

HEINRICH BÖLL STIFTUNG  
DIŞ POLİTİKA

RAPOR

# Avrupa hidrojen ekonomisine güç vermek: Türkiye'nin rolü ne olabilir?

TOLGA DEMİRYOL

RAPOR

# Avrupa hidrojen ekonomisine güç vermek: Türkiye'nin rolü ne olabilir?

# Yazar Hakkında

**Tolga Demiryol**, Altınbaş Üniversitesi'nde siyaset bilimi doçentidir. Aynı kurumda Enerji ve Çevre Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü olarak da görev yapmaktadır. Demiryol, Virginia Üniversitesi'nde Siyaset Bilimi alanında doktora derecesini almış, uluslararası ve karşılaştırmalı ekonomi politik alanında uzmanlaşmıştır. Princeton Üniversitesi International and Regional Studies'de Fung Global Fellow olarak çalışmıştır. Ekonomik karşılıklı bağımlılık teorileri, Türk dış politikası, bölgesel iş birliği, kalkınmanın ekonomi politikası ve enerji konularında çok sayıda yayını bulunmaktadır. Güncel araştırmaları altyapı yatırımlarının jeopolitiki ve büyük güçler arasındaki teknolojik rekabet üzerine odaklanmaktadır.

# İçindekiler

Hidrojen: beklentiler gerçekçi mi? .....	5
AB'nin hidrojen stratejisi.....	8
Türkiye hidrojen sektörü .....	11
Politika yapımına dair sorunlar ve sonraki adımlar .....	15
Sonuç.....	19

## Şekiller

Şekil 1. Net sıfır senaryosunda sektörlere göre küresel hidrojen talebi, 2020-2030 .....	7
Şekil 2. Birincil enerji kaynaklarına göre kurulu güç, 2011-2021 .....	13
Şekil 3. Birinci enerji kaynaklarına göre Türkiye'de elektrik üretimi, 2021 .....	16

Hidrojen son zamanlarda enerji dönüşümü tartışmalarının odağına yerleşti. Özellikle de CO<sub>2</sub> emisyonuna sebep olmayan yeşil hidrojen, iklim değişikliği ile mücadele ve net sıfır bir dünyaya geçiş adına kritik bir teknoloji olarak tartışılıyor. Hidrojen, Ukrayna sonrası dönemde Avrupa'da enerji arzı güvenliği kaygılarıyla da giderek daha ilişkili bir hale geldi. Enerji ithalatına bağımlılığın hızla güvenleleştirilmesi, politika yapıcılarının aralarında hidrojen altyapısı yatırımlarının da yer aldığı çeşitlendirme çabalarını hızlandırmalarına neden oldu. Avrupa Birliği (AB) ve Almanya gibi enerji yoğun ekonomilerde hidrojen ekonomisine umut bağlanıyor ve bu alanda yüklü yatırımlar yapılıyor.<sup>1</sup>

Düşük karbon teknolojilerinin yaygınlaşması, ulusal ekonomileri dönüştürmenin yanı sıra yeni jeo-ekonomik rekabet örüntülerini de şekillendiriyor. Örneğin, Biden yönetimi tarafından Ağustos 2022 tarihinde çıkarılan *Enflasyonu Düşürme Yasası*'nda toplam 369 milyar ABD doları tutarındaki vergi kredisi ve sübvansiyonla, temiz enerji üretimine devlet desteği öngören kritik unsurlara yer verildi. AB ise bu kanunu ayrımcı olduğu ve Avrupa sanayine zarar vereceği gerekçesiyle sertçe eleştirdi. Bu bakımdan hidrojen ve diğer temiz enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar AB'nin küresel bir ekonomik güç olarak rekabet edebilirliğini koruması açısından da stratejik bir önem taşıyor.

Bununla birlikte hidrojenin üretimi, depolanması, taşınması ve kullanımında çeşitli teknik engeller söz konusu. Hidrojen maliyetlerinin önümüzdeki on yıl zarfında kayda değer bir ölçüde düşeceği öngörülmekle birlikte, fiyatlar hâlâ rekabetçi olamayacak denli yüksek seyretmekte. Dahası, Almanya ve Japonya gibi bu alanda öncü sayılabilecek ülkeler dahi hidrojen piyasaları için düzenleyici bir çerçeve tesis etme sürecinin henüz başındalar. Tüm bu belirsizliğin ortasında neredeyse kesin olan bir şey varsa o da Avrupa ülkelerekinin çoğunun, enerji dönüşümünü besleyecek kadar hidrojen üretemeyecek olmasıdır. Dolayısıyla Avrupa, önümüzdeki birkaç on yıl içinde bir hidrojen ekonomisi kurmak istiyorsa, başta komşu ülkelerden olmak üzere ithalata bel bağlamak durumunda.

