştü. Elde ettiğimiz sinerji ile komünitenin akıl birliğini de arkamıza alarak Türkiye ve dünyamızın ortak derdi olan endüstriyel atıklarımızı her yönü ile inceledik. Bende uzun yıllar seramik, cam, kaplama,endüstriyel mineraller gibi alanlarda görev yapmış bir malzeme mühendisi olarak bu ekipte olmaktan onur duydum ve sektörde elde edindiğim bilgi birikimini komünite paydaşlarımızın sorunlarını çözmek, süreçte katalizör etki sağlamak amacıyla grubun gönüllü lideri oldum.

Neden YAPILI ÇEVRE SEKTÖRLERİNİ seçtik?

Cam ve seramik sektörü yüksek enerji ihtiva eden yani 1200 C° üzerinde ergime/ pişirim sıcaklıklarına sahiptir. Bu sektörlerde dökümden, fırın sonrasına kadar her adımda mutlaka hurda/ıskarta dediğimiz üretim verimsizliklerinin çıktıkları bulunmaktadır. Ancak bunları mevcut üretimlerin içerisinde belirli % oranlarda tekrar kullanmak ciddi arge-üretim-kalite süreçleri gerektirmektedir. Her firma kendi üretim tesisi içerisinde bu atıkları doğru tanımlı stoklayarak tüketmeye çalışmaktadır. Bazen üretim ekipleri, bazen kalite ekipleri kullanımlarını teknik nedenlerle

sınırlandığı için iç tüketimler uzun zaman almakta bazen yıllar sürmektedir. Aynı zamanda pişmiş seramik ürünleri kırmak, öğütmek proses açısından bazı zorluklar içermektedir. Vitrifiye olmuş seramik ürünleri ve nihai şeklini almış cam ürünleri tekrar kullanabilmek için kırmak gereklidir. Ancak kırma ve öğütme sonrasında %100 geri dönüştürülmüş olarak hem seramik sektöründe, hemde aşındırı malzeme olarak yapı sektöründe, kaydırmazlık ajanı gibi başka alanlarda kullanımları mümkündür. Bunun için ise gelişmiş , aşınma direnci yüksek ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Benzer şekilde cam sektörü hurdalarını ele aldığımızda,burada endüstriyel cam üretimi atıklarının yanı sıra, günlük hayatta kullandığımız tüm cam ambalaj atıkları da nitelikli atıklar grubundadır. Cam sektörüne girdiğimden beri en çok dert edindiğim atıklar cam atıklardır. Çevrenize bir bakın en çok dolu ve hep ilgisiz olan atık toplama kutuları her zaman cam atıklara ait olanlardır. Bu istisnasız her şehirde benzer örneklerle doludur. Buna sebep olan etmenler bilinçsizlik, hurda toplayıcılar için değersiz olması ,satış fiyatının düşüklüğü, lojistik kısıtlar gibi pek çok neden sayılabilir. Ancak toplanamayan pek çok renkli cam ambalaj ise ormanlarımızda başı boş şekilde atılmakta ve bazen yangına sebep olmaktadır. Ayırıştırılmış şekilde tüketiciye ulaştığında cam atıklar üreticiler tarafından % 100 kullanılmaktadır. Bu sayede özellikle saf hammadde kullanım miktarları düşmekte,

pişmiş cam kırığı reçetede kullanıldığı için pişirim sıcaklığı düşmekte, buna bağlı olarak da NO_x ve CO₂ baca gazı emisyonlarında ciddi azalma görülmekte, ürün kalitesinde belirgin bir artış elde edilmektedir. Bu gibi faydalarını değerlendirdiğimizde Türkiye 'de ciddi bir hammadde açığının yerini alacak seramik ve cam kırıklarının endüstriye daha fazla kazandırılması ciddi bir dönüşümün başlangıcı olacaktır.

Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması ile özellikle küresel iklim yönetişiminin en önemli mekanizmalarından birisi olan COP31 'in en temel ana başlıklarından birisi yeşil dönüşüm kapsamında sıfır atık yaklaşımıdır. Bu yaklaşım iklim eylemini sadece karbon azaltımı ile sınırlamaz; aynı zamanda kaynak verimliliği, sürdürülebilir üretim ve döngüsel ekonomi prensipleri üzerinden ele alır.

- Daha az tüketim, daha yüksek verimlilik.
- Kaynağında azaltım ile daha düşük karbon ayak izi.
- Atık yerine değer üreten döngüsel sistemler.

Çevre Bakanlığı'mızın COP31 öncesinde başlatmış olduğu depozitolu cam-plastik-metal atık toplama kampanyasında bu çalışmamızda doğru yolda ilerlediğimizin başka bir örneğidir.

Nasıl yol aldık ?

TTGV ile başladığımız bu projede yaklaşık 50 firmamızın ihtiyaçlarını kapsamlı teknik bir anket ile değerlendirdik. Firmalarımızın ellerinde bulunan atık türlerini, miktarlarını, içeriklerini, atıkları kullanırken yaşadıkları zorlukları ve darboğazları ele aldık. Yapı grubu atıklarını kullanabilecek ahşap, rafineri, kimya sektörlerinden

başka firmaları, üniversite akademisyenlerini, sanayi odalarını, kobileri, startup ve girişimcileri davet ederek farklı fikirleri de düşünce havuzumuza dahil ettik. Global cam sektöründe cam atıkların % 80 üzerinde oranda toplandığını ve kullanımının olduğunu ve Türkiye'de ise bu oranın maalesef % 5 in altında olduğunu bilmekteyiz. Bu sebeple global öğretilerden kazanımlar edinebilmek adına “Close the Glass Loop” oluşumundan bir konuşmacımız ile söyleşi gerçekleştirdik. Gördük ki TTGV ile çıktığımız bu yolda kolektif aklın gücü her zaman tekil yol almaktan çok daha başarılı ve hızlı sonuçlar çıkardı. Bundan sonraki süreçte hedefimiz, firmalarımızın karşılıklı numune, üretim pilot deneme süreçlerinden sonra mevcut atıklarını ileri dönüştürülebilir malzemeler olarak üretimlerinde kullanmalarınıdır.

Teşekkür:

Tüm bu deneme ve üretim çalışmalarından sonra, sektördeki bir firmamız bile saf hammadde kullanmak yerine alternatif olarak başka bir firma atığını sürekli olarak kullanıma aldığında benim en büyük motivasyon kaynağım bu kıvılcımı ateşleyen ekipte yer almış olmaktadır.

Umarım COP31 yolunda Türkiye, firmalarımız ve çocuklarımıza bırakacağımız bu dünya için geliştirdiğimiz bu projelerin devamı gelir. Vaktini ayırarak komünitemize katılan, değerli fikir ve tecrübelerini bizlerle paylaşmaktan kaçınmayan, TTGV adına bizi her zaman plan dahilinde motive eden Esra'ya, benim yolumu TTGV ile kesiştien İklim gönüllüsü sevgili arkadaşım Tuğba'ya teşekkürlerimle.

HEDEF-PROJEKSİYON-ÇIKTI

Çalışma Grubu Bu Konuyu Neden Ele Aldı?

- **Üretim Yan Ürünlerinin Stratejik Değere Dönüştürülmesi:** Sanayi tesislerinde üretim süreçleri sonucunda açığa çıkan ve geleneksel yaklaşımla “bertaraf edilmesi gereken bir maliyet unsuru” olarak görülen atıkların, aslında başka bir sektör için ikincil hammadde ve stratejik kaynak olma potansiyeli taşıması.
- **Ekonomik ve Çevresel Faydanın Eş Zamanlı Sağlanması:** Şirketlerin atık bertaraf maliyetlerini düşürürken yan ürünlerini yeni gelir kaynaklarına dönüştürmesini sağlamak; aynı zamanda doğal kaynak tüketimini, karbon emisyonlarını ve çevresel ayak izini azaltacak döngüsel iş modelleri oluşturmak.
- **Sektörler Arası İş Birliği ve Kültürel Dönüşüm İhtiyacı:** Endüstriyel simbiyozun sadece teknik bir süreç değil; farklı sektörlerin, akademinin ve girişimlerin bir araya gelerek güvene dayalı ortak bir dil ve iş birliği ekosistemi geliştirmesini sağlayan bir “düşünce biçimi” olması.
- **Tarihsel Deneyim ve Süreklilik:** TTGV’nin geçmişte İskenderun Körfezi projesi gibi saha uygulamalarıyla elde ettiği kurumsal birikimi, günümüzün değişen dinamikleri doğrultusunda İklim Lab bünyesinde daha geniş ölçekli ve yapı taşlarına odaklanan bir komünite hareketine dönüştürme kararlılığı.

Türkiye ve Dünya İçin Önemi Ne?

- **Uluslararası Ticaret ve Yeşil Mutabakat Uyum Sorumluluğu:** Başlı Avrupalı Yeşil Mutabakatı olmak üzere, küresel pazarlarda sertleşen iklim düzenlemeleri ve sınırda karbon uygulamalarına karşı sanayinin rekabet gücünü koruma ve sürdürülebilir üretim standartlarına bugünden hazırlanma gereksinimi.
- **Ulusal Strateji ve Politikalarla Tam Paralellik:** Türkiye’nin Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı, Ulusal Atık Yönetimi Stratejisi ile küresel Sıfır Atık vizyonu doğrultusunda; kaynak verimliliğini artıran ve atığı kaynağında azaltan somut adımların atılmasının zorunluluğu.
- **Sanayide Küresel Rekabet Avantajı:** Dünya genelinde endüstriyel simbiyozun artık yalnızca bir çevre politikası olarak değil, doğrudan sanayide maliyet avantajı ve dayanıklılık (resilience) sağlayan bir rekabetçilik aracı olarak konumlanması.
- **Bölgesel ve Ulusal Kaynak Yönetimi Potansiyeli:** Türkiye’nin geniş sanayi altyapısı ve farklı sektör çeşitliliği sayesinde, hammadde dışı bağımlılığını azaltacak ve bölgesel düzeyde kaynak optimizasyonu sağlayacak yüksek bir potansiyel taşıması.

Çalışma Grubunun Sonunda Çıktı Ne Oldu?

- **Somut Atık-Kaynak Eşleşmelerinin Tespiti:** 12 hafta boyunca farklı sektörlerden (seramik, cam, yapı malzemeleri, ahşap, madencilik, rafineri, kimya) özel sektör, akademi ve girişimcilerin yürüttüğü odaklı çalışmalar sonucunda 40’tan fazla potansiyel atık-kaynak eşleşmesi haritalandırıldı.
- **Öncelikli Projelerin Ticari Dönüşüm Süreci:** Belirlenen eşleşmeler arasından yüksek etki potansiyeline sahip 11 tanesi önceliklendirilerek, TTGV Eko-Üretim Dönüşüm Programı kapsamında hayata geçirilebilecek, ticarileşebilecek ve ölçeklenebilecek somut projelere dönüştürülme sürecine alındı.
- **Orkestrasyon Yapısı ve Ekosistem İhtiyacının Ortaya Konması:** Tekil iş birliği örneklerinin ötesine geçilerek; sürecin sürdürülebilirliğini sağlayacak, paydaşları izleyecek ve ulusal ölçekte koordinasyon kuracak bir orkestrasyon/yönetişim mekanizmasının şart olduğu tespit edildi.
- **Ağ ve Ortak Akıl Kazanımı:** İnsan kaynağı ve kurumlar düzeyinde kararlılık, karşılıklı güven ve ortak sorunlara yenilikçi çözümler üretme iradesine sahip sürdürülebilir bir paydaş komünitesi oluşturuldu.



GAMZE BUSE HIDIROĞLU

TTGV İklim Lab Komünite Programı
Program Uzmanı

TARIMDA SU KITLIĞINA TEKNOLOJİYLE YANIT: TTGV’NİN KATALİZÖR ROLÜ

Türkiye’de tüm sektörlerde giderek derinleşen bir su sıkıntısı mevcut. Fakat öyle bir sektör var ki, su kıtlığından etkilenmesi hayatımızı önemli ölçüde değiştirecek. Bu sektör su kıtlığından hem etkileniyor hem bu kıtlığa sebep oluyor: Tarım sektörü. Dünyada çekilen tatlı suyun ortalama %69’u tarımsal sulamada kullanılıyor (1); bu oran bazı bölgelerde %90’ları buluyor, bazı bölgelerde ise %5’e kadar iniyor. Türkiye bu tabloda işin ağır ucunda yer alıyor: kullandığımız suyun neredeyse dörtte üçü tarımda tüketiliyor ve güncel resmî veriler bu payın son yıllarda %77’den %79’a çıktığını (2), yani iyileşmek yerine kötüleştiğini gösteriyor. Bu kadar yüksek bir orandan bahsedince bu alana yönelmemek, problemin temelini anlayarak çözüm geliştirmemek imkansız hale geliyor.

