



**TÜRKİYE'NİN KARBONSUZLAŞMA
SÜRECİNDE YENİLENEBİLİR
HİDROJEN: ÖNCELİKLİ UYGULAMA
ALANLARI VE POLİTİKA ÖNERİLERİ**

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi Hakkında

Avrupa İklim Vakfı (ECF), Agora Energiewende ve İstanbul Politikalar Merkezi (IPC) tarafından Sabancı Üniversitesi'nde kurulan SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, yenilikçi bir enerji dönüşümü platformu aracılığı ile enerji sektörünün karbonsuzlaşmasına katkıda bulunmaktadır. Türkiye enerji sektörünün teknolojik, ekonomik ve politik boyutlarının tartışılması için sürdürülebilir ve geniş çapta tanınan bir platform ihtiyacını karşılamak için çalışmaktadır. SHURA, gerçeklere dayalı analizleri ve bulunabilen en doğru verileri kullanarak enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji vasıtasıyla düşük karbonlu bir enerji sistemine geçiş üzerindeki tartışmaları desteklemektedir. Birçok paydaşın konuya ilişkin bütün bakış açılarını dikkate alarak bu geçişin ekonomik potansiyeli, teknik fizibilitesi ve ilgili politika araçlarına yönelik bir anlayışın oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır.

Yazarlar: Hasan Aksoy, Rafet Yağız Çalışkan, Sena Serhadlıoğlu (SHURA), Emir Çolak (Agora Energiewende). Çalışmanın teknolojiler ile ilgili kısımlarına, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi (MDBF) Dekan Yardımcısı Selmiye Alkan Gürsel liderliğinde Sabancı Üniversitesi Doktora öğrencileri Ahmet Can Kırılıoğlu ve Büşra Çetiner katkı sağlamıştır.

Teşekkürler

Raporun hazırlanma sürecinde sağlamış oldukları değerli geri bildirimleri için SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi Direktörü Alkım Bağ Güllü'ye teşekkür ederiz. Rapor kapsamında değerli görüş ve yorumlarını paylaşan Barış Sanlı, Dr. Değer Saygın (OECD) ve Prof. Dr. İskender Gökalp'e (ODTÜ) teşekkür ederiz. Raporun hazırlanması sürecinde sağlanan tüm değerli inceleme, geri bildirim ve görüşler için teşekkür ederiz.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, BMWK'nin bu rapor için sağladığı cömert finansmana müteşekkirdir. Bu rapor, www.shura.org.tr sitesinden indirilebilir.

Daha ayrıntılı bilgi almak veya geri bildirimde bulunmak için info@shura.org.tr adresinden SHURA ekibiyle temasa geçiniz.

Tasarım

Tasarımhane Tanıtım Ltd. Şti.

Telif Hakkı © 2025 Sabancı Üniversitesi

ISBN 978-625-6956-59-9

Sorumluluk Reddi

Bu rapor ve içeriği, çalışma kapsamında göz önünde bulundurulmuş kabuller, senaryolar ve Haziran 2024 sonu itibarıyla mevcut olan piyasa koşulları doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu kabullerin, senaryolar ve piyasa koşullarının değişime açık olması nedeniyle, rapor kapsamındaki gelecek dönem öngörülerinin, gerçekleşecek sonuçlarla aynı olacağı garanti edilemez. Bu raporun hazırlanmasına katkı yapan kurum ya da kişiler, raporda sunulan öngörülerin gerçekleşmemesi ya da farklı şekilde gerçekleşmesinden dolayı oluşabilecek ticari kazanç ya da kayıplardan sorumlu tutulamazlar.

**TÜRKİYE'NİN
KARBONSUZLAŞMA
SÜRECİNDE
YENİLENEBİLİR
HİDROJEN:
ÖNCELİKLİ UYGULAMA
ALANLARI VE POLİTİKA
ÖNERİLERİ**



Yönetici Özeti

A. Giriş

Türkiye, 2021 Kasım ayında Paris İklim Anlaşması'na taraf olmuş ve akabinde 2053 yılı net sıfır emisyonlu bir ekonomiye geçiş taahhüdünde bulunmuştur. Bu gelişme ile birlikte Türkiye, küresel iklim değişikliği ile mücadelede yerini almış ve enerji dönüşümünün temel bileşenleri olan yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve elektrifikasyon stratejilerini içeren çeşitli eylem ve politikalar oluşturmaya başlamıştır. Enerji dönüşümü bağlamında elektrik sektörünün karbonsuzlaşmasına paralel olarak enerji yoğun son kullanım sektörlerinde de (binalar, sanayi ve ulaşım) köklü bir dönüşüm gerekmektedir. Özellikle sanayi, binalar ve ulaşım gibi fosil yakıtlara yoğun şekilde bağımlı sektörlerin karbonsuzlaşmasında doğrudan elektrifikasyon ve enerji verimliliği uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Ancak yüksek proses ısısı ihtiyacı olan sanayi sektöründe ve uzun mesafe taşımacılıkta doğrudan elektrifikasyon, mevcut teknolojilerle sınırlı seçenekler sunmaktadır. Bu sektörlerin karbonsuzlaşmasını sağlamak için yenilenebilir (yeşil) hidrojen gibi yeni teknolojilere gereksinim duyulmaktadır.

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 benimsenebilir. Yenilenebilir hidrojen ekosisteminin oluşturulması, yatırımcılar açısından öngörülebilir bir piyasa ortamı oluşturulması ile sağlanabilir. Bu bağlamda, yenilenebilir hidrojeni de içeren bütüncül enerji dönüşümü politikalarına ihtiyaç vardır. Türkiye'de halihazırda kamu tarafından yenilenebilir hidrojeni de içeren çeşitli hedef ve stratejiler oluşturulmuştur. Bu çalışmalar arasında 2023 yılının Ocak ayında T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) yayımladığı Türkiye Ulusal Enerji Planı (UEP) ve Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası gösterilebilir. UEP'nin orta vadeli projeksiyonlarında 2035 yılına kadar elektrolizör kapasitesinin 5 GW olması hedeflenmektedir.¹ Hidrojen yol haritasında ise yenilenebilir hidrojen ile ilgili nicel hedeflerin yanı sıra, Türkiye'nin uzun vadeli vizyonu ve hayata geçirilmesi planlanan temel politika önerileri de ele alınmıştır.²

