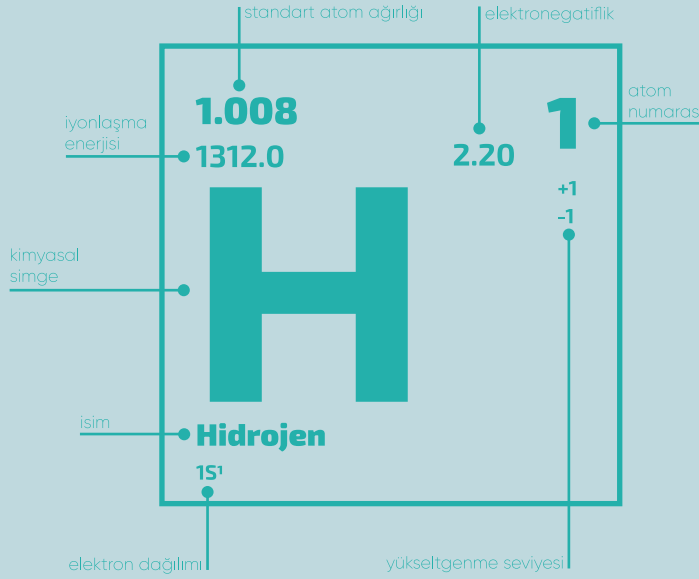


# Standard

Ekonomik ve Teknik Dergi



Sayı: 732-733  
ISSN: 1300-8366



## Hidrojen Enerjisi ve Teknolojileri



DOSYA

HİDROJEN ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

TÜRKİYE'DE HİDROJENİN  
KISA TARİHİ

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE  
YENİLENEBİLİR HİDROJENİN  
ROLÜ

TÜRKİYE'DE HİDROJEN EKOSİSTEMİ  
VE STANDARDİZASYONA  
GEÇİŞ

HİDROJEN ENERJİSİ VE  
TEKNOLOJİLERİNİN BİLİMSEL  
VE ÇEVRESEL BOYUTLARI



# Standard

Yıl: 65 Sayı: 732-733 Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos 2025  
Yayının Adı: Standard Ekonomik ve Teknik Dergi  
ISSN: 1300-8366

Türk Standardları Enstitüsü Adına Sahibi Mahmut Sami Şahin • Sorumlu Yazı İşleri Müdürü: Gökhan Kuş  
• Editör: Fatih Işık • Adres: TSE Kurumsal İletişim ve Pazarlama Müdürlüğü, Necatibey Cad. No: 112 06100  
Bakanlıklar/Ankara • Telefon: 0312 416 62 48 • e-mail: kurumsaliletisim@tse.org.tr • Grafik Tasarım: Cenk  
Gezer • Yayın Şekli: İki Aylık - Türkçe • Yayın Türü: Yerel Süreli • Yayın Tarihi: 31.08.2025

Dergide yayınlanan yazılardaki görüşler yazarlara ait olup derginin ve yazarın adı alınarak iktibas edilebilir.

TSE'ye ulaşmanın en kısa yolu [www.tse.org.tr](http://www.tse.org.tr) | 444 0 873

## BAŞKANIN MESAJI

Değerli Okuyucular,

Küresel iklim değişikliğinin etkilerini her geçen gün daha ağır hissettiğimiz bir dönemde, enerji meselesi artık yalnızca teknik bir konu değil; aynı zamanda ekonomik, stratejik ve hatta varoluşsal bir mesele haline gelmiştir. Günümüzde enerji politikaları ve stratejileri; iklim krizinin etkilerini azaltmak, sıfır emisyon hedeflerine ulaşmak ve alternatif enerji kaynaklarını daha etkin hale getirmek üzerine şekillenmektedir.

Son yıllarda yaşanan jeopolitik gerilimler ve bölgesel gelişmeler, enerji konusunu küresel gündemin merkezine taşımış; özellikle tedarik zincirlerinde yaşanan kırılmalar, ülkelerin enerji bağımsızlığına yönelik hassasiyetlerini daha da artırmıştır. Bu çerçevede, enerji politikalarının belirlenmesinde yalnızca çevresel faktörler değil, aynı zamanda arz güvenliği ve stratejik riskler de belirleyici bir rol üstlenmektedir.

Cemil Meriç'in ifadesiyle, "Her bunalım, bir yeniden doğuşun eşiğidir."

Bugün karşı karşıya olduğumuz küresel riskler, mevcut sistemleri sürdürmenin yeterli olmadığını; aksine, güçlü ve bütüncül bir dönüşümün kaçınılmaz olduğunu ortaya koymaktadır.

Enerji alanındaki bu dönüşüm; yenilenebilir enerji, karbon-suzlaşma, dijitalleşme, yerinde enerji üretimi yaklaşımı ve enerji verimliliği olmak üzere beş temel sacayağı üzerine inşa edilmektedir. Bu süreçte enerji teknolojileri alanındaki yenilikçi çalışmalar her geçen gün hız kazanmakta; özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarında önemli ilerlemeler kaydedilmektedir.

Geleceğe yönelik projeksiyonlarda hidrojen; sürdürülebilir yöntemlerle üretildiğinde, emisyonların azaltılmasına katkı sağlayan, enerji güvenliğini güçlendiren ve ekonomik büyümeyi destekleyen stratejik bir enerji taşıyıcısı olarak öne çıkmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı tarafından yayımlanan Global Hydrogen Review 2025 raporunda da, düşük

TSE BAŞKANI  
MAHMUT SAMİ ŞAHİN



emisyonlu hidrojen üretiminin önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artacağı ve bu artışın temiz enerji teknolojilerinde daha önce gözlemlenen dönüşümlere benzer bir ivme yakalayacağı vurgulanmaktadır.

Ülkemizin 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi doğrultusunda; hidrojenin güvenli taşınması, depolanması ve kullanımına yönelik standartların belirlenmesi ile gerekli teknik ve hukuki altyapının oluşturulması yönünde çalışmalar kararlılıkla sürdürülmektedir.

Türk Standardları Enstitüsü olarak; hidrojenin üretim, depolama, dağıtım ve kullanım süreçlerini kapsayan ulusal ve uluslararası standartların geliştirilmesine aktif katkı sağlıyor; ülkemizde güçlü bir hidrojen teknolojileri ekosisteminin oluşturulması için çalışmalarımızı sürdürüyoruz.

Aynı zamanda Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması kapsamında yürüttüğümüz doğrulama faaliyetleriyle, ihracatçılarımızın karbon emisyonlarının şeffaf ve güvenilir şekilde raporlanmasına katkı sunuyor; sanayimizin küresel rekabet gücünü artıracak dönüşüm süreçlerini destekliyoruz.

Bugün bizlere düşen görev; kaynaklarımızı etkin yönetmek, teknolojiyi doğru yönlendirmek ve geleceği güçlü bir vizyonla inşa etmektir. Hidrojen enerjisi ve beraberindeki teknolojiler, bu büyük dönüşümün en önemli anahtarlarından biri olacaktır.

# İÇİNDEKİLER

## HABERLER

- 4 TSE 64. OLAĞAN GENEL KURULU
- 8 DENİZLİ OSB, YEŞİL OSB SERTİFİKASI ALMAYA HAK KAZANDI
- 10 TSE - SEKTÖR BULUŞMALARI, GEBZE'DE DÜZENLENDİ
- 14 TSE İLE HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ ARASINDA İŞ BİRLİĞİ MUTABAKAT ZAPTI İMZALANDI
- 16 HAVELSAN, TS EN ISO 56001 İNOVASYON YÖNETİM SİSTEMİ BELGESİ ALAN İLK YAZILIM ŞİRKETİ OLDU
- 18 TSE BAŞKANI ŞAHİN, KOCAELİ TİCARET ODASI MECLİS TOPLANTISI'NDA KONUŞTU:
- 20 TSE'DEN THY DESTEK HİZMETLERİ AŞ'YE KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ BELGESİ
- 22 ALG BİYOTEKNOLOJİSİ ALANINDA FAALİYET GÖSTEREN KADIN GİRİŞİMCİ YURT DIŞINA AÇILMAYI HEDEFLİYOR
- 24 AŞIRI HAVA OLAYLARI GÜNEŞTEN ELEKTRİK ÜRETİMİNİ OLUMSUZ ETKİLİYOR
- 26 ATIK ISI POTANSİYELİNİN GERİ KAZANIMIYLA YILLIK 650 MİLYON DOLAR TASARRUF SAĞLANABİLİR
- 28 BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASINA İLİŞKİN ESASLAR DÜZENLENDİ
- 30 TİCARET SAVAŞINDA YENİ CEPHE: İHRACAT KONTROLLERİ
- 34 DANİMARKALI ENERJİ VE LOJİSTİK ŞİRKETLERİ TÜRKİYE'DE YATIRIM FIRSATI KOLLUYOR
- 38 DÜNYA ÇEVRE GÜNÜ'NÜN BU YILKI TEMASI 'PLASTİK KİRLİLİĞİNİ YENELİM' OLARAK BELİRLENDİ
- 42 DÜNYA'DA PLASTİK ATIKLARIN 2060'TA 1 MİLYAR TONA ULAŞMASI ÖNGÖRÜLÜYOR
- 46 KÜRESEL ENERJİ YATIRIMLARININ BU YIL 3,3 TRİLYON DOLARLA REKOR SEVİYEYE ULAŞMASI BEKLENİYOR
- 48 KÜRESEL YENİLENEBİLİR ENERJİ KURULU GÜCÜ SON 10 YILDA, YILLIK YÜZDE 144 ARTIŞLA 4,4 MİLYON MEGAVATIN ÜZERİNE ÇIKTI



**HABERLER** ● 4

TSE 64. Olağan Genel Kurulu



TSE - Sektör Buluşmaları, Gebze'de düzenlendi ● 10



Ticaret savaşında yeni cephe: İhracat kontrolleri ● 30

- 50 SIFIR ATIK VAKFI, TEK KULLANIMLIK PLASTİKLERİN OLUMSUZ ETKİLERİNİ RAPORLADI
- 54 ŞİRKETLER STRATEJİLERİNİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ODAĞINDA YENİLİYOR
- 58 TÜRKİYE'NİN 500 BÜYÜK ŞİRKETİNDEN 111'İ GIDA SEKTÖRÜNDEN
- 60 COP30'DA HİDROJEN, ENERJİ BAĞLAMINDAKİ EN ÖNEMLİ KONULardan BİRİ OLDU

## DOSYA

- 64 ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE YENİLENEBİLİR HİDROJENİN ROLÜ
- 72 TÜRKİYE'DE HİDROJENİN KISA TARİHİ
- 76 HİDROJENİN AÇTIĞI GELECEĞİ, TEST VE BELGELENDİRMENİN DESTEKLEMESİ ZORUNLU
- 80 HİDROJEN ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİNİN BİLİMSEL VE ÇEVRESEL BOYUTLARI: TÜRKİYE İÇİN YEŞİL HİDROJENİN STRATEJİK ÖNEMİ
- 88 ISO/TS 19870 NEDİR?
- 90 TEMİZ ENERJİ EKOSİSTEMİNİN YENİ OYUNCUSU
- 98 TÜRKİYE'DE HİDROJEN EKOSİSTEMİ VE STANDARDİZASYONA GEÇİŞ

## TEKNOLOJİ

- 112 FİZİK VE YAPAY ZEKÂ: AYNI YOLUN KESİŞEN HİKÂYELERİ
- GEZİ**
- 116 BİR AMERİKAN RÜYASI SARASOTA

# İÇİNDEKİLER



Enerji Dönüşümünde Yenilenebilir Hidrojenin Rolü ● 64



Hidrojenin Açtığı Geleceği, Test ve Belgelendirmenin Desteklemesi Zorunlu ● 76



Türkiye'de Hidrojen Ekosistemi Ve Standardizasyona Geçiş ● 98

**GEZİ** Bir Amerikan Rüyası Sarasota ● 116



# TSE 64. OLAĞAN GENEL KURULU

**Türk Standardları Enstitüsü (TSE) 64. Olağan Genel Kurul Toplantısı, Ankara'daki TSE Merkez Yerleşkesinde gerçekleştirildi.**

TSE Genel Kurul Salonu'nda gerçekleştirilen törene Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mehmet Fatih Kacır, Sanayi ve Teknoloji Bakan Yardımcıları Dr. Çetin Ali Dönmez ve Muhammet Kasım Gönüllü, Dışişleri Bakan Yardımcısı ve AB Başkanı Büyükelçi Mehmet Kemal Bozay, TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Başkan Vekili Faik Yavuz, Türk Patent ve Marka Kurumu Başkanı Prof. Dr. Muhammed Zeki Durak, Türkiye Bilimler Akademisi Başkanı Prof. Dr. Muzaffer Şeker, Helal Akreditasyon Kurumu Yönetim Kurulu Başkanı Zafer Soylu, TÜBİTAK Başkan Yardımcısı Prof. Dr. Mesut Güner, KOSGEB Başkan Yardımcısı Dr. Fatih Gökyurt, Hacettepe Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Mehmet Cahit Güran ve çok sayıda davetli katıldı.

Programın açılış konuşmasını yapan Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mehmet Fatih Kacır, güçlü altyapısıyla TSE'yi, müteşebbislerin küresel pazarlardaki rekabet gücünün ve ülke içindeki adil ticaretin teminatı olarak gördüklerini söyledi.



TSE'nin, geçen yıl uygunluk değerlendirme alanında düzenlediği 61 bine yakın belge ve raporla girişimcilerin ve vatandaşların güvenli, kaliteli ve çevre dostu ürün ve hizmetlerle buluşmasını teminat altına aldığına işaret eden Kacır, "Enstitümüz, sanayicilerimizin dünya pazarlarına erişimini kolaylaştırdı. 'Türk Malı' damgasının dünya pazarlarında kaliteyle özdeşleşmesini sağladı. TSE, ithalat kontrolleri kapsamında gerçekleştirdiği 205 bin ürün denetimiyle, standartlara uygun olmayan 5 bin ithal ürünün Türkiye'ye girişini engelledi" diye konuştu.

Bakan Kacır, tüketicilerin güvenli ve standartlara uygun ürünlere erişimini teminat altına alan bu denetimleri, aynı zamanda yerli üreticiyi haksız rekabete karşı koruyan stratejik bir araç olarak değerlendirdiklerini söyledi.

## **TSE'den son 1 yılda 1000'e yakın eğitim programı**

Son 1 yılda düzenlediği 1000'e yakın eğitim programıyla Enstitünün 22 bin vatandaşın yetkinliğini belgeleyerek nitelikli insan kaynağına önemli katkı sağladığını ifade eden Kacır, konuşmasını şöyle sürdürdü:

"TSE düzenlediği 48 helal uygunluk belgesiyle, vatandaşlarımızın inanç ve değerleriyle örtüşen ürün ve hizmetlere güvenle ulaşmasını mümkün kıldı. Bu alandaki yetkinliğiyle de Türkiye'nin küresel helal ekonomisindeki yükselişine güçlü destek verdi. Enstitümüz, ülkemizin küresel standartların oluşturulmasında aktif rol üstlenmesi için kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum temsilcilerini bir araya getirmeye devam ediyor. Bugün yapay zekâdan kuantum teknolojilerine, anti-sismik cihazlardan gemi ve denizcilik sistemlerine geniş bir yelpazede faaliyet gösteren 161 ayna komite ve bu komitelerde görev yapan 2 bin 780 uzman, TSE'nin rehberliğinde küresel standardizasyon çalışmalarına aktif katkı sunuyor."

## 17 OSB, 'Yeşil OSB' olarak tescillendi

Bugüne kadar çevresel sürdürülebilirliği esas alan üretim anlayışını benimseyen 17 OSB'yi "Yeşil OSB" olarak tescillediklerini anlatan Kacı, "Enstitümüz, ürün karbon ve su ayak izi ile su verimliliği yönetimi ve binalarda ısı yalıtımı gibi alanlarda devreye aldığı yeni standartlarla, ülkemizin 2053 net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda ilerlemesine ve iklim taahhütlerini yerine getirmesine de güçlü katkı sunuyor" dedi.

Bakan Kacı, Enstitünün yapı denetim kuruluşu olarak görev aldığı Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesi'nde sunduğu test, gözetim ve teknik eğitim hizmetlerinin yalnızca yerli üretime sağladığı katkının da 664 milyon dolar olduğunu aktardı.

## "TSE'yi güçlü ve etkili bir bölgesel oyuncu haline getirmeyi hedefliyoruz"

Yaklaşık 200 başlıkta hizmet veren TSE'nin, sahip olduğu kurumsal birikim ve teknik yetkinlikle ülkenin kalkınmasını desteklemeye devam edeceğini belirten Kacı, sözlerini şöyle noktaladı: "Sanayicilerimizin bugün yurt dışında yüksek maliyetlerle ve uzun bekleme süreleriyle ulaştığı pek çok kritik test ve deney hizmetini, yakında hizmete alacağımız Ankara Kalite Kampüsümüzde uygun maliyetle, yüksek hız ve güvenilirlikle sunacağız. Deney, test ve kalibrasyon altyapısıyla yalnızca ülkemizin değil, yakın coğrafyamızın da ihtiyaçlarına cevap verecek bu yatırım sayesinde TSE'yi küresel uygunluk değerlendirme pazarında güçlü ve etkili bir bölgesel oyuncu haline getirmeyi hedefliyoruz."

TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin ise Enstitünün dijitalleşme ve yapay zekâ alanındaki çalışmalarına dikkat çekerek, "TSE, yüksek teknoloji ürünlerine yönelik yerli standart altyapısını kurarak, dijitalleşme ve yapay zekâ uygulamaları için ulusal standart setleri oluşturarak ve akıllı üretim süreçlerini belgelendirerek sanayimize yön veren etkin bir kurum olmayı sürdürecektir" dedi.

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda çevre dostu üretimin önemine değinen TSE Başkanı Şahin "Karbon ayak izi ölçümünden döngüsel ekonomiye kadar uzanan geniş bir alanda katkı sağlamak, Enstitümüzün öncelikleri arasında olacaktır" diye konuştu. Şahin, Avrupa Yeşil Mutabakatı sürecinde sanayicinin yanında yer alacaklarını, yeni belgelendirme modelleriyle ihracatı destekleyeceklerini ifade etti.

TSE'nin uygunluk değerlendirme ve eğitim alanındaki çalışmalarına da değinen Şahin, "İnovasyon Yönetim Sistemi Belgelendirme programını başlattık. Bu belgeyi Enstitümüzden alan ilk milli kuruluşumuz TUSAŞ oldu" dedi.



## Deprem bölgesinde ve enerji projelerinde iş birliği

Deprem bölgesindeki yapı malzemesi kontrollerine ilişkin bilgi veren Şahin, "TOKİ ile imzaladığımız protokol çerçevesinde, şantiyelerden alınan numuneler üzerinde test ve analizler gerçekleştirdik" dedi. Ayrıca, Marmaray banliyö hattı duraklarına kurulacak güneş enerji sistemlerine yönelik denetim hizmetlerinin başlatıldığını belirtti.

Yerli üretim projelerinde TSE'nin aktif rol üstlendiğini söyleyen Şahin, "TÜRASAŞ tarafından üretilen Milli Elektrikli Tren Setine Ulusal Yeterlilik Onayı vererek Tip Onay Belgesi düzenledik. ASELSAN ile standardizasyon ve belgelendirme başta olmak üzere geniş kapsamlı iş birliği başlattık" dedi.

## Yıllık ortalama 33 milyon liralık tasarruf sağlandı

Akkuyu Nükleer Güç Santralinin türbin adası için yürütülen test ve kontrollerin Enstitü tarafından yapıldığını ifade eden Şahin, "Bilgi ve İletişim Güvenliği Rehberi kapsamında da belgelendirme programını başlattık" dedi. Şahin, ayrıca dijitalleşme projeleri sayesinde yıllık ortalama 33 milyon liralık tasarruf sağlandığını belirtti.

## ISO Genel Kurulu 2027'de İstanbul'da

Uluslararası iş birliklerine de değinen Şahin, "2027 yılında ISO Genel Kurulu'na İstanbul'da ev sahipliği yapacağız. 160'tan fazla ülkeden temsilcinin katılacağı bu organizasyon, Türkiye'nin küresel standartlara yön veren ülkeler arasındaki konumunu daha da güçlendirecek" ifadelerini kullandı.

Konuşmaların ardından gerçekleştirilen seçimde, Mahmut Sami Şahin yeniden TSE Başkanlığına seçildi.

# Denizli OSB, Yeşil OSB Sertifikası almaya hak kazandı

Denizli Organize Sanayi Bölgesi (OSB), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Türk Standardları Enstitüsü (TSE) tarafından yürütülen Yeşil OSB Sertifikasyonu sürecini başarıyla tamamlayarak, sanayide sürdürülebilir dönüşümün öncülerinden olmayı başardı.

Gelecek nesillere temiz bir çevre bırakma hedefiyle çalışmalarını ve projelerini sürdüren Denizli OSB, bu kapsamda Yeşil OSB Sertifikasyon başvurusu yaptı. Başvuru aşamalarını tamamlayan Denizli OSB'de TSE Muayene Gözetim Merkezi Başkanlığı gözetiminde "Yeşil OSB Belgelendirme" denetimi gerçekleştirildi.

Denetim hazırlık çalışmaları kapsamında, Bölge Müdürlüğü içerisindeki tüm birimlerin Yeşil OSB çalışmaları raporlandı. Ayrıca, TSE tarafından özel olarak belirlenen 40 kriter için "Yeşil OSB" analiz çalışması yapılarak 217 bölge firması çalışmaya dahil edildi.

Denizli Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü, Yeşil OSB uygulamaları kapsamında, çevresel, ekonomik, sosyal ve yönetsel açıdan Sanayi ve Teknoloji Bakanlığınca belirlenen kriterleri yerine getirerek denetimleri başarıyla tamamladı.

## Denizli OSB, Yeşil OSB Sertifikasını alan 18'inci OSB oldu

Avrupa Yeşil Mutabakat Eylem Planı kapsamında, Yeşil Organize Sanayi Bölgesi (OSB) ve Yeşil Endüstri Bölgesi Sertifikasyon Sisteminin uygulanmaya alınmasına yönelik teknik ve idari çalışmaların tamamlanması görevini üstlenen Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile TSE'nin yürüttüğü ve Dünya Bankası tarafından desteklenen Yeşil OSB Projesi kapsamında süreci başarıyla tamamlayan Denizli Organize Sanayi Bölgesi, Türkiye'de Yeşil OSB Sertifikasını alan 18'inci OSB oldu.

TSE'de düzenlenen belge takdim törenine TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin, Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kurulu (OSBÜK) Başkanı Memiş Kütükcü, Denizli OSB Yönetim Kurulu Başkanı Derya Baltalı, Denizli OSB Bölge Müdürü Ahmet Taş ile Denizli OSB'nin idari ve teknik yöneticileri katıldı.

Törende Denizli OSB Yönetim Kurulu Başkanı Derya Baltalı'ya sertifikayı TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin ile OSBÜK Başkanı Memiş Kütükcü takdim etti.

Denizli OSB Yönetim Kurulu Başkanı Derya Baltalı törende yaptığı konuşmada, "Denizli Organize Sanayi Bölgesi, 1975 yılındaki kuruluşundan bu yana gerçekleştirdiği yatırımlar ve yenilikçi çalışmalarıyla istikrarlı bir gelişim sergilemekte; ülkemiz sanayisine önemli katkılar sunmaya devam etmektedir. Toplam 5.500.000 m<sup>2</sup>'lik bir alanda faaliyet gösteren bölgemizde 215 adet sanayi parseli bulunmaktadır. Bu parsellerde üretim yapan firmalar, yıllık yaklaşık 1 milyar dolar tutarında ihracat gerçekleştirmekte ve yaklaşık 30.000 kişiye istihdam sağlamaktadır.



Denizli OSB olarak, sanayicilerimize kaliteli, sürdürülebilir ve güvenli hizmetler sunma vizyonumuz doğrultusunda çalışmalarımızı aralıksız sürdürüyoruz. Bu süreçte, Türk Standardları Enstitüsü'nün rehberliği ve denetimleriyle elde ettiğimiz uluslararası belgeler sadece bölgemizin rekabet gücünü artırmakla kalmamış, aynı zamanda Türk sanayisinin sürdürülebilir geleceğine de katkı sağlamıştır.

Ayrıca, 2024 yılında TSE tarafından ISO 14064 Karbon Ayak İzi Hesaplamamız doğrulanmış; Yeşil OSB Sertifikasyon süreci TSE onayıyla sonuçlanmış ve Yeşil OSB Sertifikamızı almaya hak kazanmış bulunmaktayız. Bu başarı, yalnızca kurumumuzun değil, aynı zamanda Denizli OSB'de faaliyet gösteren tüm sanayicilerimizin çevreye duyarlı üretime olan bağlılığının da somut bir göstergesidir. Bu süreçlerin her birinde Türk Standardları Enstitüsü'nün kıymetli katkıları, rehberliği ve iş birliği bizler için son derece anlamlıdır. Sunduğunuz destek sayesinde, Denizli OSB olarak sanayicilerimizi daha rekabetçi, daha çevreci ve daha güvenli bir geleceğe taşımaya devam ediyoruz" ifadelerine yer verdi.

# TSE – Sektör Buluşmaları, Gebze’de düzenlendi



Türk Standardları Enstitüsü (TSE), sanayiciler ve iş dünyasının temsilcileriyle Gebze Kalite Kampüsünde düzenlediği “TSE – Sektör Buluşmaları” etkinliğinde bir araya geldi. Etkinlikte, TSE'nin sunduğu hizmetler ve Türkiye sanayisinin gelişim sürecine katkıları ele alındı.

TSE Gebze Kalite Kampüsü Konferans Salonu'nda düzenlenen etkinliğe Kocaeli Valisi İlhami Aktaş, Körfez Kaymakamı Uğur Kalkar, Gebze Belediye Başkanı Zinnur Büyükgöz, TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin, Kocaeli Üniversitesi Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Ercüment Çiftçi, Sanayi ve Teknoloji İl Müdür Vekili Menekşe Çelik, Doğu Marmara Gümrük ve Dış Ticaret Bölge Müdürü Fatih Yalçınkaya, İl Ticaret Müdürü Veysi Uzunkaya, Kocaeli Sanayi Odası Başkanı Ayhan Zeytinoğlu, KOSGEB Kocaeli Doğu ve Batı Müdürlükleri Müdürü İbrahim Ustaömer, Gebze Kimya İhtisas OSB Yönetim Kurulu Başkanı İbrahim Aracı, TÜBİTAK MAM Strateji ve Proje Yönetimi Direktörü Doç. Dr. Abit Balin, TÜBİTAK MAM Strateji ve İş Geliştirme Müdürü Dr. Samet Feyyaz Hamamcı ile çok sayıda sanayici ve iş insanı katıldı.

## “TSE, sektöre önemli katkılar sunuyor”

Kocaeli Valisi İlhami Aktaş, açılış konuşmasında Türkiye'nin kalkınma hedeflerine ulaşmasında kaliteli ve uluslararası standartlarda üretimin büyük rol oynadığını vurguladı. Vali Aktaş, “Düzenlenen bu önemli organizasyonda aranızda bulunmaktan duyduğum memnuniyeti dile getirmek isterim. Ülke olarak kalkınma hamleleri çerçevesinde kaliteyi yakalayıp dünyayla rekabet ediyor hale gelmek mutluluk verici” dedi.

Üretimin hem nitelik hem de sürdürülebilirlik açısından geliştirilmesi gerektiğini belirten Aktaş, Türk Standardları Enstitüsü'nün sektöre sunduğu katkılara dikkat çekti. Aktaş, “TSE geçmişinden bu yana çok geniş bir yelpazede belgelendirme faaliyetleri yürüterek sektöre önemli katkılar sunuyor. Belgelendirmelerin ardından sahada takibinin de yapıyor olması oldukça önemli” ifadelerini kullandı.

## “İhracattaki artışın temelinde TSE'nin rolü var”

Gebze Belediye Başkanı Zinnur Büyükgöz, Türkiye'nin 2000'li yıllarda 36-37 milyar dolar olan ihracatının, günümüzde 265 milyar dolara ulaşmasını değerlendirdi. Başkan Büyükgöz, bu 10 katlık artışın temelinde mutlaka bir standardizasyonun, belgelendirmenin ve sürdürülebilirliğin bulunduğunu belirtti.

Büyükgöz, “Çağın ve globalleşen dünyanın gerekliliklerine ayak uydurmamızı sağlayan bir sistem var. Bu sürecin arkasında ise Türk Standardları Enstitüsü bulunuyor” dedi. Büyükgöz, TSE'nin düzenlediği Sektör Buluşmaları programının, devlet ve milletin el birliğiyle başarıya ulaşmasının önemli bir göstergesi olduğunu vurguladı.

## “Gebze Kalite Kampüsümüz yılda 150 binden fazla test ve kalibrasyon hizmeti sunuyor”

TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin ise, “1998 yılında Gebze'de kurulan Kalite Kampüsü, elektronik, kimya, biyogenetik, gıda, yapı malzemeleri ve makine gibi birçok alanda gelişmiş laboratuvar altyapısı sunuyor. Gebze Kalite Kampüsümüz, yılda ortalama 150 bin den fazla test ve kalibrasyon hizmeti sunarak sanayicimizin yanındadır. Kocaeli sanayisine ve bu bölgedeki ihracat gücüne sürdürülebilir katkılar sağlamak için büyük gurur duyuyoruz” şeklinde konuştu.

“1998 yılında Gebze’de kurulan Kalite Kampüsü, elektronik, kimya, biyogenetik, gıda, yapı malzemeleri ve makine gibi birçok alanda gelişmiş laboratuvar altyapısı sunuyor.”



### Yeni Kalite Kampüsü: Geleceğe Yatırım

Ankara Temelli'deki Kalite Kampüsünün, TSE'nin vizyonunun bir parçası olduğunu belirten Şahin, bu dev yatırımı 2025 yılında tamamlamayı ve kalite altyapısına yön verecek bir merkez haline getirmeyi hedeflediklerini söyledi. "Bu yatırım, sadece bir fiziki yapı değil, bilimsel ve teknolojik kapasitemize yapılan bir yatırımdır" diye ekledi.

### "Yeni standartlarla enerji verimliliği artacak"

Revize edilen TS 825 - Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ile ilgili konuşan Şahin, bu düzenlemenin enerji verimliliğini artıracığını, fosil yakıt tüketimini azaltacağını ve hane halkı enerji maliyetlerini düşüreceğini vurguladı. Şahin, "TS 825, ülkemizin 2030 ve 2053 iklim taahhütleriyle birebir örtüşen stratejik bir adımdır" dedi.

### Sanayicilere çağrı: "TSE, sizin kurumunuz"

Son olarak sanayicilere çağrıda bulunan Şahin, "TSE, sizin kurumunuzdur. Sizinle birlikte çalışan, sahada olan ve çözüm üreten bir yapıdır. Teknik komitelerde yer alarak sektörünüzü doğrudan etkileyen standartların belirlenmesinde söz sahibi olun" dedi.

Program sonunda TSE yetkilileri, sanayicilerden gelen soruları yanıtladı.

### "TSE sahada, üretimin kalbinde yer alıyor"

Milli Teknoloji Hamlesi vizyonu ile Akkuyu NGS, TOKİ, TUSAŞ, ASELSAN, TOGG ve TÜRASAŞ gibi stratejik projelerde ve milli markalarla güçlü iş birliklerinde görev aldıklarını aktaran Şahin, 'Sanayimizin içinde, sahada, üretimin kalbinde yer alıyoruz ve ihtiyaçlara hızlı çözümler geliştiriyoruz' dedi.

### Yeşil dönüşümde TSE'nin katkısı

Dijital ve yeşil dönüşüm süreçlerine önemli rol oynadıklarını belirten Şahin, Su Verimliliği Yönetim Sistemi, Yeşil OSB ve Hijyen ve Sanitasyon Yönetim Sistemi gibi belgelendirme modelleriyle Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedeflerine katkı sağladıklarını ifade etti. Şahin, "Bugüne kadar 18 OSB, Yeşil OSB Belgelendirme Programını alarak çevresel dönüşümde öncü olmuştur. Buradan tüm OSB temsilcilerine çağrı yapıyorum: Bu dönüşüm sürecine katılın ve geleceğin dünyasında yerinizi alın" dedi.

2026'da yürürlüğe girecek olan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması hakkında da açıklamalarda bulunan Şahin, Avrupa Birliği tarafından belirlenen çevresel kriterlerin ülkemizde karşılıklı tanıma için uygun şekilde uygulanabilmesi için gerekli altyapının oluşturulduğunu belirtti. Şahin, "İhracatçılarımızın bu düzenlemelerden olumsuz etkilenmemesi için TSE olarak hazırlıklarımızı sürdürüyoruz" dedi.



# TSE ile Hacettepe Üniversitesi arasında iş birliği mutabakat zaptı imzalandı



Türk Standardları Enstitüsü (TSE) ile Hacettepe Üniversitesi arasında iş birliği mutabakat zaptı imzalandı. Mutabakat zaptı çerçevesinde, TSE ile Hacettepe Üniversitesi belirlenen alanlarda ortak çalışmalar yapacak.

Hacettepe Üniversitesinde gerçekleştirilen imza törenine, TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin, Hacettepe Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Mehmet Cahit Güran ile her iki kurumdan yetkililer katıldı.

## **İnsan kaynağının yetiştirilmesi sağlanacak**

İmzalanan mutabakat zaptı çerçevesinde, TSE ile Hacettepe Üniversitesi, nükleer güç santrallerinde kullanılacak ürün ve sistemlerin test edilmesi için laboratuvar kurulumları gerçekleştirecek. Ayrıca, ülkemizdeki nükleer santral projelerinin inşası ve uygunluk değerlendirme faaliyetlerinde görev alacak insan kaynağının yetiştirilmesi sağlanacak. Taraflar, radyasyon güvenliği ve risk analizi konularında yerli tedarikçilerin gelişimini desteklemek amacıyla laboratuvarlar kuracak ve bu laboratuvarları işletmeye alacak. Ayrıca, ürün ve sistem testleri yapılacak.



## **Uluslararası standartlarla uyumlu gelişim**

Nükleer enerji alanında karşılıklı eğitimler düzenlenecek ve taraflar, eğitmen ile uzman paylaşımını artırarak sektörel bilgi ve deneyim aktarımını teşvik edecekler. Radyasyon güvenliği kapsamında uluslararası uygunluk değerlendirme faaliyetlerine katılım sağlanacak. Sertifikasyon ve özel eğitim programları düzenlenecek, bu sayede uluslararası standartlarla uyumlu bir gelişim sağlanacak.

TSE ile Hacettepe Üniversitesi, nükleer enerji alanında kurulacak laboratuvarların tasarımı ve test metodlarının geliştirilmesi için karşılıklı iş birliği yapacak. Ayrıca, sistem tasarımı ve test süreçleri üzerinde ortak çalışmalar yürütülecek.

Mutabakat zaptı, TSE ile Hacettepe Üniversitesi'nin nükleer enerji ve radyasyon güvenliği alanındaki iş birliğini güçlendirecek.

# HAVELSAN, TS EN ISO 56001 İnovasyon Yönetim Sistemi Belgesi alan ilk yazılım şirketi oldu



HAVELSAN, inovasyon alanındaki uluslararası standartlara uyumunu tescilleyerek, TS EN ISO 56001 İnovasyon Yönetim Sistemi Belgesini almaya hak kazandı.

Şirketten yapılan açıklamaya göre, Türk Standardları Enstitüsü (TSE), HAVELSAN'ı TS EN ISO 56001 İnovasyon Yönetim Sistemi Belgesi ile belgelendirdi.

Yazılım sektöründe bu belgeyi alan ilk kuruluş olan HAVELSAN, bu başarıyla inovasyon yönetimini sistematik ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturduğunu gösterdi.