Bu makalede, Türkiye'nin Avrupa'ya potansiyel hidrojen tedarikçisi olarak oynayabileceği rol ele alınıyor. Çalışmada ortaya konan analiz, kamuya açık belgelerden, sektör raporlarından ve uzmanlarla yapılan mülakatlardan elde edilen verilere dayanıyor. Makale, dört bölümden oluşuyor. İlk bölümde hidrojen teknolojisinin gelişimi ve enerji dönüşümündeki rolüne yer veriliyor. İkinci bölümde AB'nin hidrojen stratejisi, ithalat gerekliliği vurgusuyla inceleniyor. Üçüncü bölümde Türkiye'deki hidrojen sektörünün mevcut durumu ve potansiyeli ele alınıyor. Son bölümde ise AB ve Türkiye arasındaki hidrojen iş birliğine dair temel zorluklar ve sonraki adımlar değerlendiriliyor.

1 "Germany bets on global green hydrogen economy," *dw.com*, Erişim tarihi: 13 Aralık 2022, <https://www.dw.com/en/germany-bets-on-global-green-hydrogen-economy/a-63757016>.

# Hidrojen: beklentiler gerçekçi mi?

Hidrojene ilişkin politika tartışmaları esasen “destekçiler” ve “şüpheciler” olarak nitelendirilebilecek iki kesim arasında yaşanıyor. Beklentileri yüksek olan destekçiler hidrojenin bol ve erişilebilir olmasına, çok yönlülüğüne ve en önemlisi düşük karbon etkisine vurgu yapmakta; şüpheciler ise hidrojenin yüksek üretim maliyetleri, verimlilik sorunları, bazı uygulamalarının taşıdığı emniyet riskleri ile gelişmiş bir piyasa ve düzenleyici çerçevenin eksikliğine ilişkin endişelerini dile getirmekteler.

Hidrojenin gerçekten önemli avantajları söz konusu. Evrende en sık rastlanılan element olan hidrojen çoğunlukla diğer elementlerle bir arada bulunuyor. Hidrojen, verimli bir enerji taşıyıcısı ve kilogram başına<sup>2</sup>, doğal gazdan 2,2 kat, petrolden ise 3 kat daha fazla enerji içermekte.<sup>3</sup> Hidrojen aynı zamanda farklı uygulama alanlarına sahip; enerji depolamak için kullanılabilirdiği gibi, yakıt ya da hammadde olarak da değerlendirilebiliyor. Hidrojen bir motorda yakıldığında ya da bir yakıt hücresinde oksijenle kimyasal tepkimeye girerek elektrik üretmek için kullanıldığında hiçbir kirlenici gaz ya da sera gazı yaymıyor. Tek yan ürünü su buharından ibaret.

Hidrojen, başlı başına bir enerji kaynağı olmaktan ziyade, bir enerji taşıyıcısı. Bu nedenle başka enerji kaynakları kullanılarak üretilmesi gerekiyor. Hidrojen, üretiminde kullanılan birincil enerji kaynağına bağlı olarak sınıflandırılıyor. Günümüzdeki hidrojen değer zincirlerine, fosil yakıtlarla gerçekleştirilen üretim hakim. “Siyah hidrojen” kömürden, “gri hidrojen” ise doğal gazdan üretiliyor. “Sarı hidrojen” ise (her ne kadar şu anda uygulanmasa da) nükleer enerji ile üretilir. Net sıfır hedefleri açısından ise en önemli hidrojen yakıt türleri mavi ve yeşil olanları. “Mavi hidrojen” üretiminde doğal gaz kullanılıyor, ancak emisyonları azaltmak için karbon yakalama teknolojilerinden yararlanılıyor. Mavi hidrojen üretimi düşük karbon emisyonlarına rağmen metan sızıntılarına neden olabiliyor. Dolayısıyla metan sızıntılarının sınırlandırılması, sürdürülebilir mavi hidrojen üretiminde anahtar bir role sahip olacaktır. Bununla birlikte, “mavi hidrojenin, hidrojen ekonomisini hızlandırmada bir geçiş rolü oynayabileceğini”<sup>4</sup> vurgulayan AB başta olmak üzere pek çok aktör mavi hidrojeni net sıfıra giden yolda bir köprü olarak görüyor.