Hidrojen, yüksek ısı gerektiren sanayi sektörü uygulamalarında ve ulaştırma sektöründe fosil yakıtlara ikame sağlamanın yanında çeşitli sanayi alt sektörlerinde hammadde olarak da kullanılabilir. Bu nedenle, yenilenebilir hidrojenin karbonsuzlaşması zor sektörlerde kullanılması enerji dönüşümünde önemli bir strateji olarak kabul edilmektedir. 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 edilebilecektir. Bu düzenlemeler ABD'nin yakın gelecekte makul maliyette yenilenebilir hidrojen üretimi sağlanmasının ve önemli bir hidrojen ihracatçısı olmasının önünü açabilir. AB'de

¹ ETKB, 2023. Türkiye Ulusal Enerji Planı. <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20317>

² ETKB, 2023. Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası. <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20316>

kurulmuş olan Hidrojen Bankası ise belirlenen hidrojen hedeflerine ulaşılması için oldukça önemli bir destek mekanizmasıdır. 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.³

Yukarıda bahsi geçen destek ve teşviklerin yenilenebilir hidrojen piyasasının ilk oluşum aşamalarında önemli bir kaldıraç olacağı düşünülmektedir. Yine de mevcut üretim maliyetlerinin istenilen seviyelere gelmemesi yatırımların gerçekleşmesini yavaşlatmaktadır. Diğer taraftan finansman maliyeti, taşıma ve depolama maliyetleri, tesis dönüşüm maliyetleri yenilenebilir hidrojen gelişiminin önündeki diğer engellerdendir.

Tüm bu gelişmeler ışığında yenilenebilir hidrojenin ilk aşamalarda hangi sektörlerde ve ne amaçla kullanılacağı cevaplanması gereken en önemli konuların başında gelmektedir. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi tarafından hazırlanan bu çalışma, Türkiye ekonomisinin karbonsuzlaşmasında önemli bir rol oynaması beklenen yenilenebilir hidrojen ve türevlerinin son kullanım alanlarını incelerken, Türkiye'de yenilenebilir hidrojen ve türevlerinin kullanımı için öncelikli sektörleri saptamaya odaklanmaktadır. Yapılan fayda ve maliyet analizleri ile birlikte kullanılan yenilenebilir hidrojen ve türevlerinin 2053 yılına kadar Türkiye ekonomisinde oluşturabileceği sektörel faydalar hesaplanmıştır. Ayrıca, çalışmada yenilenebilir hidrojen ekosisteminin ve piyasasının oluşmasında kaldıraç görevi üstlenebilecek politika önerileri geliştirilmiştir.

B. Sonuçlar ve Tartışma

Türkiye'de Yenilenebilir Hidrojenin Stratejik Kullanım Alanları

Yenilenebilir (yeşil) hidrojenin karbonsuzlaşması zor sektörlerin dönüşümünde rol oynayacağı beklense de, birçok ülkede yenilenebilir hidrojenin üretimi ve kullanımı yönündeki uygulamalar halen gelişim aşamasındadır. 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 bağlamda atılması tavsiye edilen adımlar şu şekildedir:

- Hidrojen piyasasının oluşturulması için sektörel bazda orta ve uzun vadeli hidrojen stratejilerini içeren eylem planının hazırlanması ve uygulanması
- Hidrojen piyasasının oluşumu, ölçeklendirilmesi, uluslararası ticareti ve yatırımlarının hızlanması için gerekli yasal düzenlemelerin hazırlanması
- Belirlenecek standartlar, kota ve kamu alım kuralları ile birlikte düşük emisyonlu hidrojen için talep güvenliğinin sağlanarak projeler için bir stok oluşturulması

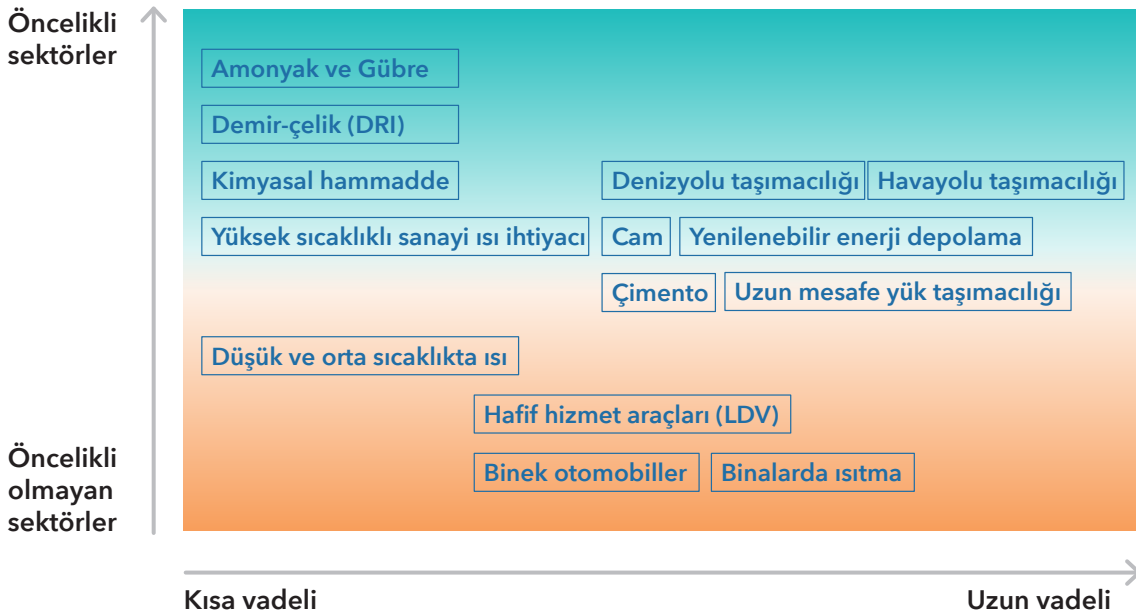
³ European Commission, 2023. European Hydrogen Bank.
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen/european-hydrogen-bank_en

- Özellikle yenilenebilir hidrojenin maliyet bakımından rekabet gücünün iyileştirilmesine yönelik uygulama ve teşviklerin belirlenmesi
- Düşük emisyonlu hidrojenin ölçeklendirilmesi için talep oluşturma dahil tüm değer zincirini (Ar-Ge, üretim, taşıma, depolama vb.) içeren etkili destek mekanizmalarının ve sübvansiyonların oluşturulması
- Hidrojenin etkin bir şekilde kullanımı için taşıma ve depolama altyapılarının geliştirilmesi