Türkiye’nin tarım manzarasını dışarıdan izleyen biri için her şey olağan görünebilir: tarlalar ekiliyor, ürün toplanıyor, market rafları doluyor. Ama toprağın altında, sulama kanallarının içinde ve havza planlarının bazı yerlerinde giderek büyüyen bir sorun var: su, artık eskisi kadar bol değil. Bu durum artık sadece tek bir kötü yıla ya da geçici bir kuraklığa indirgenemeyecek kadar ciddi bir konu haline geldi. İklim değişikliği yağış rejimlerini bozuyor, buharlaşma oranlarını yükseltiyor ve kuraklık döngülerini sıklaştırıyor. Kaynak sürekli

Tarımda Akıllı Sulama ve Hassas Tarım Yoluyla Su Verimliliği

azalırken, talep sürekli artıyor. Haliyle bu durum tarım sektöründe ciddi bir baskı oluşturuyor. Bu baskıyla çalışan bir sektörde, verimsiz sulama yöntemleri, yeraltı sularının kontrolsüz kullanımı, su kalitesindeki bozulma ve planlama boşlukları göze çarpıyor. Sorun bu şekilde tanımlandığında, çözümün de tek bir teknolojiden veya tek bir politikadan ibaret olamayacağı ortaya çıkıyor. Buna benzer durumlarda tüm paydaşları bir araya getirerek sektörün problem ve ihtiyaçlarını anlayıp, ortak bir soruna kolektif akıl yöntemi ve iş birliğiyle çözüm geliştiren kolaylaştırıcı veya hızlandırıcı gibi arayüz ve kurumlara ihtiyaç duyuluyor. Bu kapsamda; TTGV’nin tarım sektöründe giderek derinleşen su sıkıntısına yönelik olarak doğru paydaşlarla yenilikçi teknoloji ve iş birliği modelleri aracılığıyla sürdürülebilir çözümler geliştirilmesini amaçlayan bir çalışma grubu yaklaşımı devreye giriyor.

TTGV’nin ortaya koyduğu çerçeve, tarımda su kıtlığıyla etkin bir şekilde başa çıkabilmek için beş temel ihtiyacı işaret ediyor. Bunları sadece bir liste olarak değil, birbirini besleyen bir sistem olarak okumak gerekiyor.

- İlk ihtiyaç, en temel düzeyde, yeterli ve güvenilir su kaynaklarına erişim. Bu, sadece «daha fazla su bulmak» değil; mevcut kaynakları öngörülebilir ve sürdürülebilir şekilde yönetmek anlamına geliyor.
- İkincisi, suyun etkin ve verimli kullanımı -yani elde var olan suyu en yüksek verimle değerlendirmek.
- Üçüncüsü, modern ve akıllı sulama teknolojilerinin yaygınlaşması; damla sulama, sensör tabanlı izleme, veri destekli sulama planlaması gibi çözümlerin niş

uygulamalardan yaygın standarda dönüşmesi.

- Dördüncüsü, havza bazlı entegre su yönetimi ve politika uyumu -tek bir çiftliğin veya tek bir bölgenin değil, bütün bir havzanın ortak akılla yönetilmesi.
- Beşincisi, toprak-su etkileşimini gözetim uygulamaların geliştirilmesi; çünkü su yönetimi toprağın sağlığından ayrı düşünülemez.

Bu beş boyut aynı zamanda TTGV’nin neden bu alanda anlamlı bir rol oynayabileceğinin de ipucunu veriyor: sorun disiplinlerarası, çok paydaşlı ve teknoloji-politika kesişiminde yer alıyor. Çözüm tek bir teknolojiye bağlanamayacağı gibi tek bir kurum veya kişiyle de çözülemeyecek kadar önemli ve kaotik bir yapıya sahip. Çok paydaşlı çalışma deneyimi, teknoloji odaklı bir altyapı ve teknoloji sahipleri ve uygulayıcıların doğru zamanda doğru işlerde buluşturulması önem arz ediyor.

Bu, laboratuvar ortamında üretilen bir araştırmanın sahadaki bir çiftçinin sulama pratiğine, ya da bir girişimin geliştirdiği sensör teknolojisinin bir havza yönetim politikasına dönüşmesi için kritik bir köprü. Türkiye’de tarımsal su teknolojileri alanında çalışan kamu, özel sektör, akademi, girişim gibi birçok aktör var. TTGV’nin katma değeri, bu parçaları bir araya getirip onları ticarileştirilebilir ve etki odaklı çözümlere dönüştürecek bir platform sunabilmesinde. Bu kapsamda hayata geçirilen ve birbirinden değerli alanında uzman kişi ve kurumlarla “Tarımda Akıllı Sulama ve Hassas Tarım Yoluyla Su Verimliliği” konusunun 12 hafta boyunca TTGV İklim Lab Komünitesi çatısı altında tartışılması çok kıymetli.

Bizler komünitemizde Türkiye’nin öncelikli sektörleri ile TTGV’nin odak alanlarının kesiştiği kümede teknoloji kapasitesinin artırılması için çalışmalar

gerçekleştiriyoruz. Herşeyden önce ihtiyaç ve sorunları net bir şekilde tanımlayıp, ardından ilgili alandaki doğru paydaşları bir araya getirerek katalizör rolüyle harekete geçirilebilecek öncelikli müdahale alanlarını belirlemek üzere çalışıyoruz. Büyük resmi görerek kolektif akılla çözümcül yaklaşmak ve ekosisteme sistemik bir bakış sunmak en büyük hedefimiz. Teknoloji doğru politikayla buluşmazsa etkisiz kalır; en iyi politika da sahada uygulanabilir teknoloji olmadan kağıt üzerinde kalır. TTGV’nin çok paydaşlı modeli, tam da bu ikisini buluşturmayı hedefliyor.

Tarımda su kıtlığı, Türkiye’nin önümüzdeki yıllarda giderek daha sık karşılaşılabilecek bir gerçeklik. Bu gerçekliğe hazırlıklı olmak, ne tek bir teknolojik atılımla, ne tek bir politika değişikliğiyle, ne de tek bir kişi veya kurumla mümkün. Gerekli olan, araştırmayı sahaya, sahayı politikaya, politikayı da somut yatırım ve ticarileştirme fırsatlarına bağlayan bütünsel bir yaklaşım. Bu yaklaşım üzerinde hem fikir olan ve haftalarca çözüm yollarını tartışan sektörün önde gelen aktörleri ile araştırma çıktılarını etki odaklı çözümlere dönüştürmek üzere tarımsal sulama verimliliği konusunun izleme ve takibini yapacağız. Değerli bilgi ve tecrübelerini bizlerle ve tüm paydaşlarla samimi ve şeffaf bir şekilde paylaşan tüm katılımcılarımıza bir kez daha bu vesile ile teşekkür eder, tüm çalışmaların ekosisteme ışık tutmasını dileriz.

Kaynaklar

- (1) Food and Agriculture Organization of the United Nations. (t.y.). AQUASTAT: FAO’s global information system on water and agriculture. Erişim tarihi 24 Temmuz 2026, <https://www.fao.org/aquastat>
- (2) Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2026, 1 Nisan). Tarımsal su kullanımının güncel resmi verileri [Sözlü sunum]. TTGV İklim Lab Komünitesi, “Tarımda Akıllı Sulama ve Hassas Tarım Yoluyla Su Verimliliği” Çalışma Grubu 3. Toplantısı, Ankara, Türkiye.

TARIMDA SU VERİMLİLİĞİNİN ANAHTARI: TEKNOLOJİ, YÖNETİŞİM VE ORTAK AKIL

İklim değişikliği, kuraklık, artan su talebi ve nüfus baskısı, su kaynaklarının yönetimini her zamankinden daha kritik hale getirmektedir. Bu süreçte suyun etkin ve verimli kullanımı sadece teknik bir mesele değildir. Aynı zamanda kurumsal, ekonomik ve yönetim boyutları olan çok disiplinli bir konudur.

Ülkemizde de olduğu gibi dünyanın genelinde su kaynaklarının çoğunluğu yaklaşık yüzde 70'i tarım sektöründe kullanılmaktadır. Dolayısıyla tarımda sağlanacak her bir damla tasarrufu, yalnızca tarımsal üretime değil; sanayi, enerji, ekosistem ve kentsel kullanım gibi diğer sektörlerin de suya erişimine doğrudan katkı sağlayacaktır. Tarımda su verimliliği sağlanarak, suyun sektörler arasında daha dengeli ve sürdürülebilir paylaşılmasının da ön koşullarından biridir.

Ancak su verimliliği yalnızca yeni sulama teknolojileriyle veya dijital çözümlerle sağlanamamaktadır. Başarılı bir su yönetimi tüm uygulamaların hayata geçirilmesinde önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Su yönetimi, su kaynakları ve su hizmetlerinin yönetimine ilişkin kararların alınması, uygulanması ve hesap verebilirliğin sağlanmasını düzenleyen kural, uygulama ve süreçler bütünüdür. Bu anlayışın temelinde, su yönetimine ilişkin kararların yalnızca kamu kurumları tarafından değil; çiftçiler, sulama birlikleri, akademi, özel sektör, sivil toplum

kuruluşları ve teknoloji geliştiricileri gibi tüm ilgili paydaşların katılımıyla şekillendirilmesi yer alır. Çünkü suyun etkin ve sürdürülebilir yönetimi, farklı aktörlerin bilgi, deneyim ve önceliklerinin ortak bir diyalog ve iş birliği zemini içinde buluşturulmasını gerektirir.

Bu nedenle TTGV koordinasyonunda yürütülen **Tarımda Su Verimliliği Çalışma Grubu**, yalnızca bir fikir geliştirme platformu olmanın ötesinde önemli bir yönetim deneyimi ortaya koymuştur. On iki hafta boyunca farklı disiplinlerden ve kurumlardan uzmanların düzenli olarak bir araya gelmesi; ortak bir dil geliştirilmesini, sorunların farklı perspektiflerden ele alınmasını ve çözüm önerilerinin birlikte şekillendirilmesini mümkün kılmıştır.

Günlük çalışma temposu içerisinde bir araya gelmesi kolay olmayan karar vericiler, uygulayıcılar, araştırmacılar ve sektör temsilcileri bu süreç sayesinde birbirlerinin bakış açılarını dinleme, deneyimlerini paylaşma ve ortak öncelikler oluşturma fırsatı yakalamıştır. Bu durum, su yönetiminde ihtiyaç duyulan iş birliği ve koordinasyon kültürünün güçlenmesine de önemli katkı sağlamıştır.

Önümüzdeki dönemde tarımda su verimliliğini artıracak en önemli unsur, yalnızca daha akıllı teknolojiler geliştirmek değil; bu teknolojilerin uygulanmasını mümkün kılacak güçlü yönetim mekanizmaları kurabilmektir. Ortak aklın

oluşturulduğu, veri paylaşımının sağlandığı, güvene dayalı iş birliklerinin geliştirildiği ve tüm paydaşların sürece dahil edildiği yönetim modelleri, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin temelini oluşturacaktır.

Su geleceğimizi belirleyecek olan yalnızca ne kadar suya sahip olduğumuz değil, mevcut su kaynaklarını nasıl yönettiğimizdir. Tarımda su verimliliği ise bu anlayışın en somut uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır. Artık temel hedef, yeni su kaynakları arayışından ziyade mevcut suyun her damlasını en etkin, verimli ve sürdürülebilir şekilde yönetebilmektir.