2 Hidrojenin taşınması açısından kilit öneme sahip olan litre başına verimlilik ise çok daha düşüktür.

3 Badr Eddine Lebrouhi ve diğerleri, “Global hydrogen development – a technological and geopolitical overview,” *International Journal of Hydrogen Energy* 47, no. 11 (5 Şubat 2022): 7019, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.12.076>.

4 Avrupa Parlamentosu, “EU hydrogen policy,” 2021, 4, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689332/EPRS\\_BRI\(2021\)689332\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689332/EPRS_BRI(2021)689332_EN.pdf).

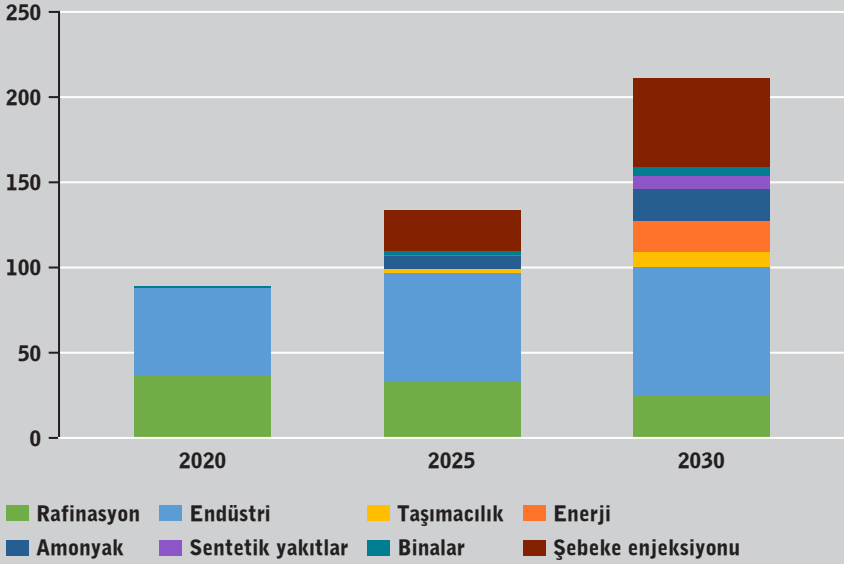
Yeşil hidrojen ise net sıfır senaryosuna katkısı bakımından en umut verici seçenek. Yeşil hidrojen, elektrik kullanılarak sudaki oksijen ve hidrojen moleküllerinin ayrıştırılmasıyla üretilir. Elektrolize dayalı bu temel teknoloji aslında uzun süredir biliniyor. Burada yeni ve kritik olan unsur yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğin kullanılmasıdır ki elde edilen hidrojene yeşil ya da temiz niteliğini veren de budur. Günümüzde küresel hidrojen üretiminin yalnızca küçük bir kısmı elektroliz yoluyla yapılıyor. Yeşil hidrojenin payının düşen maliyetlere bağlı olarak artması öngörülüyor. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı IRENA'ya göre, yeşil hidrojen maliyetlerinin 2030 yılı itibarıyla mavi hidrojen ile rekabet edebilir hale gelmesi bekleniyor.<sup>5</sup> Ancak bazı sektör uzmanları, fiyatlarda radikal bir düşüş öngören modellerin, önümüzdeki on yıl içinde güneş ve rüzgar enerjisi, depolama kapasitesi ve elektrolizör üretiminde devasa yatırımlar ve atımların gerçekleşeceğine dair son derece güçlü varsayımlara dayandığına işaret ediyor. Bunun mümkün olup olmadığı ise ölçek ekonomilerinin ne ölçüde sağlanacağına da bağlı olarak değişecektir.

Hidrojen günümüzde ekseriyetle endüstriyel bir hammadde olarak, petrol rafinerilerinde ve amonyak üretiminde kullanılmaktadır. Hidrojen teknolojisine dair şüpheleri dile getiren kimi uzmanlar yaygın kullanımın aceleyle getirilmesinin net sıfır hedeflerini baltalayabileceğine dikkat çekiyor. *Nature* dergisinde yakın bir zaman önce yayımlanan bir başyazıda da hidrojenin yenilenebilir kaynakların verimsiz bir kullanımı olabileceği kaydedildi.<sup>6</sup> Özellikle enerji tüketiminin en yoğun olduğu zamanlarda, güneş ya da rüzgardan elde edilen elektriğin doğrudan fosil yakıtları ikame etmek yerine, hidrojen üretmek için kullanımı daha yüksek net emisyonlara neden olabilir. Uzmanlar, medya ve kamuoyunda sıklıkla gündeme gelen bazı hidrojen uygulamalarına (evlerin ısıtılması ve hafif araçlara güç sağlanması gibi) ilişkin şüphelerini de dile getiriyor. Nitekim evlerin ısıtılması için hidrojen yakılması yalnızca doğal gaz ve elektrikten daha az verimli olmakla kalmayıp aynı zamanda yeterince emniyetli olmayabilir. Hidrojen bazlı e-yakıtlara olan ilgi de artıyor. Öte yandan sektör uzmanları bizlere e-yakıtların ağır vasıtalar için bir seçenek olabileceğini, ancak binek otomobiller ve diğer hafif araçlar için yakın dönemde uygun olmayabileceğini hatırlatıyorlar. Halihazırda hidrojen en çok çelik, çimento üretimi ve rafinaj gibi sektörlerde kullanılıyor.<sup>7</sup> Önümüzdeki on yıl içinde de hidrojen talebinin şebeke enjeksiyonu, enerji, amonyak, binalar ve ulaşım araçlarında sınırlı kullanımı içerecek şekilde çeşitlenmesi öngörülüyor (Şekil 1).