Yenilenebilir hidrojen teknolojisiyle ilgili Ar-Ge süreçlerinin devam etmesi ve verimlilik gibi konular göz önüne alındığında, kısa-orta vadede yenilenebilir hidrojenin sınırlı miktarda kullanılacağı öngörülmektedir. Bu sebeple, **üretilecek hidrojenin en verimli şekilde katma değeri yüksek sektör ve uygulamalar için kullanımının önceliklendirilmesi elzemdir.** Bununla birlikte, yenilenebilir hidrojenin diğer karbonsuzlaşma teknolojileri (örneğin ısı pompaları, elektrikli araçlar vb.) ile doğrudan bir rekabete girmemesi de gerekmektedir. **Yenilenebilir hidrojen, rüzgâr ve güneşten üretilen elektriğin verimli kullanımını destekleyerek doğrudan elektrifikasyonu tamamlayıcı nitelikte olmalıdır.**

Rapor kapsamında yapılan analizler ve değerlendirmeler neticesinde, Türkiye’de yenilenebilir hidrojenin hangi uygulama alanlarında önceliklendirilebileceği Şekil YÖ1’de özetlenmektedir. **İlk aşamada, yeşil amonyak (gübre), demir-çelik, kimya ve petrokimya (rafineriler dahil) sanayi ürünlerinin üretiminde yenilenebilir hidrojenin kullanılması, katma değer ve Türkiye sanayisinin öncelikleri bağlamında benimsenebilir. Orta-uzun vadede ise cam ve seramik sektörleri ile uzun mesafe taşımacılığında önceliklendirilebilir.**

Şekil YÖ1. Türkiye’deki yenilenebilir hidrojen uygulamaları için önerilen öncelikli alanlar



Bu bağlamda, Türkiye için uygulanabilecek stratejiler aşağıdaki unsurlar çerçevesinde değerlendirilebilir:

- Mevcut durumda hidrojen üretim ve tüketim tecrübesi olan sektörlerin (örneğin rafineriler ve gübre) yenilenebilir hidrojene geçişinin kolaylaştırılması/önceliklendirilmesi
- Küresel çapta yürütülen iyi uygulamalara/projelere ortak olunması ya da Türkiye'de başlatılması için girişimlerde bulunulması
- Yenilenebilir hidrojenin ölçeklendirilebilir alanlarda (örneğin demir-çelik) kullanılması
- Sektörel maliyet analizleri yapılarak, rekabetçiliği etkilemeyecek şekilde yenilenebilir hidrojenin alternatif yakıt kapsamında desteklenmesi

Türkiye'de Yenilenebilir Hidrojen Kullanımının Sektörel Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında yenilenebilir hidrojen ve türevleri için öncelikli sektörleri belirlerken, Türkiye'de söz konusu sektörlerin yapısal analizi yanısıra sektörel fayda-maliyet analizleri de gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde dikkate alınan, uzun dönemli fosil yakıt maliyetleri⁴ ve karbon fiyatı projeksiyonları⁵ Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) öngörülerini kullanarak oluşturulmuştur. Analizde dikkate alınan karbon emisyon katsayıları⁶ Carbon Independent analizlerinden alınmıştır. Seviyelendirilmiş hidrojen maliyeti (LCOH) değerleri, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yayınlanan Türkiye Ulusal Hidrojen Stratejisi'ndeki projeksiyonların kullanılmasıyla oluşturulmuştur.⁷

Türkiye'de yenilenebilir hidrojen uygulamaları için sektörel değerlendirilme, fayda-maliyet analizi ve emisyon azaltımı sonuçları aşağıda özetlenmektedir:

Demir-Çelik Sektörü

Türkiye, 2023 yılında 33,7 milyon ton (Mt) üretim kapasitesi ile dünyanın en büyük 8. çelik üreticisi ve 9. en büyük ihracatçısı olmuştur.⁸ Bu başarıyı gerçekleştirirken diğer ülkelerin aksine halihazırda üretimin %70'inden fazlasının elektrik ark ocakları vasıtasıyla üretilmesi, elektrifikasyon kapsamında Türkiye'nin dünya ortalamasına (~%35) kıyasla daha iyi bir konumda olduğunu göstermektedir. Demir-çelik ürünleri aynı zamanda Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) Aşama 1 kapsamındadır. Demir-çelik sektörü, hem imalat sanayiinde katma değer artışı sağlamaya yönelik yapısal dönüşüm ihtiyacı olan hem de yeşil dönüşüm bağlamında en önemli odak sektörlerden biri konumundadır.

Mevcut üretim süreçlerinde kullanılan teknolojiler önemli miktarda kömür ve doğal gaz kullanmaktadır. Bu doğrultuda, yenilenebilir hidrojen özellikle entegre tesislerde ısı kaynağı ve demir cevherini demire dönüştürmede indirgeyici olarak kullanılabilir. Ayrıca, doğrudan indirgenmiş demir (DRI) teknolojisinin mevcut elektrikli ark ocakları (EAF) ile birleştirilmesiyle oluşan DRI-EAF teknolojisi,

⁴ Kaynak bazında öngörülen fiyat projeksiyonları 2030, 2040 ve 2050 yılları için parantez içinde sırasıyla verilmektedir: Kömür (57 ABD\$/t, 45 ABD\$/t, 43 ABD\$/t), petrol (42 ABD\$/varil, 30 ABD\$/varil, 25 ABD\$/varil), doğal gaz (4,3 ABD\$/MBtu, 4,2 ABD\$/MBtu, 4,1 ABD\$/MBtu) (IEA, 2024).

⁵ Karbon fiyatı 2030 yılı itibarıyla 90 ABD\$/tCO₂, 2040 yılı itibarıyla 160 ABD\$/tCO₂ ve 2050 yılı itibarıyla 200 ABD\$/tCO₂ olarak varsayılmıştır (IEA, 2024).

⁶ Kömür kullanılarak üretilen 1 GWh enerji başına 390 tCO₂, doğal gaz kullanılarak üretilen 1 GWh enerji başına 185 tCO₂ ve petrol kullanılarak üretilen 1 GWh enerji başına 1.080 tCO₂ karbon salımı olduğu varsayılmıştır.

⁷ 2030-2040 ve 2040-2045 dönemleri için 2,4 ABD\$/kgH₂, 2045-2055 dönemi için 1,2 ABD\$/kgH₂ (ETKB, 2023).

⁸ Çelik İhracatçıları Birliği, 2025. İSTATİSTİKLER. <https://www.cib.org.tr/istatistikler>

yenilenebilir hidrojenin doğal gaz şaft fırınında oksitleyici madde olarak kullanılmasıyla sektördeki karbonsuzlaşmaya katkı sağlayabilir. Demir-çelik sektörü için yapılan analizlerde, mevcut EAF teknolojisinin H₂-DRI-EAF üretim sürecine dönüşeceği ve entegre tesislerin de DRI-EAF teknolojisini içerecek şekilde modernize edileceği öngörülmüştür.⁹ Yürütülen fayda-maliyet analizleri sonuçlarına göre, sektörde yenilenebilir hidrojen kullanımının kümülatif faydası 2025-2053 yılları arasında 9,5 milyar ABD\$, öngörülen emisyon azaltımı ise 85,8 Mt CO₂ olarak hesaplanmıştır.

