

BİRLEŞİK KRALLIK HİDROJEN YATIRIM RAPORU

ÖZET *

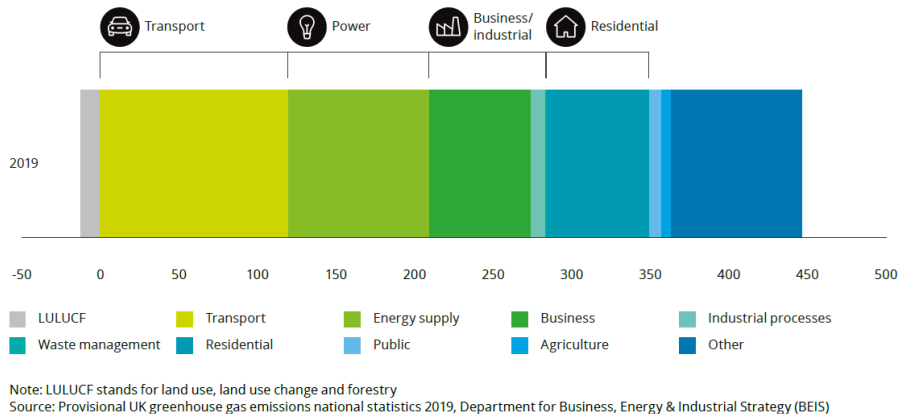
Hidrojen, Birleşik Krallık'ın 2050 için net sıfır hedefine ulaşma çabalarında çok önemli bir rol oynayacak. Bu noktada hidrojen bir kısım sektörde karbondan arındırma çabalarına yardımcı olabilir ancak yeterli talebi oluşturabilmek, yaygınlaşmasını sağlamak ve halihazırda yüksek olan maliyetlerini düşürmek için yatırım ve politika desteğine ihtiyaç duymaktadır. 2050'ye sadece 30 yıl kala iyi bir ilerleme kaydedilmiş olmasına rağmen, Birleşik Krallık'ın dekarbonizasyon sorununun boyutu çok büyük. Tüm paydaşlar için fırsatları en üst düzeye çıkarırken fosil yakıtların minimum maliyet ile nasıl azaltılacağı, ortadan kaldırılacağı ve gerekirse dekarbonize edilmesi sorusu halen gündemdeki yerini korumaktadır.

Haziran 2019'da Birleşik Krallık hükümeti net sıfır emisyonu ulaşmayı 2050 için yasal bir hedef haline getirdi. Bu, 2050'ye kadar tüm fosil yakıt enerji kaynaklarının azaltılması veya aşamalı olarak kaldırılması gerekeceği ve üretilen tüm karbon emisyonlarının yakalanması ve tutulması gerekeceği anlamına geliyor. Karbondan arındırılmayan endüstriyel sektörleri dengelemek için bir kısım enerji üretiminin karbon negatif olması gerekecektir.

Şekil 1, zorluğun boyutunu göstermektedir: 2019'da Birleşik Krallık'ın bölgesel sera gazı emisyonları 435,2 milyon ton CO₂ eşdeğeri (MtCO₂e) idi.

Kömür yakıtlı elektrik üretimini azaltarak ve üretim karışımında yenilenebilir enerji teknolojilerinin oranını artırarak elektrik üretiminde cesaret verici ilerleme sağlanmıştır. Kömür en geç 2025 yılına kadar aşamalı olarak kaldırılacak ve yerini düşük karbonlu üretim kapasitesi alacaktır.

Şekil 1- Birleşik Krallık Sera Gazı Emisyonları 2019 (MtCO₂e)



* "Investing in Hydrogen", [Deloitte](#)

Dekarbonizasyonda (karbondan arındırma, karbonsuzlaştırma) odak noktası, ısı ve ulaşım gibi emisyonların azaltılmasının zor olduğu enerji yoğun sektörlerdir. Birleşik Krallık'ta hidrojene olan ilgi, aşağıdakiler de dahil olmak üzere bir dizi nedenden dolayı artmıştır:

- Karbon azaltma potansiyeli
- Çok yönlülüğü
- Sektör bağlantısındaki rolü
- Sistem esnekliğini artırma ve daha yüksek seviyelerdeki enerji miktarını sisteme entegre etme yeteneği

Hidrojen, Birleşik Krallık'ın bir dizi uygulamada karbondan arındırma çabalarını destekleyebilir. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasının zor olduğu sektörlerde katkıları özellikle önemli olabilir:

Isı – doğalgazın yerine binalar ve endüstriyel kullanım için düşük veya sıfır karbonlu ısı sağlayarak

Ulaşım - elektrifikasyonun mümkün olmadığı veya pratik olmadığı segmentlerdeki (ağır vasıtalar, otobüsler, trenler, gemiler ve uçaklar) fosil yakıtların yerine kullanılarak

Sanayi - muhtemelen çelik yapımında indirgeyici madde olarak fosil yakıtların yerini alarak

Şu anda, tamamı fosil yakıtlardan elde edilen 27 terawatt-saat (TWh) hidrojen, Birleşik Krallık'ta endüstriyel hammadde olarak kullanılmaktadır. Gelecekte, düşük karbonlu veya karbonsuz olması gereken hidrojen tüketiminin, ulaşımdan elektrik üretimine ve ısıya kadar bir dizi başka uygulamaya yayılacağı tahmin ediliyor.