- 5 IRENA, "Geopolitics of the energy transformation: the hydrogen factor" (International Renewable Energy Agency, 2022), <https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen>.
- 6 "Overhyping hydrogen as a fuel risks endangering net-zero goals," *Nature* 611, no. 7936 (16 Kasım 2022): 426-426, <https://doi.org/10.1038/d41586-022-03693-6>.
- 7 Laima Eicke ve Nicola De Blasio, "The future of green hydrogen value chains" (Cambridge, MA: Belfer Center for Science and International Affairs, 2022), <https://www.belfercenter.org/publication/future-green-hydrogen-value-chains-geopolitical-and-market-implications-industrial>; Mathieu Blondeel ve diğerleri, "The Geopolitics of Energy System Transformation: A Review," *Geography Compass* 15, no. 7 (2021), <https://doi.org/10.1111/gec3.12580>.

**Şekil 1. Net sıfır senaryosunda sektörlere göre küresel hidrojen talebi, 2020-2030**

(Milyon ton)



Kaynak: IEA, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-hydrogen-demand-by-sector-in-the-net-zero-scenario-2020-2030>

Hidrojenin yaygın kullanımının maliyeti, verimliliği ve emniyeti konusundaki süregelen belirsizlikler regülasyona duyulan acil ihtiyaca işaret ediyor. Yirmiden fazla ülke ulusal hidrojen stratejilerini yayınladı. Aralarında Türkiye'nin de olduğu pek çok ülke ise uzun erimli vizyon belgeleri üzerine çalışmaya devam ediyor.<sup>8</sup> Bununla birlikte Japonya ve Almanya gibi hidrojeni erken benimseyen ülkelerde dahi hidrojen üretimi, dağıtım ve tüketimini düzenleyen kapsamlı bir yasal ve teknik çerçeve henüz mevcut değil.

Benzer bir biçimde oturmuş bir hidrojen piyasası da henüz söz konusu değil. Günümüzde hidrojenin büyük bir çoğunluğu piyasada alınıp satılmak yerine aynı tesis içinde üre-

<sup>8</sup> Anthony Kosturjak ve diğerleri, "Advancing hydrogen: learning from 19 plans to advance hydrogen from across the globe," Erişim tarihi: 11 Kasım 2022, <https://www.futurefuelsrc.com/wp-content/uploads/RP1.1-03-Hydrogen-Strategies-Final-Report-EXTERNAL-1.pdf>; Michel Noussan ve diğerleri, "The role of green and blue hydrogen in the energy transition – a technological and geopolitical perspective," *Sustainability* 13, no. 1 (31 Aralık 2020): 298, <https://doi.org/10.3390/su13010298>.



tilip tüketiliyor.<sup>9</sup> Uzun mesafeli taşıma da lojistik bir zorluk olmaya devam ediyor. Ölçek ekonomileri ve teknolojideki gelişmeler sayesinde taşıma maliyetleri kuvvetle muhtemel düşecek ve bu da uluslararası hidrojen ticaretinin önünü açacaktır. Hidrojenin boru hatları veya gemi yoluyla taşınması<sup>10</sup> da nispeten uzak bölgelerdeki yenilenebilir kaynaklara erişimi gündeme getirecektir.<sup>11</sup> Alternatif taşıma yöntemlerinin göreceli maliyetlerine bağlı olarak, hidrojen için ilki boru hatlarına dayalı bölgesel, ikincisi de amonyak için küresel bir pazar olmak üzere ikili bir yapı ortaya çıkması beklenebilir.<sup>12</sup>