Belge, kuruluşlara belirsizlikleri daha etkin yönetme, büyüme ve rekabet gücünü artırma, maliyetleri düşürme ve sürdürülebilirlik gibi birçok alanda önemli katkılar sağlıyor, iş birliği ve yetenek çekme kabiliyetlerini geliştirmenin yanı sıra, yasal gerekliliklere uyumu da kolaylaştırıyor.

**HAVELSAN Genel Müdürü  
Mehmet Akif Nacar:**

*"Organizasyonların yenilikçilik süreçlerini sistematik bir şekilde yönetmelerine yardımcı olan ISO 56001 standardını karşılamamız ve bugün bu belgeyi almamız oldukça değerli. Bu sertifika, yenilik yönetimi konusunda bize uluslararası bir çerçeve sunarak, rekabet avantajı oluşturacak"*

**"Sertifika, rekabet avantajı oluşturacak"**

Belgelendirme töreni, HAVELSAN yerleşkesinde, TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin, HAVELSAN Genel Müdürü Mehmet Akif Nacar ve her iki kurumdan yöneticilerin katılımıyla gerçekleşti.

Törende konuşan TSE Başkanı Şahin, "Savunma sanayimizin öncü kuruluşlarından HAVELSAN'ın bu önemli belgeyi almış olmasından memnuniyet duyuyoruz. Hayırlı olmasını temenni ederim" ifadelerini kullandı.

HAVELSAN Genel Müdürü Nacar ise sertifikanın kurum için stratejik bir önem taşıdığına dikkat çekerek, "Savunma sanayinde inovasyon kültürü en yaygın olan şirketlerden biriyiz. Organizasyonların yenilikçilik süreçlerini sistematik bir şekilde yönetmelerine yardımcı olan ISO 56001 standardını karşılamamız ve bugün bu belgeyi almamız oldukça değerli. Bu sertifika, yenilik yönetimi konusunda bize uluslararası bir çerçeve sunarak, rekabet avantajı oluşturacak" değerlendirmesinde bulundu.

**TS EN ISO 56001 İnovasyon Yönetim Sistemi Belgesi**

Belge, bir kuruluşun inovasyon yapma yeteneği, sürdürülebilir büyüme, ekonomik canlılık, artan refah ve toplumsal gelişme için kilit bir faktör olarak kabul ediliyor.

Kuruluşun inovasyon yeteneği, koşulların değişimini anlama ve bunlara yanıt verme kabiliyetini, yeni fırsatların peşinden koşma ve kuruluş içindeki kişilerin bilgi ve yaratıcılığının kaldıraç etkisinden yararlanma ve ilgili taraflarla iş birliğini içeriyor.

İnovasyon yönetim sistemi, kuruluşun inovasyon vizyonu, stratejisi, politikası ve amaçları ile hedeflenen çıktılara ulaşmak için ihtiyaç duyulan destek ve süreçleri oluşturmada rehberlik sağlıyor.



## TSE Başkanı Şahin, Kocaeli Ticaret Odası Meclis Toplantısı'nda konuştu:

"Sanayicimizin yeşil dönüşüm ve dijitalleşme süreçlerinde karşılaştığı teknik engelleri bertaraf etmek, sürdürülebilir üretim anlayışına geçişi kolaylaştırmak bizim temel önceliklerimizdendir. Bu bağlamda geliştirdiğimiz Yeşil OSB Belgelendirme Programı, Su Verimliliği Yönetim Sistemi, Ürün Karbon Ayak İzi, Su Ayak İzi belgelendirmeleri ve sürdürülebilir güvenli üretim modelleri gibi yenilikçi hizmetlerimizle Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ve 2053 Net Sıfır Emisyon Vizyonuna katkı sunuyoruz"

Kocaeli Sanayi Odasının (KSO) haziran ayı meclis toplantısına katılan Türk Standardları Enstitüsü (TSE) Başkanı Mahmut Sami Şahin, Kocaeli'nin üretim ve ihracatın kalbi olduğunu söyledi.

Kocaeli'nin Türkiye'nin üretim gücünü temsil eden sanayi şehri olduğuna işaret eden Şahin, "Türkiye ihracatının yaklaşık yüzde 20'sini gerçekleştiren bu bölge, yüksek teknoloji ve katma değerli üretimiyle Milli Teknoloji Hamlesinin lokomotifidir" ifadesini kullandı.

TSE'nin, Gebze Kalite Kampüsü'nde sunduğu test ve belgelendirme hizmetleriyle Kocaeli'deki sanayicilerin çözüm ortağı olduğunu aktaran Şahin, kampüsün hizmet verdiği laboratuvarlarla bölge sanayisinin test ve analiz ihtiyaçlarını karşıladığını kaydetti.

Şahin, TSE'nin yalnızca belgelendirme kuruluşu olarak kalmasını istemediklerini, aynı zamanda sanayide stratejik ortak olmayı hedeflediklerini vurgulayarak, şöyle devam etti:

"Bugün Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nden Togg'a, TUSAŞ ve ASELSAN'dan TÜRASAŞ'a kadar pek çok stratejik projede Enstitümüz aktif rol alıyor. Sanayicimizin yeşil dönüşüm ve dijitalleşme süreçlerinde karşılaştığı teknik engelleri bertaraf etmek, sürdürülebilir üretim anlayışına geçişi kolaylaştırmak bizim temel önceliklerimizdendir. Bu bağlamda geliştirdiğimiz Yeşil OSB Belgelendirme Programı, Su Verimliliği Yönetim Sistemi, Ürün Karbon Ayak İzi, Su Ayak İzi belgelendirmeleri ve sürdürülebilir güvenli üretim modelleri gibi yenilikçi hizmetlerimizle Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ve 2053 Net Sıfır Emisyon Vizyonuna katkı sunuyoruz."

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının stratejik hedefleri doğrultusunda hareket ettiklerini dile getiren Şahin, bu bağlamda ithalatta geniş yelpazede görev üstlendiklerini ifade etti.

Şahin, TSE'nin gelecek hedeflerinden bahsederek Ankara'nın Temelli bölgesinde inşaatı süren Kalite Kampüsünün, Türkiye'nin kalite ve uygunluk değerlendirme üssü olacağını söyledi.

Kampüsün, yerli üretimin gelişimi, stratejik sermayenin ülkede kalması açısından önemli olduğuna değinen Şahin, insan kaynağının niteliğinin artırılması açısından da önemli olduğunu vurguladı.

Şahin, "Ankara Temelli'de inşası büyük oranda tamamlanan TSE Kalite Kampüsü, özellikle ülkemizde gerçekleştirilemeyen testleri kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Yüksek maliyetli ve dışa bağımlı olunan testlerin artık yurt içinde, milli altyapımızla yapılmasını sağlayacak bu kampüs, kademeli olarak faaliyete geçecektir." diye konuştu.



# TSE'den THY Destek Hizmetleri AŞ'ye Kalite Yönetim Sistemi Belgesi



Türk Standardları Enstitüsü (TSE), Türk Hava Yollarının yüzde yüz iştiraki olarak kurulan THY Destek Hizmetleri AŞ'yi TS EN ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Belgesi ile belgelendirdi.

Kalite belgesini TSE Başkanı Mahmut Sami Şahin, THY Destek Hizmetleri AŞ Genel Müdürü Emre Menevşe'ye takdim etti.

6 Mart 2023 tarihinde kurulan THY Destek Hizmetleri AŞ, Türkiye'nin en büyük destek hizmetleri firmaları arasında yer alıyor. Kuruluş, Türk Hava Yollarının ana faaliyet alanı dışında kalan operasyonel ve organizasyonel süreçleri yönetmenin yanı sıra tesis yönetimi, uçuş ve yer hizmetleri, mali ve idari işler, temizlik ve güvenlik gibi hizmet alanlarında da faaliyet gösteriyor.

TSE tarafından verilen TS EN ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Belgesi, kuruluşun kalite anlayışını geliştirilmesi, müşteri memnuniyetini artırması ve ulusal ile uluslararası düzeyde rekabet gücünü yükseltmesi açısından önemli bir adım olarak değerlendiriliyor.

## Sürdürülebilir başarıya katkı

Kalite yönetim sisteminin uygulanması; kâr, verimlilik ve pazar payında artış sağlarken, etkin yönetim, maliyetlerin düşürülmesi, çalışan memnuniyeti, kurumsal iletişimde iyileşme ve müşteri şikayetlerinin azalması gibi birçok faydayı da beraberinde getiriyor. Ayrıca bu sistem, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine güçlü bir temel oluşturarak kurumsal performansın sürekli iyileştirilmesine katkı sunuyor.



## Hız radarlarının muayenelerinde, 'Yetkilendirilmiş Kuruluş' olarak hizmet veriyoruz

Hız İhlal Tespit Donanımları Muayene Yönetmeliği kapsamında, trafikte hız ihlallerinin tespitinde kullanılan donanımların (radar) ölçüm doğruluğuna yönelik muayeneler gerçekleştiriyoruz.

☎ 444 0 873

✉ [cevreselgozetim@tse.org.tr](mailto:cevreselgozetim@tse.org.tr)



# Alg biyoteknolojisi alanında faaliyet gösteren kadın girişimci yurt dışına açılmayı hedefliyor



*Alg, nemli ağaç gövdelerinden, dere, göl ve denizlere kadar çok çeşitli ortamlarda yeşil bir örtü şeklinde görülen canlıların genel adı olarak biliniyor. Besin zincirinin önemli bir parçasını oluşturan alglerden gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri alanlarında yararlanılıyor.*

Tatlı ve tuzlu su ortamları ile bazı kayalıkta yaşayan alglerden yararlanarak kozmetik, gıda ve tarım firmalarına ham madde sağlayan Ankaralı girişimci Aygen Savaş Alkan, faaliyetlerini uluslararası alana taşıyarak ülke ekonomisine katkı sağlamayı hedefliyor.

Alg, nemli ağaç gövdelerinden, dere, göl ve denizlere kadar çok çeşitli ortamlarda yeşil bir örtü şeklinde görülen canlıların genel adı olarak biliniyor.

Besin zincirinin önemli bir parçasını oluşturan alglerden gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri alanlarında yararlanılıyor.

## **“Algler, tarım, gıda, kozmetik endüstrileri için büyük bir potansiyel vadediyor”**

Alg biyoteknolojisi olarak tanımlanan bu alanda faaliyet gösteren Ankaralı girişimci Aygen Savaş Alkan, Anadolu Ajansına tarım, gıda ve kozmetik endüstrilerine yönelik iklim dostu ve döngüsel ürün ve teknolojiler geliştirme üzerine çalıştıklarını söyledi.

Ağaçlardan ortalama 400 kat daha fazla karbon yakalama ve oksijen üretme kapasitesine sahip olmaları ve dünyadaki oksijenin de ana kaynağı olmaları nedeniyle algler konusunda çalışmaya başladıklarını dile getiren Alkan, “Tanımlanmış dahi 70 bin türü var.

İnsani temellere dayalı olan tarım ve gıda sektörlerinin yanı sıra kozmetik gibi üç farklı dikeyde de çok büyük potansiyel sunuyorlar” dedi.

Mevcut alg teknolojilerinin gelişime çok açık olduğunu ve bu konuda Türkiye’den dünyaya açılan önemli bir aktör olmak istediklerini belirten Alkan, “Algler, türler arasında değişkenlik göstermekle birlikte çeşitli proteinleri, antioksidanları ve vitaminleri zengin bir şekilde barındıran çok kıymetli bir doğal kaynak niteliği taşıyor. Bu fonksiyonel profilinden dolayı da esasında tarım, gıda, kozmetik endüstrilerinde çok büyük bir potansiyel vadediyor” diye konuştu.

Alkan, toprak bozulması, gıda krizi, su kıtlığı gibi küresel problemler sebebiyle her geçen gün daha fazla yeşil, fonksiyonel ve zehirsiz çözüme ihtiyaç duyulduğuna dikkati çekerek, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında hazırlanan “Çiftlikten Çatala Stratejisi” gibi düzenlemelerin söz konusu teknolojinin geliştirilmesinde itici güç olduğunu ifade etti.

## **“Bir projemize TÜBİTAK BIGG desteği aldık”**

“Alg biyoteknolojisi alanında Türkiye’de yabancı sermayeden doğrudan yatırım alan ilk girişim” olduklarını bildiren Alkan, üzerinde çalıştıkları iki projeden biriyle ilgili TÜBİTAK BIGG desteği aldıklarını kaydetti.

Söz konusu projenin alg tabanlı biyoponik tarım teknolojisi olduğunu anlatan Alkan, “Bu teknolojimizde alglerle yani su yosunlarıyla bitkileri eş zamanlı olarak aynı platformda yetiştirebileceğimiz bir sistem tasarladık” ifadesini kullandı.

Alkan, “Direkt olarak endüstrinin ihtiyaç ve problemlerini hedef alan bir teknoloji de olmasından dolayı bunu geliştirip büyük üreticilere, sanayiye, endüstriye lisanslamak gibi bir hedefimiz de bulunuyor” dedi.

Üzerinde çalıştıkları diğer projenin “alg fermantasyonu teknolojisi” olduğunu dile getiren Alkan, bu kapsamda faydalı bakteri ve mayaları kullanarak algleri fermente ettiklerini ve atıksız olan bu işlemin sonucunda da çift fazlı katma değerli ürün eldesi sağlaya-

bildiklerini söyledi. Alkan, elde ettikleri çıktının tarım, gıda ve kozmetik gibi farklı alanlarda değerlendirilebildiğine dikkati çekti.

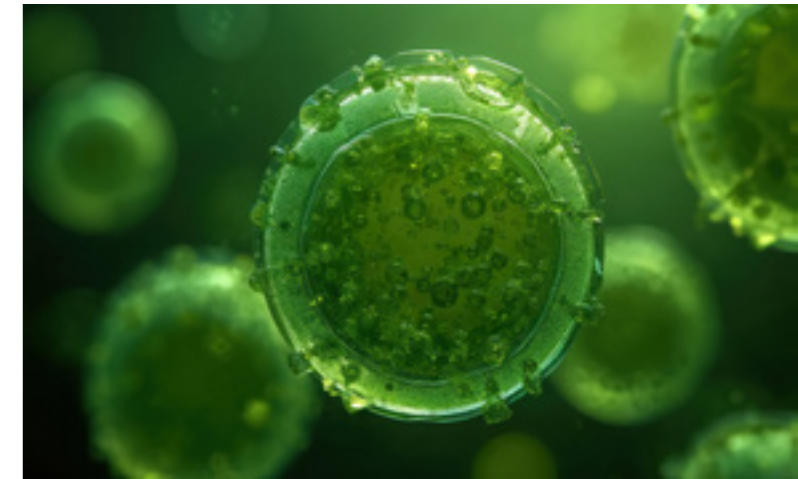
Alkan, alglerden biyolojik gübre, bitkilerin büyümesini teşvik eden ham madde, gıdada alternatif protein, doğal gıda renk maddesi ve kozmetik gibi alanlarda kullanılabilirdiğini belirterek, şu değerlendirmede bulundu:

“İlk tohum öncesi yatırım kapsamında ABD, Singapur ve Türkiye’deki yatırımcılardan 250 bin dolarlık yatırım aldık. Hem ulusal hem de uluslararası yönden yatırımların ve teşviklerin büyük bir önem arz ettiğini söylemekte fayda var. Çünkü bu, bir derin teknoloji alanı ve başlangıçta bir kaynak ayrılması gerekiyor. O açıdan bu teknoloji ne kadar çok devlet politikalarına, teşviklere ve yatırım mekanizmalarına entegre edilirse o etkin ve uzun vadeli sonuçlar alınabilir.”

Portekiz’in alg endüstrisinde önemli ülkelerden olduğunu ve bu ülkede bir programa kabul edildiklerini anlatan Alkan, program kapsamında tedarik ve Avrupa Birliği’ne (AB) erişim anlamında söz konusu ülkeyle iş birlikleri geliştirdiklerini söyledi.

Alglerin “geleceğin yeşil altını” olarak nitelendirildiğini belirten Alkan, “Harita olarak düşündüğünüzde Türkiye, İngiltere ve Portekiz tam bir üçgen oluşturuyorlar. Bu stratejimize ‘altın üçgen’ diyoruz ve bu perspektifle uluslararasılaşma tarafında belli faaliyetler yürütüyoruz” değerlendirmesinde bulundu.

Henüz ihracat yapmadıklarını ancak bu konuda Avrupa ve MENA ülkelerini belirlediklerini dile getiren Alkan, Birleşik Krallık’ta kraliyet ailesi tarafından fonlanan dünyanın en önemli etki odaklı ödülllerinden biri olan ve yalnızca aday gösterilerek sürece dahil olunan “The Earthshot Prize” için Türkiye’den aday gösterilen ilk firma olduklarını sözlerine ekledi.



# Aşırı hava olayları güneşten elektrik üretimini olumsuz etkiliyor

Ember Küresel Elektrik Analisti Kostantsa Rangelova, aşırı hava olaylarının güneş enerjisi üretiminde verimi düşürebildiğini, yüksek sıcaklık, dolu ve fırtınalara maruz kalan fotovoltaik modüllerin beklenenden daha hızlı arızalanabileceğini kaydetti.

Uluslararası enerji düşünce kuruluşu Ember'in yayımladığı 6. Küresel Elektrik Değerlendirmesi raporuna göre, güneş enerjisinden elektrik üretimi 2024 yılında 474 teravatsaat artarak bir önceki yıla göre yüzde 29 yükseldi. Bu artışla birlikte güneş, üst üste üçüncü kez temiz enerji kaynakları arasında küresel üretime en fazla katkıyı sağlayan kaynak olurken güneş enerjisinin, küresel elektrik üretimindeki payı yüzde 6,9'a ulaştı.

Güneş enerjisinden elektrik üretiminin, yapılan yatırımlarla daha da artması beklenirken dolu, fırtına ve aşırı sıcaklıklar gibi hava olayları üretim verimliliğini etkiliyor, güneş panellerinde fiziksel hasarlara yol açabiliyor.

Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) şubat ayında açıkladığı rapora göre, son 50 yılda iklim değişikliği nedeniyle aşırı hava olayları yüzde 400 artış gösterdi.

Aşırı hava olaylarının güneş enerjisi üretimine etkilerine ilişkin AA muhabirinin sorularını yanıtlayan Ember Küresel Elektrik Analisti Kostantsa Rangelova, bu tür olayların genellikle güneş paneli verimliliğinde kısa vadeli, minimal düşüslere neden olduğunu söyledi.

*Güneş enerjisinden elektrik üretiminin, yapılan yatırımlarla daha da artması beklenirken dolu, fırtına ve aşırı sıcaklıklar gibi hava olayları üretim verimliliğini etkiliyor, güneş panellerinde fiziksel hasarlara yol açabiliyor*

Rangelova, "Amerika Yenilenebilir Enerji Laboratuvarına göre şiddetli hava koşullarından kaynaklanan kesintilerin çoğu 2 ila 4 gün arasında sürüyor ve bu da yıllık üretimde yaklaşık yüzde 1'lik bir kayba yol açıyor. Anlık etkiler sınırlı olsa da aşırı hava koşullarına, özellikle sıcaklık, dolu ve fırtınaya tekrar tekrar maruz kalmak, fotovoltaik modüllerin standart bozulma oranlarının ötesinde daha hızlı bozulmasına neden olabilir" dedi.

## "Her 1 derece artış, modül verimliliğini azaltabilir"

Sıcak iklimlerdeki fotovoltaik sistemlerde yıllık bozulma oranının yüzde 0,88'e kadar çıkabildiği, daha serin bölgelerde bu oranın yüzde 0,48 civarında seyrettiği bilgisini veren Rangelova güneş paneli verimliliğinin sıcaklıkla doğrudan ilişkili olduğunu belirtti.

## Rangelova, şöyle devam etti:

"Sıcaklık arttıkça verimlilik düşer. Standart test koşulları 25 derecedir ancak gerçek dünya koşullarında modüller çoğunlukla bu sıcaklığın oldukça üzerinde çalışır. Her 1 derece artış, modül verimliliğini azaltabilir ve yıllık bozulma oranlarını hızlandırabilir. Dolu fırtınaları ve kuvvetli rüzgarlar da fotovoltaik panellerde ciddi mekanik hasara neden olabilir, buna cam kırılması ve montaj elemanlarının zedelenmesi dahildir. Burada tipik eşikler, çapı 25 milimetreden büyük dolu taneleri ve saatte 90 kilometreyi aşan rüzgarlardır. Bu değerlerin altındaki koşullarda sistem performansı ortalamaya yakındır. Fotovoltaik sistemler genellikle 25 milimetre çapında doluya dayanıklılık açısından test edilir. Ayrıca saha yerleşimi, yerel yapılar ve rüzgar yönü gibi çevresel faktörler, hasar riskini azaltmada önemli rol oynar."

Aşırı hava olaylarının yalnızca fiziksel hasarla sınırlı kalmadığını, aynı zamanda güneş ışınımı üzerinde de etkili olduğunu bildiren Rangelova, yoğun bulut örtüsünün, duman, toz fırtınaları gibi olayların da kısa vadeli üretim düşüşlerine neden olabileceğini aktardı.

Panel teknolojilerindeki gelişmelerin yalnızca enerji verimini artırmayı değil, aynı zamanda aşırı koşullar altında sistem dayanıklılığını da yükseltmeyi amaçladığını vurgulayan Rangelova, "Çift camlı (dual-glass) modüller ve UV bozulmasına karşı özel kaplamalar, fiziksel dayanıklılığı artırıyor. Ayrıca TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact) gibi yeni nesil hücre teknolojileri ile yıllık bozulma oranı yaklaşık yüzde 0,25'e kadar düşebiliyor. Bu oran, PERC hücreli panellerde ise yüzde 0,5-0,7 arasında değişiyor" diye konuştu.

## Küresel hasarın boyutları bilinmiyor

Gelecekteki riskler karşısında güneş enerjisi sektöründe çeşitli uyum stratejileri geliştirildiğini anlatan Rangelova, bunlar arasında saha yerlerinin çeşitlendirilmesi, daha kapsamlı sigorta modelleri, enerji depolama sistemlerinin entegrasyonu ve şebeke esnekliği önlemleri gibi uygulamaların öne çıktığından bahsetti.

Rangelova, dünya genelinde aşırı hava olayları nedeniyle güneş enerjisi santrallerinde oluşan fiziksel hasarın toplam maliyetine ilişkin kesin bir veri bulunmadığını sözlerine ekledi.



# Atık ısı potansiyelinin geri kazanımıyla yıllık 650 milyon dolar tasarruf sağlanabilir



Türkiye sanayi, termik santraller ve ticari binalardan ortaya çıkan atık ısı potansiyelinin geri kazanımıyla yıllık 650 milyon dolar tasarruf sağlayabilir.

AA muhabirinin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan derlediği bilgilere göre, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda belirlenen tasarruf hedefleriyle uyumlu olarak Türkiye'nin atık ısı potansiyelini ekonomiye kazandırmak için "Atık Isı Potansiyeli Kullanım ve Geri Kazanım Seçenekleri Pazar Araştırma Projesi" yürütüldü.

Projede, ülke genelindeki sanayiler, termik santraller ve ticari binalardan ortaya çıkan toplam atık ısı potansiyeli yıllık 160 bin terajül olarak hesaplandı.

Söz konusu potansiyelin geri kazanımıyla yıllık 650 milyon dolar tasarruf sağlanabileceği ve 10 milyon ton karbon emisyonuna eşdeğer miktarda sera gazı salınımının önlenebileceği tespit edildi.

Öte yandan hesaplanan potansiyelin uygun kısmıyla yılda yaklaşık 2 bin 600 gigavatsaat elektrik üretilerek, bununla yaklaşık 1,2 milyon hanenin elektrik ihtiyacı karşılanabilir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanı Dr. Bilal Düzgün, AA muhabirine yaptığı açıklamada, ısıtma ve soğutma tüketiminin en yoğun alanlardan biri olarak öne çıktığını belirterek, "Binalarda ve sanayide tüketilen enerjinin büyük bir kısmı ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılıyor. Dolayısıyla bu alanda yapılacak verimlilik yatırımları enerji tüketimini azaltırken, yaşam konforunu ve çevresel kaliteyi de artırıyor" dedi.

Düzgün, söz konusu projeye düşük karbonlu ekonomiye geçiş için yeşil gündemin teşvik edilmesini, Bakanlığın verimli ısıtma ve soğutma sektöründeki planlama, uygulama, ölçme ve izleme kapasitesinin artırılmasının hedeflendiğini kaydetti.

"Mevcut bölgesel ısıtma sistemlerini analiz ederek, bu ağların genişletilmesine yönelik fizibilite çalışmaları yapacağız. Böylece verimli ısıtma ve soğutma uygulamalarının yaygınlaşması ulusal stratejisinin oluşturulmasını amaçlıyoruz" diyen Düzgün, "Bu çalışmaları desteklemek için önümüzdeki 3 yıl boyunca sektör paydaşlarına yönelik eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları yürüteceğiz" ifadesini kullandı.

Düzgün, ticari binalara ve sanayiye yönelik destek programlarının da genişletildiğini vurgulayarak, yeni yapılacak binalara yenilenebilir enerji zorunluluğunun getirilmesinin ısı pompaları kullanımını teşvik ettiğini bildirdi.



Bakanlığın uzun dönemli çalışmalarının bir parçası olarak 2018'den bu yana Danimarka ile bölgesel ısıtma üzerine teknik çalışmalar yürüttüğünü anlatan Düzgün, "Ayrıca yaptığımız çalışmalarla yıllık 3,5 gigavatsaat enerji tasarrufu sağlıyoruz. Türkiye'nin ısıtma ve soğutma talep haritasını hazırladık, bölgesel ısıtma potansiyeli bulunan yerleşim bölgelerini belirledik. Şimdilik 14 il için coğrafi bilgi sistemi tabanlı çevrimiçi haritamızı kullanıma açtık" değerlendirmesinde bulundu.

Düzgün, yatırımcıların da söz konusu haritadan faydalanabileceğine işaret ederek, şöyle konuştu:

"Haritada ısı talebinin yoğunlaştığı bölgeler görülebilir. Yatırımcılar bölgelerde merkezi ısıtma ve soğutma yatırımı yapma konusunda veri sahibi olabilecekler. Bununla birlikte müstakil evinin ısıtmasını, ısı pompasıyla yapmak isteyen vatandaşlarımız da evlerinin bulunduğu bölgelerin toprak ve su kaynaklı ısı pompaları kullanımı için uygun olup olmadığını bu haritadan görebiliyor."

## Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanı Dr. Bilal Düzgün:

"Binalarda ve sanayide tüketilen enerjinin büyük bir kısmı ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılıyor. Dolayısıyla bu alanda yapılacak verimlilik yatırımları enerji tüketimini azaltırken, yaşam konforunu ve çevresel kaliteyi de artırıyor"



# Binaların yangından korunmasına ilişkin esaslar düzenlendi



1 Temmuz'da yayımlanan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelikle binaların yangından korunmasına ilişkin esaslar düzenlendi. Buna göre, 31 Aralık'a kadar site ve binaların yangınla ilgili tüm eksik malzeme ve ekipmanlarının bina sahibi veya yönetici tarafından tamamlanması zorunlu hale geldi. Bu süre sonunda da ruhsat vermeye yetkili idareler tarafından eksikliklerin giderilip giderilmediği denetlenecek.

Profesyonel Tesis Yöneticileri Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Ozan Özen, yaptığı değerlendirmede, Bolu'da çıkan otel yangınında çalışanların ellerindeki yangın söndürücüleri dahi kullanamadığını belirterek, bu gibi durumlarda acil durum yönetimi açısından eğitim, ekip ve ekipman ile tatbikat eksikliklerinin gündeme geldiğini söyledi.

Yönetmelikle getirilen zorunluluklara işaret eden Özen, "Düzenlemeye göre, her bina ve site, yangın söndürme ve kurtarma ekipmanı, ilk yardım çantası, can kurtarma araçları, ekip listeleri ve acil durum planları bulundurmak zorunda, ayrıca bu malzemelerin de TSE onaylı ve yangın yönetmeliğine uygun olması gerekiyor" ifadesini kullandı.

"Düzenlemeye göre, her bina ve site, yangın söndürme ve kurtarma ekipmanı, ilk yardım çantası, can kurtarma araçları, ekip listeleri ve acil durum planları bulundurmak zorunda, ayrıca bu malzemelerin de TSE onaylı ve yangın yönetmeliğine uygun olması gerekiyor"

## "Yöneticilere büyük sorumluluklar düşüyor"

Tesis Yöneticileri Konfederasyonu Genel Başkanı Yahya Sağır da yapı yüksekliği 30,5 metreyi geçen konutlar, 200'den fazla kişinin yaşadığı siteler, 50'den fazla insan bulunan konut dışı her türlü yapı, bina, tesis ve işletmede acil durum ekiplerinin oluşturulmasının mecburi olduğunu dile getirdi.

Acil durum ekiplerinin, söndürme, kurtarma, koruma ve ilk yardım birimlerinden oluşacağına işaret eden Sağır, şunları kaydetti:

"Düzenleme sadece malzeme alımıyla sınırlı değil, yönetmelik aynı zamanda her binada yılda en az bir defa yangın tahliye tatbikatı yapılmasını zorunlu kılıyor. Site yönetimleri, bu tatbikatları mahalli itfaiye veya sivil savunma birimleriyle organize edecek. Burada yöneticilere de büyük sorumluluklar düşüyor. Yapılacak denetimlerde eksiklik tespit edilirse, idari para cezası, ruhsat işlemlerinin askıya alınması ve sigorta işlemlerinde teminat kesintisi yapılması gibi yaptırımlarla karşı karşıya kalınabilecek."

Sağır, kat maliklerinin de binalarında eksiklikler bulunması halinde genel kurul toplantılarında gündeme getirmesini, 31 Aralık'tan sonra da ilgili idarelere şikayette bulunmasını önerdi.

# Ticaret savaşında yeni cephe: İhracat kontrolleri

Jeopolitik gerilimlerin tırmandığı son dönemde, hükümetler çip, silah, yapay zekâ ve kuantum bilişim ürünlerinde yerli şirketlerin yurtdışına satabilecekleri ürünlere yönelik kısıtlamaları genişleterek korumacı ticaret politikalarına ihracat kontrollerini de dahil ederek yeni bir boyut getirme eğilimi gösteriyor.

İhracat kontrolleri, artık sadece güvenlik temelli değil, siyasi ve teknolojik bir baskı aracı olarak da kullanılıyor. İhracat kontrolleri malların, hizmetlerin, yazılımların ve teknolojilerin sınır ötesi hareketini sınırlıyor, hassas ürünlerin belirli kullanıcılar veya kullanımlar için ihracatını engelliyor. Bu kontroller, aynı zamanda yabancı uyrukluların teknolojiye erişimini de düzenliyor.

Bu dönüşümün en büyük örneklerinden biri ABD ve Çin arasındaki ekonomik ve teknolojik rekabette görülüyor.

ABD Başkanı Donald Trump'ın 'kurtuluş günü' olarak nitelendirdiği 2 Nisan'da duyurduğu gümrük vergileriyle Çin'e karşı attığı adımlar, Pekin'in nadir toprak elementleri (NTE) ihracatına getirdiği kısıtlamalarla karşılık buldu. Bu gelişmeler, yeni ticaret savaşlarında gümrük vergilerinin yanı sıra ihracat kontrollerinin de kullanılabilmesi ortaya koydu.

Kurumsal karar alma süreçlerinde genellikle gümrük tarifeleri ve enerji maliyetleri ön planda olsa da Ukrayna-Rusya Savaşı sırasında uygulanan Batı yaptırımları ve ihracat kontrolleri şirketlerin bu alandaki farkındalığını artırdı.

Çin, Trump'ın gümrük vergilerine yanıt olarak NTE'ler ve bu elementleri içeren miktatsızların ihracatını askıya aldı. Bu karar, özellikle Avrupa otomotiv sektöründe ciddi tedarik sıkıntılarına neden oldu. BMW ve Mercedes-Benz gibi üreticiler, bu darboğazdan doğrudan etkilendi. Kararın etkisi, otomotivden havacılığa, yarı iletkenlerden savunma sanayisine kadar birçok sektörde küresel tedarik zincirinin kırılmasını gözler önüne serdi.

ABD'nin 11 Haziran'da Çin ile geçici bir NTE anlaşmasına varması piyasaları kısa vadeli rahatlatırsa da Çin'in bu alandaki baskın pozisyonu Batılı ülkeler için hala büyük bir risk oluşturuyor.

İhracat kontrolleri, artık sadece güvenlik temelli değil siyasi ve teknolojik bir baskı aracı olarak da kullanılıyor, böylece malların, hizmetlerin, yazılımların ve teknolojilerin sınır ötesi hareketi sınırlanıyor

Çin, küresel NTE üretiminin yaklaşık yüzde 70'ini ve rafinaj kapasitesinin yüzde 90'ını kontrol ediyor. Öte yandan, dünya rezervlerinin sadece yüzde 34'ü Çin'de bulunuyor.

Uluslararası Enerji Ajansı, 2040'a kadar kobalt ve nadir toprak elementlerine olan talebin yüzde 50-60 bandında artacağını öngörüyor. Bu artışın arkasındaki itici güçler ise enerji dönüşümü, dijitalleşme ve yapay zekâ teknolojileri olarak öne çıkıyor.

## Japonya, Çin'e bağımlılığı azalttı

Japonya, Çin'in 2010'da NTE ihracatını durdurmasının ardından, alternatif tedarik kaynakları oluşturma ve teknolojik inovasyonla bu bağımlılıktan kurtulma yoluna gitti. Diplomatik bir anlaşmazlık sonrası Çin'in Japonya'ya ihracatı kesmesi, Tokyo'nun stratejik bir dönüşüm başlatmasını sağladı.

Bu süreçte Japonya, tedarik zincirlerini çeşitlendirdi, stratejik rezervler oluşturdu ve özellikle Japonya Metal ve Enerji Güvenliği Örgütü (Jogmec) aracılığıyla yurt dışı projelere yatırım yaptı. Jogmec, 2004-2020 döneminde, dünya çapında 100'den fazla projeye 600 milyon doları aşan yatırım yaptı. Jogmec, riskli bölgelerdeki projelerde ilk yatırımın yüzde 75'ine kadarını karşıladı.



Avustralyalı Lynas ile 2011'de yapılan anlaşma kritik bir dönüm noktası oldu ve Jogmec'in sağladığı finansmanla Lynas, Çin dışındaki en büyük nadir toprak üreticisi konumuna geldi ve bugün Japonya'nın bu alandaki ihtiyacının üçte birini karşılıyor.

Tokyo, ayrıca NTE'lerini geri kazanmak amacıyla elektronik atıklardan kentsel madencilği teşvik ediyor ve kritik hammaddeler için 180 günlük stok depoları planlıyor. Ogasawara Adaları çevresinde bulunan büyük yataklarla, Japonya 2028'e kadar derin deniz madencilğine yaklaşık 1,26 milyar avroluk yatırım yapmayı planlıyor.

Japon sanayisi de bu sürece katkı sunuyor. Örneğin Honda, hibrit araçlar için ağır nadir toprak elementleri içermeyen yeni bir neodimyum mıknatıs geliştirdi. Enerji sektöründe ise geleneksel silikon bazlı güneş panellerine alternatif olan perovskit güneş hücreleri üzerine 1,5 milyar dolardan fazla yatırım yapılıyor. Bu yeni teknoloji daha hafif, esnek ve düşük maliyetli olmasıyla dikkat çekiyor. Tokyo'nun hedefi, 2040'a kadar bu hücrelerle 20 nükleer santralin üretimine denk bir kapasiteye ulaşmak.

Aynı zamanda Japonya, ABD, AB ve Avustralya ile birlikte Uluslararası Maden Güvenliği Ortaklığı'nın kurucu üyelerinden biri olarak adil ve sürdürülebilir hammadde zincirlerinin kurulması için uluslararası düzeyde de aktif rol oynuyor.