Çimento, Cam ve Seramik Sektörleri

Çimento sektörü, Türkiye'de hem yerli hem de yabancı birçok yatırımcının yer aldığı rekabetçi bir pazar olma özelliğini taşımaya devam etmektedir. 2023 yılında bir önceki yıla göre %10,5 artış ile 81,5 Mt'a ulaşan çimento üretimi ile Türkiye, küresel ölçekte beşinci, Avrupa'da ise lider üretici konumundadır.¹⁰ SKDM kapsamında olan sektörlerden biri olan çimento sektöründe, AB ülkelerine ihraç edilecek çimento ve çimento hammaddesi klinkerin karbon yoğunluğunun düşürülmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, yenilenebilir hidrojen çimento sektöründe kimyasal reaksiyonların dışında yanma reaksiyonlarında alternatif yakıt olarak kullanılabilir. Böylelikle, çimento sektörü kaynaklı emisyonları %35-%40 seviyesinde önlemek mümkün olabilecektir. Sektördeki başlıca ihtiyaç, düşük karbon emisyonu ile üretilen çimento ürünleridir. Ayrıca, biyokütle kullanımı ve karbon yakalama, kullanma ve depolama (CCUS) teknolojileri, sektörün karbonsuzlaşmasında önemli rol oynayabilir.

Türkiye, cam üretiminde dünyada ilk beş ülke arasında yer almakta olup, son dört sene içerisinde yakaladığı ihracat başarısı ile 2023 yılında 1,6 milyar ABD\$ tutarında cam ihracatı gerçekleştirmiştir. Cam üretiminde ihtiyaç duyulan yüksek sıcaklık genellikle doğal gazla sağlanmaktadır ve doğal gaz sektördeki toplam enerji tüketiminin yaklaşık %78'ini oluşturmaktadır.¹¹ Yenilenebilir hidrojenin cam sektöründe yüksek sıcaklık gerektiren süreçlerde yakıt olarak kullanımı mümkündür. Ancak, bunun için fırın teknolojilerinin ve yanma süreçlerinin hidrojen alevine uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.¹²

Türkiye'nin bir diğer önemli sektörü ise seramik sektörüdür. Türk seramik sektörü, ihracatını son 5 yılda %65 artırarak, 2022 yılında 1,9 milyar ABD\$ ihracat seviyesine ulaşmıştır.¹³ Türk seramik sektörünün nihai enerji tüketiminin %62'sini doğal gaz, %18'ini ise kömür (taş kömürü ve linyit) oluşturmaktadır.¹⁴ Seramik sektöründe oluşan emisyonların büyük bir kısmı yakıt kaynaklı olduğundan, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir hidrojen kullanımı sayesinde emisyonları büyük ölçüde azaltmak teknik olarak mümkündür. Bununla birlikte, yenilenebilir hidrojenin seramik üretim sürecinde yakıt olarak kullanımı için detaylı teknik fizibilite çalışmalarının¹⁵ yürütülmesi gerekmektedir.

⁹ Tesis dönüşüm maliyetleri hesaba katılmamıştır. Fosil yakıtların yenilenebilir hidrojenle ikamesi, yakıt maliyeti, karbon maliyeti ve LCOH bağlamında analiz edilmiştir.

¹⁰ AA, 2024, Çimento üretimi 2023'te yüzde 10,5 artışla 81,5 milyon tona ulaştı.
<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/cimento-uretimi-2023te-yuzde-10-5-artisla-81-5-milyon-tona-ulasti/3157113>

¹¹ ETKB, 2023. EİGM Raporları. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>

¹² Eurotherm, 2019. Hydrogen or Electrical Power for a Greener Glass Industry.
<https://www.eurotherm.com/glass-manufacture/hydrogen-or-electrical-power-for-a-greener-glass-industry/>

¹³ Çimento, Cam, Seramik ve Toprak Ürünleri İhracatçıları Birliği, 2022. Faaliyet Raporu.
https://ccst.org.tr/Uploads/arastirmaRaporlari_view/ccisb---2022-faaliyet-raporu---web.pdf

¹⁴ ETKB, 2023. EİGM Raporları. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>

¹⁵ Halihazırda kullanılan tünel fırınlarda %20 hidrojen ve %80 doğal gaz karışımı kullanılabilir. Doğal gaz ve hidrojenin farklı kalorifik değerlere ve yoğunluklara sahip olduklarından mevcut tesislerde kurulu olan brülörler yenilenebilir hidrojen kullanımı için yeterli olmayabilir (Kamps ve diğerleri, 2021). Eğer halihazırda kurulu olan tesislerde doğal gaz ve hidrojen karışımı kullanılacak ise hidrojen oranının önceden analiz edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, tamamen doğal gaz tüketiminden, doğal gaz ve hidrojen karışımına geçiş sürecinde boru hattı ve bağlantı parçalarının değişimi gerekebilir (Kamps ve diğerleri, 2021).

Çimento, cam ve seramik sektörlerinde fırınlarda yüksek ısı ihtiyacı için yakıt olarak yenilenebilir hidrojen kullanımı ile 2025-2053 döneminde kümülatif olarak 50,3 milyar ABD\$ fayda, ve 272,6 Mt CO₂ emisyonu azaltımı sağlanabileceği hesaplanmaktadır.

Kimya, Petrokimya ve Gübre Sektörleri

Kimya sektörü; ağırlıklı olarak petrokimya, gübre, ilaç vb. çeşitli ürünlerin üretiminin gerçekleştirildiği tesislerden oluşmaktadır. Türkiye'de kimya sektöründe kullanılan hammaddenin %70'i ithal edilmekte olup, sektör 2022 yılında 45,5 milyon ABD\$ değerinde ihracat gerçekleştirmiştir.¹⁶ Sektörün toplam enerji tüketiminin %64'ünü hem hammadde hem de yakıt olarak kullanılan fosil yakıtlar oluşturmaktadır.¹⁷ Türkiye'de gri hidrojen (fosil yakıt bazlı) petrokimya sanayisindeki (çoğunlukla rafinerilerde) bazı uygulamalarda, kimya sektöründe ve amonyak üretiminde halihazırda kullanılmaktadır.