Su verimliliğini artıracak modern sulama sistemleri, dijital teknolojiler, altyapı iyileştirmeleri, veri temelli yönetim araçları ve çiftçi kapasitesinin geliştirilmesi önemli yatırımlar gerektirmektedir. Bu nedenle finansman ve yatırım mekanizmaları, su politikalarının sahaya yansımaları sağlayan ve hedefleri uygulamaya dönüştüren temel unsurlardan biridir. Su yönetimi doğru kararların alınmasını mümkün kılarken, yatırım bu kararların hayata geçirilmesini sağlayan en kritik araçtır.

Bununla birlikte, su verimliliği konusunda tek başına ileri teknolojiye dayalı çözümlerin her zaman yeterli olmadığı da deneyimlenmektedir. Her havzanın hidrolojik özellikleri, iklim koşulları, ürün deseni, sosyoekonomik yapısı ve kültürel birikimi farklıdır. Bu nedenle bir bölgede başarılı olan yüksek teknoloji

uygulamaları, başka bir coğrafyada aynı sonucu vermeyebilir. Dijital teknolojiler, yapay zekâ, hassas tarım ve uzaktan algılama gibi yenilikçi araçları, yerel bilgi birikimi, geleneksel sulama uygulamaları ve çiftçilerin saha deneyimiyle bütünleştirebilmek ve hibrit ve uyarlanabilir modeller çok daha sürdürülebilir sonuçlar ortaya koymaktadır. Geleceğin tarımında başarı; yalnızca en ileri teknolojiyi kullanabilmekte değil, doğru teknolojiyi doğru yerde, doğru ölçekle ve yerel koşullarla uyumlu şekilde uygulayabilmektedir.

HEDEF-PROJEKSİYON-ÇIKTI

Çalışma Grubu Bu Konuyu Neden Ele Aldı?

- Türkiye’de tarım sektörü, toplam su kullanımının %78’inden fazlasını oluşturuyor.
- İklim değişikliğiyle birlikte yağışların azalması ve düzensizleşmesi, artan buharlaşma ve kuraklık döngüleri mevcut su kaynaklarını daha da sınırlandırıyor.
- Bu yapısal baskı; verimsiz sulama yöntemleri, yeraltı sularının aşırı kullanımı, su kalitesi sorunları ve kurumsal planlama eksiklikleriyle birleşince, tarımda su kıtlığını acil bir dönüşüm alanı hâline getiriyor.
- TTGV, sahip olduğu araştırma kapasitesi, çok paydaşlı (akademi–sanayi–kamu–girişim) çalışma deneyimi ve teknoloji odaklı programlarıyla bu karmaşık, disiplinlerarası soruna katalizör rolüyle katkı sağlayabilecek bir konumda olduğu için çalışma grubunu bu konu etrafında kuruyor.

Türkiye ve Dünya İçin Önemi Ne?

- Su kıtlığı, iklim değişikliğinin küresel ölçekte derinleştiği ve tarımın en yoğun su kullanan sektör olduğu hem Türkiye hem de dünya için ortak bir risk alanıdır.
- Türkiye açısından konu; gıda üretiminin sürdürülebilirliği, yeraltı su kaynaklarının korunması ve havza bazlı su yönetiminin güçlendirilmesi bakımından stratejik önem taşıyor.
- Küresel ölçekte ise, yapay zekâ destekli sulama karar destek sistemleri, sensör/IoT tabanlı izleme, arıtılmış atıksuyun ve deniz suyunun tarımsal kullanımı, döngüsel su yönetimi ve iklim risk yol haritaları gibi çalışma grubunun ele aldığı alanlar; birçok ülkenin de benzer kuraklık ve su verimliliği sorunlarıyla karşı karşıya olması nedeniyle transfer edilebilir, ölçeklenebilir ve ticarileşme potansiyeli yüksek çözümler üretme fırsatı sunuyor.
- Sürecin dünya örnekleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi de bu uluslararası bağlantıyı güçlendiriyor.

Çalışma Grubunun Sonunda Çıktı Ne Oldu?

- Tarım sektörünün önde gelen kamu-sanayi-akademi ve girişim paydaşları bir araya gelerek ortak akıl platformu oluşturuldu.
- Tarım sektörüne dair su kıtlığında yaşanan ihtiyaç ve problemler tespit edilerek, tüm paydaşların ortak çözüm arayışı süreci devam ediyor.
- Uygulanabilir örnek vakaların geliştirilmesi ve teknolojilerin desteklenmesi ve yaygınlaştırılması için çalışmalar devam ediyor.
- Tarımda su verimliliğini artırmaya yönelik pilot ve demonstrasyon uygulamaları, ticarileşme potansiyeli yüksek teknoloji ve girişimlerin belirlenmesi, politika ve yol haritası önerileri ile TTGV’nin Öncül Tohum–Demo, Öncül Proje Yatırım ve Eko–Üretim Dönüşüm Programları kapsamında değerlendirilebilecek somut bir proje portföyünün ortaya konulmasına destek sağlandı.

TTGV KÜTÜPHANESİ

İNSANLAR VE GEZEĞEN İÇİN
ÇÖZÜMLER GELİŞTİRMENİN 24 ADIMI

İKLİM VE ENERJİ GİRİŞİMLERİ İÇİN DİSİPLİNLİ GİRİŞİMCİLİK



ESRA KAYA

TTGV Öncül Proje Programı
Program Uzmanı

İKLİM VE ENERJİ GİRİŞİMCİLİĞİ: FİKİRDEN ÖLÇEĞE 24 ADIMLIK BİR YOL HARİTASI

İklim ve enerji alanında iyi bir fikir geliştirmek zor. Asıl zorluk ise bu fikri gerçek dünyada çalışan, müşterisi olan, finanse edilebilen ve ölçeklenerek anlamlı etki yaratan bir çözüme dönüştürmek.

İklim değişikliği; enerji sistemlerinden sanayiye, ulaşımdan gıdaya, malzemelerden suya kadar pek çok alanda yeni teknolojilere ve iş modellerine duyulan ihtiyacı artırıyor. Bu nedenle iklim krizi yalnızca çözülmesi gereken küresel bir sorun değil, aynı zamanda çok büyük bir inovasyon ve girişimcilik alanı.

Ben Soltoff, Bill Aulet, Tod Hynes, Francis O'Sullivan ve Libby Wayman tarafından kaleme alınan İnsanlar ve Gezegen için Çözümler Geliştirmenin 24 Adımı İklim ve Enerji Girişimleri İçin Disiplinli Girişimcilik, tam da bu noktadan hareket ediyor: *İklim ve enerji alanında geliştirilen bir teknoloji veya fikir, nasıl başarılı ve ölçeklenebilir bir girişime dönüştürülebilir?*

Kitap, MIT’de yaklaşık yirmi yıldır yürütülen Climate & Energy Ventures programındaki deneyimi Bill Aulet’in **Disciplined Entrepreneurship** yaklaşımıyla bir araya getiriyor. Ancak bunu yaparken iklim ve enerji girişimlerinin kendine özgü koşullarını merkeze alıyor. Çünkü bu alanda uzun geliştirme süreleri, yüksek sermaye ihtiyacı, büyük şirketlerle çalışma zorunluluğu ve altyapı ölçeğinde uygulama ihtiyacı, girişimcilik yolculuğunu daha karmaşık hale getiriyor. Kitabın da ortaya koyduğu gibi, bu girişimler çoğu zaman tek bir “ölüm vadisi” değil, farklı aşamalarda birden fazla kritik eşikle karşılaşılıyor.

“İyi Bir Teknoloji, Tek Başına İyi Bir Girişim Değildir.”

Kitabın en güçlü mesajlarından biri bu. Bir teknolojinin laboratuvarında çalışması, müşterinin gerçek bir sorununu çözdiği veya ekonomik olarak uygulanabilir olduğu anlamına gelmiyor. Bu nedenle 24 adımlık yol haritası doğrudan ürün geliştirmekle değil, daha temel bir soruyla başlıyor: “*Hangi problemi çözmeliyiz?*”

Girişimci önce büyük bir toplumsal ya da çevresel problemi, müşterinin yaşadığı somut bir ihtiyaca dönüştürmeye yönlendiriliyor. Mevcut çözümler, sektör oyuncuları, pazarın zamanlaması ve teknolojiye duyulan ihtiyaç değerlendiriliyor. Ardından bir başka kritik soru geliyor: “*Bu problemi çözmesi gereken kişi gerçekten ben miyim?*” Kitapta “Girişimci–Problem Uyumı” olarak ele alınan bu yaklaşım; girişimcinin yetkinliklerini, deneyimini ve motivasyonunu birlikte düşünmesini öneriyor. Özellikle iklim ve enerji alanında ticarileşme yolculuğunun uzun, maliyetli ve sabır gerektiren yapısı düşünüldüğünde bu uyum daha da önemli hale geliyor.

İnsan, Gezegen ve Ekonomik Değer

Kitap, girişim başarısını yalnızca klasik ürün-pazar uyumuyla tanımlamıyor. Çerçevenin merkezinde insan, gezegen ve ekonomik değer birlikte yer alıyor. Bir iklim girişiminin müşteriye gerçek değer sunması, finansal olarak sürdürülebilir olması ve ölçeklendiğinde anlamlı bir iklim etkisi yaratması gerekiyor.

Bu yaklaşım problem, çözüm, müşteri, finansman, politika, gezegen ve ölçeklenme olmak üzere yedi temel başlık altında şekilleniyor. Kitap boyunca girişimciye “Kim, ne için ve neden ödeme yapacak?”, “Ortam çözümü destekliyor mu?” ve “Başarılı olursak gerçekten anlamlı bir etki yaratacak mıyız?” gibi sorular yöneltiliyor. Böylece teknoloji; pazar, politika, finansman ve etki boyutlarından ayrı değil, bunlarla birlikte ele alınıyor.

Varsayımdan İlk Ticari Ölçeğe

Kitap teorik bir çerçeve sunmakla yetinmiyor, girişimin farklı aşamalarında kullanılabilecek somut araçları da sürece dahil ediyor.

Birincil Pazar Araştırması ile müşteri varsayımlarının doğrudan test edilmesini; Tekno-Ekonomik Analiz ile teknik performansın ekonomik uygulanabilirlikle birlikte değerlendirilmesini öneriyor. Pazar segmentasyonu, politika analizi, iş modeli, finansal planlama, iklim değer önerisi, kavram kanıtı, ilk pazar çekişi ve ilk ticari ölçekli uygulama ise bu yolculuğun birbirini tamamlayan adımlarını oluşturuyor.

Buradaki temel yaklaşım, varsayımları mümkün olduğunca erken ve sistematik biçimde sınamak. Çünkü iklim teknolojilerinde yanlış bir pazar varsayımı ya da gözden kaçırılan bir maliyet kalemi yalnızca zaman kaybına değil, uzun ve sermaye yoğun bir geliştirme sürecinin yanlış yönde ilerlemesine de neden olabilir. Politika ve düzenlemeler de bu nedenle arka planda kalan unsurlar değil; kimi zaman teknolojinin önündeki en büyük engel, kimi zaman ise yeni bir pazarın oluşmasını sağlayan doğrudan bir iş modeli bileşeni.

Ölçek Olmadan Etki de Yok

İklim teknolojilerinde başarı, yalnızca çalışan bir prototip geliştirmek değil. *Asıl soru, çözümün gerçek dünyada anlamlı etki yaratacak kadar büyüüp büyüemeyeceği.* Sermaye ihtiyacından üretim kapasitesine, tedarik zincirinden kurumsal iş birliklerine kadar pek çok kararın daha en başından ölçek hedefi gözetilerek verilmesi gerekiyor. Çünkü iklim sorunlarının büyüklüğü düşünüldüğünde yalnızca çalışan teknolojilere değil, çalışan ve yaygınlaşabilen teknolojilere ihtiyacımız var.

TTGV Perspektifinden Teknolojiden Etkiye

TTGV olarak 1991 yılından bu yana teknoloji ve inovasyonun dönüştürücü gücüyle karmaşık problemlere yenilikçi çözümler geliştirilmesini destekliyor; bilim, girişimcilik, sanayi ve finansman dünyasının farklı aktörlerini bir araya getiren mekanizmalar tasarlıyoruz. İklim değişimini de yalnızca çevresel bir mesele değil; teknoloji geliştirme, sanayi dönüşümü, yatırım ve rekabetçilik boyutları bulunan sistemik bir dönüşüm alanı olarak görüyoruz.