ABD merkezli danışmanlık şirketi Minerva Technology Futures Strateji Başkanı Emily Benson, AA muhabirine yaptığı değerlendirmede, ihracat kontrollerinin son birkaç yıldır stratejik rakiplerin askeri modernizasyon kabiliyetlerini zayıflatmayı amaçlayan "saldırgan araçlar" olarak kullanıldığını belirterek, "Günümüzdeki yeni durum, ihracat kontrollerinin doğrudan ticaret müzakerelerine bağlanması olarak öne çıkıyor. Bu durum, ihracat kontrollerinin pazara erişim gibi geleneksel ticaret unsurlarıyla ilişkilendirilen alanlarda taviz elde etmeye yönelik yeni bir baskı aracı olarak kullanılmasına işaret ediyor." dedi.

Benson, şirketlerin sürekli değişen bir ortamla başa çıkmaya çalıştığını vurgulayarak, bu konuda firmaların yaklaşımlarının değişiklik gösterdiğini ifade etti.

Uluslararası Enerji Ajansı, 2040'a kadar kobalt ve nadir toprak elementlerine olan talebin yüzde 50-60 bandında artacağını öngörüyor. Bu artışın arkasındaki itici güçler ise enerji dönüşümü, dijitalleşme ve yapay zekâ teknolojileri olarak öne çıkıyor.



Nvidia gibi bazı firmaların ihracat kontrollerinin gevşetilmesi konusunda açıktan görüş bildirdiğini dile getiren Benson, şöyle devam etti:

"Bu şirketler, Çin'e ihracat yapabilme imkânının ABD firmalarına stratejik avantaj sağladığını savunuyorlar. Başka bir deyişle, eğer ABD şirketleri pazarda hakim konumda olmazsa, oluşan boşluğu yerli alternatifler doldurabilir. Diğer bazı şirketler ise daha temkinli bir yaklaşımı benimsiyor ve ABD-Çin ticaret ilişkilerinin nasıl şekilleneceğini görmek için beklemeyi tercih ediyor."

Benson, gelişmekte olan teknolojilere yönelik ihracat kontrollerinin uygulanmasının bu teknolojilerin nasıl kullanıldığına ve ne ölçüde yayıldığına bağlı olacağını aktardı.

ABD'nin geleneksel yaklaşımının, ileri teknolojilerin nihai kullanım amacının askeri olmadığı sürece ihracatına izin vermek yönünde olduğunu anımsatan Benson, "Bu yaklaşımın devam etmesi muhtemel. Dikkate alınması gereken bir diğer faktör ise şu anda yapay zekâ alanında çift kullanımlı teknoloji üreten ülke sayısının sınırlı olması. Bu durum kısa sürede değişirse, ihracat kontrol politikaları da muhtemelen bu doğrultuda yeniden şekillenecektir." değerlendirmesinde bulundu.

Viyana Ekonomi ve İşletme Üniversitesi Avusturya ve Uluslararası Vergi Hukuku Enstitüsü Misafir Araştırmacısı Mehmet Alpertunga Avcı da sahip olduğu NTE'leri işleyip katma değeri yüksek teknolojilerde kullanabilen ülkelerin "demode ve agresif koruyucu önlemlerle" hareket eden ülkelere kıyasla daha avantajlı olacağını ifade etti.

Bu kapsamda, ülkelerin NTE sahipliklerine ve teknolojik gelişmişliklerine göre izleyebilecekleri stratejilerin anlamlı hale geleceğini dile getiren Avcı, "NTE'ye sahip olmayan ve teknolojik olarak gelişmiş ülkeler, asgari NTE kullanımı gerektiren teknolojilere yönelme, ihracatçı ülkelerle ticareti kolaylaştırıcı anlaşmalar yapma, teknoloji transferine dayalı sanayi havzaları kurma ve ithalata vergi teşviki getirme seçeneklerini değerlendirebilir." önerisinde bulundu.

Avcı, NTE sahibi ve teknolojik olarak gelişmiş ülkelerin ise üretimlerini sınırlandırarak fiyatlamaya gücünü artırmaya çalışabileceğini belirterek, şunları kaydetti:

"Bu ülkeler, ihracatını standart ve sertifikasyona bağlamayı, kritik sektörlerde dikey entegre tedarik zincirleri kurmayı öncelikli hale getirebilir. Ancak birbirini dışlayan bu stratejilerin, küresel dominasyon için ülkelerin NTE'leri kontrol altında tutma gayretini besleyeceği, alınan kararları daha da agresifleştireceği açık."

# Danimarkalı enerji ve lojistik şirketleri Türkiye'de yatırım fırsatı kolluyor



## Danimarka'nın Ankara Büyükelçisi Ole Toft:

"Danimarka ve Türkiye arasında 7 yıldır devam eden ve özellikle bölgesel ısıtma üzerine odaklanan hükümetler arası bir yenilenebilir enerji iş birliğimiz mevcut. Türkiye'de rüzgar türbini üreten bazı şirketlerimiz de bulunuyor"

Danimarka'nın Ankara Büyükelçisi Ole Toft, Anadolu Ajansına yaptığı açıklamada, iki ülke arasındaki ticaret hacminin kayda değer olduğunu belirterek, bunun daha da büyülebileceğini söyledi.

Danimarka ve Türkiye arasındaki ticari ilişkilere ilişkin Toft, "Danimarka ve Türkiye hükümetlerinin ortak hedefi, bu ticari ilişkileri geliştirmek yönünde ve biz bunun önümüzdeki yıllarda da mümkün olacağına inanıyoruz. Danimarkalı şirketler ve yatırımcılar arasında Türk pazarına yönelik artan bir ilgi var" diye konuştu.

Toft, iki ülkenin üçüncü ülkelerde iş birliği potansiyeli de bulunduğu dikkati çekerek, Danimarka şirketlerinin Afrika başta olmak üzere birçok bölgede Türk şirketleriyle birlikte çalışma fırsatları gördüğünü ve EPC (engineering, procurement and construction/ mühendislik, tedarik, inşaat) sektöründeki olanakların değerlendirildiğini bildirdi.

Hâlihazırda Danimarkalı şirketlerin Türk şirketleriyle Orta Asya'da ortak projelerde yer aldığını anımsatan Toft, "Türk şirketlerinin o bölgede güçlü bir varlığı var, Danimarka'nın ise pek yok" ifadesini kullandı.

Toft, Ukrayna ve Suriye'nin yeniden yapılanma sürecinde Türkiye'nin önemli rol üstleneceğini düşündüğünü ifade ederek, şu değerlendirmelerde bulundu:

"Umuyoruz, savaşın sona ermesinden sonra Ukrayna'nın yeniden inşasında ve çok yakında başlayacak olan Suriye'nin yeniden inşasında, Danimarkalı ve Türk şirketlerin birlikte çalıştığını rahatlıkla görebiliyorum. Dünyanın en büyük inşaat şirketlerinden bazıları Türkiye'de bulunuyor. Danimarka'da ise artık büyük inşaat şirketi kalmadı. Ancak dünyanın farklı yerlerinde faaliyet gösteren büyük şirketlerimiz var ve bu ülkelerde inşaat ve yapı işlerinde yer almak istiyorlar. Türk müteahhitler bu alanda en bariz ve iyi iş ortakları olur. Zaten var olan bir iş birliğimiz var ama bunu önümüzdeki yıllarda daha da geliştirebiliriz."





### "Yenilenebilir enerji, lojistik ve tarım öne çıkıyor"

Ole Toft, Danimarka'nın Türkiye yatırımlarında bunun dışında başka sektörlerin de dikkati çektiğini anlattı.

Bunlardan birinin yenilenebilir enerji olduğuna işaret eden Toft, Türkiye'nin enerji yapısını dönüştürecek iddialı bir politika planı oluşturduğunu anımsattı.

Toft, "Fosil yakıtlar ve kömürden, doğalgaz ve yenilenebilir enerjiye dayalı bir sisteme geçiş yapacaksınız. Danimarka'nın yenilenebilir enerji alanında büyük şirketleri var ve bu şirketler Türkiye'de yatırım ve satış yapmakla ilgileniyor" dedi.

Danimarkalı şirketlerin Türkiye'de hem kara rüzgar enerjisi (on-shore wind) hem de güneş enerjisi projelerinde yer aldığından bahseden Toft, "Şimdi deniz üstü rüzgar enerjisi (off-shore wind) projeleri geliştirmeyi düşünüyorlar. Burada bölgesel ısıtma sistemleriyle (district heating) ilgili çalışan şirketlerimiz var. Ayrıca, Danimarka ve Türkiye arasında 7 yıldır devam eden ve özellikle bölgesel ısıtma üzerine odaklanan hükümetler arası bir yenilenebilir enerji iş birliğimiz mevcut. Türkiye'de rüzgar türbini üreten bazı şirketlerimiz de bulunuyor." diye konuştu.

Toft, iş birliği için diğer bir sektör olarak ulaşım ve lojistiği göstererek, bu alanda önde gelen Danimarka merkezli firmaların Türkiye'yi önemli bir pazar olarak kabul ettiklerini ifade etti.

Bu firmaların, Türkiye'nin bir ulaşım hub'ı haline geldiğini fark ettiklerini belirten Toft, Orta Koridor projesinin öneminden bahsetti.

Toft şunlara vurgu yaptı:

"DSV dünyanın en büyük lojistik firması. Maersk, dünyanın ikinci büyük konteyner taşımacılığı şirketi ve dördüncü büyük liman işletmecisi. DFDS ise Türkiye'den büyük deniz taşımacılığı operasyonları yürütüyor. Bu şirketlerin hepsi Türkiye'yi ilgi çekici bir pazar olarak görüyor. Çünkü

Türkiye'nin, Avrupa'yı Orta Doğu'ya, Orta Asya'ya ve nihayetinde Çin'e bağlayan bir ulaşım hub'ı haline geldiğini fark ediyorlar. Bu bağlamda, Orta Koridor projesiyle bu bağlantı güçleniyor. Türkiye'nin üzerinde çalıştığı Azerbaycan ve Ermenistan arasındaki barış sağlandığında, bu projenin tam anlamıyla hayata geçmesini umuyoruz."

Toft, tarımın da Türkiye'de takip ettikleri ve yatırım fırsatlarını değerlendirdikleri sektörler arasında yer aldığına dikkati çekti.

### "AB ile Türkiye ticareti artmalı"

Gelecek dönemde Avrupa Birliği (AB) ile Türkiye'nin ilişkilerinin güçlenmesi gerektiğini vurgulayan Büyükelçi Toft, "Dünyada yaşanan çalkantılar, küreselleşmenin sorgulanması ve birçok pazarda artan korumacılık ortamına baktığımızda, AB ile Türkiye'nin birbirine daha da yakınlaşması gerektiğini düşünüyorum. Birlikte daha fazla çalışmak ve ticaretimizi artırmak yönünde güçlü bir ortak çıkarımız var. Türkiye'nin son dönemde kritik konularda rol üstlenen bir konumda. Türkiye savunma sanayisinde lider ve birçok coğrafi bölgede karışıklıkları gidermede arabulucu duruma geldi." değerlendirmesini yaptı.

Toft, sözlerini şöyle tamamladı:

"Savunma sanayinin gelişimi konusunda yaptıklarınız gerçekten etkileyici. Özellikle günümüzde çok büyük önem taşıyan İnsansız Hava Aracı (İHA) teknolojisinde lider bir ülke konumundasınız. Bu gerçekten çok etkileyici. Ayrıca, dünyanın birçok yerinde barış sağlamaya yönelik çabalarınızı görüyoruz ve bunu not ediyoruz. Suriye, Kafkasya ve Afrika'da barış sağlıyorsunuz."

# Dünya Çevre Günü'nün bu yılki teması 'Plastik Kirliliğini Yenelim' olarak belirlendi

BM Çevre Programı (UNEP) verilerine göre, dünya genelinde her yıl 400 milyon tondan fazla plastik üretiliyor. Bu plastiklerin yarısı sadece bir kez kullanılmak üzere tasarlanırken, bu miktarın yüzde 10'undan daha azı geri dönüştürülüyor.

Uzmanlar, Dünya Çevre Günü'nün bu yılki temasının 'Plastik Kirliliğini Yenelim' olarak belirlenmesini, Birleşmiş Milletlerin (BM) küresel plastik anlaşmasına dikkati çekme çabası olarak değerlendiriyor.

Birleşmiş Milletler, çevre bilincini artırmak ve küresel ölçekte harekete geçmek amacıyla 1973 yılında aldığı kararla 5 Haziran'ı Dünya Çevre Günü kabul etti.

BM Çevre Programı (UNEP) öncülüğünde yürütülen etkinliklerde her yıl 150'den fazla ülkeden sivil toplum kuruluşları, yerel topluluklar, hükümetler ve şirketler çevre sorunlarına dikkati çekmek ve çözüm üretmek için bir araya geliyor.

UNEP, Dünya Çevre Günü'nde küresel plastik sorununa güçlü bir şekilde işaret etmeyi hedeflerken, bu yıl Güney Kore'nin ev sahipliği yapacağı etkinliklerin teması da 'Plastik Kirliliğini Yenelim (Beat Plastic Pollution)' olarak belirlendi.

UNEP verilerine göre, dünya genelinde her yıl 400 milyon tondan fazla plastik üretiliyor. Bu plastiklerin yarısı sadece bir kez kullanılmak üzere tasarlanırken, bu miktarın yüzde 10'undan daha azı geri dönüştürülüyor.

Her yıl yaklaşık 11 milyon ton plastik atığın göllere, nehirlere ve denizlere karıştığı tahmin edilirken, bu miktar, yaklaşık 2 bin 200 Eyfel Kulesi ağırlığına denk geliyor.

Plastiklerin parçalanmasıyla oluşan, 5 milimetre ila 1 mikrometre boyutundaki mikroplastikler, gıdalara, suya ve havaya karışıyor. Yapılan tahminlere göre, bir kişi, yılda 50 binden fazla plastik parçacığı tüketiyor ve solunum yoluyla alınanlar hesaba katıldığında, bu sayı daha da artıyor.

## Gelecek projeksiyonları

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütüne (OECD) göre, plastik üretimi 2000 ile 2019 yılları arasında iki katına çıkarak 234 milyon tondan 460 milyon tona yükseldi ve plastik kirliliği konusunda daha etkili politikalar uygulanmadığı sürece, plastik üretiminin küresel çapta artması bekleniyor.

2020'de 435 milyon ton olan küresel plastik üretiminin, 2040 yılına kadar yüzde 70 artacağı ve 736 milyon tona ulaşacağı öngörülüyor.

Plastik hacmi hızla artarken atık miktarının 2040 yılında, 2020 seviyelerine göre yüzde 47, çevreye sızan plastik miktarının ise yüzde 50 artacağı tahmin ediliyor.

2020'de 435 milyon ton olan küresel plastik üretiminin, 2040 yılına kadar yüzde 70 artacağı ve 736 milyon tona ulaşacağı öngörülüyor. Plastik hacmi hızla artarken atık miktarının 2040 yılında, 2020 seviyelerine göre yüzde 47, çevreye sızan plastik miktarının ise yüzde 50 artacağı tahmin ediliyor.

Plastiklerin parçalanmasıyla oluşan, 5 milimetre ila 1 mikrometre boyutundaki mikroplastikler, gıdalara, suya ve havaya karışıyor. Yapılan tahminlere göre, bir kişi, yılda 50 binden fazla plastik parçacığı tüketiyor ve solunum yoluyla alınanlar hesaba katıldığında, bu sayı daha da artıyor.



BM bu yılki Dünya Çevre Günü'ne, ülkelerin plastik kirliliğine son vermek amacıyla küresel bir anlaşma üzerinde müzakerelere devam etmesi nedeniyle ayrıca önem atfediyor.

Plastik kullanımının çevre ve insan sağlığına etkileri nedeniyle uzun süredir gündemde olan küresel plastik anlaşması için UNEP öncülüğünde 2022'de başlayan müzakerelerin ilki Uruguay'da, ikincisi Fransa'da gerçekleştirildi. Kasım 2023'te Kenya'da yapılan üçüncü toplantıda 2024'e kadar kapsamlı bir anlaşma hazırlanması kararlaştırıldı ve Kanada'daki dördüncü toplantıda taraflar bir derleme metin oluşturdu.

Aralık 2024'te Güney Kore'nin Busan kentinde yapılan 5'inci toplantının ilk görüşmelerinde anlaşma metnine nihai halinin verilmesi beklenirken zirve, herhangi bir karar alınmadan sona erdi.

Taraflar, beşinci toplantının ikinci ayağı için 5-14 Ağustos tarihlerinde İsviçre'nin Cenevre kentinde bir araya gelecek.

Merkezi İngiltere'nin başkenti Londra'da bulunan Çevre Araştırma Ajansının (EIA) Okyanus Kampanya Lideri Christina Dixon, küresel plastik sorununu ve bu sorunu çözmek için yürütülen plastik anlaşması sürecini Anadolu Ajansına değerlendirdi.

Plastik kirliliğinin giderek büyüyen ve bir an önce çözülmesi gereken bir konu olduğunu, bu noktada BM'nin Dünya Çevre Günü için plastik temasını seçerek sorunun aciliyetine işaret ettiğini söyleyen Dixon, sorunun çözümü noktasında plastik anlaşmasının büyük önem taşıdığını belirtti.



Busan'da gerçekleşen son toplantıda nihai anlaşmaya varılmamasına rağmen bazı önemli adımlar atıldığını aktaran Dixon, bu süreçte taraflar arasındaki ortak noktaların belirginleştiğini, anlaşmazlık alanlarının daraldığını ve olası bir anlaşmanın genel hatlarının şekillenmeye başladığını anlattı.

Cenevre'de yapılacak toplantının, sürecin kaderini belirleyeceğini ifade eden Dixon, "Plastik anlaşması görüşmelerinde 2024 sonuna kadar uzlaşmaya varma hedefi vardı ancak bu hedef kaçtı. Bir sonraki toplantıda başarılı olunmazsa müzakereleri tıkayan ülkelerin etkisini azaltmak için kartları yeniden dağıtmak, yani süreci yeniden şekillendirmek gerekecek" dedi.

Bir sonraki toplantıda hangi ülkelerin ön plana çıkabileceğine dair öngörülerini paylaşan Dixon, "Cenevre'de, BRICS+ gibi yükselen jeopolitik ittifakların yanı sıra Donald Trump liderliğindeki ABD'nin rolünün de sürece damga vurması bekleniyor. Dikkatle izlenmesi gerekenler arasında Panama, Fiji, Fransa, Ruanda, Meksika gibi ülkeler var. Bunlar, plastik üretiminin sınırlandırılmasını savunan 100'den fazla ülke arasından öne çıkanlar" diye konuştu.

ABD'deki Northeastern Üniversitesi Kamu Politikası ve Kent Sorunları Bölüm Başkanı ve Plastik Merkezi Eş Direktörü Prof. Dr. Maria Ivanova, Cenevre'de yapılacak görüşmelere her ülkenin farklı önceliklerle geleceğini kaydetti.

Avrupa Birliği (AB) üyeleri ile Norveç ve Ruanda gibi ülkelerin, plastik üretiminin azaltılması ve zararlı polimerlerin kullanımının aşamalı olarak sonlandırılması gibi plastik üretimini kaynağında önleyecek tedbirler istediğini bildiren Ivanova, şöyle devam etti:

"Bu ülkeler, bunun için bağlayıcı kurallar getirilmesini savunuyor. Buna karşılık ABD, Çin ve Körfez ülkeleri gibi büyük plastik üreticileri, gönüllü ulusal eylem planları ile geri dönüşüm ve atık yönetimi gibi teknolojik çözümlere ağırlık verilmesini istiyor. Küçük ada devletleri, plastik kirliliğinden orantısız şekilde etkilendiklerini vurgulayarak özel finansman, kapasite geliştirme desteği ve teknoloji transferi talep ediyor. Afrika ülkeleri bu süreçte kendi ülkelerinde uyguladıkları başarılı yasaklar ve politikalarla güçlü birer ahlaki lider olarak öne çıkıyor."



# Dünya'da plastik atıkların 2060'ta 1 milyar tona ulaşması öngörülüyor

İTÜ Öğretim Üyesi Prof. Dr. Filiz Karaosmanoğlu: "1950'den bu yana dünya genelinde 9,3 milyar ton plastik üretildi. Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) verilerine göre, bugüne kadar bunun 7 milyar tonu atık oldu. OECD, mevcut tüketim ve üretim eğilimleri değişmezse, 2060 yılında plastik atıkların yıllık 1 milyar tona çıkacağını bildiriyor"

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Öğretim Üyesi ve Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Derneği (SÜT-D) Başkanı Prof. Dr. Filiz Karaosmanoğlu, 2060'ta yıllık plastik atığın üç kat artarak 1 milyar tona ulaşmasının öngörüldüğünü belirterek, küresel kriz haline gelen bu kirliliğe son vermenin mecburiyet olduğunu söyledi.

Prof. Dr. Karaosmanoğlu, 5 Haziran Dünya Çevre Günü dolayısıyla Anadolu Ajansına plastiğin çevre ve sağlık sorunlarına etkisini değerlendirdi.

Bu maddenin günlük yaşamda ve endüstride geniş kullanım alanına sahip olduğunu ancak doğru yönetilmediği takdirde ciddi çevre ve sağlık sorunlarına yol açtığını belirten Karaosmanoğlu, "Plastikler hafiflik, dayanıklılık ve hijyen avantajlarıyla yaşamı kolaylaştırıyor ancak atık haline geldiklerinde, doğada çözünmeden yıllarca kalabiliyor" dedi.

## "Atık plastiklerin milli ham madde olmasını sağlamalıyız"

Plastiği 'gömülü enerji' olarak niteleyen Karaosmanoğlu, "Plastiğin ham maddesi olan petrol ve doğal gaz da bu atıklarda gizli. Türkiye gibi enerji ithalatçısı ülkeler için atık plastik bir çöp değil, potansiyel bir yerli kaynaktır" ifadelerini kullandı.

## Karaosmanoğlu, şunları kaydetti:

"1950'den bu yana dünya genelinde 9,3 milyar ton plastik üretildi. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) verilerine göre, bugüne kadar bunun 7 milyar tonu atık oldu. OECD, mevcut tüketim ve üretim eğilimleri değişmezse, 2060 yılında plastik atıkların yıllık 1 milyar tona çıkacağını bildiriyor. Bugünkünün neredeyse üç katı. Bunun için şimdiden önlem alınması gerekiyor. Bireyler ve iş dünyası olarak seferberlik yapmalıyız.



*"Tek kullanımlık plastik tüketimini azaltmak, atıkları ayrıştırarak geri dönüşüme kazandırmak, sadece çevreye değil, ekonomiye de katkıdır. Plastik kirliliği küresel bir kriz ama çözüm de elimizde"*

Kesinlikle her yerde tek kullanımlık plastik miktarını azaltmalıyız. Bu bir mecburiyet. Plastikleri kullanmalıyız, yaşamımız için gerekli ama kesinlikle atık plastiklerin milli ham madde olmasını sağlamalıyız. Azaltmak birinci müdahale olacak."

Prof. Dr. Karaosmanoğlu, mikroplastiklerin deniz buzundan Everest Dağı'na, Mariana Çukuru'ndan sofralara kadar ulaştığını, bu kirliliğin ekosisteme ve insan sağlığına ciddi tehdit oluşturduğunu vurguladı.

Plastik kirliliğini önlemenin yüksek maliyetli bir süreç olmadığını dile getiren Karaosmanoğlu, çözümün döngüsel ekonomi yaklaşımıyla mümkün olduğunu altını çizdi.

UNEP'in plastik yaşam döngüsünün doğru yönetimiyle 2040'a kadar 4,5 trilyon dolarlık sosyal ve çevresel maliyetin önüne geçilebileceği tespitine dikkati çeken Karaosmanoğlu, "Bu nedenle plastik atıkların ayrı toplanması, atıkların iş dünyasına kazandırılması ve geri dönüşüm sürecine girmesi hayati önem taşıyor. Uluslararası iş birliği ve yasal bağlayıcılığı olan küresel anlaşmalar bu sürecin temel taşı olmalı" değerlendirmesinde bulundu.

Dünya Çevre Günü'nde 'Plastik kirliliğini birlikte yenebiliriz' çağrısını yineleyen Karaosmanoğlu, 'Tek kullanımlık plastik tüketimini azaltmak, atıkları ayrıştırarak geri dönüşüme kazandırmak, sadece çevreye değil, ekonomiye de katkıdır. Plastik kirliliği küresel bir kriz ama çözüm de elimizde. Gelecek nesiller için harekete geçmek zorundayız. Birey olarak da sorumluluğumuz büyük" diye konuştu.

# Hidrojen, Türkiye-AB ilişkilerinde yeni iş birliği olanakları doğuruyor

**Hydrogen Europe CEO'su Jorgo Chatzimarkakis:**  
"Türkiye'nin hidrojen üretimi için mükemmel yenilenebilir enerji kaynakları, Avrupa ile Orta Doğu arasında stratejik bir dağıtım, taşıma konumu ve son kullanım için güçlü bir sanayi altyapısı var"



Avrupa Hidrojen Piyasası Birliği Hydrogen Europe Üst Yöneticisi (CEO) Jorgo Chatzimarkakis, hidrojenin Türkiye ile Avrupa Birliği (AB) arasında çözülmemeyen siyasi konuların aşılmasına yardımcı olabilecek güçlü ve geleceğe dönük bir iş birliği alanı sunduğunu belirtti.

Chatzimarkakis, Birleşmiş Milletler (BM) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 30. Taraflar Konferansı (COP30) kapsamında AA muhabirine yaptığı değerlendirmede, küresel zorluklara rağmen sektörde oldukça başarılı hidrojen projeleri geliştirildiğini söyledi.

Hidrojen pazarının büyümeyi sürdüreceğini ifade eden Chatzimarkakis, altyapı gelişiminin yavaş ilerlemesi ve sınırlı finansal mekanizmaların geliştirilmesiyle büyümenin hızlanabileceğini aktardı.

## **Türkiye hidrojen avantajı**

Chatzimarkakis, Türkiye'nin hidrojen konusunda birçok avantajı bulunduğunu belirterek, şöyle konuştu:

"Türkiye'nin hidrojen üretimi için mükemmel yenilenebilir enerji kaynakları, Avrupa ile Orta Doğu arasında stratejik bir dağıtım, taşıma konumu ve son kullanım için güçlü bir sanayi altyapısı var. Türkiye, mevcut gaz boru hatlarına dayanan AB enerji çeşitlendirmesi için önemli bir ortak haline gelebilir."

Chatzimarkakis, Türkiye'de hidrojen için iki hedef ve zaman çizelgesi içeren strateji bulunduğunu anlattı.

Türkiye ile hidrojen anlamında birçok iş birliği alanı olduğuna dikkati çeken Chatzimarkakis, şöyle devam etti:

"Strateji ayrıca sanayi, teknoloji, standart geliştirme ve sertifikasyon, tedarik zincirleri ve ticaret fırsatları gibi alanlarda uluslararası iş birliği ile özellikle Avrupa pazarına fazla yeşil hidrojen veya amonyak ihracatını da öngörüyor. Tam da hidrojen bu kadar güçlü ve geleceğe dönük bir iş birliği alanı sunduğu için, Türkiye ile AB ilişkilerindeki bazı çözülmemiş konuların aşılmasına da yardımcı olabilir. Mevcut siyasi hassasiyetler nedeniyle geride kalmak yerine, her iki taraf da hidrojeni pragmatik bir köprü olarak kullanabilir. Hidrojen, Türkiye-AB ilişkilerinde pragmatik bir köprü olabilir."

Hidrojenin, AB ile Türkiye arasındaki ilişkilerde olumlu bir yeniden başlangıcı hızlandırma potansiyeline sahip olduğunu vurgulayan Chatzimarkakis, "Konuya tam bu noktadan başlamalıyız. Türkiye'nin Hindistan-Akdeniz Ekonomik Koridoru gibi girişimlere daha yakından entegre edilmesiyle projeler iyi tasarlanırsa, bu projeler yalnızca somut iklim ve enerji güvenliği faydaları sağlamakla kalmaz, aynı zamanda güven inşa eden yeni alışkanlıklar, ortak planlama ve ortak standartlar yaratır" değerlendirmesinde bulundu.

## **Hidrojen 110 milyar dolarlık proje taahhüdü**

Chatzimarkakis, dünya genelinde nihai yatırım kararı alınmış, inşası devam eden veya hâlihazırda faaliyette olan 500'den fazla hidrojen projesi kapsamında 110 milyar doların üzerinde yatırım taahhüt edildiğini ve bunun geçen yıla göre 35 milyar dolarlık bir artışı ifade ettiğini söyledi.

Küresel ölçekte 2020'den bu yana sektörün yıldan yıla ortalama yüzde 50 artışla yatırım büyümesi taahhüt edildiğini vurgulayan Chatzimarkakis, Avrupa'da 2030'a kadar 2,3 milyon ton temiz hidrojen arzı öngörüldüğünü, ulusal düzenlemelerin yavaş uygulanması nedeniyle istenilen hızda ilerleme kaydedilemediğini sözlerine ekledi.

# Küresel enerji yatırımlarının bu yıl 3,3 trilyon dolarla rekor seviyeye ulaşması bekleniyor

Küresel enerji yatırımlarının bu yıl 3,3 trilyon dolarla rekor seviyeye ulaşması, bu yatırımların 3'te 2'sini temiz enerji teknolojilerini oluşturması beklenirken, temiz enerji teknolojilerinde rekor kırılacağı öngörülüyor.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), bu yıl 10'uncusu hazırlanan Dünya Enerji Yatırımları raporunu yayımladı.

Rapora göre, küresel enerji yatırımlarının jeopolitik gerilimler ve ekonomik belirsizliklerden kaynaklanan zorluklara rağmen bu yıl, 2024'e göre yüzde 2 artışla 3,3 trilyon dolara yükseleceği ve yeni bir rekora ulaşacağı bekleniyor.

Toplam yatırımların 2,2 trilyon dolarlık kısmını yenilenebilir enerji, nükleer, şebekeler, depolama, düşük emisyonlu yakıtlar, verimlilik ve elektrifikasyon dahil temiz enerji teknolojilerinin oluşturacağı, kalan 1,1 trilyon dolar sermayenin ise fosil yakıt projelerine gideceği hesaplanıyor.

Böylece, bu yıl rekor seviyeye ulaşması beklenen temiz enerji yatırımları, toplam yatırım miktarının 3'te 2'sini oluşturacak. IEA'e göre bu durum, yalnızca emisyonların azaltılmasına yönelik çabaları değil, aynı zamanda sanayi politikalarının artan etkisini, enerji güvenliği endişelerini ve elektrik tabanlı çözümlerin maliyet açısından rekabetçiliğini de yansıtıyor.

Mevcut yatırım eğilimleri dünyada yeni bir 'elektrik çağına' yaklaştığını gösteriyor. Dünyada 10 yıl önce fosil yakıtlara yapılan yatırımlar elektrik üretimi, şebekeler ve depolama yatırımlarından yüzde 30 fazlayken, bu yıl ise sadece elektrik sektörü yatırımları petrol, doğal gaz ve kömüre yönelik harcamalardan yüzde 50 daha yüksek olacak.

## Güneş enerjisi, en büyük yatırım kalemi olmaya devam ediyor

Temiz enerji teknoloji yatırımlarına kaynak bazında bakıldığında, güneş enerjisi 450 milyar dolarla en fazla yatırım yapılan temiz enerji kaynağı olarak öne çıkıyor. Güneş enerjisine yapılan yatırım miktarı, son 5 yılda neredeyse iki katına çıkacak.

Nükleer enerji yatırımları da son 5 yılda yüzde 50 artış gösterirken, bu yıl söz konusu alandaki yatırımların 75 milyar doları bulması bekleniyor.

Temiz enerji teknolojileri arasında 400 milyar dolara ulaşacağı hesaplanan şebeke yatırımlarının, üretim ve elektrifikasyon yatırımlarının gerisinde kalıyor. Bu durum elektrik güvenliği açısından endişe verici bir gösterge olarak değerlendiriliyor.

Elektrik güvenliğinin sağlanabilmesi için şebeke yatırımlarının 2030'ların ilk yıllarına kadar üretim yatırımlarıyla eşit seviyeye yükselmesi gerekiyor. Ancak şebeke yatırımları, çoğunlukla uzun izin süreçleri ve kısıtlı tedarik zincirleri nedeniyle engelleniyor.

## Kömür yatırımlarında artış, petrol yatırımlarında salgın sonrası ilk düşüş

Çin, dünyanın en büyük enerji yatırımcısı konumunu güçlendirmeye devam ediyor. Çin'in küresel enerji harcamalarındaki payı, son 10 yılda yüzde 25'ten yüzde 33'e yükseldi.

Bu artış, güneş, rüzgar, hidroelektrik, nükleer, batarya ve elektrikli araçlar dahil olmak üzere geniş bir teknoloji yelpazesindeki yatırımlarla destekleniyor.

Çin ve Hindistan, kömür kapasitesi yatırımlarını sürdürüyor. Geçen yıl yaklaşık 100 gigavatlık yeni kömür santrali inşasına başlayan Çin'de, onaylanan yeni kömür santrali kapasitesi 2015'ten beri en yüksek seviyeyi gördü.

Kömür yatırımlarının bu yıl ise 2024'e göre yüzde 4 artacağı hesaplanıyor.

Öte yandan, düşen petrol fiyatları ve talep beklentileri nedeniyle petrol yatırımlarında bu yıl salgından beri ilk düşüşün görüleceği tahmin ediliyor. Beklenen yüzde 6'lık gerileme, ağırlıklı olarak ABD'de bu alandaki bazı harcamaların azalmasından kaynaklanacak.

## Çin'in enerji yatırımları, AB ve ABD'nin toplamına eşit

IEA Başkanı Fatih Birol, rapora ilişkin değerlendirmesinde, enerji dünyasının görünümünü gölgeleyen jeopolitik ve ekonomik belirsizlikler arasında ülkeler ve şirketlerin kendilerini çeşitli risklerden izole etmeye çalıştığını belirtti.

Enerji güvenliğinin küresel yatırım artışının temel itici gücü olarak öne çıktığını dile getiren Birol, "Bu yıl yatırım tutarı, rekor olan 3,3 trilyon dolara ulaşacak. Hızla değişen ekonomik ve ticari ortam, bazı yatırımcıların yeni enerji projelerine onay konusunda bekle-gör yaklaşımı benimsemesine yol açıyor. Ancak çoğu alanda mevcut projeler üzerinde henüz ciddi bir etkisi görülmedi" ifadelerini kullandı.

Birol, Dünya Enerji Yatırımları raporunun ilk kez yayımlandığı 2015'te, Çin'in enerji yatırımlarının ABD'yi yeni geçmeye başladığını anımsatarak, "Bugün Çin, dünyanın açık ara en büyük enerji yatırımcısı konumunda, Avrupa Birliği'nin (AB) iki katı ve neredeyse AB ile ABD'nin toplamı kadar harcama yapıyor" bilgisini paylaştı.



# Küresel yenilenebilir enerji kurulu gücü son 10 yılda, yıllık yüzde 144 artışla 4,4 milyon megavatın üzerine çıktı



Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansının (IRENA) Yenilenebilir Enerji İstatistikleri 2025 raporuna göre, 2015'te yaklaşık 1,8 milyon megavat olan yenilenebilir enerji kapasitesi, 2024'te 4,4 milyon megavatı aştı. Bu artışta rekor yatırımlar ve temiz enerjiye yönelik artan talep etkili oldu.

2015-2024 döneminde Avrupa'da yenilenebilir enerji kapasitesi 464 bin 14 megavattan 850 bin 245 megavata yükseldi. Almanya, kurulu gücünü 97 bin 228 megavattan 178 bin 655 megavata çıkararak kıtada ilk sırada yer aldı. Bu dönemde, İspanya, Fransa ve İtalya da kayda değer artış ile Almanya'yı takip etti.