Hidrojen değer zincirinin her bir segmentinin (üretim, dönüştürme, depolama ve nakliye) nihai seviyelendirilmiş hidrojen maliyeti (LCOH) üzerindeki etkisini anlamak için bir maliyet modeli geliştirildi. Deloitte LCOH modeli, üç Enerji Geleceği Senaryosu 2020'de (FES 2020) öngörülen hidrojen talep rakamlarına dayanmaktadır: Sabit İlerleme, Tüketici Dönüşümü ve Sistem Dönüşümü.

Senaryoya bağlı olarak, hidrojen talebinin hacmi, Şekil 2'de gösterildiği gibi uygulamalar arasında önemli ölçüde farklılık gösterebilir.

* "Investing in Hydrogen", [Deloitte](#)

Şekil 2- 2050'de Sektörlere Göre Birleşik Krallık Hidrojen Talebi

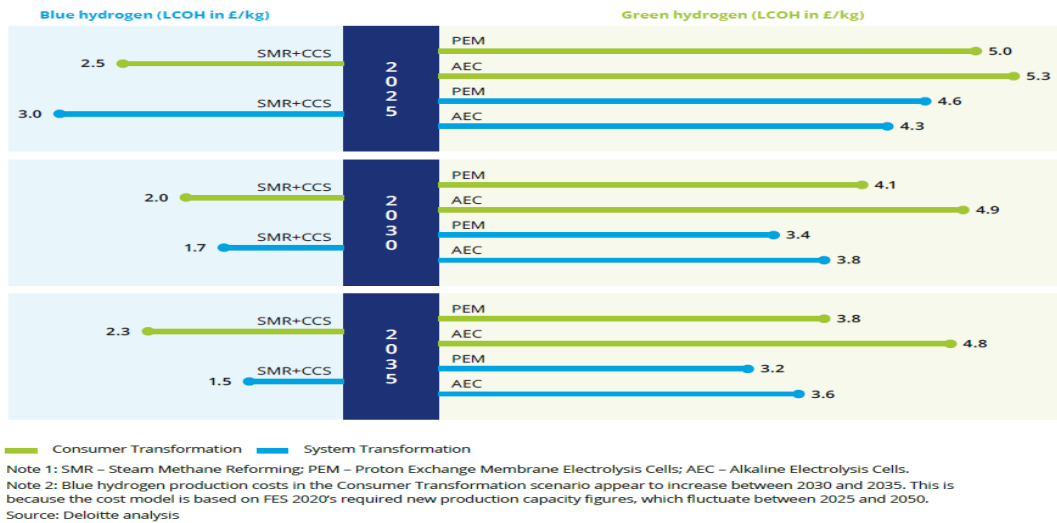
Sector	Hydrogen use	UK hydrogen demand in 2050 (TWh)		
		Steady Progression	Consumer Transformation	System Transformation
Industrial	Refining/Steel production/Chemicals feedstock	27	27	27
Transport	Road transport	2	32	54
	Rail	0	0	2
	Shipping	0	70	70
Power	Electricity generation, storing low-cost electricity, supporting the integration of a higher level of renewable generation and providing short-term and seasonal system flexibility	0	20	28
Heat	Residential heat	6	17	224
	Industrial and commercial	0	13	213
	Gas blending	8	0	0
Total		43	179	618

Source: FES 2019 (Industrial feedstock, Deloitte addition) and FES 2020

Enerji sektöründe hidrojen, düşük maliyetli, ihtiyaç fazlası yenilenebilir elektriği depolamak için kullanılabilir. Bu da kısa vadeli mevsimsel sistem esnekliğini artıracak ve daha yüksek düzeyde yenilenebilir enerji üretiminin enerji sistemine entegrasyonunu destekleyecektir.

Farklı hidrojen üretim yöntemlerinin maliyetleri, teknoloji ve yakıt maliyetleri, karbon vergisi ve yük faktörleri ve dağıtım hacmi gibi faktörlere bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Net sıfırı karşılayacak şekilde tasarlanan senaryolarda, hidrojen üretim maliyetlerinin 2035'te £ 1.5 / kg (SMR ve CCS teknolojisi, Sistem Dönüşümü) ile £ 4.8 / kg (AEC teknolojisi, Tüketici Dönüşümü) arasında değişeceği tahmin edilmektedir (Şekil 3).