Bu nedenle iklim teknolojilerinde yalnızca daha fazla fıkre değil; doğru problemleri hedefleyen, teknik ve ekonomik olarak doğrulanmış, gerçek müşterilerle test edilmiş, finansman stratejisi oluşturulmuş ve ölçeklenme potansiyeli taşıyan çözümlere ihtiyaç olduğuna inanıyoruz. Kitabın yaklaşımı da bu bakış açısıyla güçlü biçimde örtüşüyor.

TTGV olarak bu kitabı Türkçeye kazandırırken girişimcilerin, araştırmacıların, yatırımcıların ve kurumların kullanabileceği ortak bir düşünme ve uygulama çerçevesinin ülkemizde yaygınlaşmasına katkı sunmayı amaçlıyoruz. Çünkü iklim ve enerji dönüşümünde asıl başarı yalnızca iyi fikirler üretmekte değil; bu fikirleri insan, gezegen ve ekonomi için değer yaratan ölçeklenebilir çözümlere dönüştürebilmekte yatıyor.



“İklim değişimini de yalnızca çevresel bir mesele değil; teknoloji geliştirme, sanayi dönüşümü, yatırım ve rekabetçilik boyutları bulunan sistemik bir dönüşüm alanı olarak görüyoruz.”

İKLİM GİRİŞİMCİLİĞİNDE HIZ YETMEZ, DOĞRU YÖN GEREKİR



BEN SOLTOFF

Ekosistem Geliştirme Uzmanı
Yerleşik Girişimci
MIT Martin Trust Girişimcilik
Merkezi

RÖPORTAJ: Esra YAZDIÇ DEMİR
TTGV Kurumsal İletişim ve Medya Yöneticisi

İklim krizinin aciliyeti girişimcileri hızla harekete geçmeye zorluyor. Ancak Ben Soltoff'a göre asıl mesele yalnızca hızlı olmak değil, **doğru probleme doğru çözümle yönelmek**. Çünkü bir girişim ayakta kalıp ölçeklenemiyorsa, ne kadar yenilikçi olursa olsun gerçek bir iklim etkisi yaratması da mümkün değil.

MIT'de yaklaşık 20 yıldır yürütülen Climate and Energy Ventures dersinden, 150'den fazla girişimin deneyiminden ve onlarca kurucuyla yapılan görüşmelerden beslenen *İklim ve Enerji Girişimleri İçin Disiplinli Girişimcilik*, iklim ve enerji girişimciliğinin neden kendine özgü bir yol haritasına ihtiyaç duyduğunu ortaya koyuyor. Uzun geliştirme süreçleri, yüksek sermaye ihtiyacı, değişen politika ve finansman koşulları ve aşılması gereken birden fazla "ölüm vadisi", bu yolculuğu geleneksel girişimcilikten ayırıyor.

Kitabın yazarlarından Ben Soltoff ile doğru problemi seçmenin neden hızdan önce geldiğini, iklim girişimlerinin "ölüm vadilerini" nasıl aşabileceğini, MIT'de geliştirilen yaklaşımın Türkiye gibi farklı girişimcilik ekosistemlerine nasıl uyarlanabileceğini ve bir girişimin gerçekten ölçülebilir iklim etkisi yaratıp yaratmadığının nasıl anlaşılacağını konuştuk.

Uzun yıllardır iklim ve enerji girişimciliği alanında çalışıyorsunuz. Bu deneyiminizi bir kitaba dönüştürmeniz için size ne ilham verdi ve neden bu alanın girişimciliğe özgü, farklı bir yaklaşım gerektirdiğini düşündünüz?

İklim ve enerji girişimcileri; genellikle uzun zaman dilimleri, yüksek sermaye gereksinimleri ve finansal etkinin yanı sıra çevresel etkinin de ölçülmesi gerekliliğiyle şekillenen, kendine özgü bir yolculukla karşı karşıya. Ben de birçok iklim ve enerji girişiminin içinde yer aldım ve çok daha fazlasına mentorluk yaptım. Bu girişimlerde sürekli aynı engelle karşılaştım: Girişimcilere destek olmak amacıyla kullanılan standart çerçeveler faydalı, ancak yetersiz kalıyor.

Bu kitap yalnızca benim kendi deneyimlerime dayanmıyor. Onlarca kurucuyla yapılan derinlemesine görüşmelerin yanı sıra, iklim ve enerji girişimlerini kurma, bu girişimlere yatırım yapma ve bu alandaki girişimcilere eğitim verme konusunda toplamda onlarca yıllık deneyime sahip ortak yazarlarım Bill Aulet, Tod Hynes, Libby Wayman ve Francis O'Sullivan'ın deneyimlerine de dayanıyor. Özellikle MIT'de yaklaşık yirmi yıldır yürütülen ve 150'den fazla girişimin kurulmasına katkı sağlayan Climate and Energy Ventures (İklim ve Enerji Girişimleri) dersinden edinilen deneyimlerden yararlandık.

İklim değişikliği giderek şiddetlenmeye, güvenilir ve uygun maliyetli enerjiye yönelik talep ise artmaya devam ediyor. Buna karşın dünyanın birçok bölgesinde kamu desteği zayıflamış durumda. İklim ve enerji girişimciliğine bugün her zamankinden daha fazla ihtiyacımız var. Aynı zamanda kritik öneme sahip ancak bir o kadar da zorlu bu yolculuğun güçlükleriyle başa çıkmaya ve bunları aşmaya iyi hazırlanmış girişimcilere ihtiyacımız var. İşte bu kitap bu nedenle var.

İklim krizinin aciliyeti hızlı harekete geçmeyi gerektiriyor. Ancak siz doğru problemi seçmenin ve pazarı derinlemesine anlamının önemini vurguluyorsunuz. Girişimciler bu dengeyi nasıl kurabilir ve gerçekten doğru problem üzerinde çalıştıklarından nasıl emin olabilirler?

Bir girişim ayakta kalıp ölçeklenemiyorsa etki de yaratamaz. Hızlı hareket etmek önemli; ancak yanlış

yönde ilerliyorsanız hızlı hareket etmenin de hiçbir anlamı yok.

Serimizin adının *Disciplined Entrepreneurship* (Disiplinli Girişimcilik) olmasının nedeni, kurucuların kısa vadede parlak ve heyecan verici görünen fırsatların peşinden gidip sonunda çıkmaz bir yola sapmak yerine, uygulanabilir ve uzun vadeli bir strateji belirlemek için disiplinli hareket etmelerinin gerekmesidir. Kitabımız, bir iklim ve enerji girişimine başlarken yanıtlanması gereken en temel ve önemli sorular için yapılandırılmış bir çerçeve sunuyor. Girişimcilerin, çözümleri için ödeme yapmaya istekli bir müşterinin bulunduğunu ve teknoloji, politika ve finansman açısından ölçeklenmenin mümkün olduğu bir yolun varlığını doğrulamaları gerekiyor. Bu sorulara eksiksiz yanıt verebilmek birkaç hafta ya da birkaç ay daha fazla zaman alabilir. Ancak başarıya ulaşma yolu olmayan bir fikir üzerinde yıllar harcamaktansa bu ek zamanı ayırmak çok daha doğru.

Girişimciler neyi iyi anlamalı...

İklim ve enerji girişimlerinin birden fazla "ölüm vadisini" aşmak zorunda olduğunu söylüyorsunuz. Gelecek vadeden fikirlere ve güçlü teknolojilere sahip girişimler en çok hangi aşamada başarısız oluyor ve bunun nedeni nedir?

Aşamalar birbirini takip ettiği için girişimlerin çoğu yolculuğun başlarında başarısız oluyor. Gelecek vadeden birçok teknolojik atılım laboratuvarından hiç çıkamıyor ve umut vadeden pek çok fikir hayata geçirilemiyor. Ancak bu, ilk ölüm vadisinin sonraki vadilere kıyasla mutlaka daha zor aşılabacağı ya da daha fazla desteğe ihtiyaç duyduğu anlamına gelmiyor. Her aşamanın kendine özgü zorlukları var.

Girişimcilerin, yolculuğun farklı aşamalarında farklı sorulara yanıt vermeleri gerektiğini anlamaları önemli. Erken aşama yatırımcıları farklı faktörlere, orta aşama yatırımcıları başka faktörlere, ileri aşama yatırımcıları ise daha farklı unsurlara önem verir. Teknik ve pazarla ilgili zorluklar da aşamaya göre değişecektir. Başarısızlığın yaygın nedenlerinden biri, girişimcilerin artık bir sonraki mücadeleye geçmeleri gerekirken hâlâ bir önceki savaşı uğraşıyor olmalarıdır.

İNSANLAR VE GEZEĞEN İÇİN
ÇÖZÜMLER GELİŞTİRMENİN 24 ADIMI

İKLİM VE ENERJİ GİRİŞİMLERİ İÇİN DİSİPLİNLİ GİRİŞİMCİLİK



BEN SOLTOFF
BILL AULET
TOD HYNES
FRANCIS O'SULLIVAN
LIBBY WAYMAN

Kitapta ortaya koyduğunuz yaklaşım büyük ölçüde MIT ve ABD girişimcilik ekosisteminden edinilen deneyimlere dayanıyor. Kamu politikalarının, teşviklerin, düzenleyici ortamın ve sermayeye erişimin farklı olduğu Türkiye gibi ülkelerde bu çerçeveye nasıl uygulanabilir?

Bunu sormanıza çok sevindim çünkü bu son derece önemli bir nokta. Kitaptaki vaka çalışmaları ağırlıklı olarak ABD'den olsa da temel ilkeler evrensel olarak geçerli. Nerede olurlarsa olsunlar, iklim ve enerji girişimlerinin müşterilerini derinlemesine anlamaları, ilgili politika ortamında yollarını bulmayı öğrenmeleri ve büyüyüp ölçeklenebilmek için gerekli kaynaklara erişimleri gerekiyor. Bununla birlikte, coğrafi farklılıkların yarattığı gerçeklikler göz ardı edilemez. Müşteriler farklı kültürel bağlamlarda farklı davranır. Politika

ortamı, söz konusu yönetim biçimine bağlı olarak son derece farklılık gösterebilir. Güçlü bir girişim sermayesi ekosistemine sahip yerlerde bir girişimi finanse etmek daha kolaydır. Tüm bu faktörler bir girişimin izleyeceği yolu somut biçimde etkiler. Ancak bunların hiçbirisi, iyi tasarlanmamış ya da disiplinden yoksun bir yaklaşım için mazeret oluşturmaz.

Bunu daha da açık ifade etmek gerekirse, hâlihazırda girişimci olan ya da girişimci olmayı hedefleyen Türklerin *Disciplined Entrepreneurship for Climate and Energy Ventures* (İklim ve Enerji Girişimleri için Disiplinli Girişimcilik) kitabından büyük ölçüde faydalanacağına inanıyorum. Eğer böyle düşünmüyorsa—ya da aynı fikirdeyseler, özellikle de aynı fikirdeyseler—görüşlerini kitabın internet sitesi (de4cev.com) üzerinden paylaşmalarını isterim.

Girişimcilik öğrenilebilir

Bugün birçok girişim kendisini sürdürülebilir ya da iklim dostu olarak tanımlıyor. Gerçek ve ölçülebilir bir etki yaratan iklim girişimini diğerlerinden ayıran nedir? Bu alana adım atan genç bir girişimciye vereceğiniz en önemli tavsiye nedir?

Kitabın ilk bölümlerinde, iş dünyasında kullanılan daha genel TAM (Total Addressable Market – Toplam Adreslenebilir Pazar) kavramından uyarladığımız “Climate TAM” kavramını tanıtıyoruz. Geleneksel TAM, yeni bir girişimin finansal etkisine ilişkin kusursuz olmayan ancak faydalı bir tahmin sunduğu gibi, Climate TAM de iklim etkisine ilişkin kusursuz olmayan ancak faydalı bir tahmin sunuyor. Her fikir, dünyamızın karşı karşıya olduğu acil iklim ve enerji sorunları üzerinde kayda değer bir etki yaratmayacaktır. Bazı çözümler; emisyonların azaltılması, ekonomik kayıpların önlenmesi, hatta hayatların kurtarılması açısından diğerlerinden çok daha büyük, kimi zaman bir ya da birkaç büyüklük mertebesinde daha yüksek etki yaratabilir. Gelecekte yaratılabilecek bu etkiyi daha en başta yaklaşık olarak hesaplamak mümkün. Girişimcilerin, gezegen açısından gerçekten acil ve önemli bir sorunu ele aldıklarından emin olabilmeleri için bunu yapmaları kritik önem taşıyor.