Türkiye 2015'te 31 bin 516 megavat olan toplam yenilenebilir enerji kapasitesini yaklaşık 69 bin megavata yükselterek Avrupa'da beşinci sırada yer aldı.

## Hidroelektrik kapasitesinde artış devam ediyor

Rapora göre, hidroelektrik santralleri (HES) dünyada en fazla elektrik üretilen yenilenebilir enerji kaynağı olma özelliğini koruyor.

Küresel HES kurulu gücü, 2015'te yaklaşık 1,2 milyon megavat iken, 2024'te yüzde 16,6 artışla 1,4 milyon megavatı geçti.

Avrupa'da HES kapasitesi 2015'te 214 bin 429 megavattan 2024'te 225 bin 90 megavata yükseldi. Norveç, HES kurulu gücünü geçen yıl 34 bin 291 megavata çıkararak Avrupa'daki liderliğini sürdürdü. 2015-2024 döneminde Türkiye HES kapasitesini yüzde 25,2 artışla 32 bin 386 megavata çıkararak Avrupa'da ikinci en yüksek artışı kaydetti.

Aynı dönemde, dünyada HES'lerden elektrik üretimi yaklaşık yüzde 13 artarak yaklaşık 3,9 milyon gigavatsaatten 4,4 milyon gigavatsaat seviyesine ulaştı. Avrupa'da ise üretim 597 bin 677 gigavatsaatten 605 bin 365 gigavatsaate yükseldi.

Geçen yıl Norveç, HES'lerden 137 bin 975 gigavatsaat elektrik üreterek Avrupa'da ilk sırada yer alırken, onu 66 bin 240 gigavatsaat ile İsveç ve 64 bin 2 gigavatsaat ile Türkiye takip etti.

# Sıfır Atık Vakfı, tek kullanımlık plastiklerin olumsuz etkilerini raporladı



Sıfır Atık Vakfının "Plastiksiz Temmuz" farkındalık kampanyası kapsamında hazırladığı yeni araştırma raporunda, tek kullanımlık plastiklerin doğaya, insan sağlığına ve ekonomiye etkileri ortaya konuldu.

Vakıftan yapılan açıklamaya göre, her yıl küresel ölçekte temmuzda yapılan kampanya kapsamında yeni araştırma raporu hazırlandı.

Çalışmada yer alan veriler, küresel plastik krizinin ve kullanımının ulaştığı çarpıcı boyutları, bu krizin çevresel, ekonomik ve toplumsal sonuçlarını çok yönlü biçimde ortaya koyuyor.

Küresel plastik krizinin sürdürülemez boyutlara ulaştığına işaret edilen raporda, plastik kullanımının ulaştığı boyut, mikroplastiklerin oluşturduğu görünmeyen tehdit ve döngüsel ekonomi perspektifinden çözüm yolları anlatılıyor.

Raporda, 2024 itibarıyla dünyada yılda yaklaşık 400 milyon ton plastik üretildiği, bunun yaklaşık yüzde 36'sının ambalaj olarak büyük ölçüde tek kullanımlık ürünlerden oluştuğu belirtildi.

Bunun yalnızca yüzde 9'unun geri dönüştürüldüğü, yüzde 19'unun yakıldığı, yüzde 50'den fazlasının ise doğaya karıştığı aktarılan raporda, "Her yıl doğaya karışan 11 milyon ton plastik atık, deniz canlılarının yaşamını doğrudan tehdit ediyor. Bu veriler, plastik üretimi ve atık yönetimi arasında ciddi bir dengesizlik olduğunu gösteriyor. Üstelik plastik üretiminin yüzde 99'u hala fosil yakıtlardan sağlanıyor. Bu da plastik kirliliğinin aynı zamanda bir iklim sorunu olduğunu ortaya koyuyor." değerlendirmesinde bulunuldu.

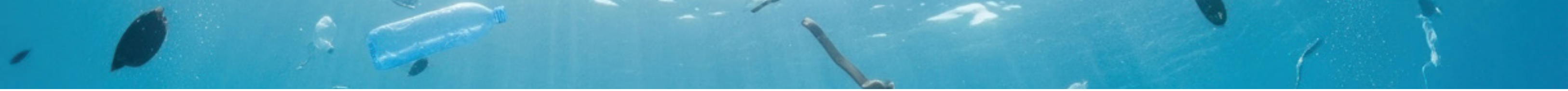
**Raporda, plastik kirliliğinin etkisinin yalnızca çevreyle sınırlı olmadığı, bunun insan sağlığını da tehdit ettiği vurgulanarak, şu ifadelerle yer verildi:**

"Mikroplastikler hava, su ve gıda yoluyla vücudumuza giriyor. Bir insanın ortalama haftada 5 gram yani bir kredi kartı büyüklüğünde plastik yuttuğu tahmin ediliyor. Mikroplastikler, anne karnındaki fetüsten kan dolaşımına, akciğer dokularından anne sütüne kadar pek çok alanda tespit edilmiş durumda. Araştırmalar, mikroplastiklerin bağışıklık sistemi, hormon dengesi ve sindirim sistemi üzerinde olumsuz etkileri olduğunu gösteriyor. Endokrin sistem bozuklukları, bağışıklık sistemi baskılanması, üreme sorunları ve kanser risklerinin mikroplastiklerle bağlantılı olabileceğine dair bilimsel kanıtlar artıyor."

Raporda, deniz kaplumbağalarının yüzde 90'ının, deniz kuşlarının yüzde 44'ünün, balina türlerinin yüzde 18'inin vücutlarında plastik atık bulunduğu ifade edildi



**SIFIR ATIK  
VAKFI**



Plastik atıkların, kara ve deniz ekosistemlerinde telafisi zor zararlara yol açtığına işaret edilen raporda, deniz kaplumbağalarının yüzde 90'ının, deniz kuşlarının yüzde 44'ünün, balina türlerinin yüzde 18'inin vücutlarında plastik atık bulunduğu belirtildi.

Sindirilemeyen plastik parçaların bu canlıların iç organlarını tıkayarak ölümlerine neden olduğu kaydedilen raporda, mercan resiflerinin yüzeyine yerleşen plastik parçalarının, bu hassas ekosistemlerin yüzde 85'inde enfeksiyon riskini artırdığı, plastik ağlar ve ambalajların canlıları fiziksel olarak tuzağa düşürerek yaşamlarını tehdit ettiği, toprakta biriken plastiklerin tarım arazilerinin verimliliğini düşürdüğü, toprak canlılarının genetik yapısını etkilediği bildirildi.

Raporda, Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na (UNEP) göre, plastik kirliliğinin küresel ekonomiye yıllık maliyetinin 300-600 milyar dolar arasında değiştiği, bunların sağlık harcamaları, deniz turizmi ve balıkçılıktaki kayıplar, temizleme faaliyetleri ve iklim etkilerini de kapsadığı ifade edildi.

Plastik atıkların yüzde 90'ından fazlasının düşük ve orta gelirli ülkelerin kıyılarına ulaştığı, bunun da çevresel adalet ve eşitlik açısından ciddi sorun teşkil ettiği aktarılan raporda, gelişmekte olan ülkelerde, yetersiz atık yönetimi nedeniyle plastik atıkların yol açtığı altyapı tıkanmaları, taşkınlar ve kirliliğin, kalkınma üzerinde doğrudan tehdit oluşturduğu vurgulandı.

Raporda, plastik atıkların yüzde 50'sinden fazlasının sadece bir kez kullanılan ürünlerden oluştuğu, özellikle market poşetleri, plastik şişeler, ambalajlar ve pipetlerin doğada yüzlerce yıl çözünmeden kalabildiği belirtildi.

**Raporda, plastik kullanımına karşı bireylerin atabileceği etkili adımlar ise şöyle sıraladı:**

"Plastik poşet yerine bez çanta, file veya sepet kullanmak. Tek kullanımlık plastik şişeler yerine cam veya metal matara taşımak. Plastik pipet yerine bambu, cam veya paslanmaz çelik alternatiflere yönelmek. Ambalajsız ve dökme ürünler tercih ederek plastik atık oluşumunu azaltmak. Geri dönüşüm kutularını doğru ve etkin şekilde kullanmak."



# Şirketler stratejilerini sürdürülebilirlik odağında yeniliyor



Türkiye'nin 2053 karbon nötr hedefleri doğrultusunda iş dünyasının yeşil dönüşüme uyum sağlaması giderek daha kritik bir hale gelirken, Avrupa Birliği'nin (AB) karbon düzenlemeleri de sürdürülebilirlik temelli stratejilerin önemini artırıyor.

İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD Türkiye) Yönetim Kurulu Başkanı Ediz Günsel, AA muhabirine yaptığı değerlendirmede, Türkiye'nin 2053 karbon nötr hedeflerine ulaşması yolunda iş dünyasının yeşil dönüşüme uyum sağlamasının artık tercih değil, zorunluluk olduğunu belirterek, "Bu süreçte umut verici gelişmeler yaşanmakla birlikte, kat edilmesi gereken önemli mesafeler de mevcut" dedi.

SKD Türkiye olarak Türkiye ekonomisinin yaklaşık dörtte birini temsil eden üye şirketleriyle 2025 Kurumsal Sürdürülebilirlik Olgunluk Anketi gerçekleştirdiklerini aktaran Günsel, "Anket sonuçlarına göre, SKD'ye üye şirketlerin yüzde 84'ü iş stratejilerini sürdürülebilirlik odağında güncellemiş durumda ve yüzde 80'i karbon ayak izini ölçmeye başladı. Bu, dönüşümün başladığına dair güçlü bir işaret" diye konuştu.

Günsel, sürdürülebilir bir gelecek için sadece ölçüm yapmanın yeterli olmadığını dikkati çekerek, gerçek iklim dayanıklılığı ve emisyon azaltımı için şirketlerin somut hedefler belirlemesi, net bir geçiş planı oluşturmaları gerektiğini ifade etti.

2025 Kurumsal Sürdürülebilirlik Olgunluk Anketi sonuçlarına göre, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneğine üye şirketlerin yüzde 84'ü iş stratejilerini sürdürülebilirlik odağında güncelledi

Şirketlerin yüzde 39'unun bir iklim geçiş planı bulunmadığını söyleyen Günsel, şunları kaydetti:

"Döngüsel ekonomi uygulamaları da birçok firmada henüz başlangıç aşamasında. Bu tablo, önemli gelişim alanları ve büyük bir potansiyel olduğunu gösteriyor. Türkiye'nin 2053 karbon nötr hedefleri, şirketlere iklim krizi kaynaklı riskleri azaltan ve yeni fırsatlar sunan stratejik bir yol haritası sağlıyor. Şirketler yeşil dönüşüme ne kadar hızlı ve kararlılıkla entegre olursa, başarı o kadar artacak."

Günsel, Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasının (SKDM), Türkiye'de özellikle sanayi sektöründe uzun süredir ihtiyaç duyulan yeşil dönüşümü hızlandıran önemli bir itici güç olduğunu vurgulayarak, "Sanayiciler artık çok net bir gerçekle karşı karşıya; AB gibi stratejik pazarlarda rekabet gücünü koruyabilmek için karbon ayak izlerini azaltmak zorundalar. İhracatımızın yüzde 42'sinin AB'ye yapıldığı düşünüldüğünde, bu pazarda kalıcı olmanın yolu sürdürülebilir üretimden geçiyor" ifadelerini kullandı.

Çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojen sektörlerinin SKDM kapsamında öncelikli değerlendirildiğini anımsatan Günsel, inşaat, tekstil, otomotiv ve beyaz eşya gibi sektörlerin de doğrudan ya da dolaylı olarak etkilendiğini anlattı.





### “KOBİ'lerin dönüşüme katılması için ortak bir ekosistem oluşturulması gerekiyor”

Günel, firmaların geçiş döneminde mali yükümlülük taşımadığını, ürünlerinin karbon emisyonlarını eksiksiz raporlamak zorunda olduğunu aktararak, şunları kaydetti:

“2027'ye ertelenen sertifika alım ve teslim süreçleri için teknik altyapı hazırlıkları kritik önemde. Şirketlerin hazırlıklarını hızlandırmaları gerekiyor. SKDM'ye uyum için Türkiye'deki şirketlerin bugünden teknik altyapılarını kurmaları, emisyon verilerini raporlayacak sistemler geliştirmeleri ve sürdürülebilir üretim modellerine geçmeleri şart. KOBİ'ler için farkındalık artırmak, destek mekanizmalarını güçlendirmek ve kapasite inşa etmek büyük önem taşıyor. Büyük şirketler bu konuda ciddi adımlar atarken, KOBİ'lerin dönüşüme katılması için ortak bir ekosistem oluşturulması gerekiyor.”

Türkiye'de emisyon düzeylerini azaltmak için karbon ayak izinin ölçülmesinin ötesine geçilmesi gerektiğine dikkati çeken Günel, somut emisyon azaltım hedeflerinin belirlenmesi, üretimden tedarik zincirine tüm süreçleri kapsayan iklim geçiş planlarının hazırlanması gerektiğini dile getirdi.

Günel, TBMM Genel Kurulunda kabul edilen İklim Kanununun sera gazı emisyonlarının azaltımı ve uyum politikalarını merkeze alarak iş dünyasına yön verecek önemli bir adım olduğunu işaret ederek, “Kanunun devreye girmesiyle planlama, uygulama, izleme ve denetim süreçlerinde daha kapsamlı bir yasal çerçeve oluşacak” dedi.

Türkiye'nin yeşil dönüşüm hedeflerine ulaşmasının kapsamlı ve etkili bir strateji gerektirdiğine işaret eden Günel, finansman kaynaklarının etkili mobilize edilmesi ve teşvik mekanizmalarının hayata geçirilmesi gerektiğini kaydetti.

Günel, yeşil tahviller, sürdürülebilir krediler ve etki yatırımları gibi finansman araçlarının şirketlerin dönüşüm maliyetlerini düşürürken yeni pazarlara erişim ve rekabet avantajı da sağladığını söyledi.

KOBİ'lerin hem iklim krizinden daha fazla etkilendiğini hem de finansmana erişimlerinin kısıtlı olduğunu belirten Günel, sözlerini şöyle tamamladı:

“Avrupa'da da sürdürülebilir finansman yasaları KOBİ'leri tam kapsamıyor, bu da finansmana erişim ve iklim etkisi raporlamasında zorluk yaratıyor. Bu nedenle AB'de KOBİ Sürdürülebilir Finans Standardı gibi daha kapsayıcı gönüllü çerçeveler öneriliyor. Türkiye'de de benzer yaklaşımların geliştirilmesi gerekiyor. KOBİ'ler için sürdürülebilirlik stratejileri oluşturmak sadece çevresel bir gereklilik değil, operasyonel verimlilik, maliyet tasarrufu ve ihracatta süreklilik için de kritik. AB Yeşil Mutabakatı ve SKDM, KOBİ'leri doğrudan etkileyeceğinden hem teknik hem finansal kapasitelerinin güçlendirilmesi elzem. Sürdürülebilir yatırımları finanse edebilmek için kamu destekleri yaygınlaştırılmalı, özel sektörün farkındalığı artırılmalı.”

# Türkiye'nin 500 büyük şirketinden 111'i gıda sektöründen

Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu 2024 araştırmasına göre, gıda sektörünü, 66 firmayla ana metal sanayi firmaları takip etti



Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşu listesinde 111 şirketle gıda firmaları zirvede yer alırken, 66 firmayla ana metal sanayi firmaları ikinci sıraya yerleşti.

İstanbul Sanayi Odası (İSO) tarafından hazırlanan Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu 2024 araştırmasının sonuçları açıklandı.

Araştırmada en fazla şirketin yer aldığı sektör 111 firmayla gıda ürünleri imalatı oldu. Gıdayı, 66 şirketle ana metal sanayi, 46 kuruluşla motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı ve 38 firmayla elektrikli teçhizat imalatı takip etti.

Listede, kimyasal ürün imalatından 33, diğer metalik olmayan mineral ürün imalatından 30, tekstil ürünleri imalatından 24, fabrikasyon metal ürünleri imalatından (makine ve teçhizat hariç) 19, elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtımından 17 şirket yer aldı.

## Listedeki diğer sektörler ve şirket sayıları

Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatından 16, başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatından 14, kağıt ve kağıt ürünleri ile madencilik ve taş ocaklığı imalatından 13'er, bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı ile temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatından 9'ar, giyim eşyalarının imalatından 8 şirket listeye girdi.

İçeceklerin imalatından 7, diğer ulaşım araçlarının imalatından 6, ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatından (mobilya hariç) 5, kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri, mobilya ve diğer imatlardan 4'er, tütün ürünleri imalatı ile kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılmasından ise 2'şer şirket listede yer aldı.

## Üretimden satışlarda "ana metal sanayi" zirvede

İSO'nun Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu 2024 araştırmasında listeye giren şirketlerin üretimden satışları 2024'te 2023'e göre yüzde 36,3 artarak 8 trilyon 688,5 milyar liraya ulaştı.

Listede yer alan şirketler incelendiğinde, üretimden satışlarda ilk sırada 1,4 trilyon lirayla ana metal sanayi yer aldı. İkinci sırada, 46 şirketin İSO 500 listesine girdiği motorlu kara taşıtı, treyler (römork), ve yarı treyler (yarı römork) imalatı yapan şirketler yer aldı. Söz konusu şirketlerin geçen yıl üretimden satışları 1,3 trilyon lirayı aştı.

Geçen yıl İSO 500'de en çok şirketle yer alan gıda sektöründeki 111 işletmenin üretimden satışları 1,2 trilyon lira oldu. Gıdayı 929,5 milyar lirayla kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı yapan şirketler, 584,3 milyar lirayla elektrikli teçhizat imalatı yapan şirketler takip etti.

En büyük 500 şirket arasında en yüksek istihdamı 155 bin 23 kişiyle gıda şirketleri sağladı. Araştırmada en yüksek istihdam sağlayan sektörler arasında "motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı" 137 bin 468 kişiyle ikinci, "ana metal sanayi" 75 bin 143 ile üçüncü, "elektrikli teçhizat imalatı" 67 bin 214 ile dördüncü, "tekstil ürünlerinin imalatı" 57 bin 623 ile beşinci sırada yer aldı.

# COP30'da hidrojen, enerji bağlamındaki en önemli konulardan biri oldu

Brezilya'da düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 30. Taraflar Konferansı'nda (COP30) hidrojen, enerji bağlamındaki en önemli konulardan biri oldu.

Konferansta, düşük karbonlu hidrojen endüstrisi geliştirilmesi, hidrojenin ulaşım ve tarım gibi çeşitli sektörlerde kullanımı ile projeler için finansman sağlanması üzerinde duruldu.

COP30 Başkanı Andre Correa do Lago, ülkeleri hidrojen ve diğer sürdürülebilir yakıtların üretimi ve tedarik zincirine yatırım yapmaya çağırdı.

Belem 4X İnisiyatifi ile de sürdürülebilir yakıtlar sınıfında değerlendirilen hidrojenin önemi bir kere daha öne çıktı. Söz konusu girişim, iklim değişikliğiyle mücadelede fosil yakıtlara alternatif enerji kaynağı kullanımını artırmayı hedefleyen bir taahhüt olarak duyuruldu.

## Hidrojen sıfıra yakın emisyonu sebep oluyor

Hidrojen, çok yönlü yapısı sayesinde tarım ve ulaşım gibi birçok sektörde kullanılabilir. Ulaşımında hidrojen yakıt hücreleri, özellikle ağır taşıtlar, otobüsler ve trenler için uzun menzil ve hızlı dolun avantajı sunuyor.

Tarımda ise hidrojen, traktör ve hasat makineleri gibi araçlarda temiz yakıt olarak, ayrıca gübre üretiminde kullanılan amonyak sentezinde düşük karbonlu bir girdi olarak değerlendirilebilir.

Sanayide yüksek sıcaklık gerektiren süreçlerde fosil yakıtların yerine de kullanılabilen hidrojen, emisyonların önemli ölçüde azaltılmasına katkı sağlıyor.

## Hidrojen endüstrisi için sağlam politika vurgusu

COP30'da hidrojen endüstrisini geliştirmek için sağlam bir politika çerçevesi, finansman mekanizmaları ve altyapı yatırımı gerektiği vurgulandı.



COP30'da hidrojen endüstrisini geliştirmek için sağlam bir politika çerçevesi, finansman mekanizmaları ve altyapı yatırımı gerektiği vurgulandı. Öncelikle, yeşil hidrojen üretimini destekleyen teşvikler, karbon fiyatlaması ve vergi kredileri gibi ekonomik araçlar sektöre ivme kazandıracak unsurlar olarak öne çıktı.

Öncelikle, yeşil hidrojen üretimini destekleyen teşvikler, karbon fiyatlaması ve vergi kredileri gibi ekonomik araçlar sektöre ivme kazandıracak unsurlar olarak öne çıktı.

Üretim tesisleri, boru hatları, depolama ve dağıtım sistemlerinin kurulması sektörün alt yapısını oluştururken bunların geliştirilmesi ile hidrojen ekosistemi sağlıklı bir şekilde oluşturulabileceği tartışıldı.

Ayrıca uluslararası iş birliklerinin, teknoloji transferi ve standartların uyumlu hale getirilmesi ve pahalı kabul edilen hidrojenin maliyetlerinin düşmesine yardımcı olurken küresel ölçekte güvenilir bir hidrojen pazarı oluşmasına katkı sağlayacağı öngörüldü.

## Dünyada hidrojene ilişkin çalışmalar artıyor

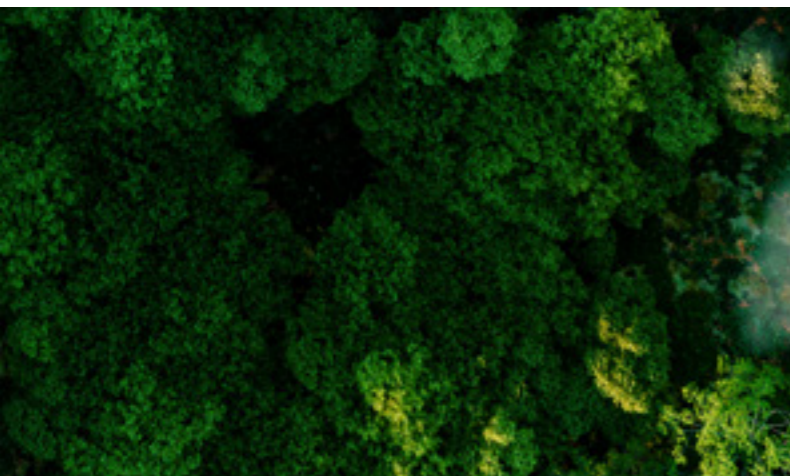
Dünya genelinde hidrojen sektörü ve piyasası oluşturma çabaları son yıllarda hız kazandı.

Avrupa Birliği (AB), hidrojen zinciri için büyük projeleri destekliyor. 13 AB ülkesi toplamda 5,2 milyar avro kamu fonu ayırdı, özel sektörden de ek 7 milyar avro yatırım çekmesi bekleniyor.

Almanya, Fransa, İtalya gibi ülkeler de hidrojen altyapısını oluşturan elektrolizör, boru hatları, depolama tesislerine yatırım yapıyor.



Türkiye, Ulusal Hidrojen Stratejisi ve Yol Haritası ile elektrolizör kurulu gücünü 2030'da 2 gigavat, 2035'te 5 gigavat ve 2053'te 70 gigavata çıkarma hedefi bulunuyor.



Avrupa Temiz Hidrojen İttifakı ile müşterek projeler ve sanayi iş birlikleri için bir platform sağlanıyor.

Almanya, hidrojen çekirdek (core) boru hattı ağı inşa etmek için yaklaşık 18,9 milyar avro yatırım planlıyor. Bu ağ yatırımı için KfW Kalkınma Bankası da 24 milyar avroluk bir amortisman mekanizması sağlayacak.

Avustralya, oluşturduğu Ulusal Hidrojen Stratejisi kapsamında teknoloji geliştirme ve ihracata odaklanmayı hedefliyor. Avustralya ile Almanya arasında hidrojen ithalat ve ihracatı mutabakat bulunuyor.

Japonya, yakıt hücresi (fuel cell) araçlar ve hidrojen toplumuna (hydrogen society) güçlü bir yatırım yapıyor. OECD raporuna göre, Japonya 15 yıl boyunca sıvı hidrojen tedarik zinciri projeleri için büyük finansman ayırdı.

Hindistan, Yeşil Hidrojen Misyonu için yaklaşık 2,3 milyar avro tutarında kamu desteğini onayladı. Bu planla, 2030'a kadar büyük miktarda yeşil hidrojen üretimi ve ihracat kapasitesi oluşturulması hedefleniyor.

#### Türkiye'de hidrojen sektörü oluşturuluyor

Öte yandan Türkiye'de hidrojen enerjisiyle ilgili politik ve teknolojik alanda önemli çalışmalar bulunuyor.

Türkiye, Ulusal Hidrojen Stratejisi ve Yol Haritası ile elektrolizör kurulu gücünü 2030'da 2 gigavat, 2035'te 5 gigavat ve 2053'te 70 gigavata çıkarma hedefi bulunuyor.

Ayrıca, doğal gaz şebekesine hidrojen enjeksiyonu, AR-GE çalışmaları ile yüzde 99,9 saflıkta hidrojen üretebilen yerli PEM elektrolizörleri, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu bünyesinde, düşük ısı değerli kömürlerden gazlaştırma yoluyla hidrojen üretimi için bir pilot tesis ile çalışmalara devam ediliyor.



# Enerji Dönüşümünde Yenilenebilir Hidrojenin Rolü

Son yıllarda küresel ölçekte yaşanan enerji krizi, tedarik zincirini ve birincil enerji kaynaklarına olan erişimi kesintiye uğratmış; enerji arz güvenliği sorunlarını gündeme getirmiştir. Enerji sektöründe yaşanan bu gelişmelere paralel olarak birçok ülke iklim, çevre ve insan sağlığına yönelik farkındalık oluşturarak Paris İklim Anlaşmasına taraf olmuştur.

Paris İklim Anlaşmasına taraf olan ülkeler, küresel iklim hedefleri kapsamında net sıfır emisyonlu bir ekonomiye ulaşmak için stratejiler oluşturmakta ve bu stratejileri küresel gelişmeler doğrultusunda güncellemektedir. Bu bağlamda Türkiye, ilk aşamada Temmuz 2021'de Yeşil Mutabakat Eylem Planını duyurmuş; ardından Ekim 2021'de Paris Anlaşmasına taraf olarak 2053 yılına kadar net sıfır emisyonlu bir ekonomiye geçiş hedefini taahhüt etmiştir. Bu gelişmelerle birlikte Türkiye, iklim ve enerji politikalarını enerji dönüşümü doğrultusunda yeniden şekillendirme sürecine girmiştir.

Net sıfır emisyonlu bir ekonomiye ulaşma yolunda, ülkelerin enerji dönüşümünün üç temel bileşeni olan yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve elektrifikasyon bütüncül bir yaklaşım ile dönüşüm planlamalarının merkezinde yer almaktadır. Enerji dönüşümü bağlamında elektrik sektörünün karbonsuzlaşmasına paralel olarak enerji yoğun son kullanım sektörlerinde de (binalar, sanayi ve ulaşım) köklü bir dönüşüm ihtiyacı bulunmaktadır. Özellikle sanayi, binalar ve ulaşım gibi fosil yakıtlara yoğun şekilde bağımlı sektörlerin karbonsuzlaşmasında doğrudan elektrifikasyon ve enerji verimliliği uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Ancak yüksek

*Net sıfır emisyonlu bir ekonomiye ulaşma yolunda, ülkelerin enerji dönüşümünün üç temel bileşeni olan yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve elektrifikasyon bütüncül bir yaklaşım ile dönüşüm planlamalarının merkezinde yer almaktadır.*



proses ısısı ihtiyacı olan sanayi sektöründe ve uzun mesafe taşımacılıkta doğrudan elektrifikasyon, mevcut teknolojiler ile sınırlı seçenekler sunmaktadır. Bu sektörlerin karbonsuzlaşmasını sağlamak için yenilenebilir (yeşil) hidrojen gibi yeni teknolojilere gereksinim duyulmaktadır. Yenilenebilir hidrojen, yüksek ısı gerektiren sanayi sektörü uygulamalarında ve ulaşım sektöründe fosil yakıtlara ikame sağlamanın yanında çeşitli sanayi alt sektörlerinde ham madde olarak da kullanılabilir. Bu nedenle, yenilenebilir hidrojenin karbonsuzlaşması zor sektörlerde kullanılması, enerji dönüşümünde önemli bir strateji olarak kabul edilmektedir.

Uluslararası ölçekte, yenilenebilir hidrojenin çeşitli sektörlerde entegrasyonu noktasında pilot projeler ve çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar; demir-çelik sektöründe doğrudan indirgenmiş demir teknolojisi için kömür yerine ikame yakıt olarak kullanımı, çimento sektöründe yakıt emisyonlarının azaltımı, petrokimya sektöründe (özellikle rafinerilerde) rafinasyon süreçlerinin karbon ayak izi azaltımı, gübre sektöründe yeşil amonyak üretimi, cam ve seramik sektöründe yüksek ısı gereksinimi karşılama ve ulaştırma sektöründe e-amonyak ve e-metanol gibi hidrojen türevlerinin fosil yakıt ikamesi olarak kullanımı üzerinde durmaktadır. Bu sektörlerdeki arz-talep akışının oluşturulması yolunda hidrojen değer zincirinin kurulması gerekmektedir. Bu noktada, uluslararası piyasalarda yenilenebilir hidrojen ve türevleri için bir değer zincirinin oluşturulmasına yönelik çeşitli politika ve destek mekanizmaları oluşturulmaya başlanmıştır. Bunlara örnek olarak, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 2022 yılında yürürlüğe girmiş olan Enflasyonu Azaltma Yasası (Inflation Reduction Act, IRA) ve Avrupa Birliği'nde (AB) kurulmuş olan "Hidrojen Bankası" gösterilebilir. IRA ile birlikte, ABD'de düşük karbonlu hidrojen projelerine yapılacak yatırımlar için çeşitli vergi indirimleri gündeme gelmiştir. Belirlenen vergi indirimleri ile önemli maliyet düşüşleri elde edilebilmektedir. Bu düzenlemeler ABD'nin yakın gelecekte makul maliyette yenilenebilir hid-

*Yenilenebilir (yeşil) hidrojen, yüksek ısı gerektiren sanayi sektörü uygulamalarında ve ulaşım sektöründe fosil yakıtlara ikame sağlamanın yanında çeşitli sanayi alt sektörlerinde ham madde olarak da kullanılabilir. Bu nedenle, yenilenebilir hidrojenin karbonsuzlaşması zor sektörlerde kullanılması, enerji dönüşümünde önemli bir strateji olarak kabul edilmektedir.*



*Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 2025 verilerine göre Çin, hem elektrolizör üretim kapasitesi hem de kurulu kapasite açısından dünya lideri konumundadır ve maliyet avantajı sayesinde sektördeki ağırlığını artırmaktadır. Mevcut durumda, küresel elektrolizör üretim kapasitesinin %60'ını elinde tutmaktadır. Çeşitli öngörülere göre 2030 yılı itibarıyla küresel elektrolizör üretim kapasitesinin yarısını Avrupa ve Çin'in oluşturması beklenmektedir.*

*Avrupa Hidrojen Bankası, yatırım kararı alınan hidrojen projeleri için üretim maliyetleri ile alıcı tarafı fiyatları arasındaki farkın kapatılmasıyla hidrojen piyasası ve ticaretinin oluşmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Yenilenebilir hidrojen üreticilerinin üretilen kilogram (kg) hidrojen başına sabit bir gelir ile ödüllendirileceği ihaleler yoluyla yatırımların gelir istikrarının sağlanması hedeflenmektedir.*

rojen üretimi sağlanmasının ve önemli bir hidrojen ihracatçısı olmasının önünü açabilir. AB'de kurulmuş olan Avrupa Hidrojen Bankası (European Hydrogen Bank) ise belirlenen hidrojen hedeflerine ulaşılması için oldukça önemli bir destek mekanizmasıdır. Avrupa Hidrojen Bankası, yatırım kararı alınan hidrojen projeleri için üretim maliyetleri ile alıcı tarafı fiyatları arasındaki farkın kapatılmasıyla hidrojen piyasası ve ticaretinin oluşmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Yenilenebilir hidrojen üreticilerinin üretilen kilogram (kg) hidrojen başına sabit bir gelir ile ödüllendirileceği ihaleler yoluyla yatırımların gelir istikrarının sağlanması hedeflenmektedir. Bahsi geçen destek ve teşviklerin yenilenebilir hidrojen piyasasının ilk oluşum aşamalarında önemli bir kaldıraç olacağı düşünülmektedir.

Yenilenebilir hidrojen üretiminde kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi ve üretiminde ise uluslararası ölçekte birçok ülke önemli roller üstlenmektedir. Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 2025 verilerine göre Çin, hem elektrolizör üretim kapasitesi hem de kurulu kapasite açısından dünya lideri konumundadır ve maliyet avantajı sayesinde sektördeki ağırlığını artırmaktadır. Mevcut durumda, küresel elektrolizör üretim kapasitesinin %60'ını elinde tutmaktadır. Çeşitli öngörülere göre 2030 yılı itibarıyla küresel elektrolizör üretim kapasitesinin yarısını Avrupa ve Çin'in oluşturması beklenmektedir. Avrupa Birliği kapsamında Almanya, Fransa ve Hollanda gibi ülkeler ise yenilenebilir hidrojen değer zincirinde kullanılan ileri teknolojilere yaptığı yatırımlarla dikkat çekmektedir. Hindistan, Ulusal Yeşil Hidrojen Misyonu (National Green Hydrogen Mission) kapsamında yerli elektrolizör üretimini teşvik ederek sektöre adım atmaktadır. Japonya ve Güney Kore, özel-

likle yakıt hücresi teknolojileri ve hidrojenin taşımacılık gibi alanlardaki kullanımı konusunda öncüdür. Bu ülkeler, teknolojik gelişmelerin yönünü belirlerken aynı zamanda küresel hidrojen ekonomisinin temel oyuncularına hâline gelmektedir.

Öte yandan, küresel ölçekte yenilenebilir hidrojen projelerinin birçoğunun gerçekleştirilmesi ve ölçeklendirilmesi, öngörülen planlamaların aksine gecikmekte veya proje başlangıcı ileri bir tarihe ötelenmektedir. Bu durum; yetersiz altyapı, düzenleyici çerçevenin eksikliği, teknolojik olgunluğun sağlanamaması ve yüksek üretim maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Çeşitli ülkelerdeki karbon fiyatlandırması gibi piyasa mekanizmalarının ve teşvik mekanizmalarının yetersizliği de yenilenebilir hidrojen için kısa vadede oluşacak talebi kısıtlamaktadır. Tüm bu etkenler, küresel ölçekte yenilenebilir hidrojen projelerinin planlanan hızda ilerlemesini engellemektedir.