Şekil 3- Tüketici Dönüşümü ve Sistem Dönüşümü Senaryolarında Hidrojen Üretim Teknolojilerinin Seviyelendirilmiş Maliyetleri (£ / kg)



Hidrojen değer zincirinin üretimden depolamaya ve nakliye kadar her bir segmentinin nihai seviyelendirilmiş hidrojen maliyeti üzerindeki etkisini anlamak için bir maliyet modeli oluşturuldu. Modele göre, hidrojen üretiminin, çoğu hidrojen projesinin en büyük maliyet bileşeni olması muhtemel. Yalnızca üretim teknolojisinde, 2035 yılına kadar 3,5 milyar ile 11,4 milyar sterlin arasında bir yatırım yapılması gerekecektir. Karbon yakalama, hidrojen dönüşümü, depolama ve nakliye altyapısı için daha fazla yatırım yapılması gerekecektir.

Dönüşüm işlemleri, büyük olasılıkla hidrojen değer zincirindeki ikinci en büyük maliyet bileşeni olacaktır.

Hidrojeni büyük miktarlarda uzun süreler boyunca depolamada en uygun maliyetli olan tuz mağaraları ve sıkıştırılmış gaz konteynırlarıdır. Tuz mağaraları coğrafi kısıtlamalara sahipken, ideal olarak ısı, endüstriyel ve potansiyel olarak enerji sektörlerine, özellikle de çeşitli sektörlerden hidrojen talebinin yoğunlaşabileceği endüstriyel kümelenmelerin yakınında hizmet edeceklerdir. Sıkıştırılmış gaz konteynırları, talep merkezlerine daha yakın yerleştirilebilir ve ayrıca nakliye ve enerji dahil olmak üzere birçok sektöre hizmet edebilir.

Modele göre hidrojenin uzun mesafelerde ve büyük miktarlarda boru hatlarında taşınması en düşük maliyetli yöntemdir.

Gaz şebekesine hidrojen enjekte etmenin veya doğal gazı hidrojenle tamamen değiştirmenin birçok faydası vardır:

- Devam eden değiştirme programının tamamlanmasına bağlı olarak, mevcut gaz dağıtım şebekelerinin çoğu kullanılmaya devam edebilir.
- Gaz dağıtım ağı, talebin düşük olduğu zamanlarda yenilenebilir elektrik için bir depolama ortamı olarak hizmet edebilir, böylece elektrik ve gaz şebekelerini birbirine bağlayabilir ve her ikisi için esnekliği artırabilir.
- Hidrojeni büyük miktarlarda borularla taşımak, enerji eşdeğerini elektrikte taşımaktan daha ucuzdur.

Treylerler (gazlı ve sıvı hidrojen ve amonyak ile sıvı organik hidrojen taşıyıcılar) seviyelendirilmiş maliyet temelinde boru hatlarından daha pahalıdır. Geçici olarak veya daha kısa mesafeler için daha küçük ölçekli taşımacılığın gerekli olduğu sektörlerle ve müşterilere hizmet vermeleri muhtemeldir.

Hidrojen üretiminde ve özellikle dönüştürme işlemlerinde ihtiyaç duyulan yatırımın azaltılması, herhangi bir hidrojen projesinin nihai seviyelendirilmiş maliyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Taşımacılık sektöründe, çabaların, nihai seviyelendirilmiş maliyetlerin diğer bir ana bileşenini oluşturan yakıt ikmal istasyonlarıyla ilişkili maliyetleri azaltmaya odaklanması gerekecektir. İşletme maliyetlerindeki herhangi bir azalma, hidrojen projelerinin genel rekabet gücünü daha da artıracaktır.

Yatırımcılar bir dereceye kadar belirsizlikle uğraşmaya alışkındır. Bununla birlikte, iklim değişikliği ve net sifıra nasıl ulaşılabileceği ile ilgili zorluklar, hidrojen talebinin olacağına ve

* "Investing in Hydrogen", [Deloitte](#)

yatırımların bir getiri sağlayacağına dair daha fazla kesinlik sağlamak için hükümet ve işletmeler arasında daha koordineli bir yaklaşım gerektirir. Bu rapor, bu açıklık ihtiyacını daha da önemli hale getiren bir dizi faktörü vurgulamaktadır:

- Önümüzdeki 20-30 yıl boyunca ihtiyaç duyulan yatırım ölçeği
- Özellikle yeşil ve mavi hidrojen için hidrojen üretimi maliyetlerini düşürmek amacıyla yeniliği ve araştırmayı teşvik etme ihtiyacı
- Ekonomide daha önce farklı olan enerji taleplerini (elektrik, ısı, endüstri ve ulaşım) bir araya getirebilen hidrojenin entegre doğası, daha fazla entegrasyon ve koordinasyon ihtiyacı gerektirir.