Yenilenebilir hidrojen, kimya sektörünün birçok alt sektöründe hem hammadde hem de yakıt alternatifi olarak kullanılabilir. Özellikle, gri hidrojenden yenilenebilir hidrojene geçişin, mevcut altyapı ve kullanım alışkanlıkları nedeniyle daha kolay olacağı öngörülmektedir. Gübre sektöründe ise amonyak (NH₃) üretiminde doğal gaz yerine yenilenebilir hidrojen kullanımıyla yenilenebilir amonyak üretiminin sağlanması mümkündür. Bu dönüşüm, sektör kaynaklı emisyonların önemli ölçüde azalmasına katkı sağlayabilir.

Kimya sektörü kapsamında yapılan fayda-maliyet analizinde yenilenebilir hidrojen kullanımının 2025-2053 döneminde kümülatif olarak yaklaşık 3 milyar ABD\$ fayda, 14,6 Mt CO₂ emisyon azaltımı sağlayacağı hesaplanmıştır. Petrokimya (rafineriler dahil olmak üzere) ve gübre sektörleri analizlerde birlikte değerlendirilmiştir. Analiz dönemi (2025-2053) boyunca gübre ve petrokimya sektörlerinde yenilenebilir hidrojen kullanımının toplam faydası yaklaşık 3 milyar ABD\$, emisyon azaltımı ise 17,4 Mt CO₂ olarak hesaplanmıştır.

Ulaştırma Sektörü

Ulaştırma sektörü, özellikle uzun mesafe taşımacılığı, Türkiye'nin uluslararası ticareti açısından kritik bir öneme sahiptir. T.C. Ticaret Bakanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) yayımladığı istatistiklere göre, 2023 yılında ihracatın %65,9'u (%56 denizyolu, %9,9 havayolu), ithalatın ise %68,7'si (%53,9 denizyolu, %14,8 havayolu) uzun mesafe taşımacılığı ile gerçekleştirilmiştir.¹⁸ Bu veriler, ülkemizdeki limanlar ve havalimanlarının dış ticaret etkinliği açısından stratejik önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Kısa vadede, ulaştırma sektöründe doğrudan elektrifikasyon öncelikli bir strateji olacaktır. Orta vadede ise uzun mesafe taşımacılığında hidrojen ve türevlerinin daha yaygın şekilde kullanılması beklenmektedir. Özellikle düşen batarya maliyetleri, binek otomobillerin elektrifikasyonu için cazip bir çözüm sunmaktadır. Bununla birlikte, gemi ve havayolu taşımacılığının karbonsuzlaşmasında yenilenebilir hidrojen ve türevleri, orta ve uzun vadede önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

¹⁶ T.C. Ticaret Bakanlığı, 2024. Sanayi ve Hizmetler. <https://ticaret.gov.tr/ihracat/sectorler/Sanayi%20ve%20Hizmetler>

¹⁷ ETKB, 2023. EİGM Raporları. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>

¹⁸ TÜİK, 2024. Dış Ticaret İstatistikleri, Aralık 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Foreign-Trade-Statistics-December-2023>

Ulaştırma sektörü kapsamında yapılan fayda-maliyet analizi sonucunda, yenilenebilir hidrojen ve türevlerinin kullanımı ile 2025-2053 döneminde kümülatif olarak 17,6 milyar ABD\$ fayda ve 207,6 Mt CO₂ emisyonu azaltımı sağlanabileceği hesaplanmıştır.

Elektrik sektörü

Türkiye elektrik sektörü, güçlü altyapısı ve arz çeşitliliğiyle dikkat çekmektedir. Artan yenilenebilir enerji kapasitesi, elektrik sektörünün karbonsuzlaşmasında ve arz güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Ancak, güneş ve rüzgar enerjisi gibi değişken üretim özelliklerine sahip yenilenebilir kaynakların yaygınlaşması, elektrik şebekesinde esneklik ihtiyacını da beraberinde getirmektedir.

Türkiye'de şebeke esnekliği, batarya enerji depolama sistemleri, enterkonneksiyonların güçlendirilmesi, talep tarafı katılımı ve hidroelektrik santrallerin etkin kullanımı gibi çeşitli çözümlerle artırılabilir. Bu bağlamda, yenilenebilir hidrojenin elektrik sektöründe depolama amacıyla kullanımı, kısa vadede öncelikli bir strateji olarak değerlendirilmemektedir. Ancak, uzun vadede güneş enerjisi santrallerinin şebekede yüksek kapasiteye ulaşması durumunda, yenilenebilir hidrojenin mevsimsel depolama aracı olarak kullanılması, arz güvenliği ve şebeke esnekliğini artırmada önemli bir katkı sağlayabilir.

Başka bir deyişle, hidrojen, mevsimler arası üretim dengesizliklerinin etkilerini azaltarak ve arz güvenliğini güçlendirerek elektrik sektörü için tamamlayıcı bir rol üstlenebilir. Yapılan analizler, 2025-2053 döneminde yenilenebilir hidrojen kullanımının elektrik sektörüne 47 milyar ABD\$ ekonomik fayda sağlayabileceğini ve toplamda 429 milyon ton karbon emisyonu azaltımı gerçekleştirebileceğini göstermektedir.

Binalar

Bina ısıtmasında, doğal gaz kazanlarının yerini ısı pompalarının alması beklenmektedir. Isı pompalarının, hidrojen kullanımına kıyasla daha verimli olması ve yenilenebilir enerji kapasitesinden elde edilen elektriği doğrudan kullanması, ısı pompalarını öncelikli bir çözüm haline getirmektedir.