*Küresel ölçekte yenilenebilir hidrojen projelerinin birçoğunun gerçekleştirilmesi ve ölçeklendirilmesi, öngörülen planlamaların aksine gecikmekte veya proje başlangıcı ileri bir tarihe ötelenmektedir. Bu durum; yetersiz altyapı, düzenleyici çerçevenin eksikliği, teknolojik olgunluğun sağlanamaması ve yüksek üretim maliyetlerinden kaynaklanmaktadır.*



*Türkiye’de yenilenebilir hidrojen arz ve talebine yönelik yatırımların hızlandırılması için önemli bir adım olan ülkenin ilk “Hidrojen Vadisi” için, “Güney Marmara Kıyısı – HYSouthMarmara Projesi” kapsamında çalışmalar yapılmaktadır. Projenin ana hedeflerinden biri, yıllık 500 ton hidrojen üretiminin gerçekleştirilmesi olarak açıklanmıştır. İlgili projenin 5 yıl içerisinde tamamlanması beklenmektedir.*

Türkiye’de ise yenilenebilir hidrojen arz ve talebine yönelik yatırımların hızlandırılması için önemli bir adım olan ülkenin ilk “Hidrojen Vadisi” için, “Güney Marmara Kıyısı – HYSouthMarmara Projesi” kapsamında çalışmalar yapılmaktadır. Projenin ana hedeflerinden biri, yıllık 500 ton hidrojen üretiminin gerçekleştirilmesi olarak açıklanmıştır. İlgili projenin 5 yıl içerisinde tamamlanması beklenmektedir. Ek olarak, Marmara Organize Sanayi Bölgesi’nde Türkiye’nin ilk yenilenebilir hidrojen Araştırma Geliştirme (Ar-Ge) ve üretim merkezinin kurulması yönünde çalışmalar devam etmektedir. İlgili merkezin, oluşturulması beklenen yenilenebilir hidrojen ekosisteminin teknik bilgi altyapısının ve deneysel üretim kabiliyetlerinin güçlendirmesinin amaçlandığı belirtilmiştir. Bu projeler haricinde, kamu tarafından yeşil hidrojenin yerli üretimini, ekosistemini ve sektörel kullanımını destekleyici politika ve hedefler çeşitli politika dokümanlarında yer bulmaktadır. İlgili dokümanların arasında hidrojen konusunda en kapsamlı olan çalışma, 2023 yılında T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan “Türkiye Hidrojen Teknolojileri ve Yol Haritası” dokümanı olmuştur. Hidrojen yol haritasında, yenilenebilir hidrojen için niceliksel hedefler sunulmakla kalmamış, aynı zamanda Türkiye’nin uzun vadeli vizyonu ve uygulanması planlanan genel politika önerileri de açıklanmıştır. Yol haritasında 2030, 2035, 2053 yılları için elektrolizör kapasite hedeflerinin sırasıyla 2 gigavat (GW), 5 GW, 70 GW olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, 2035 yılına kadar yenilenebilir hidrojen üretim maliyetinin kilogram hidrojen başına 2,4 Amerika Birleşik Devletleri Dolarının (USD) altında, 2053 yılına kadar ise yine kilogram hidrojen başına 1,2 USD’nin altında olmasının hedeflendiği görülmektedir. Dokümanda, yeşil hidrojen üretimi ve ekosistemine yönelik Ar-Ge çalışmalarının yürütülmesine yönelik teşvikler ve hedefler de belirlenmiştir. Bu kapsamda, başta TÜBİTAK önderliğinde yürütülen çalışmalar olmak üzere elektrolizör teknolojisine yönelik olarak Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Uluslararası düzeydeki çeşitli AB fonları da Türkiye’deki Ar-Ge çalışmalarının finansman kaynaklarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır.



Hidrojenin çeşitli kullanım alanları göz önüne alındığında, ileride oluşacak hidrojen talebini karşılama yolunda büyük yatırımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, hidrojen ekonomisinin hızlanması, öncelikli sektörlerin belirlenerek dönüşüm kapsamında maliyet planlamalarının yapılması, yatırımcılara öngörülebilir ve pozitif bir piyasa ortamı sağlanması için bütüncül politikaların ve düzenleyici çerçevenin oluşturulması gerekmektedir.

Yenilenebilir hidrojenin mevcut maliyeti ve sektörel olarak kullanım alanları göz önüne alındığında, ilk aşamada en çok katma değer yaratması beklenen sektörlerde kullanılması önemli olacaktır. Bu nedenle, hidrojenin azami fayda sağlayacağı sektörlerin önceliklendirilmesi ve bu sektörlerdeki kullanımlarının teşvik edilmesi temel strateji olarak benimsenmesi süreci olumlu yönde etkileyecektir. Yenilenebilir hidrojen ekosisteminin oluşturulması, yatırımcılar açısından öngörülebilir bir piyasa ortamı oluşturulması ile sağlanması mümkündür. Bu bağlamda, yenilenebilir hidrojeni de içeren bütüncül enerji dönüşümü politikalarına ihtiyaç vardır.

Yenilenebilir hidrojenin kullanımının getireceği ekonomik faydalar, mevcut durumda ve gelecek dönemde uygulanacak enerji politikalarının etkinliği ile doğrudan ilişkili olacaktır. Bu kapsamda, ilgili politikaların ve teşviklerin yenilenebilir hidrojenin sektörel bazda kullanımını da kapsayacak şekilde ele alınması, sektörlerin dönüşümünde ve enerjide dışa bağımlılığı azaltma yolunda önemli olacaktır. İlk aşamada belirlenecek politikalarla yeşil hidrojen üretiminin ve kullanımının desteklenmesi belirli sektörlerde fosil yakıtlardan yenilenebilir hidrojene geçişi hızlandırmada belirleyici bir faktör olacaktır.

SHURA’nın 2025 yılında yayımladığı “Türkiye’nin Karbonsuzlaşma Sürecinde Yenilenebilir Hidrojen: Öncelikli Uygulama Alanları ve Politika Önerileri” çalışmasında, elektrik sektörü ve son kullanım sektörlerinde kullanılan fosil yakıt kaynaklarının yeşil hidrojen ile yakıt ve/veya ham madde olarak ikame edilmesine yönelik fayda-maliyet analizi yapılmış olup, 2053 yılına kadar yaratılacak toplam faydanın 130 milyar USD olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, ilgili sektörlerde yeşil hidrojen kullanımının 1.025 milyon ton karbondioksit emisyonu azaltımı sağlayabileceği de projekte edilmiştir. Sektörlerin emisyonlarının net sıfır düzeyine getirilmesi bağlamında sağlayacağı bu destek ile ekonomik olarak da karbon maliyetinin oluşmamasına neden olacaktır<sup>1</sup>.

Yenilenebilir hidrojen üretiminde kullanılacak elektrolizör teknolojisi de teknik ve ekonomik olarak çeşitlilik göstermekte olup, gelecekteki hidrojen maliyetlerinin belirlenmesinde bir etmen olarak görülmektedir. Ayrıca, hidrojenin yerinde üretim mantığı ile üretilmediği takdirde, taşıma sürecinde hangi formda ne şartla taşınacağı da ekonomik süreci doğrudan

<sup>1</sup>Yapılan analizlerde, tesis dönüşüm maliyetleri ile hidrojenin taşıma ve depolama maliyetleri hesaba katılmamıştır.

*Hidrojenin yerinde üretim mantığı ile üretilmediği takdirde, taşıma sürecinde hangi formda ne şartla taşınacağı da ekonomik süreci doğrudan etkileyebilecek etmenlerin arasında yer almaktadır.*



etkileyebilecek etmenlerin arasında yer almaktadır. Yenilenebilir hidrojen üretimi için yalnızca elektrolizörlerin kurulumu değil, aynı zamanda yenilenebilir enerji yatırımları ve ilgili altyapının iyileştirilmesi de gerekmektedir. Bu bağlamda, hidrojenin kullanılacağı öncelikli sektörlerin belirlenmesi ve uygulamalara yönelik sektörel strateji yol haritalarının geliştirilmesi önemli olacaktır.

Belirlenen öncelikli sektörlerin tüketimine yönelik oluşturulacak yenilenebilir hidrojen üretiminin, elektrik sektörünün dönüşüm hedefleriyle rekabet etmemesi diğer bir önemli husus olacaktır. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki artan payı, fosil yakıt tüketimini ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmada hayati bir rol oynamaktadır. Bu doğrultuda, hidrojen üretimi için mevcut yenilenebilir enerji santrallerini kullanmak yerine yeni yenilenebilir enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesi daha etkin bir dönüşüm sağlayacaktır. Bu süreçte, yenilenebilir hidrojen üretiminde kullanılacak kaynakların planlanması ve destekleyici mevzuatın oluşturulmasında eklenebilirlik (additionality) prensibinin dikkate alınması gerekecektir.

Türkiye'nin coğrafi konumu, sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyeli ve mevcut altyapısı, Avrupa'da kurulmakta olan yenilenebilir hidrojen pazarında önemli bir rol üstlenmesinin de önünü açacaktır. Uygun koşullar sağlandığı takdirde, üretilecek yenilenebilir hidrojenin ihtiyaç fazlasının çevre ülkelere ihraç edilmesi, ülkenin ekonomisine de katkı sağlayacaktır. 2053 net sıfır emisyon hedefinin belirlenmesinden önce SHURA'nın 2022 yılında yayımladığı "Türkiye'nin Yeşil Hidrojen Üretim ve İhracat Potansiyelinin Teknik ve Ekonomik Açısından Değerlendirilmesi" başlıklı raporda, yenilenebilir hidrojen üretimi, yurt içi kullanımı ve olası ihracat potansiyelleri hakkında genel bir analiz sunulmaktadır. SHURA gerçekleştirdiği analizlerde, 2050 yılına kadar Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımı ve maliyet etkin yatırımların teşvik edildiği politikalarla birlikte, yıllık 3,4 milyon ton yenilenebilir hidrojen üretilebileceği hesaplanmaktadır. Ayrıca, iç talep haricinde yaklaşık 1,5 milyon ton yenilenebilir hidrojen ile 1,9 milyon ton yenilenebilir hidrojen arasında bir ihracat potansiyelinin elde edilebileceği ortaya koyulmuştur. IEA'nın Eylül 2025'te yayımladığı "Global Hydrogen Review 2025" raporunda küresel hidrojen talebinin 2024 yılında bir önceki yıla göre %2 artış göstererek 100 milyon ton'a ulaştığını belirtmiştir. Bu durum, küresel enerji talebinin artışı ile paralel olup, hidrojenin ülkelerin dönüşüm bağlamında hidrojeni giderek daha fazla talep gören bir enerji taşıyıcısı olduğunu göstermektedir. Yükselen talep doğrultusunda Almanya gibi Avrupa ülkeleri yenilenebilir hidrojen ithalatına da yönelme planları yapmakta, bu kapsamda Türkiye, yenilenebilir hidrojen projelerine yönelik yatırımları hızlandırdığı takdirde küresel talebi karşılamada önemli bir potansiyel barındırmaktadır.

*Bütüncül bir perspektiften bakıldığında, yenilenebilir hidrojen Türkiye için sadece enerji arz güvenliğini artıracak bir alternatiften öte sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir fırsat olma potansiyeli barındırmaktadır. Güneş ve rüzgar gibi zengin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik potansiyele sahip olan Türkiye'nin, bu potansiyelini yenilenebilir hidrojen üretimiyle birleştirerek hem net sıfır bir ekonomiye ulaşma yolunda karbon emisyonlarını azaltma, hem de dış pazarda rekabet avantajı elde edebilme ihtimali bulunmaktadır.*

Hidrojen ve türevlerinin üretimine odaklanan küresel yatırımlar dikkate alındığında, yatırım hacminin oldukça sınırlı olduğu ve birçok projenin nihai yatırım kararı aşamasında bulunduğu görülmektedir. IEA'nın 2024 yılında yayımladığı verilere göre, yenilenebilir hidrojen üretim tesislerine yönelik nihai yatırım kararı alınmış veya inşaatı başlamış projeler sahadaki toplam potansiyelin %4'ünü temsil etmektedir. Pilot projelerle hidrojen endüstrisi ivme kazanma arayışı içerisinde iken, Türkiye özelinde 2053 yılına kadar net sıfır karbon emisyon hedefine ulaşmak için yatırımların artması bir gerekliliktir. Dolayısıyla, Türkiye'nin agresif hedefler ile yenilenebilir hidrojen pazarında yer alma ihtimali orta vadede oldukça yüksek bir ihtimal olarak görülmektedir. İlk aşamada politikalar yoluyla hidrojen üretim ve kullanımının doğrudan desteklenmesi, bazı sektörlerde ve uygulamalarda fosil yakıtlardan yenilenebilir hidrojene geçişi hızlandıracaktır. Düşük emisyonlu hidrojen projelerinin hız kazanması ve yatırımların faaliyete geçmesi için hidrojen piyasasının oluşturulması da önemli bir adım olacaktır. Bu doğrultuda, hidrojen değer zincirinin her bir adımında uluslararası çapta kabul görmekte olan standartlar ile uyum içinde hareket edilmesi gerekecektir.

Bütüncül bir perspektiften bakıldığında, yenilenebilir hidrojen Türkiye için sadece enerji arz güvenliğini artıracak bir alternatiften öte sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir fırsat olma potansiyeli barındırmaktadır. Güneş ve rüzgar gibi zengin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik potansiyele sahip olan Türkiye'nin, bu potansiyelini yenilenebilir hidrojen üretimiyle birleştirerek hem net sıfır bir ekonomiye ulaşma yolunda karbon emisyonlarını azaltma, hem de dış pazarda rekabet avantajı elde edebilme ihtimali bulunmaktadır. Ancak bu dönüşümün gerçekleşebilmesi için 2023 yılında yayımlanan "Türkiye Hidrojen Stratejisi ve Yol Haritası" dokümanını tamamlayıcı olacak olan eylem planlarının belirlenmesi, kamu-özel sektör iş birliklerinin desteklenmesi, Ar-Ge yatırımlarının devamlılığı ve düzenleyici çerçevenin oluşturulması gibi süreci doğrudan olumlu yönde etkileyecek adımlar atılması gerekmektedir. Ayrıca, yenilenebilir hidrojen değer zincirine yönelik oluşturulacak güvenlik standartları ve sertifikasyon süreçlerinin netleştirilmesi ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi uluslararası girişimlerle uyumlu hale getirilmesi Türkiye'nin potansiyel yenilenebilir hidrojen ihracatçısı olmasının da önünü açacaktır. Bu kapsamda vakit kaybetmeden doğru adımlar atıldığı takdirde, orta vadede Türkiye'nin enerji geleceğinde yenilenebilir hidrojenin önemli bir rol oynaması beklenmektedir.

# Türkiye'de Hidrojenin Kısa Tarihi

Doç. Dr. M. Suha YAZICI

İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü  
Enerji Planlaması ve Yönetimi Anabilim Dalı



*Hidrojen serbest halde bulunmadığı için birincil enerji kaynaklarından üretilmesi gerekir. Bu yüzden hidrojen birincil enerji kaynağı değil, elektrik gibi bir enerji taşıyıcısıdır; taşınabilir, depolanabilir, sürdürülebilir, temiz ve çevre dostu bir ham maddedir.*

Hidrojen, 1880'lerde keşfi ile birlikte az çok hayatımızın bir parçası olmuş, 20'nci yüzyılın başlarında zeplinlerle ulaşımda kullanılırken popülaritesi daha teknolojik kullanım alanları olan yakıt pillerine, hidrojen içeren kimyasalların üretimine doğru evrilmiştir. Doğada serbest olarak da bulunmadığından, hidrojen üretim teknolojileri zaman içerisinde büyük gelişmeler göstermiş, elektrifikasyon önem kazanınca temiz, sıfır emisyon üretim teknolojileri öncelik kazanmıştır. Hidrojen teknolojisindeki gelişmelerin Türkiye yansımalarını incelemek, geleceğe yönelik planlamalar açısından fayda sağlayacaktır.

Enerjiye olan talebin her geçen gün artması, önemli toplumsal, ekonomik ve siyasal sorunları da beraberinde getirmektedir. Fosil enerji kaynaklarının kullanılması, karbondioksit üretirken sera gazı etkisine sebep olmakta, bu da küresel ısınmanın artmasına ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Mevcut alternatif birincil enerji kaynakları olarak düşünebileceğimiz nükleer, güneş, rüzgar, jeotermal enerji kaynakları sürekli olmamaları (güneş, rüzgar, dalga), tüketim yerinden uzak olmaları, depolanamamaları, ulaşım araçlarında kullanılamamaları gibi çeşitli dezavantajlara sahip olduklarından hidrojen bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

*Hidrojen birçok metotla üretilebilir; yenilenebilir enerjiden (rüzgar, güneş, hidrolik, jeotermal) üretilen elektrik ile suyun elektrolizi, doğal gazın buharla reformasyonu, petrolün kısmi oksidasyonu, kömürün ve biyokütlenin gazlaştırılması, nükleer yüksek sıcaklıkta suyun elektrolizi, fotoelektrokimyasal ve fotobiyolojik metotlar vb.) bunlardan bazılarıdır.*

Hidrojenin serbest halde bulunmaması, birincil enerji kaynaklarından üretilmesini gerektirmektedir. Bu yüzden hidrojen birincil enerji kaynağı değil, elektrik gibi bir enerji taşıyıcısıdır; taşınabilir, depolanabilir, sürdürülebilir, temiz ve çevre dostu bir ham maddedir. Hidrojen birçok metotla üretilebilir; yenilenebilir enerjiden (rüzgar, güneş, hidrolik, jeotermal) üretilen elektrik ile suyun elektrolizi, doğal gazın buharla reformasyonu, petrolün kısmi oksidasyonu, kömürün ve biyokütlenin gazlaştırılması, nükleer yüksek sıcaklıkta suyun elektrolizi, fotoelektrokimyasal ve fotobiyolojik metotlar bunlardan bazılarıdır.

1900'lü yıllardan itibaren hidrojen yakıt pili teknolojileri geliştirilmiş, yapılabirliği ve spesifik alanlarda kullanımı gerçekleşmiştir. 1970'li yıllarda iklim değişikliğinin etkilerinin tartışılmaya başlaması ile birlikte Prof. Dr. Nejat Veziroğlu ve diğer bilim insanlarının çalışmalarıyla hidrojen, dünya gündeminde daha çok yer edinmeye başladı. Son 20 yıllık süreçte ise hidrojen için iteleyici güç, yenilenebilir enerji ve birçok alanda elektrifikasyona geçiş oldu. Türkiye de birçok ülke gibi, enerji ithal eden bir ülke olması sebebiyle, yenilenebilir enerji kaynaklarını stratejik bir plan kapsamında kullanıma sunmaktadır. Bu stratejinin parçası olarak sıfır-emisyon yakıt, kimyasal ham madde olarak hidrojeni düşünmek gerekecek.

2000'li yıllar öncesinde üniversiteler nezdinde hidrojene yönelik yakıt pili alanlarında çalışmalar yapıldığını tez ve yayınlarda görmekteyiz. 2000'li yılların başında TÜBİTAK MAM bünyesinde Yakıt Pili Grubu kurulması, ardından Prof. Dr. Nejat Veziroğlu'nun girişimleri ve Dr. Hilmi Güler'in bu vizyona destek vermesi ile 2003 yılında Birleşmiş Milletler Endüstriyel Kalkınma Teşkilatı (UNIDO) yönetiminde Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezinin (ICHET) açılması bu yönde kurumsal oluşumların ortaya çıkması açısından önemlidir. Günümüzde hidrojen ve yakıt pilleri alanında TÜBİTAK ve T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesindeki TENMAK tarafından finansal destekler sağlanmaya devam edilmektedir.



ICHET, 2008 yılından itibaren, kapatıldığı 2012 yılına kadar Türkiye'de 2025 yılında dahi görmediğimiz yoğunlukta proje ve saha uygulamaları gerçekleştirdi. 2008 - 2012 yılları arasındaki ICHET projelerine göz attığımızda, günümüzde önem kazanmış her alanda projeler olduğunu görüyoruz. Endüstriyel sıfır-emisyon uygulamaları için yakıt pilli forklift geliştirilmiş ve Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programlarından 4 milyon avroluk bir projenin başlangıcı olmuştur. Projede, mevcut batarya sistemi yerine sürekli ve verimli bir şekilde güç sağlayan 8 kW'lık bir yakıt pili ve uygun hidrojen ekipmanı kullanılarak 1,5 ton kaldırabilen bir forklift dizayn edilmiştir.

Ekokaravan gösterimi ile güneş, rüzgar ve PEM yakıt pilinin birlikte kullanılmasıyla oluşan hibrit enerji sistemlerinin, şebekeden bağımsız olarak elektrik üretmek amacıyla kullanılması, elektrolizle hidrojen üretilmesi ve bu hidrojenin yerleşim bölgesinden uzak yerlerde ve afet bölgelerinde yemek pişirme, ısınma ve elektrik üretimi için kullanılması gösterilmiştir. 800 W'lık güneş panelleri, 1-3 kW'lık bir rüzgar türbini, 2 kW'lık bir yakıt pili, dakikada 1 litre hidrojen üreten bir elektrolizör ve hidrojenli ocaktan oluşmaktadır. Öğrenci projeleri kapsamında bir golf kart 2 kW'lık bir yakıt pili ve batarya ile hibrit çalışacak şekilde dönüştürülmüştür. Araca koyulan güneş panelleri ile bataryalara ekstra enerji sağlanmıştır. Bu taşınabilir projeleri desteklemek için ICHET bünyesinde elektrolizör, kompresör ve depolama sistemleri entegre edilerek hidrojen dolun noktası oluşturulmuştur.



Türkiye'de ilk defa yapılan PEM elektrolizör (ICHET katkısıyla Niğde Üniversitesi desteği ile) OSTİM'de HİDRONERJİ Firması'nda yaptırılmış ve gösterilmiştir.

Bozcaada'da 'Hidrojen Adası' kurulumu yönünde yenilenebilir enerji kaynaklarından (20 kW güneş paneli +30 kW rüzgar türbini) elektrolizör aracılığıyla hidrojen üretimi sağlayacak bir tesis ve bu hidrojeni adadaki yerleşik (Kaymakamlık binası ve hastane için kesintisiz güç kaynağı) ve taşıma (hidrojen yakıt pilli bot ve yolcu taşıma aracı) uygulamaları için kullanım gösterilmiştir.

ICHET, 2010-2012 yılları arasında Haliç'te yakıt pilli yolcu gemisi ve hidrojen içten yanmalı motor otobüs projelerini devreye almış; bu kapsamda Haliç'te 30 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli hidrojen dolun istasyonu inşa edilmiştir. Tesis, Türkiye'nin ilk hidrojen üretim ve dolun istasyonu olup 220/350 barda hidrojen temin etmekte idi. Tesisin hem kara hem de deniz taşıtlarına yakıt ikmali yapması, projeyi dünyada ilkler arasına koymuştur. ICHET'in 2012 yılı sonunda kapatılması ile bütün bu projeler iptal olmuştur.

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), uzun yıllardır hidrojen ve yakıt pili alanında birçok çalışmaya imza atmıştır. Hem konvansiyonel yakıtlardan sentetik gaz karışımı hem de hidrojen üretimi üzerine İTÜ SENTEK'te (Sentetik Yakıtlar ve Kimyasallar Teknoloji Merkezi) birçok araştırmacının katalizör çalışmaları mevcuttur. 2012 yılında, İTÜ öğrencileri ICHET destekleri ile Türkiye'de ilk yakıt pilli tekne projesini gerçekleştirmişlerdir.

Yakın zamanda yapılmakta olan projeler, TÜBİTAK 1004 kapsamında 1 kW yakıt pili için membrane geliştirme, CET Partnership kapsamında sanayi ortakları ile metal plaka geliştirme, TÜBİTAK ikili ve Avrupa iş birlikleri kapsamında polimer elektrolit ve alkali elektrolit elektrolizör geliştirme, fotoelektrokimyasal hidrojen üretim teknolojileri projeleri olarak sıralanabilir.

Türkiye'nin hidrojen serüveni devam etmektedir. Bugün birçok üniversitede merkezler, araştırma enstitüleri ile çalışmalar yapılmakta; firmalar, teknoloji aktarımı ve yatırımlar yoluyla ticari faaliyetler içerisinde yer almaya çalışmaktadır. Hidrojen projeleri için fonlayıcı kuruluşlar tarafından finans sağlanmakla birlikte, dünya ve Avrupa çapında projelerin gerçekleşmesi için sağlanan finansmanın devamlılığı, projelerin teknoloji hazırlık seviyelerinin (THS) yıllara göre ilerleyecek şekilde planlanması, verimlilik ve daha önemlisi rekabetçilik için önemlidir. Hidrojen alanındaki teknolojik gelişimin planlı, odaklı ve bu teknolojiyi bilen idare yapısında gerçekleştirilmesi hızlı adaptasyon ve fayda sağlayacaktır.





Kim Hyun-chul

Kore Test ve Araştırma Enstitüsü (KTR) Başkanı

## Hidrojenin Açtığı Geleceği, Test ve Belgelendirmenin Desteklemesi Zorunlu

İklim krizi, dünyamızın karşı karşıya olduğu büyük bir sorundur. Karbon nötrlüğü artık bir seçenek değil, zorunluluktur ve bunun için enerji paradigmasının dönüşümü de hızla ilerlemektedir. Sürdürülebilir ve temiz enerji kaynakları zamanın gereğidir ve bunun merkezinde hidrojen bulunmaktadır.

Atom numarası 1 olan hidrojen, evrenin %75'ini oluşturmaktadır; ayrıca şu anda karbon nötrüğün gerçekleştirilmesi için temel bir güç olarak konumu hızla yükselmektedir. Hidrojen otomobili, hidrojen santrali, temiz hidrojen gibi uygulama alanları ulaştırma ve enerji üretimi başta olmak üzere sanayinin her alanına genişlemektedir. Ülkelerin ve şirketlerin hidrojeni yeni nesil büyüme gücü olarak görerek büyük ölçekli yatırımlar ve politikalar yürütmelerinin nedeni de tam olarak budur.

Güney Kore Hükümeti de "iklim teknolojisinin geliştirilmesi için temiz hidrojen ekosistemi inşası"ni temel stratejilerinden biri olarak belirlemiştir. Hidrojen otomobilleri, hidrojen dolum altyapısı, hidrojen üretim-depolama-taşıma teknolojisi gibi çeşitli alanlarda küresel rekabet gücü elde etmek için politikalara yoğunlaşmaya karar verilmiştir.

Atom numarası 1 olan hidrojen, evrenin %75'ini oluşturmaktadır; ayrıca şu anda karbon nötrüğün gerçekleştirilmesi için temel bir güç olarak konumu hızla yükselmektedir. Hidrojen otomobili, hidrojen santrali, temiz hidrojen gibi uygulama alanları ulaştırma ve enerji üretimi başta olmak üzere sanayinin her alanına genişlemektedir.



Hidrojen sanayisinin yayılması için mutlaka gerekli olan bir şey vardır. Bu da güvenli ve güvenilir bir doğrulama sisteminin sağlanmasıdır. Hidrojen ne kadar çevre dostu ve verimli bir enerji olsa da güvenlik sağlanmaz ve üretim sürecindeki sera gazı salımları şeffaf bir şekilde doğrulanmazsa, piyasanın ve toplumun güvenini kazanmak zordur.

Hidrojen sanayisinin yayılması için mutlaka gerekli olan bir şey vardır. Bu da güvenli ve güvenilir bir doğrulama sisteminin sağlanmasıdır. Hidrojen ne kadar çevre dostu ve verimli bir enerji olsa da güvenlik sağlanmaz ve üretim sürecindeki sera gazı salımları şeffaf bir şekilde doğrulanmazsa, piyasanın ve toplumun güvenini kazanmak zordur.

Kore Test ve Araştırma Enstitüsü (KTR), Güney Kore'nin temsilci test-belgelendirme kuruluşu olarak hidrojen ekonomisinin gerçekleşmesi için önkoşulları yerine getiren bir rol üstlenmektedir. Geçen yıl Güney Kore Hükümeti tarafından temiz hidrojen belgelendirme-test-değerlendirme kurumu olarak atanan KTR, hidrojen üretim ve ithalat sürecinde ortaya çıkan sera gazı emisyonlarını tüm aşamalarda değerlendirip doğrulamaktadır. Hidrojenin kilogram başına karbondioksit salımı 4 kilogramın altında olduğu doğrulanırsa KTR tarafından "temiz hidrojen" olarak belgelendirilebilmektedir.

Ayrıca KTR, hidrojenli otomobil yakıt hücresi ekosisteminin test-değerlendirmesinin yapılabileceği bir altyapı olan "Hidrojenli Otomobil Kullanılmış Yakıt Hücresi Kaynak Döngüsü Test-Belgelendirme Uzmanlaşma Merkezi"ni inşa etmektedir. Bununla birlikte Güney Kore'nin Hidrojen Birleşim İttifakı'na katılarak temiz hidrojen belgelendirmesi için tüm süreç veri tabanını (LCI) oluşturmaktadır. Bunların dışında da hidrojen tesisleri güvenlik testleri, uluslararası standardizasyon gibi hidrojen sanayisinin güvenilirliğini ve güvenliğini artırmada öncülük yapmaktadır.

Hidrojen sanayisinde uluslararası iş birliği de son derece önemli bir görevdir. Hidrojen, küresel bir enerji kaynağıdır. Hidrojenin sınırları aşarak serbestçe kullanılabilmesi için test-belgelendirme sistemlerinin karşılıklı tanıma mekanizmasını kurmak önemlidir.



Kore Test ve Araştırma Enstitüsü ile Türk Standardları Enstitüsünün iş birliği, büyük bir sinerji üretecektir. Güney Kore, hidrojenli otomobil ve yakıt hücresi gibi uygulama alanlarında dünya çapında rekabet gücüne sahiptir. Türkiye ise Avrupa ve Asya'yı bağlayan jeopolitik bir kavşak noktası olarak Avrupa hidrojen piyasasına doğrudan temas eden stratejik bir konumda bulunmaktadır.

KTR ve Türk Standardları Enstitüsü (TSE) bunun için bir ortaklık ilişkisi kurmuştur. Her iki kurumun iş birliği özellikle birbirlerinin güçlü yönlerini birleştirerek büyük bir sinerji üretecektir. Güney Kore, hidrojenli otomobil ve yakıt hücresi gibi uygulama alanlarında dünya çapında rekabet gücüne sahiptir. Türkiye ise Avrupa ve Asya'yı bağlayan jeopolitik bir kavşak noktası olarak Avrupa hidrojen piyasasına doğrudan temas eden stratejik bir konumda bulunmaktadır.

Test standartlarını ve belgelendirme sistemini ortaklaşa hazırlayıp karşılıklı olarak tanıdıklarında, şirketler tekrar eden prosedürler olmadan karşı tarafın pazarına girebilecektir. Ayrıca hidrojen güvenliği alanında ortak araştırma ve insan kaynağı değişimi yoluyla teknik seviyeyi büyük ölçüde yükseltebilir, hidrojen dolum istasyonu ve depolama altyapısı inşası gibi birçok süreçte ortak kılavuzlar hazırlanabilir. Dahası, CCUS (karbon yakalama-kullanım-depolama) ile bağlantılı temiz hidrojen ortak projeleri yürütülürse küresel hidrojen tedarik zincirinin güvenilirliğinin artmasına da büyük katkı sağlayabilecektir.

KTR ve TSE'nin ortaya koyduğu bu iş birliği, yalnızca iki ülke düzeyini aşmakla kalmayıp, Orta Doğu, Orta Asya ve Doğu Avrupa gibi yükselen hidrojen ekonomi bölgelerine iş alanının genişlemesi anlamında da büyük önem taşımaktadır.

Hidrojen insanlığın geleceğini yeniden açan anahtardır. Hidrojen ekonomisinin başarısı için test ve belgelendirmenin desteği zorunludur. KTR, hidrojen enerjisi alanında da Güney Kore ve Türkiye başta olmak üzere dünya hidrojen piyasasının güvenliği ve büyümesini destekleyen güçlü bir ortak olabilmek için bir adım önde test ve belgelendirme teknik hizmeti sunacaktır.

KTR ve TSE'nin ortaya koyduğu bu iş birliği, yalnızca iki ülke düzeyini aşmakla kalmayıp, Orta Doğu, Orta Asya ve Doğu Avrupa gibi yükselen hidrojen ekonomi bölgelerine iş alanının genişlemesi anlamında da büyük önem taşımaktadır.



# Hidrojen Enerjisi ve Teknolojilerinin Bilimsel ve Çevresel Boyutları: Türkiye İçin Yeşil Hidrojenin Stratejik Önemi

Prof. Dr. M. Levent KURNAZ

Boğaziçi Üniversitesi

İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi

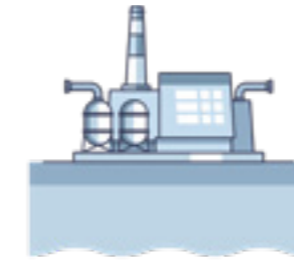
Enerji sistemlerimiz, fosil yakıtlara dayalı eski paradigmadan hızla uzaklaşıyor. Net-sıfır salım hedefleri, artan küresel ısınma riskleri ve yenilenebilir kaynaklardaki maliyet düşüşleri, düşük-karbonlu yakıt ve enerji taşıyıcılarına yönelmeyi zorunlu kılıyor. Bu bağlamda hidrojen, özellikle yenilenebilir enerji ile üretilmiş "yeşil hidrojen", enerji dönüşümünde hem bilimsel hem de çevresel bir çığır açma potansiyeli taşıyor.

Hidrojen doğada serbest halde bol miktarda bulunmaz; bu nedenle enerji taşıyıcısı olarak kullanılabilmesi için bir üretim sürecine ihtiyaç vardır.

## Üretim yöntemleri genel olarak üç sınıfa ayrılır:

- Gri hidrojen: Doğal gazdan buhar reformu ile üretilir, bu üretim sonrasında karbon yakalama ve depolama yapılmaz. Bugün için en çok kullanılan yöntem budur.
- Pembe/mor hidrojen: Nükleer enerji kullanılarak elde edilen elektrik aracılığıyla su hidrojen ve oksijene ayrılır.
- Kahverengi/siyah hidrojen: Kömür kullanılarak gazlaştırma ile elde edilir. Karbon yakalama ve depolama kullanılmaz. En kirli yöntemdir.
- Mavi hidrojen: Fosil kaynaklı üretim sonrası karbon yakalama ve depolama (CCS) ile emisyonları azaltmayı hedefler.
- Yeşil hidrojen: Yenilenebilir enerjiyle çalışan elektrolizörler yardımıyla suyun hidrojen ve oksijene ayrıştırılmasıyla üretilir.

Hidrojen, özellikle yenilenebilir enerji ile üretilmiş "yeşil hidrojen", enerji dönüşümünde hem bilimsel hem de çevresel bir çığır açma potansiyeli taşıyor.



## GRİ HİDROJEN

Doğal gazdan buhar reformu ile üretilir, bu üretim sonrasında karbon yakalama ve depolama yapılmaz. Bugün için en çok kullanılan yöntem budur.



## MAVİ HİDROJEN

Fosil kaynaklı üretim sonrası karbon yakalama ve depolama (CCS) ile emisyonları azaltmayı hedefler.



## YEŞİL HİDROJEN

Yenilenebilir enerjiyle çalışan elektrolizörler yardımıyla suyun hidrojen ve oksijene ayrıştırılmasıyla üretilir.



## SİYAH HİDROJEN

Kömür kullanılarak gazlaştırma ile elde edilir. Karbon yakalama ve depolama kullanılmaz. En kirli yöntemdir.



## MOR HİDROJEN

Nükleer enerji kullanılarak elde edilen elektrik aracılığıyla su hidrojen ve oksijene ayrılır.

Hidrojenin enerji hacim yoğunluğu düşüktür; bu nedenle yüksek basınç (350-700 bar) veya sıvılaştırma (-253 °C) gibi maliyetli işlemler gerekir. Malzeme uyumluluğu, sızıntı riski ve enerji kayıpları da teknik gelişim gerektiren alanlardandır.

#### Elektroliz teknolojileri açısından üç ana sistem sıklıkla vurgulanır:

- Alkalin Elektrolizörler (AWE)
- Proton Değişim Membranlı (PEM)
- Katı Oksit Elektroliz Hücreleri (SOEC)

Her birinin avantajları ve sınırlamaları vardır. Örneğin, SOEC sistemleri yüksek sıcaklıklarda çalışarak teorik verimlilik avantajı sunarken ticari olgunlukları henüz sınırlıdır (Kim ve Kim, 2024). Ayrıca, elektrolizörün verimliliği doğrudan elektrik tüketimi ve sonuç olarak çevresel etkiyle bağlantılıdır (Kim ve Kim, 2024).