Hidrojen, gelecekteki yatırımlar için bol fırsatlar sunuyor gibi görünüyor, ancak emtia için talep kesin olmaktan uzak. Bir dizi hidrojen yolu makul olsa da yollar ve uygulamalar tarafından öngörülen talep hacmi büyük ölçüde farklılık göstererek yatırımcıların fırsatın ölçeğini anlamasını zorlaştırıyor.

Zaman da çok önemli. Birleşik Krallık'ın net sıfır hedeflerini desteklemek için bu on yıl içinde mali kararların çoğunun verilmesi gerekiyor. Şu anda ulusal olarak koordine edilmiş bir çabanın olmaması durumu, hidrojen gelişimini sektöre uğratabilir ve gelecekte maliyet azaltımını sınırlayabilir.

Yatırımcılar, zorluğun boyutu ve kararların alınması gereken hız göz önüne alındığında, bazı belirsizliklerle başa çıkmaya alışkın olsalar da düşük karbonlu veya karbonsuz hidrojene talep olacağından ve yatırımlarının geri dönüşü olacağından emin olmaları gerekir.

Bu nedenle, aşağıdakiler de dahil olmak üzere bir dizi alanda hedeflenen politika müdahalelerine acil ihtiyaç vardır:

▪ **Ulusal Bir Strateji ve Yol Haritası**

Ulusal bir strateji, yatırımcılara Birleşik Krallık'ta hidrojene güçlü bir bağlılık göstermeye teşvik edecek, bir yol haritası ise stratejiyi uygulamak için düzenleyici ve destek mekanizmalarının geliştirilmesinde yardımcı olacaktır. Bu aynı zamanda en iyi genel sonuçları elde etmek için hidrojeni kullanan sektörler arasındaki karşılıklı bağımlılığı artırmalıdır.

▪ **Riski Azaltmak ve Yeniliği Teşvik Etmek İçin Kısa İla Orta Vadeli Finansman**

Hidrojen üretimi şu anda diğer düşük karbonlu yakıt kaynaklarından daha pahalıdır. Yatırımlar, yaygınlığı büyük ölçüde sınırlı olan teknolojiler ve teknolojinin eskimesi ile ilişkili olarak daha yüksek risk taşıyabilir. Yatırımcılar ve tüketiciler / vergi mükellefleri arasındaki risk dağılımı konusunda da bir netlik yoktur.

En azından geliştirmenin ilk aşamalarında, hidrojen, daha yüksek maliyetleri karşılamaya, riski azaltmaya ve uzun vadeli gelir kesinliği yaratmaya yardımcı olmak için ek politika desteği veya finansman gerektirecektir. Yeniliği teknoloji maliyetlerini

* "Investing in Hydrogen", [Deloitte](#)

düşürmeye teşvik etmek ve sektörler arası entegrasyonda hidrojenin rolünü daha iyi anlamak için benzer desteğe ihtiyaç duyulacaktır.

Tekel altyapı varlıklarının ekonomik düzenlenmesi için Düzenlenmiş Varlık Tabanı modelleri veya yenilenebilir enerji üretimine yatırımı teşvik etmek için Fark Sözleşmeleri gibi başarılı destek mekanizmaları Birleşik Krallık'ta halihazırda mevcuttur.

Uygun mekanizmanın belirlenmesi için çalışmalar halihazırda devam etmektedir. Seçilen mekanizmanın, ayrıntılı bir piyasa tasarımı yoluyla mevcut politikalarla uyumluluğu sağlaması ve yatırımcılara ticari ölçekte dağıtım sağlamak için daha fazla kesinlik sağlaması gerekecektir.

▪ Sektörel Koordinasyon

Gelecekte hidrojen kullanan sektörler arasında daha fazla koordinasyona ihtiyaç duyulacaktır. Böyle bir koordinasyon, fırsatların anında görülebildiği ve paydaş hedeflerinin daha uyumlu olduğu endüstriyel merkezler veya kümeler etrafında daha kolay olacaktır.

▪ Regülasyon

Ulusal altyapıda ve insanların evlerinde ve işyerlerinde hidrojenin güvenli kullanımı için Regülasyon sisteminde ve standartlarda gerekli değişiklikleri oluşturmak için çalışmalar halihazırda devam etmektedir. Bu çalışmanın devam etmesi ve mümkün olan en kısa sürede enerji sisteminin "geleceğe hazır" olması için benimsenmesi gerekiyor.

* "Investing in Hydrogen", [Deloitte](#)