Her bahar MIT'de Victoria Pisini ile birlikte tamamen bu konuya odaklanan bir ders veriyorum. Öğrencilerimizden çözülmemiş sorunlara ilişkin ayrıntılı bir matris oluşturmalarını istiyor ve onları kendi kişisel deneyimlerinin ötesine bakmaya teşvik ediyoruz. En önemli iklim ve enerji sorunlarının birçoğu, ortalama bir tüketicinin günlük yaşamında değil, çoğu zaman göz ardı edilen sanayi sektörlerinde saklı.

Genç bir girişimciye vereceğim en önemli tavsiye, MIT Martin Trust Center for Entrepreneurship'taki temel mottolarımızdan biri olurdu: **Evet, yapabilirsiniz!** Herkes girişimci olabilir; girişimcilik öğrenilebilen bir zanaattır ve bu zanaat, kitabımız da dahil olmak üzere pek çok farklı kaynaktan öğrenilebilir. İster bir girişim üzerinde ister başka bir yenilikçi çözüm üzerinde çalışıyor olun, girişimci gibi düşünmek size her zaman fayda sağlayacaktır. Bu, her alan için geçerli olmakla birlikte özellikle iklim ve enerji açısından önem taşıyor. Daha fazla enerjiye, daha az emisyonla ulaşma şeklindeki ikili zorluğun üstesinden gelmek 21. yüzyılın belirleyici meselelerinden biri ve bunu gerçekleştirebilmek için girişimcilere ihtiyacımız var!



“Herkes girişimci olabilir; girişimcilik öğrenilebilen bir zanaattır ve bu zanaat, kitabımız da dahil olmak üzere pek çok farklı kaynaktan öğrenilebilir.”

İKLİM ÖNCÜLERİ

#İklimÖncüsü



BAŞAK KAFTAN

TTGV İklim Öncüsü
Yaşar Üniversitesi Projeler ve Sınai
Haklar Uzmanı

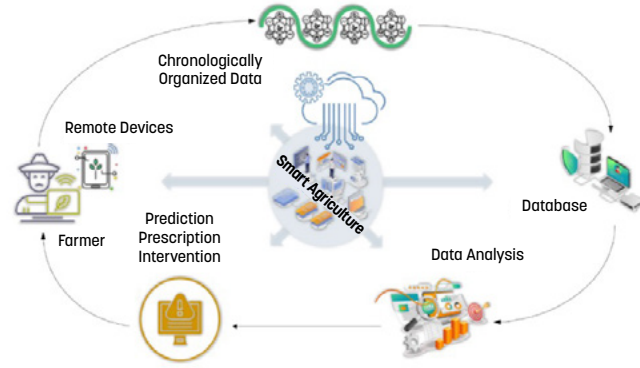
TARIMDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE YAPAY ZEKÂNIN DOĞRU KULLANIMI

Tarımda “dijital dönüşüm” derken ne anlamamız gerekiyor? Yapay zekâ (YZ) bu dönüşümün neresinde yer alıyor? Bu yazıda bu sorulara yanıt arayacağım. Dijital dönüşüm, farklı dijital teknolojilerin üretim süreçlerine dahil olmasıyla tarımsal faaliyetleri yakından izleyebildiğimiz, etkin yönetebildiğimiz ve kararlarımızı verilere dayandırabildiğimiz bir dönüşümü ifade ediyor. De Avila ve Barbosa'nın (2025) araştırmasında da ele aldığı bu dönüşümü, sizlere üç kavram üzerinden anlatmak istiyorum. Bunlar, (i) dijital tarım, (ii) akıllı çevreler ve (iii) akıllı tarım.

Önce dijital tarımdan (digital agriculture) başlayalım. Nesnelerin İnterneti (IoT), sensörler, büyük veri analitiği, YZ, makine öğrenmesi, uzaktan algılama, mobil teknolojiler ve iletişim altyapıları... Bunların hepsi, tarımsal üretimin farklı aşamalarında karşımıza çıkan dijital teknolojiler. İşte «dijital tarım» derken tam olarak bunu kast ediyoruz.

Peki, “bu teknolojiler tarlada nasıl birbirleriyle iletişim kuruyor? Dijital teknolojiler tarımsal üretime entegre olmaya başladığında, farklı cihazlar ve veri kaynakları birbiriyle iletişim kurabilir hale gelir. İşte tam bu noktada akıllı çevreler (smart environments) devreye giriyor. Sensörler, IoT cihazları, iletişim ağları ve veri işleme altyapıları birbirine bağlanarak fiziksel çevreyi gerçek zamanlı izleyip yönetebilen bir yapı oluşturur. Böylelikle, toprak nemi, sıcaklık, bitki gelişimi, hava koşulları, hastalık ve zararlı riski gibi onlarca değişken artık sürekli olarak takip edilebilir oluyor.

Akıllı tarım (smart agriculture) kavramı ise, dijital tarım ile akıllı çevrelerin sağladığı veri üretme, izleme ve iletişim gücünün, gerçek tarımsal karar alma ve uygulama süreçleriyle buluştuğu nokta olarak düşünülebilir. **Kısacası, dijital tarım, teknolojilerin kullanılmasıyla ilgilidir.** Akıllı çevreler ise bu teknolojilerin birbirine bağlı, gerçek zamanlı ve sürekli veri üreten bir sistemde çalışmasını sağlıyor. Akıllı tarım ise tüm bu verilerin analiz edilerek gerçek tarımsal kararlara ve müdahalelere dönüştüğü bütünsel bir yapıdır.



Şekil 1*. Akıllı Çevrelerde Dijital Tarımın Genel Görünüşü

Bu döngü aslında nasıl işliyor? Şekil 1’de de belirtildiği üzere, akıllı tarımı basit bir zincir gibi düşünebiliriz: veri toplama → veri iletimi → veri depolama ve analiz → tahmin → karar desteği → müdahale → geri besleme. Somut bir örnekle açıklayalım. Bir tarım işletmesinde toprak nem sensörleri ve meteorolojik istasyonlar çevresel verileri toplar. IoT altyapısı bu verileri ilgili sistemlere iletir. Veri analitiği, elde edilen bu bilgileri işleyip anlamlı hale getirir. Karar destek sistemleri ise devreye girip sulama, gübreleme veya bitki koruma gibi konularda somut öneriler sunar. Sonuçta ortaya çıkan tablo şu: fiziksel tarımsal çevre ile dijital karar mekanizması arasında sürekli işleyen bir veri döngüsü oluşuyor.

Akıllı Tarımdan Yapay Zekâya

Peki YZ akıllı tarımın neresinde duruyor ? Bu bütünsel yapı içinde YZ, özellikle büyük miktarda ve farklı kaynaklardan gelen verilerin anlamlandırılması, analiz edilmesi ve geleceğe yönelik öngörüler oluşturulması aşamasında kritik bir rol üstleniyor. Sensörler, IoT cihazları, uydu ve drone görüntüleri, meteorolojik istasyonlar ve çiftlik kayıtları durmadan veri

üretiyor. Fakat verinin tek başına toplanması, tarımsal üretimde daha iyi kararlar alınacağını garanti etmiyor. Asıl kıymetli olan, bu verilerin analiz edilerek bilgiye, öngörüye ve uygulanabilir kararlara dönüştürülmesinden doğuyor. İşte tam bu noktada YZ ve makine öğrenmesi yöntemleri sahneye çıkıyor. Ürün verimi tahmini, hastalık ve zararlıların erken tespiti, sulama ihtiyacının belirlenmesi, toprak ve bitki sağlığının değerlendirilmesi, iklim kaynaklı risklerin öngörülmesi, girdi kullanımının optimize edilmesi gibi uygulamalar, YZ sayesinde geliştirilebiliyor.

Ama burada bir ayrımı netleştirmek gerekiyor. YZ, dijital tarımın tamamını temsil eden bir teknoloji değil. Dijital tarım ve akıllı çevreler tarafından üretilen verinin tarımsal öngörü, karar desteği ve müdahaleye dönüştürülmesini sağlayan temel bileşenlerden sadece biri. Bu ayrımı iyi yapmak YZ’nin, tarımda doğru kullanılması açısından önemli. Çünkü yalnızca yüksek doğruluk oranına sahip bir YZ modeli geliştirmek yeterli değil. Modelin gerçek tarımsal koşullarda doğrulanması, kullanılan verilerin güvenilir ve kaliteli olması, farklı üretim koşullarına uyum sağlayabilmesi ve elde edilen çıktının çiftçinin uygulayabileceği somut bir karara dönüşebilmesi gerekiyor.

Peki, ülkemizde akıllı tarım ekosisteminin önemli bir teknoloji sağlayıcılarından olan tarım teknolojileri girişim dünyası nasıl? Tarım sektöründe çiftçilere yönelik doktora çalışmamı yürüten bir araştırmacı ve aynı zamanda teknoloji transferi ile girişimcilik alanında uzun yıllardır çalışan bir profesyonel olarak, ülkemizde YZ’nin tarımsal üretimde kullanımına yönelik girişimlerin arttığını gözlemliyorum. Ancak bu girişimlerin çoğu, finansal zorluklar nedeniyle geliştirdikleri teknolojileri saha uygulamalarına dönüştüremeden ayakta kalmakta zorlanıyor.

Nitekim Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün (FAO) Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ile birlikte hazırladığı “Türkiye’de Tarım için Dijital Teknolojiler – Bir İnceleme” raporu da bunu doğruluyor. Rapor, 120’den fazla sektör aktörüyle yapılan fiziksel ve uzaktan görüşmeler sonucunda tarım teknolojileri girişimlerinin finansmana ve kaynaklara erişimde güçlük yaşadığını, bu yüzden karma finansman modellerinin ve çiftçilerle ve/veya tarımsal işletmelerle birlikte yürütülen saha testlerinin güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koyuyor.

Sonuç olarak, YZ’nin tarım sektöründe etkili biçimde kullanılabilmesi yalnızca teknolojik kapasiteyle ilgili değil. Burada girişimcileri yüksek bir potansiyel olarak görüyorum. Geliştirilen YZ tabanlı iş fikirlerinin sahada, yani tarlada ve bahçede, gerçek koşullarda ve doğru verilerle test edilebilmesi gerekiyor. Bu da girişimlerin ölçeklenmesine destek olacak güçlü bir ekosistemle mümkün olabilir. TTGV İklim Lab programı, tarım dikeyinde tarımsal işletmeleri, akademisyenleri, tarım teknolojileri girişimlerini ve kamu aktörlerini aynı amaç etrafında bir araya getirerek tam da bu ekosistemin yaratılmasında kolaylaştırıcı oluyor. Ben de bir yıldan beri, iklim öncülerinden biri olarak, bu oluşuma gönüllü olarak katkı sunmaya çalışıyorum. Bu vesileyle, çözümün bir ucundan tutmak isteyen herkesi İklim Lab komünitesine davet etmek isterim.

Kaynaklar

1. *De Avila, F. R., & Barbosa, J. L. V. (2025). Smart environments in digital agriculture: a systematic review and taxonomy. Computers and Electronics in Agriculture, 236, 110393. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110393>
2. Höllinger, F. & Sener, B.S. 2025. Türkiye’de Tarıma Yönelik Dijital Teknolojiler – Bir inceleme. Ülke Bazında Öne Çıkan Yatırımlar, No. 25. Roma, FAO.

İKLİM ÖNCÜLERİ

#İklimÖncüsü



SEMİH DİLSİZ

TTGV İklim Öncüsü
Yapay Zekâ Fabrikası – Chief Commercial Officer



YAPAY ZEKÂ HIZLANIRKEN DİREKSİYON KİMDE?