Depolama ve taşımada da hidrojenin bilimsel zorlukları mevcuttur. Hidrojenin enerji hacim yoğunluğu düşüktür; bu nedenle yüksek basınç (350-700 bar) veya sıvılaştırma (-253 °C) gibi maliyetli işlemler gerekir. Malzeme uyumluluğu, sızıntı riski ve enerji kayıpları da teknik gelişim gerektiren alanlardandır.

Yeşil hidrojen teoride önemli bir karbon azaltım potansiyeline sahiptir; ancak bu vaadin gerçekleşmesi için tüm yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılmalıdır. Son yıllarda yapılan yaşam döngüsü değerlendirmesi çalışmaları, üretim-kullanım zincirinin her aşamasının salım ve enerji girdisine katkı verdiğini gösteriyor. Gri hidrojen için tipik değerler yaklaşık 11 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub> seviyesinde bulunurken, mavi hidrojen ~7-9 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub> aralığında değerlendirilmektedir. Yeşil hidrojen için ise, yenilenebilir elektriğin karbon yoğunluğu düşük ve lokal üretimle taşımacılık minimize edildiğinde daha düşük değerler elde edilebiliyor; örneğin bazı değerlendirmelere göre 1-4 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub> seviyelerine ulaşılabilir (Hammi vd., 2024).

Bununla birlikte çevresel değerlendirme yalnızca karbon salımıyla sınırlı değildir: Su kullanımı, arazi kullanım değişimi, yenilenebilir kaynakların üretiminde kullanılan malzemelerin çevresel yükü gibi unsurlar da dikkate alınmalı. Örneğin su elektrolizi için kullanılan su miktarı ve bu suyun temini (özellikle kurak bölgelerde) önemli bir tartışma alanıdır. Ayrıca, yenilenebilir enerji üretimi için gereken arazi işletimi ve enerji değişkenliği de sistemin çevresel sürdürülebilirliğini etkiler. Bir çalışmada, güneş-fotovoltaik temelli hidrojen üretiminin ömür döngüsü analizlerinde emisyon değerlerinin rüzgar-temelli sistemlere göre daha geniş değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir (örneğin <1 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub> rüzgara dayalı üretimde, ancak PV--temelli sistemlerde 1-4 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub> aralığına çıkabildiği). Ayrıca, taşıma ve depolama süreçleri de salım kaynağıdır. Uzak bölgelerden hidrojenin sıvı formda taşınması veya kimyasal taşıyıcılarla sevk edilmesi (LOHC, amonyak), toplam çevresel faydayı azaltabilir (Arrigoni vd., 2024).

Türkiye bağlamında yapılan bir senaryo çalışması, hidrojenin doğal gaz yerine kullanılabilmesi ve fosil yakıt bağımlılığının azaltılması açısından potansiyel taşıdığını göstermiştir. Bu süreçte ulusal strateji, elektrolizör kapasite artırımı, yenilenebilir kaynak entegrasyonu ve ihracat modelleri gibi adımlar dikkat çekmektedir.

Bu bağlamda çevresel açıdan kritik üç koşul ön plana çıkar: (i) hidrojenin üretildiği elektrik kaynağının gerçekten yenilenebilir olması, (ii) üretim-taşıma-kullanım zincirinin lokalize ve verimli planlanması, (iii) su-ayak izi ve arazi etkinliği için uygun coğrafi ve hidrolojik şartların sağlanması.

Avrupa Birliği, Japonya, Güney Kore ve ABD gibi bölgeler 2030'lara kadar büyük ölçekli hidrojen ekonomisine geçiş planları yayımladılar. Bu planlarda yeşil hidrojenin sanayide, ulaşımda ve enerji depolamada önemli rol oynaması hedefleniyor. Birleşmiş Milletler ve uluslararası kuruluşlar da hidrojenin "kritik bir enerji taşıyıcısı" olabileceğini belirtmektedir. Ancak son değerlendirmeler bu hedeflerin her zaman ulaşılabilir olmadığını da göstermektedir; örneğin AB'nin 2030 için hedeflediği yeşil hidrojen üretimi ile bugünkü ileri proje durumu arasındaki fark eleştirilmektedir. Türkiye bağlamında yapılan bir senaryo çalışması, hidrojenin doğal gaz yerine kullanılabilmesi ve fosil yakıt bağımlılığının azaltılması açısından potansiyel taşıdığını göstermiştir (Tetik ve Kirkil, 2024). Bu süreçte ulusal strateji, elektrolizör kapasite artırımı, yenilenebilir kaynak entegrasyonu ve ihracat modelleri gibi adımlar dikkat çekmektedir (Saygın vd., 2021).

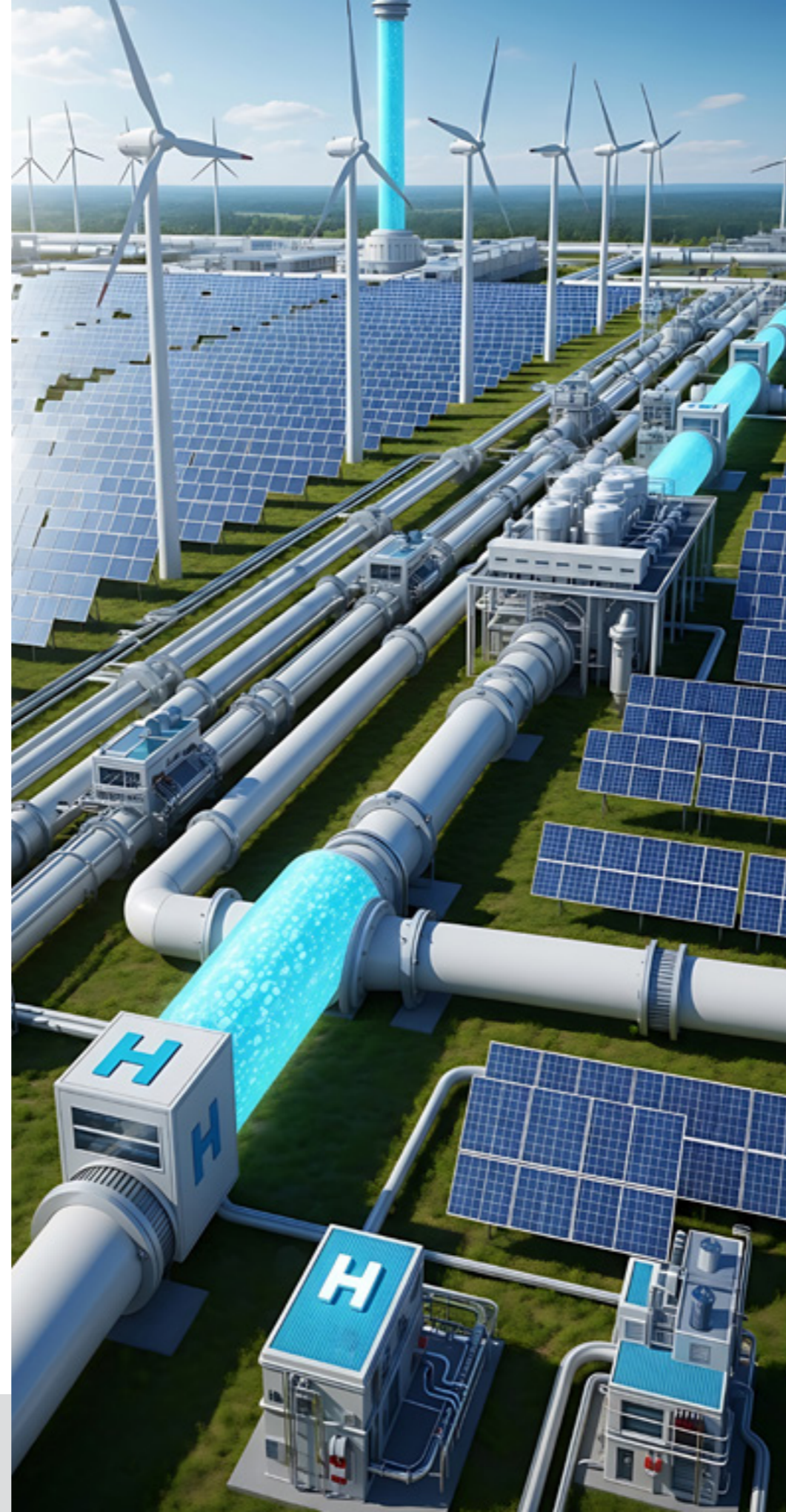
Türkiye, özellikle güneş ve rüzgar enerjisi açısından avantajlı bir coğrafyada yer alıyor. Özellikle İç Anadolu Bölgesi ve Konya Ovası, geniş açık alanları, yüksek güneş radyasyonu ve lojistik olarak Avrupa'ya yakınlığı ile yeşil hidrojen üretimi için stratejik bir lokasyon olarak değerlendirilebilir. Bunun dışında Biga Yarımadası da yüksek rüzgar enerjisi potansiyeli ve suya kolay erişimi açısından ülkemizde yeşil hidrojen üretimi açısından en önemli yerlerden biridir.



Türkiye’de güneş enerjisine dayalı yeşil hidrojen üretim potansiyelinin 415-427 milyon ton hidrojen olabileceği hesaplanmıştır. Bu yüksek potansiyel, elektrolizör teknolojileri, yenilenebilir elektrik kapasitesi ve yer seçimindeki optimizasyonla gerçeğe dönüştürülebilir.

Türkiye, özellikle güneş ve rüzgar enerjisi açısından avantajlı bir coğrafyada yer alıyor. Özellikle İç Anadolu Bölgesi ve Konya Ovası, geniş açık alanları, yüksek güneş radyasyonu ve lojistik olarak Avrupa’ya yakınlığı ile yeşil hidrojen üretimi için stratejik bir lokasyon olarak değerlendirilebilir. Bunun dışında Biga Yarımadası da yüksek rüzgar enerjisi potansiyeli ve suya kolay erişimi açısından ülkemizde yeşil hidrojen üretimi açısından en önemli yerlerden biridir. Bugün için olmasa da gelecekte nükleer enerjiden üretilecek elektrik ile hidrojen üretimi de söz konusu olacaktır. Özellikle yeni bir nükleer santral için konuşulan Kırklareli-İğneada, Avrupa’ya komşuluğu nedeniyle iletim masraflarını da azaltacak bir konumdur.

Bir çalışma, Türkiye’de güneş enerjisine dayalı yeşil hidrojen üretim potansiyelinin 415-427 milyon ton hidrojen olabileceğini hesaplamıştır (Karayel vd., 2022). Bu yüksek potansiyel, elektrolizör teknolojileri, yenilenebilir elektrik kapasitesi ve yer seçimindeki optimizasyonla gerçeğe dönüştürülebilir.



#### Özellikle Konya Ovası için aşağıdaki bilimsel-çevresel değerlendirmeler önem kazanır:

- Bölgenin yıllık güneş ışınımı ve açık alan potansiyeli, büyük ölçekli güneş-PV veya yoğunlaştırılmış güneş enerjisi tesisleri için teknik uygundur.
- Bu tür tesislerle entegre elektrolizörler kurulduğunda, “enerji geçişi” sadece elektrik üretimi değil, hidrojen üretimi ve lojistik ihracat hattına dönüşebilir.
- Su kullanım yönetimi kritik bir husustur. İç Anadolu Bölgesi su stresi yaşayan bir bölge olduğundan, hidrojen üretimi için gereken su kaynağı planlaması tarımsal ve kentsel ihtiyaçlarla dengelenmelidir.
- Arazi kullanım değişimi ve biyolojik çeşitliliğe etkiler göz önünde bulundurulmalıdır. Güneş enerjisi santrallerinin alan işgali, flora-fauna üzerindeki etkileri ve yerel halkın kabulü oldukça önemlidir.
- Avrupa bağlantılı ihracat modelleri (örneğin boru hatlarıyla hidrojen veya sıvı amonyak formunda) Türkiye için stratejik bir avantajdır. Avrupa’ya olan coğrafi yakınlık, mevcut LNG terminal altyapısı ve enerji koridorları bakımından potansiyel mevcuttur.

#### Türkiye için önerilen stratejik yaklaşım dört ayağa dayanmalıdır:

- Güneş-elektroliz entegrasyon yatırımı: Konya Ovası gibi güneş potansiyeli yüksek bölgelerde büyük ölçekli pilot ve ticari tesisler.
- Rüzgar-elektroliz entegrasyon yatırımı: Biga Yarımadası gibi hem suya ulaşımı nispeten kolay hem de rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek bölgelerde büyük ölçekli pilot ve ticari tesisler.
- Ulusal hidrojen altyapısı: Üretim, depolama, taşıma ve ihracat hattını kapsayan bütüncül hidrojen enerjisi planı. Bu kapsamda doğal gaz şebekesiyle hidrojen karışımı ya da yeni boru-hidrojen şebekesi seçenekleri değerlendirilmelidir (Çolak vd., 2021).
- Bilimsel-çevresel yönetim: Yaşam döngüsü analizleri, çevresel etki değerlendirmeleri, su-ayak izi ve arazi etkileri bilimsel temelli şekilde yapılmalı; yenilenebilir elektrik kaynaklarının karbon yoğunluğu düşürülmelidir.

Türkiye özelinde karşılaşılan bilimsel-çevresel soru işaretleri de vardır. Elektrolizör üretiminde kullanılan malzemeler (özellikle nadir metaller), bileşenlerin geri dönüşümü, elektrolizör yenileme döngüsü, tesislerin ömrü ve verim kayıpları gibi hususlar henüz yeterince çalışılmış değildir. Ayrıca, Türkiye’nin su stresi ve tarımsal su gereksinimleri gibi mevcut yapısı, hidrojen üretiminde su kullanımının dikkatle planlanmasını zorunlu kılar.



Türkiye'nin bugünkü koşullarda hidrojen enerjisine geçişte önemli avantajları vardır. Ancak bu avantajı sürdürülebilir bir rekabet gücüne dönüştürmek, yalnızca yatırım değil, bilimsel altyapı, çevresel yönetim ve stratejik planlama ile mümkün olacaktır. Gelecek için atılacak adımlar, hidrojenin yalnızca bir enerji taşıyıcısı değil, Türkiye'nin rüzgar-güneş-enerji-hidrojen dörtgeninde kuracağı yeni bir endüstri alanı olabileceğini göstermektedir.

Hidrojen, özellikle yeşil hidrojen biçiminde, enerji dönüşümünde bilimsel ve çevresel olarak önemli bir seçenek sunmaktadır. Türkiye için ise güneş potansiyelinin yüksek olduğu Konya Ovası ve benzeri bölgelerde yeşil hidrojen üretimi, ülkeyi yalnızca tüketici değil aynı zamanda enerji üssü konumuna taşıyabilir. Ancak bu fırsatın gerçeğe dönüşebilmesi için bilimsel titizlik ve çevresel sorumluluk eşzamanlı yürütülmelidir.

Türkiye'nin bugünkü koşullarda hidrojen enerjisine geçişte önemli avantajları vardır. Ancak bu avantajı sürdürülebilir bir rekabet gücüne dönüştürmek, yalnızca yatırım değil, bilimsel altyapı, çevresel yönetim ve stratejik planlama ile mümkün olacaktır. Gelecek için atılacak adımlar, hidrojenin yalnızca bir enerji taşıyıcısı değil, Türkiye'nin rüzgar-güneş-enerji-hidrojen dörtgeninde kuracağı yeni bir endüstri alanı olabileceğini göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Arrigoni, A., Dolci, F., Ortiz Cebolla, R., Weidner, E., D'agostini, T., Eynard, U., Santucci, V. and Mathieux, F. (2024) Environmental life cycle assessment (LCA) comparison of hydrogen delivery options within Europe, Publications Office of the European Union, Luxembourg, JRC137953 <https://doi.org/10.2760/5459>
- Çolak E., Aksoy, H., Sanlı, B. (2021) Techno-economic study of Turkey's production and export potential for green hydrogen. SHURA Energy Transition Center Report. [https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2022/01/rapor\\_ENG-.pdf](https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2022/01/rapor_ENG-.pdf)
- de Kleijne, K., de Coninck, H., van Zelm, R., Huijbregtsa, M. A. J., Hanssena, S. V. (2024) The many greenhouse gas footprints of green hydrogen. *Sustainable Energy & Fuels*, 6, 4383-4387. <https://doi.org/10.1039/d2se00444e>
- Hammi, Z., Labjar, N., Dalimi, M., El Hamdouni, Y., Lotfi, E. M., El Hajjaji, S. (2024) Green hydrogen: A holistic review covering life cycle assessment. *International Journal of Hydrogen Energy*, 80, 1030-1045. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.07.008>
- Karayel G.K., Javani, N., Dinçer, İ. (2022) Green hydrogen production potential for Turkey with solar energy, *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(45), 19354-19364. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.240>
- Kim, K.-M., Kim, D. (2024) Life Cycle Assessment of Greenhouse Gas Emissions in Hydrogen Production via Water Electrolysis in South Korea. *Sustainability*, 16, 11010. <https://doi.org/10.3390/su162411010>
- Osman, A. I., Nasr, M., Mohamed, A. R., Abdelhaleem, A., Ayati, A., Farghali, M., Al-Muhtaseb, A. H., Al-Fatesh, A. S., Rooney, D. W. (2024). Life cycle assessment of hydrogen production, storage, and utilization toward sustainability. *WIREs Energy and Environment*, 13(3), e526. <https://doi.org/10.1002/wene.526>
- Saygın, D., Gençer, E., Sanlı, B. (2021) Priority Areas for a National Hydrogen Strategy for Turkey. SHURA Energy Transition Center Report. <https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2024/12/SHURA-2021-02-Priority-Areas-for-a-National-Hydrogen-EN.pdf>
- Tetik, H.; Kirkil, G. (2024) The Role of Hydrogen in the Energy Mix: A Scenario Analysis for Turkey Using OSeMOSYS. *Energies*, 17, 6348. <https://doi.org/10.3390/en17246348>

# ISO/TS 19870 nedir?



ISO/TS 19870, Hidrojen teknolojileri - Hidrojenin üretimi, şartlandırılması ve tüketim aşamasına taşınmasıyla ilişkili sera gazı emisyonlarının belirlenmesine yönelik metodoloji, hidrojen tedarik zincirindeki sera gazı emisyonlarının hesaplanması için birleşik bir çerçeve sunar. Ham maddenin çıkarılmasından ve hidrojenin taşınmasından tüketim aşamasına kadar bu teknik şartname, hidrojenin iklim değişikliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için şeffaf ve tutarlı bir kıyaslama sunarak küresel iklim hedeflerini destekler.

## Neyi standartlaştırır?

Ham maddenin çıkarılması

Hidrojen üretimi

Şartlandırma ve taşıma

Tüketim aşaması

Sera gazı emisyon hesaplama metodolojisi

## Sektör paydaşları için ISO/TS 19870



### Yatırımcı güvenini artırır

ISO/TS 19870'i kullanmak, yatırımcılara hidrojen projelerinin güvenilir ve şeffaf olduğuna dair güvence verebilir. Net ve standartlaştırılmış yol haritaları belirsizliği azaltarak hidrojen pazarına yatırım yapmayı daha cazip hale getirir.



### Verimliliği artırır

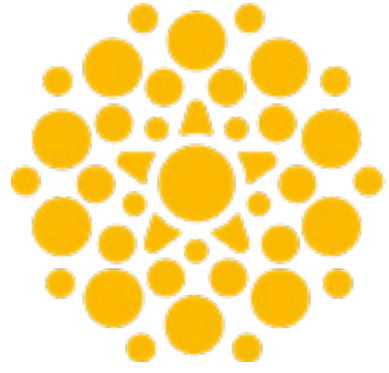
Hidrojenle ilgili operasyonlarda sera gazı emisyonlarının nasıl hesaplanacağına dair pratik tavsiyeler sunar. Bu kılavuzu izlemek, küresel ve birleşik bir pazarın teşvik edilmesine ve hidrojen tedarik zinciri genelinde performansın iyileştirilmesine yardımcı olabilir.



### Sektörel büyümeyi teşvik eder

ISO/TS 19870'e dayalı stratejiler, hidrojen işletmelerinin büyümesi için istikrarlı bir ortam yaratır. Bu istikrar, inovasyonu teşvik eder ve hidrojen endüstrisinin gelişmesine yardımcı olur.

**Kaynak:** Hydrogen technologies: An overview to ISO/TS 19870, International Organization for Standardization, October 2024



# TENMAK TEMEN

# Temiz Enerji Ekosisteminin Yeni Oyuncusu

TENMAK TEMEN, ülkemizin bilimsel, teknik ve ekonomik kalkınmasında temiz enerji teknolojilerinden yararlanılmasını mümkün kılacak tüm araştırma, geliştirme, yenilik, tasarım, üretim, test ve yerleştirme çalışmalarını gerçekleştirmektedir.

Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK), 4 ve 57 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnameleri ile 2020 yılında kurulmuştur. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü ve Nadir Toprak Elementleri Araştırma Enstitüsünü bünyesine alan Kurum; enerji, maden, iyonlaştırıcı radyasyon, parçacık hızlandırıcıları ve nükleer teknoloji alanlarında faaliyetlerini yürütmektedir.

Ülkemizin rekabet gücünü artırmak ve sürekli kılmak amacıyla faaliyet alanları kapsamında yeni ürünler üretmeyi, var olanları geliştirmeyi ve dünya lideri yapmayı görev kabul eden TENMAK; bilimsel araştırmalar yapmakta ve yaptırmakta, bu araştırmaları koordine etmekte, teşvik etmekte ve destek vermektedir.

Merkezi Ankara'da bulunan TENMAK bünyesinde, Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü, Bor Araştırma Enstitüsü, Nadir Toprak Elementleri Araştırma Enstitüsü, Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü, Enerji Araştırma Enstitüsü; Kurumun görevlerini yerine getirebilmesi için gerek duyulan koordinatörlükler, teknoloji transfer ofisleri, araştırma geliştirme merkezleri, eğitim ve bilgilendirme merkezleri ile diğer birimler bulunmaktadır.

Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü (TEMEN), 28/03/2020 tarihli ve 31082 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan 57 sayılı Cumhurbaşkanlığı kararnamesi ile Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) çatısı altında Ankara'da kurulan ve temiz enerji teknolojileri alanında çalışmalar yürüten ve destekleyen bir araştırma enstitüsüdür.

TENMAK TEMEN, temiz enerji alanında Türkiye'nin rekabet gücünü artırmak, inovasyon ihtiyacını karşılamak, yeni ürünlerin üretimini ve geliştirilmesini sağlamak, yenilikçi temiz enerji teknolojilerinin yaygın ve etkin bir şekilde kullanılabilmesi için ulusal politika ve stratejilere uygun olarak gerekli bilimsel ortamı oluşturmak amacıyla kurulmuştur. Bu kapsamda, temiz enerji teknolojilerini kullanan ve/veya bu alanda araştırma yapan kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler ve özel sektör ile iş birliği yaparak bilimsel araştırmaları yapmak, yaptırmak, izlemek, koordine etmek ve bu araştırmalara katkı sağlamak ile görevlidir.

TENMAK TEMEN'in misyonu, devletimizin, ulusumuzun ve dünyamızın ekonomisini karbondan arındırarak sürdürülebilir bir temiz enerji geleceği oluşturmak, bu konuda farkındalık yaratmak ve temiz enerji hedeflerini ulusal enerji politikası ile bütünleştirmektir. Bununla beraber, enerji sektörü tarafından ihtiyaç duyulan Ar-Ge projelerini gerçekleştirerek yaratıcı çözümler üretmek ve yol gösterici olmaktır. TENMAK TEMEN, ülkemizin bilimsel, teknik ve ekonomik kalkınmasında temiz enerji teknolojilerinden yararlanılmasını mümkün kılacak tüm araştırma, geliştirme, yenilik, tasarım, üretim, test ve yerleştirme çalışmalarını gerçekleştirmektedir.

## Rakamlarla TENMAK

**Tasarlanan  
Ürün** 125 +

TEMEN temiz enerji alanındaki faaliyetlerini kendisine bağlı Ar-Ge ve İnovasyon Daire Başkanlığı altında yer alan 4 grup eliyle yürütür.

**Ar-Ge  
Projesi**

**193 +**

**Bilim İnsanı** 750 +

## **Hidrojen Teknolojileri Grubu**

- Yakıt Hücresi Bileşenleri Geliştirme
- Yakıt Hücresi Performans Testleri
- Karakterizasyon
- Gaz Bileşimi Analizi
- Hidrojen Üretimi
- Hidrojen Depolama Teknolojileri
- Endüstriyel Hidrojen Uygulamaları
- Modelleme
- Sistem Entegrasyonu

**Yayın  
Makale**

**98 +**

**Araştırma** 1,850 +

## **Karbon Teknolojileri Grubu**

- Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama (KYKD) Teknolojilerinin Geliştirilmesi
- Karbondioksit Dönüşüm Teknolojileri
- İleri Karbon Malzemelerinin Geliştirilmesi

## **Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Grubu**

- Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin Modellenmesi
- Güneş Paneli Ham Madde Sentezi
- Güneş Paneli Geri Dönüşüm Teknolojileri
- Rüzgar Enerji Teknolojileri
- Biyogaz Dönüşüm Teknolojileri
- Jeotermal Enerji Teknolojileri

## **Enerji Verimliliği Teknolojileri Grubu**

- Isı Pompası Sistemleri
- Atık Isı Geri Kazanım
- HVAC Sistemlerinin Optimizasyonu
- Akıllı Bina Teknolojileri
- Yeni Nesil Teknolojiler

TEMEN laboratuvarlarında kamu, üniversite ve sanayiye de hizmet vermek üzere;

- Yakıt hücresi test sistemleri,
- Gaz kromatografisi,
- Eş zamanlı termal analiz cihazı,
- Optik temas açısı ölçüm cihazı,
- Elektrokimyasal test sistemi,
- PEM elektrolizörü,
- Eldivenli kabin,
- Hidrojen eğitim kitleri,
- HPVA,
- BET,
- FTIR,
- Ultrasonik kaplama cihazları gibi cihazlar ve sistemler yer almaktadır.

Bununla birlikte kalorimetre, kül fırını, soğutmalı santrifüj cihazı, soğutmalı su banyosu, fanlı vakumlu etüv, homojenizatör, mekanik karıştırıcı, elektrokimyasal test sistemi, davlumbaz pp, 3D yazıcı ve flotasyon cihazı gibi cihaz ve sistemler de yer almaktadır.

TEMEN bünyesinde hidrojen değer zincirine yönelik yürütülen Ar-Ge projelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

### 1 - Amonyak Boranın Kimyasal Hidrojen Depolama Malzemesi Olarak Etkin Kullanımı için Yenilikçi Bir Sistem Geliştirilmesi Projesi

Amonyak boranın bir kimyasal hidrojen depolama sisteminde kaynak malzemesi olarak kullanılabilmesi için sentez, karakterizasyon, dehidrojenasyon yöntemlerinin araştırılması ve etkili katalizörler geliştirilerek amonyak boranın rejenerasyon sürecinin tasarlanıp optimize edilmesi hedeflenmektedir. Aynı zamanda amonyak boranın hidrojen depolama potansiyelini belirleyerek, gelecekte enerji depolama teknolojilerinde kullanılması için verimli bir strateji sunması hedeflenmektedir.

SİNERJİ Projesi'nde otobüs, kamyon, tır, tren vs. gibi ağır taşıtların hidrojenle çalışmasını sağlayabilecek ve mobil elektrikli araç DC şarj istasyonunda elektrik üretici olarak kullanılacak modülerlikte, net 50 kW elektriksel güç üreten PEM yakıt hücresi sistemi geliştirilmesi hedeflenmektedir.

### 2 - Sürdürülebilir Enerji için PEM Yakıt Hücresi Sistemi Geliştirilmesi Projesi

TENMAK Teknoloji ve Ürün Geliştirme Projeleri Destek Programı (TUGEP) kapsamında desteklenen Sürdürülebilir Enerji için PEM Yakıt Hücresi Sistemi Geliştirilmesi (SİNERJİ) Projesi; otobüs, kamyon, tır, tren vs. gibi ağır taşıtların hidrojenle çalışmasını sağlayabilecek ve mobil elektrikli araç DC şarj istasyonunda elektrik üretici olarak kullanılacak modülerlikte, net 50 kW elektriksel güç üreten PEM yakıt hücresi sistemi geliştirilmesi hedeflenmektedir.

### 3 - 250 kW PEM Elektrolizör Geliştirilmesi Projesi

TENMAK TARGET-2023-01-HTYH çağrısı kapsamında, 250 kW PEM Elektrolizör Geliştirilmesi Projesi ile ülkemizin ilk defa 250 kW'lık mobil PEM elektrolizörünün yüksek verimlilik ve performans ile uzun ömür kriterlerini de sağlayarak ticarileşmeye hazır mobil bir sistem olması amaçlanmaktadır. Proje kapsamında günlük 100 kg hidrojen üretebilecek, %99,99 saflıkta hidrojen üretebilecek ilk PEM elektrolizörün yüksek performans ve verimlilikte üretilmesi amaçlanmaktadır. TENMAK TUGEP desteği ile kurulan bir konsorsiyum olarak devam etmektedir.

### 4 - Karbondioksitten Yakıt Üretimi için Termo-Katalitik Proses Geliştirilmesi Projesi

Paris İklim Anlaşması kapsamında karbon yakalama, kullanma ve depolama (CCUS) olarak sınıflandırılan karbon teknolojilerine ağırlık verilmeye başlanmıştır. İlgili projenin ana amacı termo-kimyasal katalitik yöntemi ile bir sera gazı olan karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) enerji sektöründe kullanılmak üzere özellikle sentetik doğal gaz ve diğer hafif hidrokarbonlara dönüşümünü gerçekleştirmektir. Proje kapsamında, özellikle karbon yoğun sektörlerin salmış oldukları karbondioksitin yeşil hidrojenle bir araya getirilerek, hidrojenin ham madde olarak kullanıldığı bir termo-katalitik proses sonucu sentetik metan üretimi ve söz konusu metanın sistemlerde tekrar kullanımı için proses geliştirilmektedir. Prosesi gerçekleştirmek amacıyla bir reaktörün tasarımı, laboratuvar ve pilot ölçeklerde üretiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Daha verimli ve etkili bir dönüşümün gerçekleştirilebilmesi için uygun katalizörlerin sentezlenmesi hedeflenmektedir.

### 5 - Küçük Modüler Reaktörler (SMR) ile Hibrit Modelleme Çalışması

Proje, seçilen bölgenin sistem kurulum ihtiyaçlarına göre Küçük Modüler Reaktörler (SMR), fotovoltaik (PV) paneller, rüzgar türbinleri ve hidrojen üretim ve depolama sisteminden oluşan hibrit bir enerji sistemini modellemeyi ve optimize etmeyi amaçlamaktadır.

### 6 - Hidrojen Kullanılarak Yeşil Çelik Üretimini Araştırılması

Avrupa Birliği'nin iklim politikası kapsamında uygulamaya aldığı Sınırdan Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) kapsamında etkilenen sektörlerden demir-çelik sektöründe indirgeyici madde olarak hâlihazırda kullanılan karbon (kömür) yerine, sürdürülebilir ve temiz bir alternatif olarak yeşil hidrojen kullanılarak çelik üretiminin araştırılması amaçlanmaktadır.

150 KW Elektrolizör Rehabilitasyon Çalışması kapsamında ülkemizin ilk temiz enerji destekli depolamalı yeşil hidrojen dolum istasyonu tesisinin kurulması amaçlanmaktadır.

#### 7 - 150 KW Elektrolizör Rehabilitasyon Çalışması

Bu proje kapsamında ülkemizin ilk temiz enerji destekli depolamalı yeşil hidrojen dolum istasyonu tesisinin kurulması amaçlanmaktadır. Hedeflenen sistemin TENMAK bünyesinde hâlihazırda gayri faal olarak bulunan şebeke destekli hidrojen dolum istasyonunun modernizasyonu ile oluşturulması planlanmaktadır.

Proje çıktılarının, ülkemizdeki temiz enerji dönüşümü için dönüm noktalarından biri olarak hidrojen ekosistemi altyapısının geliştirilmesine ve temiz hidrojen teknolojilerinin yaygınlaşmasına katkı sunması beklenmektedir. Planlanan proje sayesinde dünyadaki benzerlerine paralel olarak ülkemizde de kurulması planlanan hidrojen otoyollarının ilk adımı olabileceğinden temiz enerji ve hidrojenin daha geniş kullanımına katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca hidrojen temelli yeşil dönüşüm için sembol bir proje olarak hidrojen teknolojileri alanında ürün geliştirme çalışmaları yapmak isteyen oluşumlara altyapı ve eğitim desteği sunacaktır. Söz konusu sistemin işletmeye alınması hidrojen farkındalığını artıracak ve hidrojenin ulaşılabilir bir enerji kaynağı olduğunu göstereceğinden bu alana yatırım yapılması için teşvik edici olacaktır.

#### 8 - Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF) Geliştirilmesi Projesi

Proje kapsamında, biyoteknolojik yöntemlerle CO<sub>2</sub>'nin mikroalg sistemleri ile yakalanması, yüksek verimli, çevre dostu ve ekonomik şekilde yeşil hidrojenin enerji yükselticisi olarak kullanılması ile biyodizel ve SAF üretiminin gerçekleştirilmesi ve bu dönüşüm süreçlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilerek sürdürülebilirliğin sağlanması hedeflenmektedir.



# İklim Dostu Kuruluşları belgelendiriyoruz

İklim Dostu Kuruluş Belgelendirme Programı'nda, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında kuruluşların, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik çalışmalar yaparak raporlama ve doğrulama gerçekleştirmesini ve karbon kredisi tedariki ile yenilenebilir enerji sektörüne katkıda bulunmalarını sağlıyoruz.

☎ 444 0 873

✉ [cevreselgozetim@tse.org.tr](mailto:cevreselgozetim@tse.org.tr)



# TÜRKİYE'DE HİDROJEN EKOSİSTEMİ VE STANDARDİZASYONA GEÇİŞ

Betül ERDÖR TÜRK, Emin OKUMUŞ, Çiğdem KARADAĞ, Emir AYDAR, Şiringül AY, Mahmut

ATEŞ, Kader ÖZGÜR BÜYÜKSAKALLI, Hüseyin Emir KABACA, Hakan KARATAŞ

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Hidrojen ve Yakıt Pili Teknolojileri Araştırma Grubu

## Özet

Düşük karbonlu enerji sistemlerine geçiş sürecinde hidrojen, özellikle "yeşil hidrojen", sürdürülebilir enerji arzı, iklim hedefleri ve küresel ticaret dengeleri açısından stratejik bir rol üstlenmektedir. Türkiye, 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi doğrultusunda hidrojen teknolojilerine yatırım yapmakta, sanayi ve ulaşım sektörlerinde kullanım senaryolarını geliştirmektedir. Ancak hidrojenin etkin ve güvenilir şekilde yaygınlaşabilmesi için uluslararası normlarla uyumlu standardizasyon faaliyetleri kritik önemdedir. Bu makale, Türkiye'nin hidrojen yol haritası, AB'nin Sınırdan Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) etkileri, TÜBİTAK MAM'ın bu alanda gerçekleştirdiği faaliyetler ve yürütülen standardizasyon çalışmalarını ele alarak; politika, teknik altyapı ve ticaret boyutlarını bütüncül bir çerçevede incelemektedir.