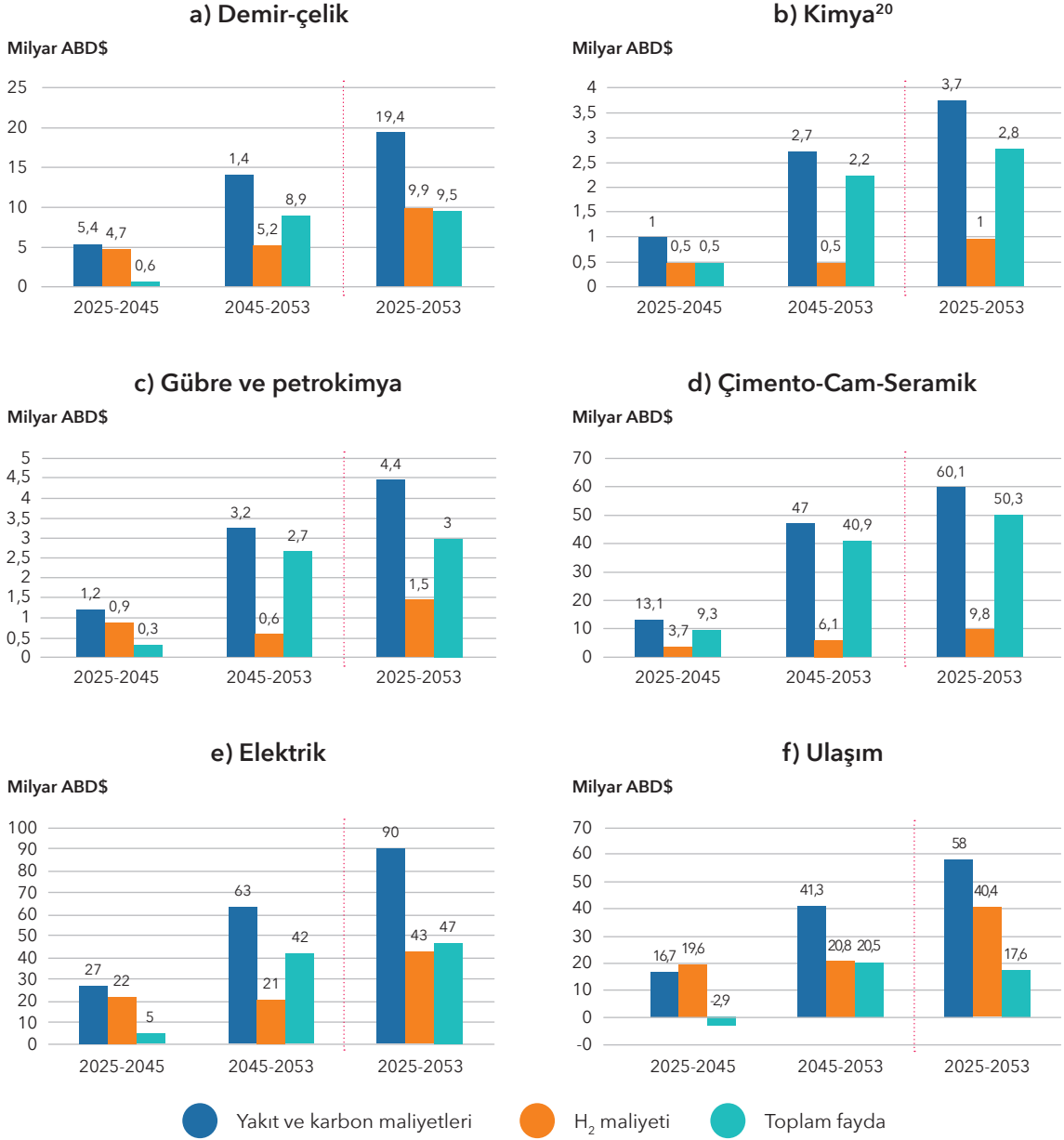
Yenilenebilir Hidrojen Fayda-Maliyet Projeksiyonları

Yenilenebilir hidrojen, Türkiye için gelecekte önemli bir enerji taşıyıcısı ve hammadde olarak karbonsuzlaşmaya ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına katkı sağlayabilir. Ancak, bu katkının boyutunun daha iyi anlaşılabilmesi için sektörel fayda-maliyet analizlerinin, ekonomik büyüme ve sektörler arası etkiler dikkate alınarak bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu rapor kapsamında gerçekleştirilen fayda-maliyet analizleri, fosil yakıtların önümüzdeki dönemde karbon fiyatlandırılmasına tabi olacağı temel varsayımıyla şekillendirilmiştir.¹⁹ Bu çerçevede, yenilenebilir hidrojenin ekonomik ve çevresel faydaları, mevcut ve gelecekteki enerji politikalarının etkinliğiyle doğrudan ilişkilidir.

¹⁹ Yürütülen fayda maliyet analizinde, ilgili her sektörün 2053 yılına kadar olan sektörel büyümeleri SHURA Net Sıfır 2053 (NZ2053) senaryosu varsayımları ve sonuçları dikkate alınarak modellenmiştir. Yürütülen fayda-maliyet analizlerinde, her sektörde ihtiyaç olan toplam yenilenebilir hidrojen ve türevleri yerine aynı enerji içeriğini karşılayacak ithal fosil enerji kaynak ihtiyacı hesaplanmış ve öngörülen yakıt türüne göre karbon emisyon maliyetleri ile ithal yakıt maliyetleri dikkate alınmıştır. Örneğin, demir-çelik sektöründe çoğunlukla ithal koklaşabilir taşkömürü ve doğal gaz, elektrik sektöründe ise ithal kömür kullanılacağı öngörülerek hesaplamalar yapılmıştır.

Şekil YÖ2. Sektörel bazda yenilenebilir hidrojen ve türevlerinin kullanımının belirli dönemlerdeki kümülatif maliyetleri ve yarattığı faydalar



²⁰ Gübre ve Petrokimya sektörleri hariç hesaplanmıştır.

Türkiye’de Yenilenebilir Hidrojen Gelişimi için Bütüncül Stratejiler ve Politika Önerileri

Sektörel analizler, Türkiye’de yenilenebilir hidrojenin kullanılacağı öncelikli sektörleri ve bu alanlardaki fırsatları netleştirmektedir. **Kısa vadede, gübre, demir-çelik, kimya (petrokimya ve rafineriler dahil) sektörleri yenilenebilir hidrojenin odak noktası olarak öne çıkmaktadır. Orta ve uzun vadede ise uzun mesafe taşımacılığı, cam ve seramik sektörleri hidrojenin potansiyel kullanım alanları arasında değerlendirilmektedir.**

Piyasa açısından bakıldığında, endüstriyel talebin teşvik edilmesi ile üretimin talebi karşılayacak şekilde artması, ölçek ekonomisi bağlamında hidrojenin üretim maliyetlerinin azalmasına katkı sağlayacaktır. Maliyetlerin azalmasında teknolojik gelişmeler (yenilenebilir enerji kaynaklarının seviyelendirilmiş elektrik maliyeti ve elektrolizör maliyetlerinin düşmesi) ve finansal teşvikler faydalı olacaktır. Örneğin havacılık sektörü, yenilenebilir hidrojen ve türevleri (sentetik kerosen) gibi yüksek yoğunluklu moleküllere ihtiyaç duyduğundan, bu sektörde doğrudan elektrifikasyonun artması mevcut teknolojiler dahilinde oldukça kısıtlıdır. Ancak yenilenebilir hidrojen ve türevleri, jet yakıtı gibi fosil yakıtlara kıyasla daha maliyetlidir. Bu durum, sentetik yakıtların maliyetlerinin azaltılmasına yönelik yenilikçi çözümlerin önemini vurgulamaktadır.