Yapay zekâ artık yalnızca teknoloji ekiplerinin gündemi değil. Stratejiden insan kaynaklarına, üretimden müşteri deneyimine, enerjiden mobiliteye kadar kurumların çalışma biçimini yeniden şekillendiren yatay bir dönüşüm alanı. McKinsey'nin 2025 Global AI araştırmasında kurumların neredeyse tamamı yapay zekâ kullandığını belirtirken, yaklaşık üçte ikisi henüz yapay zekâyı kurum genelinde ölçeklendirme aşamasına geçemediğini söylüyor. **Yani asıl soru artık “Yapay zekâyı kullanıyor muyuz?” değil, “Bu dönüşümü nasıl yönetiyoruz?”**

Çünkü yapay zekânın yarattığı fırsat kadar, yönetim zorluğu da büyük. Bir tarafta üretkenlik artışı, daha hızlı karar alma, yeni ürün ve hizmetler; diğer tarafta veri güvenliği, fikri mülkiyet, algoritmik önyargılar, hatalı çıktılar, siber güvenlik ve çevresel etki bulunuyor. Nitekim aynı McKinsey araştırmasında AI kullanan kuruluşların **%51'i en az bir olumsuz sonuçla karşılaştığını**, yaklaşık üçte biri ise AI kaynaklı hatalı çıktıları deneyimlediğini belirtiyor.

Bu nedenle **AI governance'ı yapay zekâyı yavaşlatan bir kontrol mekanizması olarak değil, güvenli biçimde hızlanmayı sağlayan bir yönetim sistemi olarak görmek gerekiyor.**

2026'ya geldiğimizde ise bu ihtiyaç çok daha kritik. Çünkü artık yalnızca soru sorduğumuz modellerden değil, belirli görevleri planlayabilen, araçları kullanabilen ve bizim adımıza aksiyon alabilen **AI agent'larından** bahsediyoruz. McKinsey'nin 2025 araştırmasında kurumların **%62'si AI agent'larını en**

azından denediğini belirtiyor. 2026 AI Trust Maturity araştırması ise Responsible AI olgunluğunun artmasına rağmen kuruluşların yalnızca yaklaşık üçte birinin strateji, governance ve agentic AI kontrollerinde ileri olgunluk seviyesine ulaşabildiğini gösteriyor. Teknolojinin kabiliyeti ile onu yönetme kapasitemiz arasındaki makas hâlâ açık.

World Economic Forum'un 2026 tarihli *AI Agents in Action* çalışması da tam bu noktaya dikkat çekiyor: AI sistemleri daha fazla özerklik kazandıkça artık yalnızca **“AI doğru cevabı verdi mi?”** sorusu yeterli değil. **“AI'nın hangi aksiyonu almaya yetkisi var, sınırı nerede ve sonuçtan kim sorumlu?”** sorularını da cevaplamamız gerekiyor.

Yönetişimin belki de en kritik boyutu bu nedenle **insan**. Yapay zekâ karar verebilir, öneride bulunabilir ve artık bazı süreçlerde aksiyon dahi alabilir. Ancak hesap verebilirlik hâlâ insanda. Geleceğin başarılı kurumları insanı süreçten çıkaranlar değil; insan ile yapay zekâ arasındaki karar ve sorumluluk sınırlarını doğru tasarlayanlar olacak. “Human in the loop” yaklaşımının nerede gerekli olduğu, hangi verinin hangi modelle paylaşılabileceği ve bir AI çıktısının ne zaman doğrudan aksiyona dönüşebileceği bugünden tanımlanmalı. Tabi bu söylemesi kadar kolay olmayan ama bunun için şimdiden aksiyon alınması gereken önemli bir konu.

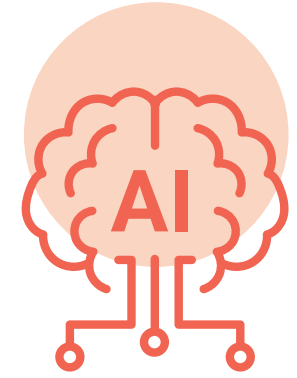
İklim teknolojileri perspektifinden baktığımızda denkleme bir boyut daha ekleniyor: **Yapay zekânın çevresel etkisi**. Modeller büyüdükçe veri merkezi, enerji ve altyapı ihtiyacı da büyüyor. Dolayısıyla yapay

zekâyı enerji optimizasyonundan akıllı şehirlere, iklim modellemesinden mobiliteye kadar sürdürülebilirlik problemlerinin çözümünde kullanırken, teknolojinin kendi enerji ve kaynak ayak izini de aynı yönetim çerçevesinin parçası haline getirmeliyiz.

Dolayısıyla iyi AI yönetimi bana göre üç soruya aynı anda cevap verebilmeli: **Yapay zekâ ile hangi değeri yaratıyoruz? Hangi riskleri alıyoruz? Bunun insan, çevre ve kurumlar üzerindeki etkisini nasıl yönetiyoruz?**

2026'nın bize gösterdiği en önemli şeylerden biri de bu: rekabet avantajını yalnızca en güçlü modeli kullanan kurumlar elde etmeyecek. Yapay zekâyı stratejiyle ilişkilendirebilen, doğru veriyi güvenli şekilde kullanabilen, insan ve AI arasındaki sorumluluk sınırlarını tanımlayan, çıktıları ölçen ve tüm bunları sürdürülebilirlik perspektifiyle yöneten kurumların öne çıkacağını söyleyebiliriz.

Çünkü yapay zekâ çağında mesele yalnızca ne kadar hızlı gidebildiğimizden ziyade; **direksiyonun kimde olduğunu, nereye gittiğimizi ve yolculuğun etkisini bilmek.**



“İyi AI yönetimi bana göre üç soruya aynı anda cevap verebilmeli: Yapay zekâ ile hangi değeri yaratıyoruz? Hangi riskleri alıyoruz? Bunun insan, çevre ve kurumlar üzerindeki etkisini nasıl yönetiyoruz?”

Kaynaklar:

McKinsey & Company, The State of AI in 2025: Agents, Innovation, and Transformation (2025); McKinsey & Company, State of AI Trust in 2026: Shifting to the Agentic Era (2026); World Economic Forum, AI Agents in Action: A Playbook for Trusted Adoption, Authorization and Scaling (2026).



FİKRİYE BERK

TTGV Komünite Üyesi
Metos Türkiye-Ülke Müdürü

ÇİFTLİKTEN BULUTA VERİ KERVANI : 27 YILLIK BİR ZİRAAT MÜHENDİSİNİN GÖZÜNDEN AKILLI TARIM VE SAHANIN GERÇEKLERİ

Tarım, insanlığın en eski mesleği olsa da bugün en radikal dijital dönüşümlerden birini yaşıyor. Bir ziraat mühendisi olarak çeyrek asrı aşan, 27 yıllık saha tecrübemle bu dönüşümün her aşamasına; toprağın geleneksel yöntemlerden nesnelerin internetine (IoT) ve veri analitiğine uzanan yolculuğuna bizzat şahit oldum. İklim krizinin ve artan gıda talebinin yarattığı baskı altında, teknolojiyi tarlaya taşımak artık bir lüks değil, zorunluluk. Ancak bir teknolojinin laboratuvarında kusursuz çalışması ile çamurlu çizmelerin dünyasında, sahada çalışması arasında büyük farklar var. Belki de günümüz start-up dünyasında en çok gözden kaçan ve en önemli detay da bu olabilir .

Peki, akıllı tarım sahadaki denklemi nasıl değiştiriyor, hangi zorluklarla karşılaşıyor ve en önemlisi toprağın asıl sahibi olan çiftçi bu değişime nasıl bakıyor?

Akıllı tarımın temel vaadi, belirsizliği ortadan kaldırmaktır. Özet olarak, size tarımsal operasyonlarınızda doğru karar vermede bir destek aracıdır. Gökyüzüne bakarak yağmur tahmini yapılan günleri geride bıraktık. Yıllardır sahada entegrasyonunu sağladığımız tarımsal meteoroloji istasyonları ve sensör

teknolojileri sayesinde, mikro-klima verilerini anlık olarak işleyebiliyoruz.

Özellikle doğru konumlandırılan toprak nem problemleri, bitkinin suya ne zaman ve ne kadar ihtiyacı olduğunu milimetrik olarak hesaplayarak hem sutasarrufu sağlıyor hem de bitki stresini minimuma indiriyor. Sisteme entegre edilen hastalık uyarı sensörleri ise tarımsal hastalıklar henüz gözle görülür bir hasara yol açmadan, sıcaklık ve nem koşullarını analiz edip erken müdahale şansı tanıyor. Bu çözümler, gereksiz kimyasal ve gübre kullanımının önüne geçerek hem maliyetleri düşürüyor hem de ekosistemi koruyor. Teknoloji, toprağın dilini dijital bir ekrana çevirerek üreticiye gerçek bir teknoloji ortağı oluyor. Ancak şu da bir gerçek ki doğayı kodlamak imkansız ve biz doğa ile uyumlu, onu dinleyen ve onunla yaşamayı başarabilen teknolojiler geliştirmek için mücadele ediyoruz.

Bir yazılımı ofis ortamında geliştirmek ve incelemek kolaydır. Ancak bir donanımı yazın kavurucu sıcaklığında, kışın dondurucu soğukunda tarlanın ortasında 7/24 çalışır halde tutmak bambaşka bir mühendislik sınavıdır ve bu sınava çoğu zaman bedeniniz de dayanabilmeli.

Sahadaki zorluklar...

Sahadaki en büyük zorluklardan biri kırsal bölgelerdeki altyapı ve veri iletimi sorunlarıdır. Ayrıca doğanın kendi kuralları vardır; donanımların zorlu doğa koşullarına maruz kalması, sahada tamamen öngörülemeyen bir sorun yaşanmasına zemin hazırlayabilir. Kabloları kemiren canlılar, şiddetli fırtınalarda zorlanan donanımlar veya ekstrem hava olayları, sürekli bir bakım ve mühendislik takibi gerektirir. Teknolojiyi tarlaya kurmak işin sadece başlangıcıdır; asıl başarı o sistemi yıllarca ayakta ve doğru kalibrede tutabilmek, üreticiyi bu süreçte asla yalnız bırakmamaktır. Bu aynı zamanda işinizi ve markanızı sürdürülebilir teknoloji haline getirir. Çünkü sağlam donanımlarla güçlü yazılımlar geliştirebilirsiniz. Yazılımınızın kullanıcı dostu olması, ekranlarının kolay okunuyor olması, sahadan ürettiğiniz ham verinin doğru olduğu anlamına gelmez. Açıkçası benim için sağlam donanımdan gelen doğru veri çoğu zaman ekrana yansıyan grafiğin şekli veya renginden çok daha önemlidir.

Teknoloji şirketleri için verimlilik grafikleri, dashboard'lar ve veri analitiği çok heyecan verici olabilir. Ancak 27 yıllık saha tecrübem bana şunu çok net öğretti: Çiftçinin dünyasında işler nesilden nesile aktarılan tecrübelerle ilerler. Bir teknolojinin sahada kabul görmesi için süslü sunumlardan çok daha fazlasına ihtiyaç vardır. Çiftçinin sistemin ürettiği veri ve faydaya güvenmesi gerekir ve sizi her aradığında ulaşabileceği

ve net cevaplar alabileceği bir markaya dönüştürmeniz önemlidir.

Gerçek teknoloji entegrasyonu gösterişli toplantı salonlarında değil; örneğin bir Trakya köyünde, kıraathane ortamında, ince belli bardakta yudumlanan sıcak bir çay eşliğinde başlar. Çiftçi, ekrandaki verinin tarlasındaki mahsulü, cebindeki mazotu veya kullanacağı gübreyi nasıl etkileyeceğini somut olarak görmek ister. İlk başta tarlanın kenarındaki istasyona «yabancı bir demir yığını» olarak şüpheyle yaklaşırlar. Ancak o cihaz, gereksiz bir sulamayı engelleyip maliyeti düşürdüğünde veya bir don tehlikesini saatler önceden haber verip tüm hasadı kurtardığında, çiftçinin gözündeki o «demir yığını», güvenilir bir asistana dönüşür.