## Hidrojen Alanında Dünyada ve Türkiye'de Güncel Durum

Yeşil hidrojen, yenilenebilir kaynaklardan elektroliz yoluyla üretilmesi sayesinde hem enerji arz güvenliği hem de karbon nötrlüğü hedefleri açısından stratejik bir enerji taşıyıcısı olarak öne çıkmaktadır. Türkiye de bu dönüşüm sürecinde hidrojen teknolojilerine yatırım yapmakta ve sanayi, ulaştırma ile enerji sektörlerindeki uygulama alanlarını değerlendirmektedir. Enerji dönüşümünde küresel ölçekte AB, Japonya, Güney Kore ve ABD gibi ülkeler üretimden depolamaya, taşımadan son kullanıma kadar geniş ekosistemler kurmakta; hidrojen politikalarının merkezinde yer almaktadır. Bu çerçevede yakıt pili teknolojileri, özellikle ulaşımda net sıfır emisyon hedeflerine katkı sağlarken, yerleşik güç uygulamalarında da kullanım alanı bulmaktadır.

2021 yılında yayımlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi, hidrojenin stratejik önemini artırmıştır. 2022'de hazırlanan "Ulusal Enerji Planı"nda hidrojen, özellikle ulaştırma ve sanayi sektörlerinde karbonsuzlaşma aracı olarak konumlanmıştır. 2023 yılında T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası"nı yayımlayarak bu alanda ülkenin genel değerlendirmesinin yanı sıra kısa-orta ve uzun vadeli stratejik hedeflerini açıklamıştır.

İlgili strateji belgesi kapsamında; yeşil hidrojen üretimine yönelik elektrolizör kurulumu için kapasiteler de belirlenmiş olup 2030'da 2 GW, 2035'te 5 GW, 2053'te ise 70 GW kurulu güç kapasitesine ulaşılması hedeflenmektedir.

Enerji dönüşümünde küresel ölçekte AB, Japonya, Güney Kore ve ABD gibi ülkeler üretimden depolamaya, taşımadan son kullanıma kadar geniş ekosistemler kurmakta; hidrojen politikalarının merkezinde yer almaktadır. Bu çerçevede yakıt pili teknolojileri, özellikle ulaşımda net sıfır emisyon hedeflerine katkı sağlarken, yerleşik güç uygulamalarında da kullanım alanı bulmaktadır.



Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası kapsamında, yakıt pili ve elektrolizör teknolojilerinin geliştirilmesi, test edilmesi ve ticarileştirilmesi için yerli ve milli altyapının güçlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu çerçevede, 2023 yılından bu yana TÜBİTAK MAM'da yürütülmekte olan Yakıt Pili ve Elektrolizör Teknolojileri Geliştirme ve Test Merkezi gibi projeler aracılığıyla, sistemlerin tasarım, üretim ve performans testlerinin Türkiye'de yapılabilmesi amaçlanmaktadır.

Bununla birlikte yakıt pili teknolojisi de doğrudan ele alınmakta ve hidrojenin taşımacılık ile sanayi uygulamalarında yaygınlaştırılabilmesi için kritik bir bileşen olarak değerlendirilmektedir. Strateji kapsamında, yakıt pili ve elektrolizör teknolojilerinin geliştirilmesi, test edilmesi ve ticarileştirilmesi için yerli ve milli altyapının güçlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu çerçevede, 2023 yılından bu yana TÜBİTAK MAM'da yürütülmekte olan Yakıt Pili ve Elektrolizör Teknolojileri Geliştirme ve Test Merkezi gibi projeler aracılığıyla, sistemlerin tasarım, üretim ve performans testlerinin Türkiye'de yapılabilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, Avrupa Birliği Ufuk Avrupa Programı tarafından desteklenen Powering EU NetZero Future by Escalating Zero Emission Heavy Duty Trucks and Logistic Intelligence (ESCALATE) Projesi ile hem Türkiye'de hem de Avrupa'da ağır ticari araçlar için yakıt pilli güç aktarım sistemleri geliştirilmesinin önü açılmaktadır. Bu kapsamda PEM yakıt pilleri, yüksek basınçlı kompozit hidrojen tankları, batarya grupları ve elektrik motorlarının entegre edildiği prototip platformların oluşturulması hedeflenmekte ve hidrojen ekosisteminin platform tasarım ve üretiminden, yakıt tedarik ve dolumuna kadar olan süreçleri ile bütüncül olarak güçlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Türkiye, sahip olduğu güçlü yenilenebilir enerji potansiyeli, sanayi altyapısı ve stratejik coğrafi konumu ile hidrojen ekonomisinin bölgesel ölçekte kritik aktörlerinden biri olma yolunda ilerlemektedir. Ancak hidrojen değer zincirinin tüm halkalarının sağlıklı gelişebilmesi için standardizasyon kavramı da en az teknoloji geliştirme kadar önem arz etmektedir. Standardizasyon, üretim süreçlerinden güvenlik kriterlerine, sertifikasyon mekanizmalarından uluslararası ticarete kadar hidrojen ekonomisinin omurgasını oluşturmaktadır.



Hidrojen değer zincirinin tüm halkalarının sağlıklı gelişebilmesi için standardizasyon kavramı da en az teknoloji geliştirme kadar önem arz etmektedir. Standardizasyon, üretim süreçlerinden güvenlik kriterlerine, sertifikasyon mekanizmalarından uluslararası ticarete kadar hidrojen ekonomisinin omurgasını oluşturmaktadır.

## Sanayi ve Ulaşımında Hidrojen Tabanlı Çözümler ve Standardizasyon İhtiyacı Yeşil Hidrojen Üretiminde Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasına (SKDM) Etkisi

SKDM, Avrupa Birliği'nin iklim politikaları kapsamında geliştirdiği bir düzenleme olup temel amacı Avrupa'ya ithal edilen ürünlerin üretim sürecinde ortaya çıkan karbon emisyonlarını fiyatlandırarak rekabet eşitliğini sağlamaktır. AB'deki üreticiler karbon maliyetine tabi olduğundan, ithal ürünlere de benzer bir yükümlülük getirilir. Başlangıçta çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojen gibi karbon yoğun sektörleri kapsayan bu mekanizmanın, ilerleyen dönemde genişletilmesi planlanmaktadır.

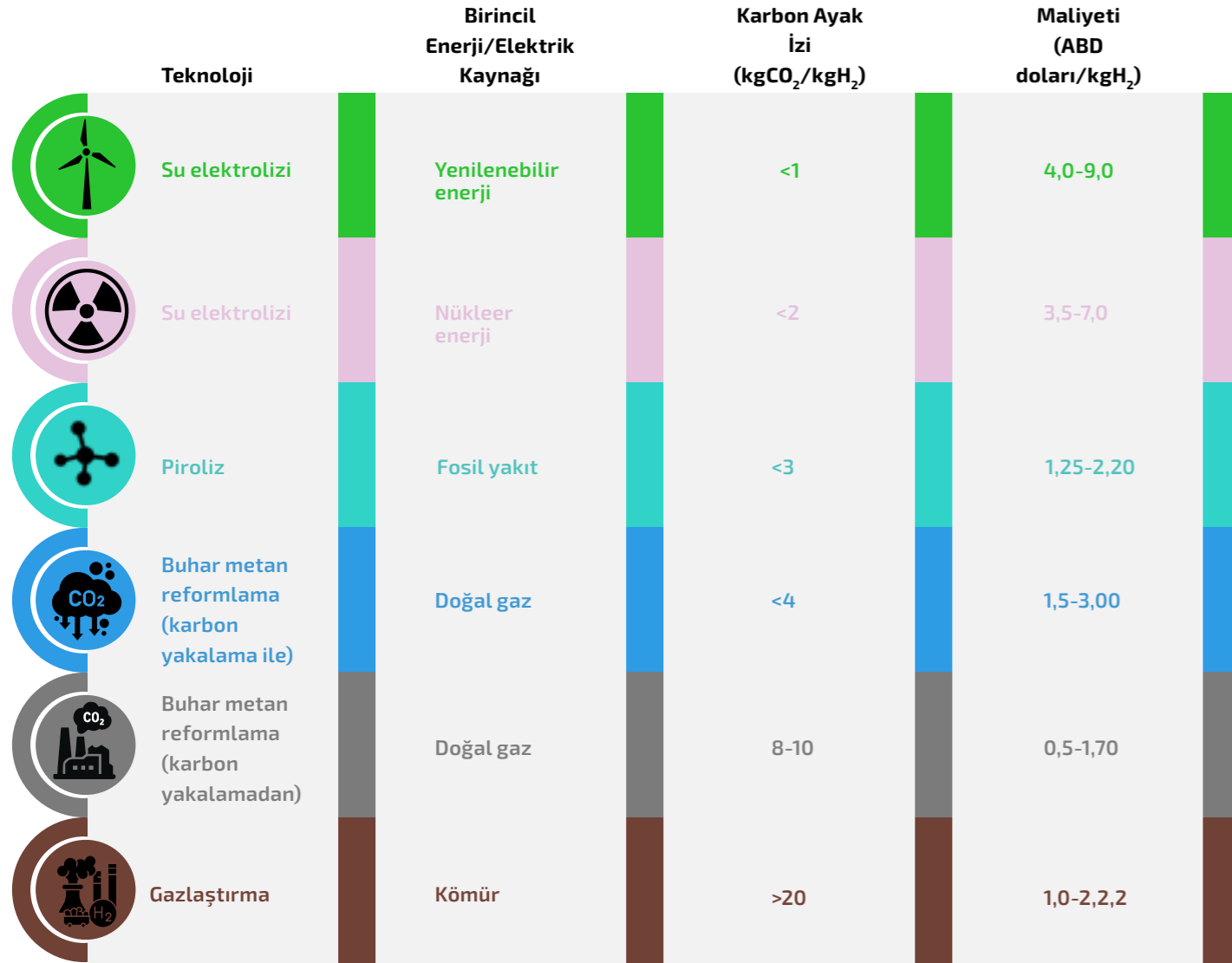
Düşük karbon teknolojilerine yatırım, yeşil hidrojen üretiminin yaygınlaştırılması, güçlü izleme ve şeffaf raporlama altyapısı oluşturulması, ihracatta SKDM kaynaklı mali baskının hafifletilmesinde temel adımlar olacaktır. Türkiye'nin artan yenilenebilir enerji kapasitesi, özellikle güneş ve rüzgar potansiyeli, elektrolizörler üzerinden ekonomik yeşil hidrojen üretimi için önemli avantaj sağlamaktadır.

SKDM, 1 Ekim 2023'te raporlama dönemiyle başlamış olup, 1 Ocak 2026'dan itibaren mali yükümlülükleri devreye girecektir. İlk aşamada çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojen sektörlerini kapsayan düzenleme, Türkiye'nin ihracatının %10-10,5'ine (26-27 milyar USD) denk gelen ürünleri doğrudan etkilemektedir. Yıllık maliyetin 1,1-1,8 milyar € olabileceği, bunun da söz konusu ihracat kalemlerine %4-7 arasında ek yük getireceği hesaplanmaktadır. En hassas sektörler; AB'ye 4,5 milyon ton ihracatıyla demir-çelik, karbon yoğunluğu yüksek çimento, elektrik yoğun üretimiyle alüminyum, doğal gaz bazlı gübre üretimi ile elektrik ve hidrojen olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'nin bu yükü azaltabilmesi için iç karbon fiyatlandırması veya emisyon ticaret sistemi kurulması kritik olup, örneğin 20 €/tCO<sub>2</sub> düzeyinde bir fiyatlandırma senaryosu, yıllık maliyeti yaklaşık 56 milyar €'ya indirebilir. Bunun yanında düşük karbon teknolojilerine yatırım, yeşil hidrojen üretiminin yaygınlaştırılması, güçlü izleme ve şeffaf raporlama altyapısı oluşturulması, ihracatta SKDM kaynaklı mali baskının hafifletilmesinde temel adımlar olacaktır. Türkiye'nin artan yenilenebilir enerji kapasitesi, özellikle güneş ve rüzgar potansiyeli, elektrolizörler üzerinden ekonomik yeşil hidrojen üretimi için önemli avantaj sağlamaktadır.

2003 yılından günümüze faaliyet gösteren Hidrojen ve Yakıt Pili Teknolojileri Araştırma Grubu, hidrojen ekosistemini bütüncül bir yaklaşımla ele almakta; hidrojenin üretiminden depolanmasına, yakıt pili tabanlı güç sistemlerinin tasarımından son kullanıcı entegrasyonuna ve uluslararası standartlarla uyumlu sistemlerin geliştirilmesine kadar geniş bir yelpazede ulusal ve uluslararası projeler yürütmektedir.

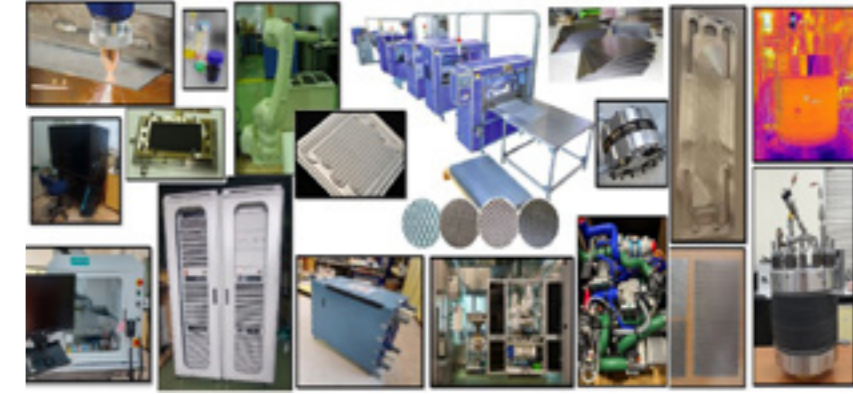
Bu kapsamda, Türk sanayisinin ihracat potansiyelini korumak, yenilenebilir enerji kaynaklarımızı üretim süreçlerinde karbonsuzlaşmaya hizmet edecek şekilde değerlendirmek ve gelecek nesillere yaşanabilir bir doğa mirası bırakmak amacıyla TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gebze Kampüsü'nde hidrojen tabanlı uygulamalı araştırma ve geliştirme projeleri yürütülmektedir. Malzeme ve Proses Teknolojileri Başkan Yardımcılığı bünyesinde 2003 yılından günümüze faaliyet gösteren Hidrojen ve Yakıt Pili Teknolojileri Araştırma Grubu, hidrojen ekosistemini bütüncül bir yaklaşımla ele almakta; hidrojenin üretiminden depolanmasına, yakıt pili tabanlı güç sistemlerinin tasarımından son kullanıcı entegrasyonuna ve uluslararası standartlarla uyumlu sistemlerin geliştirilmesine kadar geniş bir yelpazede ulusal ve uluslararası projeler yürütmektedir.





Şekil 1. Üretim yöntemlerine göre hidrojen renk sınıflandırması

2023 yılında T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından desteklenen altyapı geliştirme desteği projesi sayesinde TÜBİTAK MAM, Türkiye'de en yüksek dünya ölçeğinde ise sayılı yüksek güç kapasiteli "Yakıt Pili ve Elektrolizör Sistemleri" üretim ve test altyapılarından birine kavuşmuş olacaktır. Merkez içinde 120 kW kapasiteli Yakıt Pili Test Sistemi, 100 kW Elektrolizör Test Sistemi ve modül ve sistem entegrasyonlarına yönelik robotik temelli üretim altyapıları mevcuttur. Sistemlerin güç kapasiteleri; sanayi, ulaşım, taşıma uygulamalarına yönelik modülerlik ve ölçeklenebilirlik kriterleri gözetilerek belirlenmiştir. PEM tipi yakıt pili ve elektrolizör teknolojileri alanındaki mevcut altyapının kapasite, performans, maliyet ve ömür kriterleri dikkate alınarak uluslararası düzeyde yetkin ve yeterli teknolojik bir seviyeye çıkarılması hedeflenmektedir. Ayrıca, oluşturulacak merkezdeki altyapının kamu, üniversiteler, sanayi, ulaşım ve enerji sektörlerinde Ar-Ge ve uygulama faaliyetleri yürüten tüm kurum ve kuruluşlar tarafından etkin ve iş birliği içerisinde kullanılabilmesi amaçlanmaktadır.



Şekil 2. TÜBİTAK MAM yakıt pili ve elektrolizör test & üretim altyapılarına ait çeşitli görseller

Alandaki bir diğer önemli proje ise TENMAK tarafından desteklenen 250 kW PEM Elektrolizör Geliştirilmesi Projesi'dir (Şekil 3). Bu proje ile 2027 yıl sonu itibarıyla söz konusu güç kapasitesine yerli alt bileşenler ve sistemler kullanılarak ulaşılması ve böylece sanayinin ihtiyaç duyduğu Megawatt ölçekli güç kapasitesine geçişte kritik bir kilometre taşının hayata geçirilmesi hedeflenmektedir. Hidrojen ekosisteminin olgunlaşabilmesi için yalnızca üretim kapasitesinin artırılması değil, aynı zamanda teknik, güvenlik ve çevresel standartların netleştirilmesi kritik önem taşımaktadır. İlgili bağlamda, yalnızca renkler üzerinden yapılan "gri, mavi, yeşil hidrojen" gibi kavramsal ayrımlar yeterli değildir. Yeşil hidrojenin gerçekten yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretildiğini gösterebilmek için, uluslararası düzeyde kabul gören ölçütlere dayalı karbon yoğunluğu hesaplamaları (kgCO<sub>2</sub>eq/kgH<sub>2</sub>), sertifikasyon şemaları ve yaşam döngüsü analizleri zorunludur. Bu noktada üretim zincirinde standardizasyon hem güvenilirlik hem de ihracat rekabeti açısından vazgeçilmezdir.



Şekil 3. İlk yerli PEM elektrolizör sistemleri - TÜBİTAK MAM HYPTAG

AB'nin SKDM kapsamına hidrojen ve türevlerini (amonyak, sentetik yakıtlar vb.) dahil etmesi, Türkiye açısından standartlara uyumun önemini artırmaktadır. Türkiye'de üretilen hidrojen, düşük karbon sertifikalarıyla desteklenmiş bir standardizasyon çerçevesinde belgelenirse, ihracatta SKDM kaynaklı mali yükler indirgenecektir. Aksi durumda, ürün "yeşil" olarak sunulsa bile emisyon metodolojisi AB kriterleriyle uyumlu değilse yüksek maliyetler kaçınılmazdır. Dolayısıyla, Türkiye'nin karbon fiyatlandırma ve emisyon ticaret sistemi uygulamalarını hayata geçirerek yeşil hidrojen üretim süreçlerini AB sertifikasyon standartlarına entegre etmesi, SKDM risklerini azaltarak "düşük karbonlu ürün" statüsüyle küresel pazarda rekabet avantajı sağlayacaktır.

Türkiye’de hidrojen standartları büyük ölçüde uluslararası normların (ISO, IEC, SAE, CEN-CENELEC) adaptasyonu ile uygulanmaktadır. Ancak yerli elektrolizörler için teknik standartların eksikliği ile yeşil hidrojen sertifikasyonu ve karbon ayak izi metodolojilerinin oturmamış olması önemli boşluklardır. Bu nedenle Türkiye’nin hem AB standardizasyon faaliyetlerine etkin katılımı hem de kendi regülasyonlarını geliştirmesi kritik önem taşımaktadır.



Türkiye’de hidrojen standartları büyük ölçüde uluslararası normların (ISO, IEC, SAE, CEN-CENELEC) adaptasyonu ile uygulanmaktadır. Ancak yerli elektrolizörler için teknik standartların eksikliği ile yeşil hidrojen sertifikasyonu ve karbon ayak izi metodolojilerinin oturmamış olması önemli boşluklardır. Bu nedenle Türkiye’nin hem AB standardizasyon faaliyetlerine etkin katılımı hem de kendi regülasyonlarını geliştirmesi kritik önem taşımaktadır. TÜBİTAK MAM’ın altyapı ve projeleri, standartların yerleştirilmesi ve uluslararası uyumla geliştirilmesine yönelik güçlü adımlar sağlamayı hedeflemektedir. Böylece karbon yoğunluğunun standartlara uygun ölçülmesi ve belgelenmesiyle mali yükler azaltılarak sürdürülebilir rekabet avantajı elde edilebilecektir.

#### **Hidrojen ve Yakıt Pili Tabanlı Ulaşım Ekosistemi ve ESCALATE Standardizasyon Yaklaşımı**

ESCALATE (Powering EU Net Zero Future by Escalating Zero Emission HDVs and Logistic Intelligence), Avrupa Birliği’nin Horizon Europe programı kapsamında fonlanan büyük ölçekli bir inovasyon projesidir. Projenin temel hedefi, ağır vasıta segmentinde (HDV) sıfır emisyonlu güç aktarma sistemlerini geliştirmek, bu kapsamda yakıt pilleri, hidrojen depolama ve şarj altyapısı çözümlerini bütünsel biçimde test etmektir.

Türkiye’de hidrojen ekosistemi henüz erken aşamada olmakla birlikte, yenilenebilir enerji potansiyeli, genç Ar-Ge altyapısı ve sanayi talebi sayesinde hızlı bir şekilde ölçeklenebilir. Bu dönüşümün sağlıklı ilerleyebilmesi için uluslararası standartlarla uyumlu regülasyonların ve sertifikasyon mekanizmalarının geliştirilmesi, Türkiye’nin hem iç pazarını güvence altına alacak hem de küresel hidrojen ekonomisinde rekabet gücünü artıracaktır.

ESCALATE Projesi, 1 Ocak 2023’ten bu yana TÜBİTAK MAM ve Avrupa’dan 27 paydaşla birlikte yürütülmekte olup, yakıt pilli, bataryalı ve menzil uzatıcı hibrit ağır vasıta platformlarına yönelik beş pilot uygulamayı kapsamaktadır. Sürüş testleri ve dijital ikiz çalışmalarıyla desteklenen projede, AB’nin 2050 hedefleri doğrultusunda tek doluyla 800 km menzile ulaşabilen, %10 daha verimli ve emisyonuz araçların THS 7-8 seviyesinde geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu hedef, tasarımdan testlere ve hidrojen ikmal süreçlerine kadar kapsamlı regülasyon ve standardizasyon çalışmalarını zorunlu kılmaktadır.

TÜBİTAK MAM, yakıt pili tahrikli BMC TUĞRA ağır vasıta için yakıt pili sistemleri ve kompozit tankların standartlara uygun seçimi ve devreye alınması, enerji yönetim algoritmalarının geliştirilmesi, güç aktarma organlarının modellenmesi, menzil tahminleme, hidrojen dolun ve yakıt pili hatlarının enstrümantasyonu ile yol testlerinin yürütülmesinden sorumludur.

Proje kapsamında hidrojen ve yakıt pillerine ilişkin “Standardizasyon Aktiviteleri” iş paketi altında detaylı çalışmalar yürütülmektedir:

#### Mevcut Standartların ve Regülasyonların Analizi:

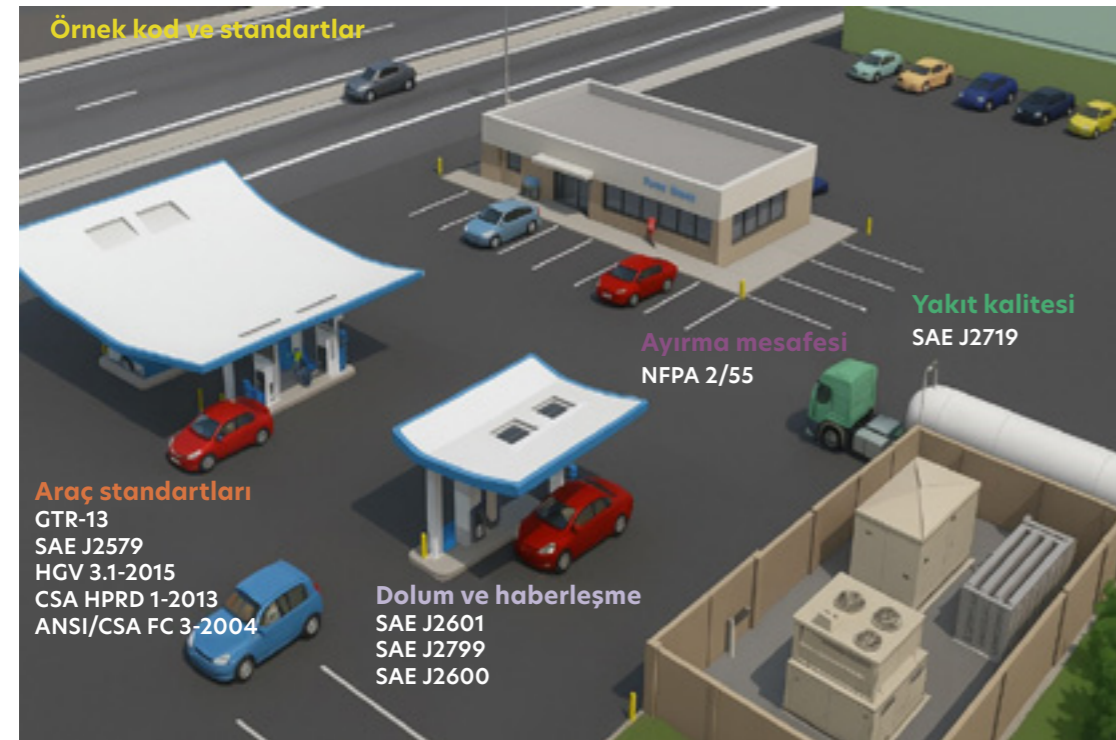
ISO 23273 (Yakıt Pili Araç Güvenliği), SAE J2578, IEC TS 63379 (Megawatt DC şarj), IEC 61851-23-3 gibi standartların uygulanabilirliğinin incelenmesi. Yüksek basınçlı hidrojen depolama tanklarının dayanıklılığı, sızdırmazlık, çarpışma güvenliği ve hidrojen kaçaklarının algılanması gibi test ve güvenlik kriterlerini içeren UN ECE R134 regülasyonunun ele alınması

#### Boşluk Analizi:

Hidrojenli ağır vasıtalarda, yüksek basınçlı depolama tankları, hızlı dolum istasyonları ve dijital ikiz uygulamalarına yönelik standart eksikliklerinin belirlenmesi

#### Yeni Standart Önerileri:

CEN/CENELEC/ISO/IEC çerçevesinde öneriler geliştirilerek AB standardizasyon kurumlarına iletilmesi



Şekil 4. Hidrojen tabanlı ulaşım uygulamalarında örnek kod ve standartlar

Standart ve regülasyonlara uyum sayesinde yerli üretim hidrojenli araçların Avrupa pazarına girişi kolaylaşacak; yeni standartlar ise elektrolizör, yakıt hücresi ve basınçlı tank gibi kritik bileşenlerde yerli Ar-Ge'yi teşvik ederek rekabetçiliği güçlendirecektir.

#### StasHH Projesi Çıktıları ile Uyum:

Yakıt pili modüllerinin boyut, arayüz ve güvenlik standartlarının başka bir AB projesi olan StasHH Projesi ile uyumlu hale getirilmesi ve uygulama alanında bütünlük sağlanması

#### Çevresel Standardizasyon:

Yaşam döngüsü analizi ile hidrojenli araçların çevresel etkilerinin harmonize şekilde hesaplanması

#### Çıktılar:

Gerçekleştirilen çalışmaların bir çalıştay ile duyurulması “Belirlenen Standardizasyon İhtiyaçları ve Standardizasyon Görünümü Raporu” başlığı ile raporlanması amaçlanmaktadır. İlgili çalışmaları tüm proje partnerlerinin katkısı ile proje ortaklarından Alman Standardizasyon Enstitüsü (DIN) yürütmektedir.

ESCALATE Projesi ile Türkiye, hidrojenli ulaşımda Avrupa'daki standardizasyon süreçlerine doğrudan katkı sağlayarak hem uluslararası pazara erişim hem de yerli üretimde güçlü bir yetkinlik kazanacaktır. BMC, Mercedes-Benz Türk ve Ford Otosan gibi şirketler standartlara uyumlu ürün geliştirme avantajı elde ederken, TÜBİTAK'ın rolü ile Türkiye'nin bilimsel etkinliği artacaktır. Standart ve regülasyonlara uyum sayesinde yerli üretim hidrojenli araçların Avrupa pazarına girişi kolaylaşacak; yeni standartlar ise elektrolizör, yakıt hücresi ve basınçlı tank gibi kritik bileşenlerde yerli Ar-Ge'yi teşvik ederek rekabetçiliği güçlendirecektir.

Standart	Kurum	Kapsam/içerik
ISO 23274	ISO	Yakıt hücreli araçlarda enerji tüketiminin ölçüm yöntemleri
ISO 23273	ISO	Yakıt hücreli kara taşıtlarında güvenlik gereklilikleri
ISO 14687	ISO	Yakıt hücrelerinde kullanılan hidrojenin saflık gereklilikleri
ISO 19880-1	ISO	Hidrojen ikmal istasyonları için genel güvenlik gereklilikleri
ISO 17268	ISO	Kara taşıtları için hidrojen yakıt bağlantı cihazları (dolum nozulları)
ISO 23828	ISO	Hidrojen yakıt hücreli araçlarda elektrikli bileşenlerin güvenlik gereklilikleri
ISO 23828	ISO	Hidrojen taşıma ve depolama için emniyet valfleri
ISO 62282 serisi	IEC	Yakıt hücresi teknolojilerinin farklı uygulamalarına yönelik standartlar: 62282-2: Yakıt hücreli modüller güvenlik 62282-3: Sabit yakıt hücreli güç sistemleri 62282-4: Taşınabilir yakıt hücreli güç sistemleri 62282-6: Mikro yakıt hücreli güç sistemleri 62282-8: Performans ve test yöntemleri
SAE J2578	SAE	Yakıt hücreli araçlarda güvenlik tasarım kriterleri
SAE J2578	SAE	Yakıt hücreli araçlarda güvenlik tasarım kriterleri
SAE J2719	SAE	Yakıt hücrelerinde kullanılacak hidrojenin kalite gereklilikleri
SAE J2601	SAE	Hidrojen dolum protokolleri (350 bar, 700 bar)
SAE J2594	SAE	Yakıt hücreli araç batarya ve yakıt hücresi hibrit sistemlerinin performansı
SAE J2760	SAE	Yakıt hücreli sistemlerde test prosedürleri ve tanımlar
SAE J2579	SAE	Hafif taşıtlarda hidrojen depolama sistemleri için güvenlik gereklilikleri

**Tablo1. Hidrojen tabanlı ulaşım için uygulanan başlıca standartlar**

## Hidrojen tabanlı tüm sistemlerde standardizasyon aşağıdaki unsurlara dayanır:

### Güvenlik

Yüksek basınçlı hidrojen, elektrikli arayüzler, termal yönetim ve acil durum güvenlik kriterleri

### Uyumluluk

Farklı üreticilerin modüllerinin aynı sistemde çalışabilmesi için boyut, bağlantı ve iletişim protokollerinin ortaklaştırılması

### Performans

Ömür, verimlilik, güç yoğunluğu ve dayanıklılığın ortak metodolojilerle ölçümü

### Ticaret

Uluslararası sertifikasyon süreçlerinin kolaylaştırılması hedefleri

Enerji üretimi, ulaşım ve sanayi uygulamalarında modüler tasarım esas olup; elektrolizör, yakıt hücresi, depolama ve dolum sistemleri gibi bileşenlerin boyutlandırma ve paketleme standartlarıyla tanımlanması,  $\geq 10.000$  saatlik çevrim ömrü testleri, hidrojen sızıntısı, yüksek sıcaklık ve çarpışma senaryolarını içeren güvenlik testleri, farklı iklim koşullarında çevresel testler ve ISO/IEC uygunluğunun bağımsız merkezlerde sertifikasyonu kritik önem taşımaktadır.

### Sonuç ve Öneriler:

Türkiye'de hidrojen ekosisteminin gelişimi; yatırım maliyetleri, teknoloji bağımlılığı, altyapı eksiklikleri ve regülasyon boşlukları gibi zorluklarla karşı karşıyadır. Ancak bu zorluklar, doğru standardizasyon politikaları ve güçlü uluslararası iş birlikleriyle avantaja dönüştürülebilir. Türkiye'nin coğrafi konumu ve enerji koridoru rolü, bölgesel hidrojen ticaretinde önemli fırsatlar barındırmaktadır. Türkiye'de hidrojen ekosistemi henüz erken aşamada olmakla birlikte, yenilenebilir enerji potansiyeli, genç Ar-Ge altyapısı ve sanayi talebi sayesinde hızlı bir şekilde ölçeklenebilir. Bu dönüşümün sağlıklı ilerleyebilmesi için uluslararası standartlarla uyumlu regülasyonların ve sertifikasyon mekanizmalarının geliştirilmesi, Türkiye'nin hem iç pazarını güvence altına alacak hem de küresel hidrojen ekonomisinde rekabet gücünü artıracaktır.

# Fizik ve Yapay Zekâ: Aynı Yolun Kesişen Hikâyeleri

Ozan ÖNAL

Yapay Zekâ Uzmanı

Bir sergi salonunda dolaşırken, bir makineye, bir tabloya ya da bir deney düzeneğine baktığınızda akla gelebilecek en doğal sorulardan biri şudur: “Bu neden işe yarıyor?” Çoğu kişi cevabı bir bilgisayar programında ya da bir mühendislik çözümünde arar. Ama gerçekte yapay zekânın bugünkü hâline gelmesinde, doğayı anlamak için geliştirilen fiziksel yöntemler en az bilgisayar kodları kadar belirleyici oldu.

Bugün yapay zekâ çoğunlukla bilgisayar bilimcilerin adıyla anılsa da bu resim eksik kalır. Tarihsel kayıtlar, bilimsel makaleler ve ödüller gösteriyor ki fizikçiler bu yolculuğun öncülerindedir. Elbette tek başlarına değil; matematikçiler, psikologlar, bilgisayar bilimciler ve mühendislerle birlikte. Ama kritik dönemeçlerde ipi göğüsleyen çoğu kez fiziksel sezgiler oldu. Bu nedenle en doğru ifade şudur: **Fizikçiler öncü bir rol oynadı, ama yapay zekâ disiplinlerarası bir çabanın ürünüdür.**

Yapay zekânın tarihini 1980’lerin başından başlatmak isabetlidir. Çünkü 1982’de fizikçi **John J. Hopfield**, sinir ağlarına yepyeni bir bakış açısı kazandırdı [1]. Hopfield’in modeli, spin camı denen karmaşık manyetik sistemlerden esinlenmişti. Bu sistemlerde parçacıklar, birbirleriyle çelişen etkileşimler içinde farklı enerji vadilerine otururlar. Hopfield, belleği de bu şekilde tanımladı: Bir sinir ağı, tıpkı fiziksel bir sistem gibi, en düşük enerji durumuna ulaştığında “hatırlama” gerçekleşir. Bu, yalnızca yeni bir hesaplama modeli değil, yapay zekâyı enerji tabanlı düşüncenin girişiydi.

Aradan çok geçmeden 1985’te, **Boltzmann makineleri** ortaya çıktı [2]. David Ackley, Geoffrey Hinton ve Terrence Sejnowski’nin geliştirdiği bu modeller, adını doğrudan termodinamiğin temel dağılımından aldı: Boltzmann dağılımı. Buradaki temel fikir şuydu: Bir sistemin belirli durumlara girme olasılığı, o durumların enerji seviyeleriyle belirlenir. Bu ilke makine öğrenmesine uyarlandığında, ağlar veriyi olasılıksal biçimde öğrenebiliyor ve gizli yapıları keşfedebiliyordu. Bugün “jeneratif modeller” dediğimiz alanın kökleri, işte bu fikirde yatmaktadır. Hinton fizik kökenli değildi, ama kullandığı matematiksel çerçeve istatistiksel fizikten alınmıştı.

Model tasarımı kadar önemli olan bir başka alan da optimizasyondur. Çoğu zaman yapay zekâ sistemlerinde asıl sorun, “en iyi çözüm”e ulaşmadan küçük çözümlere takılıp kalmaktır. İşte burada yine fiziğin sezgileri devreye girdi. 1983’te geliştirilen **simulated annealing** algoritması, katı hâl fiziğinde metallerin tavlanma sürecinden doğdu [3]. Yüksek sıcaklıktan yavaş yavaş soğuyan bir metalin en düşük enerji durumuna ulaşması, bilgisayara taşındığında çok güçlü bir optimizasyon aracı hâline geldi. Günümüzde hâlâ rota planlama, çizelgeleme ve hiperparametre arayışında kullanılan bu yöntem, doğanın bilgisayara öğrettiği bir ders niteliğindedir.