Yenilenebilir hidrojen üretiminin, elektrik sektörünün dönüşüm hedefleriyle rekabet etmemesi diğer bir önemli husustur. 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) prensibi dikkate alınmalıdır.

Bununla birlikte, yenilenebilir hidrojen ekosistemi için önemli bir altyapı gelişimine ihtiyaç vardır. Hidrojen kullanımının önceliklendirildiği sektörlerde gerekli altyapının hazırlanması için politika ve destek mekanizmalarının hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu politikalar sadece üretimi değil, hidrojenin taşınması, depolanması ve nihai kullanım noktalarındaki süreçleri de kapsayacak şekilde bütüncül bir yaklaşım içermelidir.

Yenilenebilir hidrojen üretim maliyeti ile sektörlerdeki uygulamalar (sanayi ve uzun mesafe taşımacılığı gibi öncelikli alanlarda) arasındaki maliyet farklarının dikkate alınması ve yenilenebilir hidrojen piyasa gelişiminin bu doğrultuda desteklenmesi önerilmektedir. Hidrojen ekonomisinin gelişimini desteklemek ve uluslararası alanda rekabetçi bir sanayiye sahip olmak için herşeyden önce yenilenebilir enerji potansiyelinin azami şekilde kullanılması gerekecektir.

Son olarak, uluslararası alanda rekabetçi bir hidrojen ekonomisine sahip olmak için Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyelini azami düzeyde kullanması bir öncelik olarak belirlenmelidir. Bu hedef, hidrojen ekosisteminin sürdürülebilirliğini ve ülke ekonomisine sağlayacağı katkıyı artıracaktır.

Raporun temel bulguları aşağıda özetlenmektedir:

Yenilenebilir hidrojen ve türevlerinin (yeşil amonyak, sentetik kerosen vb.), en yüksek faydayı sunduğu ve doğrudan elektrifikasyonun karbondan arındırmada tek başına yetersiz kaldığı sektörlerde kullanımına öncelik verilmelidir: Türkiye’de yenilenebilir hidrojenin kullanılacağı öncelikli alanlar; amonyak (gübre), demir-çelik, kimya sektörü (rafineriler ve petrokimya dahil), cam-seramik ve uzun mesafe taşımacılığı (havayolu, deniz vb.) olarak tanımlanabilir.

Doğrudan elektrifikasyonun net sıfır karbon emisyonlu bir ekonomiye geçişte yeterli olmadığı sektörlerde özel hedefler oluşturarak yenilenebilir hidrojen ve türevlerine olan talebin teşvik edilmesi önerilmektedir: Sektörlere özel kotalar belirlenerek yenilenebilir hidrojen kullanımına yönelik bir talep oluşumu sağlanabilir. Böylelikle, sanayinin yenilenebilir hidrojene yönelik yatırımlarının önü açılarak, yenilenebilir hidrojen kullanımının sanayiye entegrasyonu hızlanabilir. Bu bağlamda, halihazırda gri hidrojen kullanan gübre sektörü ve rafineriler ile demir-çelik sektörlerine belli miktarda zorunlu yenilenebilir hidrojen alım zorunluluğu getirilebilir.

Yerli arzı teşvik etmek için yenilenebilir hidrojen üretimine mali teşviklerin sağlanması önerilmektedir: Vergi muafiyetleri ve diğer mali teşvikler, özellikle fosil alternatifleriyle karşılaştırıldığında maliyetlerin daha yüksek olduğu ilk yıllarda yenilenebilir hidrojen üretimini artırmada yardımcı olabilir. Örneğin, sınırlı hacimli Feed-in-Tariff’ler (FIT) ilk dönem hidrojen alım fiyatı olarak belirlenebilir. Ek olarak, hidrojen yarışması (YEKA benzeri) rafineri ve demir-çelik sektörü için uygulanabilir. Bu konuda Avrupa Komisyonu’nun (European Commission) Avrupa Hidrojen Bankası (European Hydrogen Bank) nezdinde ilk kez gerçekleştirilen rekabetçi ihale süreci örnek alınabilir.

Yenilenebilir hidrojen üretiminde kullanılacak yenilenebilir enerji kaynaklarının planlanmasında, eklenebilirlik (additionality) prensibi dikkate alınarak düzenlemelerin ve politikaların bütüncül bir çerçeve ile oluşturulması önerilmektedir: Yenilenebilir hidrojen üretim sürecinde halihazırda üretim yapan yenilenebilir enerji santrallerinden yararlanmak yerine, yeni yenilenebilir enerji santrallerinin kurulması önemli olacaktır. Böylelikle hidrojen üretimi, elektrik sisteminin karbonsuzlaşması ve doğrudan elektrifikasyonun artışı ile rekabet etmeyecektir. Diğer taraftan, yenilenebilir enerji kesintilerini (curtailment) önlemek için ihtiyaç fazlası yenilenebilir elektriğin elektrolizörlere yönlendirilmesi de değerlendirilmelidir.

Ulaşım sektöründe enerji dönüşümü teşvik edilerek, yenilenebilir hidrojen ekosisteminin oluşturulması sağlanabilir: Özellikle deniz taşımacılığı ve havacılık sektörlerinde emisyonların azaltılmasında yenilenebilir hidrojen türevlerinin (sentetik kerosen, e-amonyak ve e-metanol gibi) üretimini ve kullanımını teşvik etmek için girişimlerde bulunulabilir. Mevcut durumda, yenilikçi gemi tasarımı ve inşa tecrübesi olan yerli tersaneler ile bir yol haritası belirlenebilir. Bu doğrultuda, LNG ve hidrojen türevlerini (e-amonyak, e-metanol) kullanan yeni hibrit gemi gemilerin geliştirilmesi hedeflenebilir.

Hidrojenin üretimi, taşınması, dağıtımı ve kullanımı açısından havalimanı ve liman altyapılarının iyileştirmeden geçirilmesi önemli olacaktır: Hidrojen ekosisteminin oluşturulmasında vergi teşviklerinin yanı sıra, yenilenebilir hidrojenin kullanımı ve taşınmasında büyük bir role sahip olacak havalimanı ve liman altyapılarının geliştirilmesi gerekecektir. İlgili tüm inşaat düzenlemelerini

desteklemek için doğrudan finansal desteklerin sağlanmasının yanı sıra, altyapı yatırımlarına yönelik vergi indirimleri veya sübvansiyonların da tanımlanması bu yatırımların vaktinde tamamlanmasına yardımcı olacaktır.