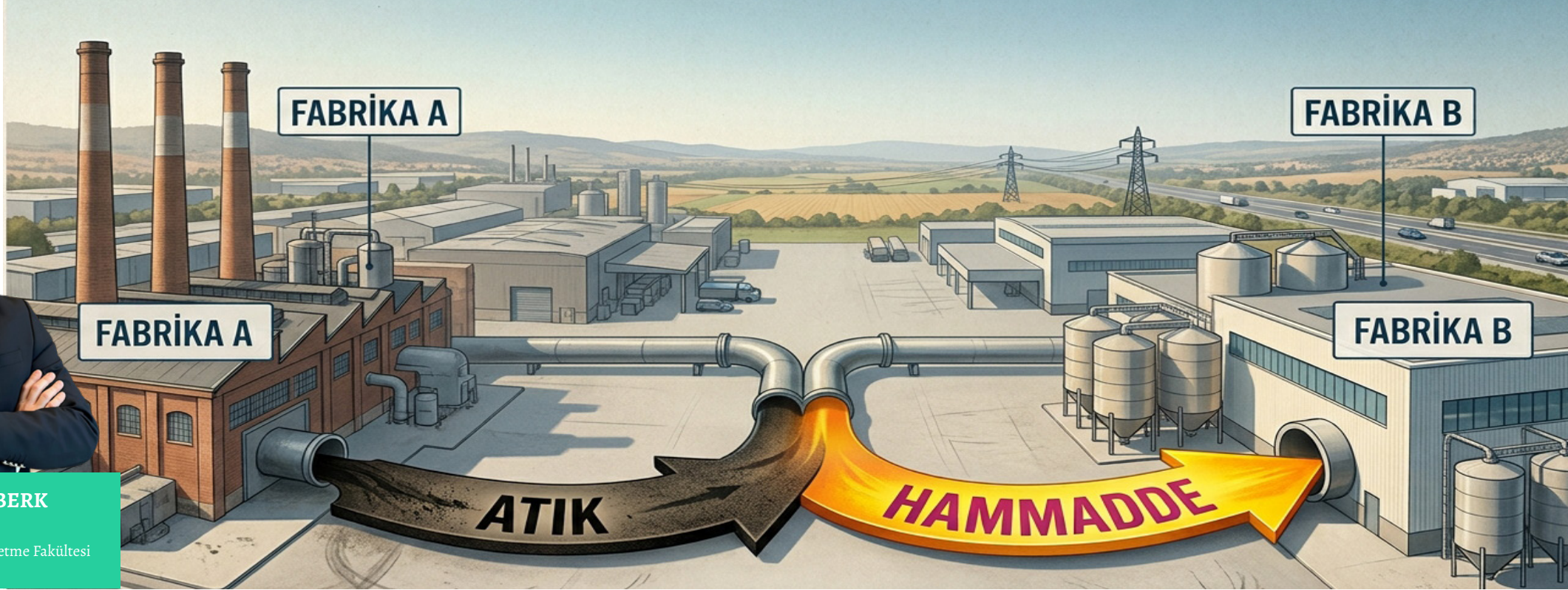
Siz, ürettiğiniz veriye ve teknolojinize güvindikten sonra , çiftçi gözüyle gördüğü sonuçlara inanacaktır.

Geleceğe bakarken; akıllı tarım, geleneksel çiftçiliği yok sayan bir sistem değil; aksine çiftçinin binlerce yıllık paha biçilmez sezgilerini bilim ve veriyle destekleyen bir güçtür. Zorluklar aşılmaz değildir. Biz ziraat mühendisleri, teknolojiyi doğanın gerçekleriyle harmanladıkça ve arayüzler çiftçinin diline daha çok yaklaştıkça bu dönüşüm başarıya ulaşacaktır. Çünkü günün sonunda toprağın bereketi, sadece dökülen alın teriyle değil, o terin teknolojiyle ne kadar akıllıca yönetildiğiyle ölçülmektedir.



PROF. DR. İSTEMİ BERK

TTGV Komünite Üyesi
Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi
İktisat Bölümü



TEKNİK EŞLEŞMEDEN EKONOMİK DEĞERE: ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ NEDEN İŞ MODELİNE İHTİYAÇ DUYAR?

Bir işletmenin atığının başka bir işletme için kaynağa dönüşmesi, ilk bakışta herkesin kazandığı kusursuz bir denklem gibi görünür: daha az hammadde kullanımı, daha fazla atığın ekonomik değere dönüşmesi, daha düşük sera gazı emisyonu. Buna rağmen, dünyanın farklı bölgelerinde geliştirilen çok sayıda endüstriyel simbiyoz projesi pilot uygulama aşamasını geçip bölgesel veya ulusal ölçekte yaygınlaşmıyor.

Bu ölçeklenme sorununun temel nedeni, çoğu zaman, teknolojinin yetersizliğinden ziyade iş modeli eksikliği. Bir endüstriyel simbiyoz eşleşmesi teknik olarak mümkün, çevresel açıdan da faydalı olabilir. Ancak eşleşmenin tarafı firmalar için güçlü bir iş gerekçesi ve uygulanabilir bir iş modeli oluşturulamıyorsa kalıcı bir ekonomik faaliyete dönüşemiyor.

Endüstriyel simbiyoz uygulamalarında ilk soru “Bu atık başka bir proseste kullanılabilir mi?” oluyor. Ardından “Bu eşleşme gerçekten çevresel fayda sağlıyor mu?” sorusu geliyor. Oysa üçüncü soru en az diğerleri kadar önemli: “Bu eşleşme sürdürülebilir bir iş modeline nasıl dönüşebilir?”

Endüstriyel Simbiyozda İş Gerekçesi ve İş Modeli

İş gerekçesi, belirli bir yatırımın neden yapılması gerektiğini ortaya koyar. Yatırım ve işletme maliyetleri, hammadde ve enerji tasarrufları, kaçınılan atık bertaraf maliyetleri, geri ödeme süresi ve yatırım getirisi gibi unsurlar bu değerlendirmenin temelini oluşturur. Kısacası iş gerekçesi, teknik olarak mümkün olan bir simbiyoz uygulamasının ekonomik olarak da yapılmaya değer olup olmadığını gösterir.

Avrupa Komisyonu Araştırma ve İnovasyon Genel Müdürlüğü'nün 2020 yılında yayımladığı ve AB tarafından fonlanan, farklı olgunluk düzeylerindeki 28 endüstriyel simbiyoz projesini incelediği rapor bu noktaya dikkat çekmektedir. Raporda, Teknoloji Hazırlık Seviyesi (TRL) yaklaşımına benzer şekilde dokuz seviyeden oluşan Endüstriyel Simbiyoz Hazırlık Seviyesi (ISRL) çerçevesi ortaya konulmuş ve bir eşleşme prototip ve demonstrasyon seviyesine (ISRL-6) geldiğinde iş gerekçesinin tüm ayrıntılarıyla ortaya konulması gerektiği vurgulanmıştır.

İş modeli ise bir ekonomik potansiyelin nasıl hayata geçirileceğini ve kalıcı bir ekonomik değere nasıl dönüşeceğini tanımlar. Atığın kim tarafından sağlanacağı ve kullanılacağı, kalite ve miktar sürekliliğinin nasıl güvence altına alınacağı, taşıma ve ön işlem maliyetlerinin nasıl karşılanacağı ve ortaya çıkan risklerle kazanımların taraflar arasında nasıl paylaşılacağı endüstriyel simbiyoz iş modelinin temel unsurlarıdır. Nitekim, bir simbiyoz ilişkisinin uzun vadede sürdürülebilir olması, yalnızca toplamda ekonomik değer yaratmasına değil, bu değerın simbiyozu taraf olan aktörler arasında anlamlı ve dengeli biçimde paylaşılmasına da bağlıdır.

Özetle, iş gerekçesi yoksa endüstriyel simbiyoz başlamaz; iş modeli yoksa başlayan simbiyotik ilişki sürdürülemez.

Türkiye’de yapıları çevre ve yapı malzemeleri sektörü açısından bir ilk olan Yapı Malzemelerinde Endüstriyel Simbiyoz Çalışma Grubu, TTGV İklim Lab Komünite Programı kapsamında 12 hafta boyunca yürütüldü. Firma temsilcileri, akademisyenler ve teknoloji sağlayıcılarından oluşan 54 paydaşın katılım sağladığı bu süreçte 40’ın üzerinde potansiyel atık-kaynak eşleşmesi ortaya konuldu ve bunların arasından 11 uygulanabilir vaka olarak seçildi. Eşleşmeler henüz şekillenmeye başlarken, çalışma grubu oturumlarından biri tamamen iş gerekçesi ve iş modeli konularına

ayrıldı. Bu oturumda, finansal fizibilite ve yatırım performansından maliyet tasarruflarına, kaynakların değerlendirilmesinden iş birliği ve rekabetçiliğe, yatırım ve istihdam etkilerinden yenilik kapasitesine kadar uzanan ekonomik ve organizasyonel göstergeler ele alınarak, ortaya çıkan simbiyoz eşleşmelerinin ekonomik olarak uygulanabilir ve ölçeklenebilir yapılara dönüşmesinin koşulları değerlendirildi.

Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının ölçeklenmesi için farklı değerlendirme düzeylerinin birlikte ele alınması gerekiyor. Kaynak akışı ve eşleşme düzeyinde teknik uygunluk, çevresel kazanım ve yaşam döngüsü maliyetleri, işletme düzeyinde yatırımın ekonomik gerekçesi ve yaratılan değerın taraflar arasındaki paylaşımı, ağ ve ekosistem düzeyinde ise katma değer, rekabetçilik, istihdam ve sektörel yayılma etkileri birlikte değerlendirilmeli. Bir simbiyoz ağının toplamda değer yaratması, ağa katılan her işletmenin aynı ölçüde fayda sağladığı anlamına gelmiyor. Bu nedenle maliyetlerin, tasarrufların, yatırımların ve risklerin hangi aktörler üzerinde oluştuğunu görünür kılmak, çevresel kazanımları ortaya koymak kadar önem arz ediyor.

Sonuçta atığı kaynağa dönüştürmek teknik ve çevresel bir başarıdır. Bu başarıyı kalıcı ve ölçeklenebilir bir ekonomik değere dönüştürmek ise ekonomik ve organizasyonel boyutların sürecin ilk aşamasından itibaren birlikte tasarlanmasını gerektirmektedir.

TTGV'DEN HABERLER



TTGV GÜDÜMLÜ Projeler Yeni Çağrı Dönemi Konu Başlıkları Açıklandı

“Teknoloji Üreten Türkiye” vizyonu ile ülkemiz sanayisinin rekabetçiliğini artıracak teknoloji çözümlerinin hız ve etki odaklı modellerle hayata geçirilmesini amaçlayan TTGV, dönüştürücü teknolojiler odağında ilk çağrı dönemini 2025 yılında gerçekleştirdiği GÜDÜMLÜ Proje (GÜP) Programı’nın 2026 yılı yeni çağrı dönemini başlatıyor.

Program kapsamında TTGV’nin önceliklendirdiği teknoloji alanlarında, ticarileşme veya ticari ölçek öncesi öğrenme ve risk azaltımı amacıyla teknoloji gösterimi (demonstrasyon) projelerinin hayata geçirilmesi hedefleniyor. Projelerle Ar-Ge’den inovasyona geçişin hızlandırılması, teknolojinin işleyişinin gösterilmesi, yerli kapasite ve değer zinciri oluşumuna katkı sağlanması ve ticari ölçekte yaygınlaştırılabilir örnekler üretilmesi amaçlanıyor.

20 Ekim 2026’da çevrimiçi olarak gerçekleştirilecek programın lansmanı ve sürece ilişkin duyurular için TTGV Web Sitesini ve sosyal medya hesapların takip edebilirsiniz.

GÜP Alanı	Kapsadığı konu başlıkları
Temiz Enerji Teknolojileri	Kimyasal hidrojen üretimi, yeni nesil bataryalar, termal enerji depolama, akıllı şebeke
Sanayide Yeşil ve Dijital Dönüşüm	Yapay zeka destekli enerji optimizasyonu, düşük karbonlu üretim
Döngüsel Ekonomi ve Kaynak Verimliliği	Solar panel geri dönüşümü, biyoçar, hayvansal atıkların değerlendirilmesi
Sürdürülebilir Tarım ve Gıda	İnsansız çiftlik, gıda bileşenleri, toprak iyileştirme
Karbon Yönetimi ve Değerlendirme	Karbon yakalama ve kullanımı, CO ₂ kurlama ve düşük karbonlu yapı malzemeleri

FLUX Teknoloji Yönlendirme Programı Yeni Dönem Başvuruları Açıldı

İklim teknolojileri alanında çalışan araştırmacıların geliştirdiği teknolojilerin ekonomik değer yaratma potansiyelini güçlendirmek amacıyla TTGV tarafından hayata geçirilen FLUX Teknoloji Yönlendirme Programı’nın yeni dönem başvuruları açıldı.