Fizikçilerin katkıları yalnızca pratik modeller ve algoritmalarla sınırlı değildi. “**Öğrenmenin istatistiksel fiziği**” adı verilen çalışmalar, sinir ağlarının kapasitesini, genelleme sınırlarını ve faz geçişine benzer davranışlarını incelemek için spin camı tekniklerini kullandı [4]. Bu analizler, modellerin neden çalıştığını ve hangi koşullarda başarısız olabileceklerini açıklığa kavuşturdu. Yani fizikçiler yalnızca “nasıl çalışıyor” sorusunu değil, “neden çalışıyor” sorusunu da yanıtladılar. Bu, yapay zekânın güvenilir ve bilimsel bir temele oturmasında hayatiydi.

Bugün geldiğimiz noktada, fiziğin etkisi hâlâ belirgin. **Difüzyon modelleri**, günümüzde görsel üretim yapan yapay zekâların kalbinde yer alıyor [5]. Bu modeller, veriyi ileri yönde bozarak (gürültü ekleyerek) ve ardından ters difüzyon süreciyle yeniden kurarak öğreniyor. Bu yöntem, dengesiz termodinamiğin doğrudan bir yansımasıdır. Stable Diffusion gibi sistemler, adını bu kavramdan almaktadır.

Bunun yanında, Bayesçi yöntemlerin vazgeçilmez araçları olan **Hamiltonyen Monte Carlo (HMC)** ve **Stokastik Gradyan Langevin Dinamiği (SGLD)** doğrudan fiziksel süreçlerden doğmuştur [6]. HMC, parçacıkların Hamiltonyen dinamiklerini kullanarak yüksek boyutlu dağılımlardan örnekleme yapar; SGLD ise Langevin hareketini gradyan inişiyiyle birleştirir. Bugün Bayesian derin öğrenmenin standart parçaları olan bu yöntemler, fiziğin bilgisayara kazandırdığı diğer hediyelerdir.

Ufukta kuantum bilgisayarlar var. 2019’da Google’ın gerçekleştirdiği **kuantum üstünlüğü deneyi** [7], belirli hesaplama görevlerinde klasik bilgisayarların ötesine geçildiğini gösterdi. Bu yalnızca hesaplama hızındaki bir sıçrama değildi; aynı zamanda yapay zekâ algoritmalarının geleceğini de ilgilendiren bir gelişmeydi. Kuantum destekli öğrenme yöntemleri, hâlen fizikçilerin öncülüğünde geliştiriliyor. Geleceğin yapay zekâsının, kuantum fiziğiyle çok daha derin bağlar kuracağı kesin görünüyor.

Bu katkılar artık uluslararası ölçekte de tanınıyor. **2024 Nobel Fizik Ödülü**, John Hopfield ve Geoffrey Hinton’a verildi [8]. Nobel Komitesi’nin gerekçesi çok açıktı: “Yapay sinir ağlarıyla makine öğrenmesini mümkün kılan temel keşif ve icatlar.” Bu ödül, yapay zekânın yalnızca bilgisayar biliminin değil, aynı zamanda fizik biliminin de başarısı olduğunun resmî bir onayıdır.



Sergilenen her obje, aslında bu disiplinlerarası yolculuğun birer yansımasıdır. Enerji fonksiyonlarının derin vadilerini gösteren diyagramlar, difüzyon sürecini anlatan görseller, kuantum devrelerini betimleyen modeller... Hepsi, aynı soruya farklı pencerelerden cevap verir: "Bu neden işe yarıyor?" Yanıt ise her zaman tek bir disiplinden gelmez. Bilgisayar bilimi uygulama ve ölçekleme sağlar; matematik sağlam temeli kurar; psikoloji ve biyoloji ilham verir; fizik ise çoğu kez yol açan ilk adımı atar.

Dolayısıyla bu sergideki yolculuktan çıkarılacak en doğru sonuç şudur: **Fizikçiler öncü bir rol oynadı, ama yapay zekâ disiplinlerarası bir çabanın ürünüdür.**

### KAYNAKLAR

- [1] J. J. Hopfield, "Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities," PNAS, 1982.
- [2] D. H. Ackley, G. E. Hinton, T. J. Sejnowski, "A Learning Algorithm for Boltzmann Machines," Cognitive Science, 1985.
- [3] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, M. P. Vecchi, "Optimization by Simulated Annealing," Science, 1983.
- [4] A. Engel, C. Van den Broeck, Statistical Mechanics of Learning, Cambridge Univ. Press, 2001.
- [5] J. Sohl-Dickstein et al., "Deep Unsupervised Learning using Nonequilibrium Thermodynamics," ICML, 2015.
- [6] R. M. Neal, "MCMC using Hamiltonian dynamics," Handbook of Markov Chain Monte Carlo, 2011.
- [7] F. Arute et al., "Quantum supremacy using a programmable superconducting processor," Nature, 2019.
- [8] Nobel Prize Committee, Nobel Prize in Physics 2024, Resmi Basın Bülteni.



# Ürün karbon ayak izi raporlama ve doğrulama hizmeti veriyoruz

TS EN ISO 14067 standardı kapsamında ürünleriniz/hizmetleriniz için ürün yaşam döngüsü boyunca karbon ayak izinizin hazırlanmasında eğitim, çalıştay, raporlama ve doğrulama seçenekleri ile sizlere yardımcı oluyoruz.

☎ 444 0 873

✉ [cevreselgozetim@tse.org.tr](mailto:cevreselgozetim@tse.org.tr)



# BİR AMERİKAN RÜYASI SARASOTA

Nihal EGE

Dünya Mirası Gezginleri Derneği



İnsan bazen neden olduğunu bilmeden, düşünmeksizin aniden bir karar verir. Bir yol ayrımında örneğin, aslında sağa sapacaktır, gitmek istediği yer o yol üzerindedir. Ama tam da yol ayrımına geldiğinde içinden bir ses onu sola yönlendirir. Pek çok örneği vardır, nedeni bilinmez, bir şey sizi, o ana kadar yürüdüğünüzün aksine çeker. İşte o zaman onu dinleyin derim, çünkü mutlaka bir nedeni vardır. Ya öğreneceğimiz bir şey vardır ya gerçekten doğrusu odur. Kalbimiz, gönlümüz, hatta sezgimiz zaten bir süredir biliyordur ve çoktan kararını vermiştir. Sadece biz bilmiyoruzdur henüz.

2019 başında eşimle uzun süredir planladığımız Doğu Karayipler gezimiz hakkında konuşurken, gemi turumuz bitince hemen dönmeyelim eve dedim. Bir araba kiralayalım ve Florida'nın batı sahillerinde dolaşalım. O güzel sahilleri görmenin yanında, "sanki hikâyeleri varmış ve beni çağırıyormuş gibi geliyor, ne dersin?" dedim. Eşim de gülerek, "tamam o zaman programımız belli oldu" dedi. Doğu Karayip gezimizin sonunda Miami'de bir Volkswagen araba kiraladık. Başladık Florida'nın batı sahillerinden kuzeye doğru gitmeye. İşte böylece Sarasota'ya ve bu ilginç öyküye ulaştık.

Sarasota, Florida Yarımadasının güneybatısında, harika manzaraları olan, dantel gibi deniz girintileri ile çok güzel bir şehir. Bu topraklarda yaklaşık 10 bin yıl önce insan yerleşimi bulunduğu ilişkin araştırmalar yazılıp çizilmiş. Ancak o zamanların tahmin edilen iklim ve coğrafi şartlarında bu yerleşimin mevsimsel olduğu sanılmakta imiş. Pleistosen buzulları çözülüp iklim ılımanlaştıktan sonra bu bölge yerleşime uygun bir hale gelmiş. Milattan önce 900 civarında yaşadığı söylenen Manaosta kültürü ve daha sonra koılar civarında yerleşen ve tapınak höyükleri inşa eden halklar olduğu biliniyormuş. Yirminci yüzyılın getirdiği inşaat çılgınlığı esnasında bölgede varlığı bilinen 20 kadar tapınak höyüğü de yok edilmiş.

Bölgeye ilk geldiği bilinen Avrupalılar, İspanyollar olmuş. 1513 yılında bir İspanyol keşif heyeti bölgeye ayak basmış ve yerli halkla temas ilk kez gerçekleşmiş. Daha sonra komutan Hernando de Soto yönetiminde bu bölgeye gelen İspanyollar, Tampa Körfezinde Manatee nehri ağız yakınılarında Shaw's Point denilen yerde karaya çıkmışlar. Bu dönem haritalarında bölgenin ismi Zara Zota veya Sarazota olarak görülmekte imiş.

Avrupalı yerleşimciler arasındaki pek çok savaşa tanıklık etmiş bu topraklar. İngilizler 1812'de bazı toprak parçalarını almışlar ve çiftlikler kurarak yerleşmeye çalışmışlar. Amerikalılar, İspanyolların yardımı ile İngilizleri yenerek buralardan uzaklaştırdıktan sonra 1819 tarihinde İspanyollara az bir bedel ödeyerek Florida'yı devralmış.

Avrupalı yerleşimciler arasındaki pek çok savaşa tanıklık etmiş bu topraklar. İngilizler 1812'de bazı toprak parçalarını almışlar ve çiftlikler kurarak yerleşmeye çalışmışlar. Amerikalılar, İspanyolların yardımı ile İngilizleri yenerek buralardan uzaklaştırdıktan sonra 1819 tarihinde İspanyollara az bir bedel ödeyerek Florida'yı devralmış. Yerli halklar, özellikle Seminoleler ile üç büyük ve pek çok küçük çatışma yaşanmış zaman içinde. Amerikalılar bu topraklarda hakimiyet kurduklarında, 1823, 1840, 1845 yıllarında gerçekleşen üç büyük Seminole savaşından sonra en büyük yerli grupları olan Seminoleler ve Miccosukeeler ile birlikte diğer yerli halklar, Florida Yarımadasının ortalarında, rezervasyon denilen yerleşimi zor bölgelere sürülmüşler. 16'ncı ile 19'uncu yüzyıllar arası, bu bölgeye



gelen yerleşimcilerin kendilerine yer açmak için yerli kabilelerle yaptıkları savaşlarla geçmiş. Yerli halkın savaşçı karakteri, sürenin uzunluğundan ve mücadelenin şiddetinden belli oluyor sanırım. Ama yeni yerleşimcilerin dalga dalga akınlarına dayanamamışlar ve tarih sahnesinden kaybolmasalar da sahne arkasına çekilmişler sonunda.

Günümüzde Sarasota sahillerinde uzanan geniş arazilerdeki çok özel tasarlanmış bahçeler içinde harikulade malikaneler yer almakta. Bu güzel şehri seyrederken geçmiş çalkantılı yüzyılları hayal edebilmek mümkün değil.

Ca'd'Zan, eski Venedik dilinde John'un Evi anlamına geliyormuş. İtalyanca söylenişi ile Casa di Giovanni de denilen ve John Ringling ve eşi Mable Ringling'in hayallerinin mekânı ve yaşam alanları olarak inşa edilmiş olan bu güzel bina, 1936 yılında Florida halkına bağışlanmış ve 2000 yılından itibaren müzenin yönetimi Florida Eyalet Üniversitesi'ne verilmiş.

Biz, Sarasota'nın tanıtımında öne çıkan, ilginç isimli Ca'd'Zan Sanat Müze Kompleksini görmek istedik. Ca'd'Zan, eski Venedik dilinde John'un Evi anlamına geliyormuş. İtalyanca söylenişi ile Casa di Giovanni de denilen ve John Ringling ve eşi Mable Ringling'in hayallerinin mekânı ve yaşam alanları olarak inşa edilmiş olan bu güzel bina, 1936 yılında Florida halkına bağışlanmış ve 2000 yılından itibaren müzenin yönetimi Florida Eyalet Üniversitesi'ne verilmiş.

Ca'd'Zan, adı gibi görünüşü ile de bizi şaşırtan bir mimari ile karşımızda belirildiğinde bambaşka bir öykünün bizi çağırdığından emin oldum. 1920'lerde tasarlanan ve 1926 yılında tamamlanan bu yapı, 36 bin metrekare alan üzerinde, Venedik gotik mimarisine sahip ve beş katlı, 56 odalı bir saray yavrusu.



Girişindeki, The John&Mable Ringling Museum of Art yazan tabela, bu muhteşem ev ve arazinin hangi amaçla düzenlendiğini de açıklıyordu. Ailenin soyadı ile markalı müzeler, tiyatro ve bahçelerden oluşan bir kompleksin kapısından giriyorduk. "Bir ev bu kadar çok amaca hizmet edebilir mi?" sorusu ile adımımızı attığımız bahçe kapısında ilk gözümüze çarpan zevkle döşenmiş bahçe taşları ve oryantalist stilde bir giriş kapısı oldu. Aynı zamanda Amerika'nın en büyük sirk patronu olan John'un, evini takdim eden pano ise Sarasota Körfezindeki Venedik stili, güzel bahçelerle çevrili görkemli gotik sarayın sahibi olan John&Mable Ringling Sanat Müzesi olarak 1936 yılında Florida eyaletine bağışlandığını anlatıyordu.



Kompleksi gezip tanımak için bir tur almıştık. İhtişamlı bina-dan önce bizi çeken, tam adı Mable Burton Ringling olan Mable Ringling'in çok sevdiği ve yapımına çok emek verdiği gül bahçesini görmek oldu. Bahçeyi tanıtan panoda Mable Ringling'in 1900'lü yılların başlarında moda olduğunu tahmin ettiğimiz şık bir kıyafet ile çekilmiş fotoğrafı vardı. Hoş bir kadıymış doğrusu. Mable Ringling'in gül bahçesi aynı zamanda bir sanat eseri. İtalyan bahçelerini çağrıştıran bir tarzda düzenlenmiş olan bahçe, merkezi bir kamelya etrafında düzenlenen çiçek tarhları ile süslenmiş. Deniz kabukları kırıkları ile döşenmiş yürüyüş yolları ve bahçenin muhtelif yerlerine serpiştirilmiş heykeller, bahçeyi bir masal ortamına dönüştürmüştü ve daha da güzelleştirmiş. Başta İtalya olmak



üzere Avrupa'nın değişik yerlerinden getirilen ve bazıları ikili pastoral kompozisyonlar şeklinde düzenlenmiş heykellerle birlikte bu sanat eseri bahçe, 1913 yılında tamamlanmış. Mable Ringling'in özenle topladığı seçkin gül fidanlarından hiç-biri günümüze ulaşamamış. Ancak yerine dikilen bin adet gülden pek çoğunun, özgün türlerin aynısı olduğu belirtilmiş. Bunların yanında çok sayıda ve çeşitte minyatür gül çalılarını dikilmiş. Hatta geçmişi çok eskiye dayanan gül türlerinden de (tarihi 1793 yılına kadar gidebilen) çok sayıda fidan bulunmakta imiş.

Florida'da üç tane olduğu belirtilen gül bahçelerinden en görkemlisi olan Mable Ringling'in Gül Bahçesi, Mediteranean Revival Architecture tarzı ile, Amerikan Gül Derneği tarafından Akredite Kamu Gül Bahçesi olarak tanımlanmış. Bu çerçevede bakımı, korunması ve kalite kontrollerinin yapılması sağlanmakta imiş.



Bahçeden iç avluya geçtiğimizde, heykellerle süslenmiş kemerleri, nişleri, yürüyüş yolları ve tarhları ile Rönesans Avrupası'nın saray bahçelerine ulaştık bir anda.

Ca'de Zan'ın kara tarafından görünümünde Venedik tarzı saray imajını pekiştiren zarif süslemeleri ve burç esintisi ile inşa edilmiş kulenin de büyük payı var. Binayı çevreleyen aynı tarz süslemeler, kapı ve pencerelerin özgün ferforjeleri ve binanın etrafındaki çok geniş verandada rengarenk İtalyan mermerlerinin kullanıldığı, geometrik desenli taban döşemeleri hayranlık uyandıracak mükemmellikte. Denize bakan ön cephede ise veranda, aynı zarafetle daha da genişleyerek birkaç yüz davetlinin ağırlanabildiği büyüklüğe ulaşmış. Denize doğru çok geniş bir açığa ulaşan veranda, en ön bölümde bulunan ve birkaç basamakla inilen manzara seyir locaları ile birlikte, harikulade oyma ve desenlerle süslenmiş trabzanlarla bir balkon görünümü kazanmış. Birlikte gezdiğimiz diğer ziyaretçilerin, özellikle de çiftlerin, bizim gibi manzara ve mekânın güzelliğinden biraz şaşkın, mutlu tebessümlerle etrafta dolaşmaları dikkatimi çekti. Ringling çiftinin bu mekânda, özellikle de davetlileri ile çok güzel zamanlar geçirdiklerini tahmin etmek zor değil.



Bu çok ilginç saray yavrusunu gezerken bir taraftan da Ringling çiftini düşünüyordum. Güzellikler yaratan, sanat eserleri biriktirmeyi ve tüm bunları dostları ile paylaşmayı seven bu çiftin yaşamları nerelerden bu noktaya gelmiş ve hangi yöne doğru devam etmişti? Bu büyük servetin kaynağı ne idi? Düşüncelerim görsellerden meraklarımın sorularına doğru ilerlerken grup ile birlikte rehberimizin peşi sıra bir kapıdan geçip gösterişli bir salona girdik. Rönesans çağrışımlı süslemeleri ile üç katlı loca düzeninde inşa edilmiş tiyatro salonunun geniş sahne düzeni, çok amaçlı kullanıma uygun yapılmış. Her sırada 24 misafirin ağırlanabildiği salon, seçkin dost meclisleri için planlanmış gibi görünüyordu. Hayal gücüm beni o günlere götürdü bir an. Misafirler ön verandada güneşin sulara doğru uzana kızıl gölgelerle güne veda ettiği anı izledikten sonra mutfak hizmetlilerinin telaşlı bir saygı ile servis yaptığı yemek salonuna geçişlerini, sohbetlerin eşlik ettiği başlangıçtan tatlıya ve kahveye uzanan lezzet duraklarından sonra neşe içinde konuşa konuşa ulaştıkları bu salonda kendileri için çok özel hazırlanmış bir gösteriyi ya da bir tiyatro veya opera eserini izlediklerini düşündüm. Başka bir zaman diliminde, başka bir yaşam biçimi canlandı gözlerimde.

Bu duygularla Ca'de Zan'ın muhteşem kapısından girdik. Ringlinglerin evi, kapısından girer girmez ev olmaktan çıkıp bir müzeye dönüştü benim için. Her oda, artık bir aile üyesinin odası veya evin bir bölümü değil çok özel bir müzenin çok özel bir bölümü olmuştu. Verandadaki romantik büyü bozulup, zengin bir antika koleksiyonu izlemenin merakına dönüşmüştü.

Ca'de Zan'ın iç mekân süslemeleri bazı çok amaçlı bölümlerde ve koridorlarda Venedik tarzını korumakla birlikte galerilerde tamamen sergileme amaçlı bir dekorasyona dönüşmüştü. Bu bölümde galerilerin yeniden düzenlenmesinin yapıldığını ve bu geçiş döneminde sadece koleksiyonun öne çıkan eserlerinin sergilendiğini öğrendik. Ringling çifti tarafından Avrupa seyahatleri sırasında seçkin galerilerden özenle seçilen ve Rubens, Velázquez ve benzeri pek çok ünlü sanatçının tablolarından oluşan koleksiyonun çok küçük bir bölümünü görebildik. Ama bu kadarı bile değerli Ringling koleksiyonu hakkında fikir edinmemizi sağladı.



Tam da hayalimde Ringlinglerin bir davet akşamını sona erdirmek üzere idim ki rehberimiz bizleri müze kompleksinin en önemli bölümüne davet ettiğini anons etti. Merakla peşine takıldık grupça. Yeni bölüm tam bir sürprizdi benim için.

Sirk Müzesi ne alaka diye düşünürken bir yandan da kendime kıızıyordum. Neden gelmeden önce daha iyi araştırmadım diye ve bu düşüncelerle Sirk Müzesinin kapısından girdim.

Sirklerin heyecan verici eğlence çadırları döneminin ucuna yetişmişim. Çocukluğumun, günümüzde az sayıda bulunan rüya gibi bir gösteri sanatıydı sirkler. Gezici olmaları onları daha da merak uyandıran bir çehreye büründürmüştü. Müzede sergilenen gezici sirk arabaları, rengarenk boyanmış üzerinde kukla sahnesinin taşındığı arabalar, palyaço heykelleri, sirklerde kullanılan hemen her türlü aksesuarın sergilendiği bir salondur burası. Çocukluğumun büyülü dünyasına girmiş gibiydim. Pek çoğu artık hafızalarda silikleşmiş renkli sirk görüntüleri arasında dolaştık, inceledik. Fotoğraflarını yeniden çektik sanki çocukluklarımızın.

İlk modern sirk 1768 yılında bir İngiliz, Philip Astley tarafından kurulmuş. Zaman içinde akrobatlar, palyaçolar, eğitilmiş hayvanlar, trapezciler, cambazlar, kukla oynatıcılar, tek ve iki tekerlekli bisikletçiler, illüzyonistler ve çeşitli sanatçıların katılımı ile çeşitlenen bir eğlence biçimi haline gelmiş. Gösterilerini, isim aldıkları Circus, yani daire veya oval şekilli çadırlarda sunmuşlar. 20'nci yüzyıl sonlarına doğru sirklerde gösteri yapılan hayvanların eğitiminde kullanılan elektroşok, kamçı, kanca gibi yöntemler halk tarafından sorgulanmaya başlamış ve sirkler bu anlamda değer kaybetmişler. Sonuç olarak 21'inci yüzyıla geçilirken bazı ülkeler sirk gösterilerinde hayvanların kullanılmasını yasaklama yoluna gitmişler.



Şimdi daha iyi anlıyorum ki sirkler, dünyamızda bir dönemin resmi imiş. Tarih değişirken ve zaman akar-ken gerilerde kalan pek çok şey gibi yeni kuşaklar tarafından bir süre sonra artık bilinmeyecek olan bir gerçek. Çünkü günümüzde son derece sınırlı sayıda bulunan sirklerin sadece bir tanesinin şöhreti halen sürmekte. O da Cirque du Soleil.

Daha sonra biraz araştırdığımda sirkler, Mısır ve Yunan medeniyetlerinden etkilenen Roma İmparatorluğuna kadar uzanıyormuş. İlk modern sirk 1768 yılında bir İngiliz, Philip Astley tarafından kurulmuş. Zaman içinde akrobatlar, palyaçolar, eğitilmiş hayvanlar, trapezciler, cambazlar, kukla oynatıcılar, tek ve iki tekerlekli bisikletçiler, illüzyonistler ve çeşitli sanatçıların katılımı ile çeşitlenen bir eğlence biçimi haline gelmiş. Genellikle gezici olan bu eğlence grupları, kullandıkları araçlardaki teknik gelişmelere paralel olarak daha farklı gösteriler sunma imkânları bulmuşlar. Gösterilerini, isim aldıkları Circus, yani daire veya oval şekilli çadırlarda sunmuşlar. 20'nci yüzyıl sonlarına doğru sirklerde gösteri yapılan hayvanların eğitiminde kullanılan elektroşok, kamçı, kanca gibi yöntemler halk tarafından sorgulanmaya başlamış ve sirkler bu anlamda değer kaybetmişler. Sonuç olarak 21'inci yüzyıla geçilirken bazı ülkeler sirk gösterilerinde hayvanların kullanılmasını yasaklama yoluna gitmişler.

John ve Mable Ringling Müzeleri içinde çok renkli ve zengin bir sirk müzesinin de bulunması, hayatlarında sirk sektörünün çok önemli bir rolü olmasından kaynaklanıyormuş.

31 Mayıs 1866 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri, Iowa Mc Gregor'da doğan John Nicholas Ringling, Alman kökenli göçmen bir çiftçi ailesinde doğmuş. 7 erkek ve 1 kız kardeşten biri olan John, diğer dört erkek kardeşi ile birlikte çok genç yaşlardan itibaren gezici sirklerde çalışmış. Daha sonra da Ringling Bros ismi ile kendi sirklerini kurmuşlar. Bu noktada John'un hikâyesine, Ohio Moons'ta mütevazı bir çiftçi topluluğunda dünyaya gelmiş olan Mable Burton karışmış. 5 Aralık 1905 tarihinde evlenmişler. İşleri büyü-

meye devam ederken küçük şirketlerini 1907 yılında Barnum&Bailey Sirk'i ile birleştirerek büyümüşler. John, kardeşleri ile birlikte sirk dünyasına yenilikler getirerek "The Greatest Show on Earth" adını verdikleri gösteri ile birdenbire parlamış ve ün kazanmışlar.

Başarı göstergeleri hızla yükselmeye devam ederken ünleri ve paraları da çok fazla artarak onlara Sirk Kralları unvanını kazandırmış.

John ve Mable Ringling ile Sarasota şehrinin hikâyesinin kesiştiği 1911 yılında, çift burada bir ev ve arazi alıp kışları Sarasota'da geçirmeye karar vermişler. Sonraki yıllarda, o tarihlerde çok küçük bir yerleşim olan Sarasota ve çevresindeki arazilerin çok büyük bir bölümünü de satın almışlar.

John'un evi Ca'd'Zan'ın hikâyesi bu noktada başlamış. New Yorklu mimar Dwight James Baum tarafından Mable Ringling'in katkılarıyla tasarlanan binanın yapımında renkli mermerler, seramik süslemeler, vitraylar gibi çok kaliteli ve sanat değeri taşıyan malzemeler kullanılmış. Ca'd'Zan'ın inşaatı sürerken, Ringling Bros and Barnum&Bailey Sirkinin "The Greatest Show on Earth" şovu da Amerika Birleşik Devletleri'nin her eyaletinde hemen her şehirde, her kasabada, en ücra köşelerde gösteriler yaparak her kesimden ve her yaşta Amerikalıların kalplerini fethetmiş.

Amerikan toplumunda o tarihlerde, kadınların çalışabildikleri alanlar son derece sınırlı imiş. Ayrıca erkekler için bile iş fırsatları çok kısıtlı olduğu için kadınların çalışmasına olumlu yaklaşılmıyormuş. Sirk Dünyası, kadınlara, çeşitli dallardan sanatçılara hatta engellilere iş imkânları yaratmış.

O güne kadar eğlenmek için ayrı mekânlar seçen zenginler ile fakirler, sirk çadırlarının renkli dünyasında bir araya gelmişler ilk kez.

Yükselen sirk sektöründe, Sells-Floto Sirk, Hagenbeck-Wallace Sirk, John Robinson Sirk, Buffalo Bill'in Vahşi Batı Gösterisi, Al G. Barnes Sirk gibi pek çok gezici sirk ardi ardına piyasaya çıkmış.

Böylece, dünyanın farklı köşelerinden farklı hayallerle bu topraklara yerleşen, kök salmaya çalışan, farklı ırk ve kültürlerden gelen insanlardan oluşan bir toplumda, herkesi kendine bağlayan ortak bir eğlence kültürü yaratılmış. Bu sayede sevilen ve güçlenen sirk sektörü, 20'nci yüzyıl boyunca ABD'nin en büyük gezici eğlence organizasyonlarından biri olmuş ve kırsallar kadar kentsel bölgelerde de kültürel etkileşim sağlamış. Sirk performansları, sanat, müzik ve akrobasi gibi disiplinleri bir araya getirerek ulusal bir etki yaratmış ve Amerikan popüler kültürünün şekillenmesinde rol oynamış.

Ringlinglerin hayatında ise, harika evleri tamamlandıktan sonra dekorasyonu da son derece değerli eşyalarla yapılmış. Çift, 1925 yılından itibaren dünyanın her yerinden ama özellikle Avrupa'daki müze ve galerilerden çok sayıda değerli sanat eserleri toplamaya başlamışlar. O tarihlerde Birinci Dünya Savaşı sonrası satışa çıkartılan müze eserlerinden ve tasfiye edilen soylu ailelerin miraslarından derlenen bu değerli koleksiyon, alımların tamamlandığı 1930 sonuna doğru paha biçilmez bir değere ulaşmış.

Ca'd'Zan'ın zaman içinde farklı anlamlar kazanmaya doğru yol aldığı bu yıllarda Ringlingler, yaşam tarzlarına uygun komşular edinmek üzere farklı projelere yönelmişler. John Ringling, Sarasota ve çevresinde daha önce satın aldığı arazileri, malikane inşaatlarına uygun büyüklükte parselleterek gelir düzeyi yüksek iş adamlarına ve ailelere satmış. Sarasota'nın büyüyüp gelişmesinin ve çehresinin değişmesinin ılımlı yolu böylece döşenmiş.

Çevrelerinde harika bahçelerle renklenmiş gösterişli büyük evler hızla çoğalırken ve John Ringling, sanat koleksiyonunu tamamlarken yıllar içinde sanat eserlerine çok fazla ilgi duymaya başlamış. Bu ilgi onu bir Sanat Müzesi fikrine doğru yönlendirmiş. Bu aşamada bir Sanat Müzesi tasarımı için mimar John H. Philips'i işe almış. Böylece Ringling Müze Kompleksinin temelleri atılmış ve John Ringling'in yaşamında da başka bir aşamaya geçilmiş. Davut'un mezarı diye tanımladığı anıt mezarını tasarlamış ama bu yapı bitirilememiş. Ancak satın aldığı ve çok önem verdiği Rubens'in Dört Eucharist Döngüsü tablosu için özel bir galeri yaptırmış. Galeri 2 adı verilen bu bölümde sadece bu eserler sergilenmiş ve Amerika'nın en görkemli galerilerinden biri olarak ün yapmış.

John Ringling'in sanata gönül vermesinden sonra hayallerinden biri olan Sanat Okulu ise 31 Mart 1931 tarihinde kurulmuş. Başlangıçta Lakeland'taki Southern College tarafından idare edilen okul daha sonra Ringling Sanat ve Tasarım Koleji adıyla eğitim hayatına devam etmiş.



Ca'd'Zanda bu sanatsal çalışmalar sürerken Addison ve diabet hastası olan Mable Ringling, 8 Haziran 1929'da ve 54 yaşında New York'ta hayata veda etmiş.

Bu veda John Ringling'in hayatında önemli bir dönüm noktası olmuş. Hayat arkadaşının kaybı, pek çok uğursuz olayın da başlangıcı imiş. Piyasalardaki çöküşe paralel olarak yatırımların batışı, hakkında açılan bazı davalar, hatalı bir karar ile Amerikan Circus Corporation'u satın alması nakit açısından büyük sıkıntı yaratmış. Şüphesiz bu olayların da katkısıyla John Ringling'in sağlığı bozulmuş ve 2 Aralık 1936 günü New York'taki evinde zatürreden ölmüş. Vefatından sonra Ringling Malikanesi ve sanat birikimleri vasiyetine uygun olarak Florida halkına miras kalmış.

Sahiplerinin hikâyesi sona ermiş ama bu muhteşem mirasın hikâyesi devam etmiş. 1936-1946 yılları arasında, İkinci Dünya Savaşı'nın hemen öncesi ve savaş yılları, yapı ve müzeler bakımsız kalmış hatta bazı değerli tablolar zarar görmüş. Bu sürede Ringling mirası tasfiye edilmiş ve Florida Eyalet Yönetimi Kompleksi devralmış.

Sirk Müzesi ise daha sonra 1948 yılında John Ringling'in anısına, Chick Austin tarafından kurulmuş. Amerikan sirk tarihini belgeleyen müze, bağışlanan sirk gösteri aletleri, kostümler, afişler ve benzer diğer eşyalar ile zenginleşmiş.

Kompleksin tiyatrosu ise yine Chick Austin tarafından, İtalya'da Venedik yakınlarındaki Caterina şatosundan dekoratif unsurlar satın alınarak 1952 yılında kullanılmaya açılmış.

1991 yılından itibaren John ve Mable Ringling'in mezarları taşınarak, John ve Mable Ringling Sanat Müzesinin bahçesine gömülmüş.

John Ringling'in yaşamının son yıllarında düştüğü maddi sıkıntılar sonucu, Ringling Bros ve Barnum&Bailey Sirkini kaybetmiş. Ancak bu ünlü sirk aynı isimle meslek yaşamına devam etmiş. Değişen dünya görüşleri, hayvan hakları tartışmaları, yükselen işletme maliyetleri gibi nedenlerle gelirleri ve popülerliği azalan sirk, kuruluşundan 146 yıl sonra kapanmış. En son gösterisini 21 Mayıs 2017'de Nassau Veterans Memorial Coliseum'da yapmış.

John ve Mable Ringling Kompleksindeki rüya gibi gezimiz sona erdiğinde gördüklerim ve öğrendiklerimden mutlu ve heyecanlıydım. Hayretle fark ettim ki, neredeyse sıfır denilen bir noktadan hayata başlayan sıradan bir Amerikalı çift, gezici sirk işletmeciliği ile milyonlarca dolar kazanmış; bu ölçüde bir kompleksi inşa ettirerek onu kendilerine ev yapmış. Devam eden yıllarda sanata büyük yatırım yaparak bu çok özel ve güzel evi, bir müzeler kompleksine çevirmiş. Bu inanılması zor bir hikâyeye benzi-

yor. Filmlere konu "Amerikan Rüyası" bu olsa gerek. Her ne kadar hikâye kahramanı olan çift için çok hoş bitmese de bu rüyanın sonunda Ringling çifti, Amerikan toplumunun sosyal yapısını da güçlendiren yepyeni bir sektör yaratmış; bir dönem dünya eğlence tarihine not düşmüş ve sonunda Amerika Birleşik Devletleri ve Florida halkına çok değerli bir miras bırakmış.

Kanımcı, UNESCO Dünya Mirası Kriterlerinin ikincisinde belirtilen "Mimarlık, anıtsal sanatlar, şehir planlama veya peyzaj tasarımı alanında belirli bir zaman diliminde veya dünyanın belirli bir kültürel alanında insani değerlerin önemli bir alışverişini sergilemek" tanımına uygunluğu nedeniyle Ca'd'Zan, UNESCO Dünya Kültür Mirası Listesi'ne alınma şansı taşımaktadır.

Yine kanımcı Ringling ailesinin geliştirdiği ve büyük başarı ile Amerika'nın her köşesinde, Amerikan halkından her kesimi kaynaştırarak, günümüz popüler Amerikan kültürünün doğmasına büyük katkısı ve gelecek yüzyıllarda kaybolarak insanlığın bu çok önemli halk eğlence kültüründen yoksun kalma tehlikesi nedeniyle Intengable yani UNESCO Somut Olmayan Kültür Mirası Listesi'ne alınma şansı taşımaktadır.

Ringling çiftinin Amerika ve Florida halklarına bıraktıkları bu değerli mirasın, UNESCO Kültür Mirası kriterleri açısından da değerlendirilmesini çok isterim. Beni heyecanlandıran ve duyurduğum bu "Amerikan Rüyası" işte o zaman tamamlanacak diye düşünüyorum.



# Tehlikeli maddelerin taşınması konusunda A Tipi Muayene Kuruluşu olarak hizmet veriyoruz

Tehlikeli maddelerin kara yolu (ADR), demir yolu (RID), hava yolu (IATA-DGR), deniz yolu (IMDG CODE) ile taşımacılığında ambalaj, basınçlı kap, yük konteyneri, büyük paket, tank ve araçları TS EN ISO 17020 standardından akredite olarak belgelendiriyoruz.

☎ 444 0 873

✉ [tmtdestek@tse.org.tr](mailto:tmtdestek@tse.org.tr) / [adrtasarim@tse.org.tr](mailto:adrtasarim@tse.org.tr)



# STANDARTLAR

hayatın her anında

---



Türk  
Standartları  
Enstitüsü