Yenilenebilir hidrojene ilişkin idari izin süreçlerinin ve ilgili destek mekanizmalarının belirlendiği, sektörler arası üretim ve gelişim planlarını koordine eden bir kamu biriminin oluşturulması önerilmektedir: Hidrojen özelinde oluşturulacak bir kamu birimi ile ilgili mevzuatlar ve ikincil mevzuatlar hızlıca hazırlanabilir, yatırımcılar için bir yol haritası oluşturularak, hidrojen üretim tesisi alanları ve ilgili teknik esaslar belirlenebilir ve finansman için çözümler oluşturulabilir.

Yenilenebilir hidrojen teknolojilerinin ticari olarak yaygınlaştırılması için kamu-özel sektör ortaklıkları kapsamında karma finansmanın sağlanması önerilmektedir: Mevcut durumda uluslararası çeşitli kurum ve kuruluşlar hidrojen proje finansmanının farklı düzeylerinde yer almaktadır. Bu bağlamda, kamu-özel sektör iş birlikleri kapsamında oluşturulacak karma finansman imkanlarıyla sağlanacak hidrojen fonları, finansman anlaşması yapılmış (financial closure) projeleri desteklemekte kullanılabilir. Ayrıca, yabancı şirketler ile yapılacak ortaklıklar ile tecrübe gelişiminin hızlandırılması da mümkün olacaktır.

Sanayide kullanılacak yenilenebilir hidrojene ilişkin teknik ve güvenlik standartlarının yasal bir çerçevede kapsamında düzenlenmesi önerilmektedir: Yenilenebilir hidrojenin güvenilir bir şekilde kullanımı için hidrojenin üretim, depolama, taşıma ve tüketim süreçlerinde sorumlulukların belirlenmesi gerekmektedir. Böylelikle, hidrojenin ihraç edilmesi durumunda ilgili tüm ülkelerde aynı standartların uygulanması da sağlanmış olacaktır. Bu durum, Türkiye'nin gelecekte yenilenebilir hidrojen ihraç etmesinin de önünü açacaktır.

Elektrik sektöründe kullanılacak yenilenebilir hidrojenin üretimi ve depolanmasına yönelik teknik standartların oluşturulması önerilmektedir: Yenilenebilir hidrojenin elektrik sektöründe güvenle kullanılmasını sağlayacak standartlar ve yasal mevzuatların oluşturulması gerekmektedir. Doğal gaz şebekesine özel olarak, doğal gaz, yenilenebilir hidrojen ve diğer yenilenebilir hidrojen türevlerinden oluşacak gaz karışımının kullanılmasına yönelik altyapı iyileştirmeleri için Ar-Ge projelerinin de devamlılığının sağlanması önerilmektedir.

Yenilenebilir hidrojen üretim fazlası için ihracat stratejisinin oluşturulması önerilmektedir: Türkiye'nin uluslararası yenilenebilir hidrojen pazarında önemli bir rol oynayabilmesinde, ihraç etmeyi planladığı hidrojen miktar ve fiyatının belirleneceği bir pazar ortamının oluşturulması oldukça önemlidir. Bununla birlikte, hidrojen üretim maliyetlerini de dikkate alarak fiyatlandırmaların bu doğrultuda yapılmasını sağlayacak bütüncül stratejilere ihtiyaç bulunmaktadır.

Elektrolizör teknolojilerinin yurt içinde geliştirilmesi için Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi önerilmektedir: Özellikle ilk yatırım maliyetleri yüksek olan elektrolizör teknolojisinin yurtiçinde geliştirilmesi ve üretilmesi için finansal teşvik ve desteklerin tanımlanması önemli bir adım olacaktır. Sektörel birikim ve insan kaynağı yetiştirilmesi önceliklendirilebilecek diğer konular arasındadır. Son olarak, hidrojen ekosisteminde taşıma, depolama ve son kullanım teknolojileri odağında, Türkiye'nin güçlü olduğu alanların belirlenerek, stratejilerin ve desteklerin bu doğrultuda oluşturulması önerilmektedir.

İstanbul Politikalar Merkezi

İstanbul Politikalar Merkezi (İPM) demokratikleşmeden iklim değişikliğine, transatlantik ilişkilerden çatışma analizi ve çözümüne kadar, önemli siyasal ve sosyal konularda uzmanlığa sahip, çalışmalarını küresel düzeyde sürdüren bir politika araştırma kuruluşudur. İPM araştırma çalışmalarını üç ana başlık altında yürütmektedir: İPM-Sabancı Üniversitesi-Stiftung Mercator Girişimi, Demokratikleşme ve Kurumsal Reform, Çatışma Çözümü ve Arbuluculuk. 2001 yılından bu yana İPM, karar alıcılara, kanaat önderlerine ve paydaşlara uzmanlık alanına giren konularda tarafsız analiz ve yenilikçi politika önerilerinde bulunmaktadır.

European Climate Foundation

European Climate Foundation (ECF) Avrupa'nın düşük karbonlu bir toplum haline gelmesine yardımcı olabilmek ve iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası alanda güçlü bir lider rolü oynayabilmek amacıyla kurulmuştur. ECF, her türlü ideolojiden uzak kalarak düşük karbonlu bir topluma geçişin "nasıl" olacağı konusunu odağına alır. Ortaklarıyla yaptığı iş birliği kapsamında ECF, bu geçişte kilit rol oynayacak patikaları ve farklı alternatiflerin sonuçlarını ortaya çıkararak bu tartışmalara katkı sağlamayı hedefler.

Agora Energiewende

Agora Energiewende; Özellikle Almanya ve Avrupa olmak üzere tüm dünyada temiz enerjiye başarılı bir geçiş yapılmasını sağlamak amacıyla veri odaklı, politik açıdan uygulanabilir stratejiler geliştirir. Bir düşünce kuruluşu ve politika laboratuvarı olan Agora; yapıcı bir fikir alışverişi sağlarken siyaset, iş ve akademi dünyasından paydaşlarla da bilgi birikimini paylaşmayı hedefler. Kâr amacı gütmeyen ve bağışlarla finanse edilen Agora, kendini kurumsal ve siyasi çıkarlara değil, iklim değişikliğiyle mücadeleye adanmıştır.



SHURA
ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ MERKEZİ

Bankalar Caddesi, No:2, Minerva Han,
Kat:3, 34420 Karaköy/İstanbul
T: 0 (212) 292 49 39
E-posta: info@shura.org.tr
www.shura.org.tr

SHURA Kurucu Ortakları

İPM | IPC İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ KAMPUSU
İSTANBUL POLICY CENTER
AT SAKAKLI ÜNİVERSİTESİ