Doktora öğrencileri, doktora mezunları ve post-doc araştırmacılarının geliştirdiği teknolojilerin ekonomik değer yaratma potansiyelini güçlendiren, sektörel ihtiyaçlarla buluşturmayı hedefleyen bir dönüşüm yolculuğu olan FLUX Programına son başvuru tarihi 12 Ekim 2026.

Program kapsamında katılımcılara teknoloji kıymetlendirme, fikri ve sınai mülkiyet, iş modeli geliştirme, açık inovasyon, sanayi iş birlikleri, pazara giriş ve ölçeklenme başlıklarında eğitim ve mentorluk desteği sunulacak.

Ekim ayında başlayan teorik eğitimlerle birlikte katılımcılar, kendi teknolojilerine özel uygulamalı mentorluk çalışmalarını da yürütecek. Sürecin ilerleyen aşamalarında gerçekleştirilecek saha çalışmalarıyla teknolojilerin sanayi ihtiyaçlarıyla uyumu değerlendirilecek; Aralık ayında düzenlenecek fiziksel buluşma ve bootcamp ile çalışmalar uygulamalı olarak geliştirilecek.

Program, katılımcıların çalışmalarını ve teknoloji kıymetlendirme süreçlerinde elde ettikleri çıktıları TTGV ekosistemi ve ilgili sektör paydaşlarıyla buluşturacak Fellows Day ile tamamlanacak. Başarılı katılımcılar ayrıca TTGV’nin Tohum Programı ve diğer stratejik destek mekanizmalarıyla eşleşme imkânı bulacak.

Detayları için: flux.ttg.gov.tr



Enerji Dönüşümü Gündemi’nin Konuştu Hanzade Sarıçipek

“Enerji Dönüşümü Gündemi”nin yeni bölümünün konuşu TTGV Genel Sekreteri **Hanzade Sarıçipek** oldu. SHURA Araştırma Koordinatörü **Hasan Aksoy** moderatörlüğünde “COP31’e Doğru: İklim Eyleminin Teknoloji Cephesi” başlığı altında karbonsuzlaşmada teknolojinin rolü, temiz teknoloji ve inovasyonun enerji dönüşümüne katkısı, Türkiye’nin teknoloji ekosisteminde öne çıkan alanları ve COP31 sürecinin teknolojik dönüşüm açısından sunduğu fırsatların ele alındığı bölüme SHURA’nın YouTube, Spotify ve Apple Podcasts kanallarından ulaşabilirsiniz.



TTGV'den "İklim Teknolojileri Vaka Çalışmaları" Serisi: Sanayinin Öncü Uygulamaları Görünür Kılınıyor

TTGV, Türkiye'de iklim teknolojileri alanında farkındalığı artırmak ve sanayinin öncü uygulamalarını görünür kılmak amacıyla İklim Lab komünitesiyile birlikte "İklim Teknolojileri Vaka Çalışmaları" serisini hayata geçirdi. Çalışma, Endüstriyel Üretim, Enerji, Yapılı Çevre, Mobilite/Ulaşım ve Tarım/Gıda/Orman alanlarındaki iyi uygulamaları bir araya getiriyor.

Seride öne çıkan beş vaka şöyle:

- Süttaş Grubu (Tarım-Gıda): Süt üretim değer zincirinde tarım, enerji, su ve döngüsel ekonominin bütüncül sürdürülebilirlik modeli.
- Kipaş Holding Tekstil (Endüstriyel Üretim): Tekstilde döngüsel ekonomi ve atık geri kazanımıyla kaynak verimliliği.
- Tripy Mobility (Mobilite-Ulaşım): Mikromobilite teknolojileriyle şehir içi ulaşım emisyonlarının azaltılması.
- Kalyon PV (Enerji): Entegre güneş teknolojileri üretimi ve yüksek verimli yeni nesil güneş hücrelerinde Ar-Ge ile yerli üretim kapasitesi.
- Bosch Home Comfort Group (Yapılı Çevre): Isı pompası ve hibrit sistemlerle binalarda enerji verimliliği ve emisyon azaltımı.



Vaka çalışmalarının tamamına web sitemizden ulaşabilirsiniz.

Yeditepe Üniversitesi'nde Sanayinin Düşük Karbonlu Dönüşümü Masaya Yatırıldı

Yeditepe Üniversitesi ev sahipliğinde gerçekleştirilen "COP31'e Doğru Kaynak Verimliliği ve Düşük Karbonlu Dönüşüm Çalıştayı" kapsamında düzenlenen panelde, Türkiye sanayisinin düşük karbonlu dönüşümü kaynak verimliliği, rekabetçilik ve teknoloji uygulamaları başlıkları altında ele alındı. Panelde Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı'nı (TTGV), Öncül Proje Programı Program Uzmanı **Dr. Güniz Gürel** temsil etti.

TTGV adına yapılan değerlendirmelerde, düşük karbonlu teknolojilerin sanayinin gerçek ihtiyaçlarıyla buluşturulmasının kritik önem taşıdığı vurgulandı. Bu teknolojilerin laboratuvar ortamının ötesine geçerek gerçek çalışma koşullarında doğrulanması ve ardından ölçeklenebilir uygulamalara dönüştürülmesi gerektiğinin altı çizildi.

TTGV İklim Lab Komünitesi, Yapay Zekâ Fabrikası'nda Bir Araya Geldi

TTGV İklim Lab Komünitesi ve İklim Öncüleri, İklim Öncüsü ve İş Bankası Yapay Zekâ Fabrikası Genel Müdür Yardımcısı Semih Dilsiz'in ev sahipliğinde buluştu. Yaklaşık iki yıl önce "farklı alanlarda farklı perspektifler sunma" hedefiyle yola çıkan komünite, bu toplantıda geride bırakılan dönemi değerlendirirken önümüzdeki dönemin önceliklerini de ortak akılla belirledi.

Toplantıda, yıl boyunca yürütülen "İklim Teknolojileri Vaka Çalışmaları" kapsamındaki çıktılar ele alındı. Yapı Malzemelerinde Endüstriyel Simbiyoz, Tarımsal Atıklardan Katma Değer Üretimi, Tarımda Akıllı Sulama ve Hassas Tarım Yoluyla Su Verimliliği başlıklarında çalışan grupların somut sonuçları değerlendirilirken, iklim teknolojileri açısından kritik önem taşıyan yeni çalışma alanları da belirlendi.

TTGV İklim Lab Komünitesi'nin, farklı sektörlerden uzmanları bir araya getirerek iklim teknolojileri alanında bilgi üretmeye, iş birliklerini güçlendirmeye ve etki odaklı çözümler geliştirmeye devam edeceği belirtildi.



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

DÜNYADAN VE TÜRKİYE'DEN HABERLER

Dünyadan Haberler

Yapay Zekâ Rekabetinde Yeni Cephe: Devler Özel Çip Tasarımına Odaklanıyor COP31'in Ana Hedefi Elektrifikasyon: Türkiye'den 2035 İçin Küresel Çağrı

Birleşmiş Milletler'in bu yıl Antalya'da düzenlenecek İklim Değişikliği Konferansı (COP31) kapsamında Türkiye, 2035 yılına kadar küresel enerji kullanımında elektriğin payının yüzde 35'e çıkarılmasını hedefleyen uluslararası bir girişim başlattı.

COP31 Başkanı ve T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat Kurum, elektrifikasyon hedefinin konferans başkanlığının temel önceliklerinden biri olacağını belirterek ülkeleri bu hedef etrafında birleşmeye çağırdı. Kurum, ulaşım, binalar ve sanayide elektrifikasyonun artırılmasının enerji güvenliğini güçlendireceğini ve fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı koruma sağlayacağını vurguladı.

Türkiye'nin önerisine, COP31'in ortak ev sahiplerinden Avustralya da destek verdi. Avustralya İklim Bakanı Chris Bowen, enerji dönüşümünün hızlandırılmasının hem maliyetleri düşüreceğini hem de enerji sistemlerini

Kaynak: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2026-08-21/anthropic-taps-google-chip-veteran-as-part-of-push-into-hardware>

Rain Enhancement Technologies'e "Yılın AgTech İklim İnovasyonu" Ödülü

İyonizasyon tabanlı yağış artırma teknolojileri geliştiren ABD merkezli Rain Enhancement Technologies (RET), 7. AgTech Breakthrough Ödülleri programında "Yılın AgTech İklim İnovasyonu" ödülüne layık görüldü. Küresel tarım ve gıda teknolojileri alanındaki yenilikleri değerlendiren AgTech Breakthrough, şirketin geliştirdiği Weather Enhancement Technology Arrays (WETA) sistemini bu kategoride öne çıkardı.

WETA sistemleri, kimyasal madde veya hava aracı kullanmadan, bulutlardaki nemin yere inmesini sağlayarak doğal yağış süreçlerini destekliyor. Güneş enerjisiyle çalışan ve yıl boyunca otonom şekilde işleyen sistemler, özellikle kuraklık ve iklim değişkenliğinin arttığı tarım ve hayvancılık bölgelerinde su güvenliğini artırmayı hedefliyor. Sistemin operasyonel ömrü 15 yıl olarak belirtiliyor.

Kaynak: Investing News Network, "Rain Enhancement Technologies Recognized With 2026 AgTech Climate Innovation of the Year" by AgTech Breakthrough, 21 Ağustos 2026 — <https://investingnews.com/rain-enhancement-technologies-recognized-with-2026-agtech-climate-innovation-of-the-year-by-agtech-breakthrough/> (Kaynak: ACCESS Newswire)

Türkiye'den Haberler

Türkiye'nin Yapay Zekâ Yol Haritası Resmiyet Kazandı: 2026-2030 Eylem Planı Yayımlandı

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda kamu, özel sektör, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşlarının katkılarıyla hazırlanan 2026-2030 Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı, Cumhurbaşkanlığı Genelgesi'nin Resmî Gazete'de yayımlanmasıyla resmen yürürlüğe girdi.

Uygulama süreci Ulusal Yapay Zekâ Kurulu tarafından izlenecek ve ilk ilerleme raporu 12 ay içinde kamuoyuyla paylaşılacak. Kamu ve özel sektör iş birliğiyle 1 trilyon lirayı aşan ekonomik değer yaratması öngörülen eylem planı, dört temel sacayağı üzerine kuruluyor:

Fark Et: Yapay zekâ okuryazarlığı, insan kaynağı, veri ekosistemi ve hukuki çerçeve.

İstifade Et: Hesaplama altyapısı, kamuda ve özel sektörde yapay zekâ kullanımı.

Üret: Finansman, yerli modeller, robotik ve yapay zekâ büyüme bölgeleri.

Yönet: Uluslararası yatırımlar, yapay zekâ diplomasisi, bölgesel iş birlikleri ve güvenlik düzenlemeleri.

Kaynak: Anadolu Ajansı (AA)

Üç COP, Tek Mesaj: İş Dünyası İçin Taahhütten Uygulamaya Geçiş Yılı 2026

iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve toprak bozulması gibi üç büyük çevre krizin birbiriyle bağlantılı olduğu bir yıl olarak öne çıkıyor. Moğolistan'da yapılan Çölleşme COP17'si, Ermenistan'da gerçekleşecek Biyolojik Çeşitlilik COP17'si ve Türkiye'nin evsahipliğinde Antalya'da yapılacak İklim COP31'i, tüm bu krizlerin aynı sistemin parçaları olduğunu vurguluyor. Bu üç zirve, sadece çevre hedeflerinin değil, ulusal politikaların, şirket stratejilerinin ve finansman modellerinin bu hedeflere nasıl dönüştüğüne odaklanan, uygulamaya geçiş yılı niteliğinde. İş dünyası için en önemli mesaj ise, iklim, doğa kaybı ve toprak bozulmasının artık sürdürülebilirlik raporlarının ayrı başlıkları değil, tedarik zincirleri, finansal varlıklar ve rekabet gücü açısından doğrudan etkili olan ekonomik riskler olduğu.

Kaynak: Ekonomim.com



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.ttgiv.org.tr
#TeknolojiÜretenTürkiye
#İklimÖncüsü