## AB'nin hidrojen stratejisi

AB, Temmuz 2020 tarihinde 20 ana eylem öneren hidrojen stratejisini yayınladı.<sup>13</sup> Bu eylemlerden ilkinde, hidrojen üretimi ve kullanımını teşvik etmek için bir yatırım gündemi oluşturmak üzere Avrupa Temiz Hidrojen İttifakı gündeme getirildi.<sup>14</sup> İttifak, Üçüncü Hidrojen Forumu'nda temiz hidrojen üretimi, taşınması ve uygulamasına ilişkin 750'den fazla projeyi içeren bir "projeler hattı" yayınladı. AB, söz konusu İttifak aracılığıyla 2030 yılına kadar 100 milyar avroluk bir yatırım kaynağı oluşturmayı planlıyor. Yine yeşil hidrojen üretimi için önem arz eden güneş ve rüzgar enerjisi kapasitesine de 300 milyar avro tutarında ilave bir yatırım planlandı.<sup>15</sup> İlgili bir diğer platform ise 28 ülkede hidrojen altyapısının geliştirilmesi için çalışan 31 enerji operatöründen oluşan Avrupa Hidrojen Omurgası inisiyatifi.<sup>16</sup>

Peki Avrupa'nın ne kadar hidrojene ihtiyacı var? AB'nin bu konuda sabit olmayan bir hedefi söz konusu. 2020 hidrojen stratejisinde ortaya konulan hedef 10 milyon ton (Mt) yenilenebilir hidrojenken,<sup>17</sup> Ukrayna sonrası enerji zorluklarına bir yanıt olarak geliştirilen

- 9 Thijs Van de Graaf ve diğerleri, "The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen," *Energy Research & Social Science* 70 (Aralık 2020): 3, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101667>.
- 10 Taşıma için hidrojenin sıvılaştırılması maliyetli ve zorlu bir süreçtir. Yakın gelecekte, hidrojenin deniz yoluyla taşınması için en olası seçenek amonyaktır.
- 11 Gelişmekte olan ülkelerdeki yenilenebilir kaynakların bölgesel ve küresel enerji piyasalarına entegre edilmesi süreci, eşitsiz değişim ve yeni bağımlılık sorunlarını gündeme getirecektir. Enerji piyasaları net sıfıra doğru evrilirken, sanayileşmiş ülkeler ile yenilenebilir enerji ihracatçıları arasında daha adil ortaklık biçimlerinin hedeflenmesi kritik bir konu olacaktır.
- 12 IRENA, "Geopolitics of the energy transformation: the hydrogen factor," 71.
- 13 Avrupa Komisyonu, "A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe," Pub. L. No. COM(2020) 301 final (2020), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301>.
- 14 "Project pipeline of the European Clean Hydrogen Alliance," [https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/european-clean-hydrogen-alliance/project-pipeline\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/european-clean-hydrogen-alliance/project-pipeline_en).
- 15 Lebrouhi ve diğerleri, "Global hydrogen development," 198.
- 16 European Hydrogen Backbone, "European Hydrogen Backbone: A European hydrogen infrastructure vision covering 28 countries," 2022, <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf>.
- 17 Avrupa Komisyonu, "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: a hydrogen strategy for a climate-neutral Europe" (2020), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301>.

*RePowerEU* stratejisi hedefi 2030 yılında kadar 10 Mt yerli üretim ve 10 Mt ithal olmak üzere toplamda 20 Mt düzeyine çıkarmıştır.<sup>18</sup> AB'nin hidrojen hedefleri, Komisyon'un kendi iç analizi de dahil olmak üzere<sup>19</sup> birçok kesim tarafından oldukça iddialı olarak değerlendiriliyor. Üretim kapasitesine devasa yatırımlar yapılsa dahi, AB'nin kendi kaynaklarını kullanarak yeşil hidrojen talebinin önemli bir kısmını karşılaması olası görünmüyor. Nitekim Avrupa Yeşil Mutabakatı'ndan sorumlu Başkan Yardımcısı Frans Timmermans da "Avrupa hiçbir zaman kendi hidrojenini yeterli miktarlarda üretemeyecek" beyanında bulundu.<sup>20</sup>

Tam da bu nedenden ötürü 2020 hidrojen stratejisi "uluslararası iş birliğini" bir kilit eylem noktası olarak tanımlamakta ve Güney ve Doğu komşu ülkeler ile Enerji Topluluğu ülkelerini (özellikle Ukrayna'yı) ve Afrika Birliği'ni potansiyel iş birliği ortakları olarak nitelendirmektedir.<sup>21</sup> Rus gazına aşırı bağımlılığı nedeniyle ciddi maliyetlere katlanan AB, hidrojen arzının çeşitlendirilmesine büyük bir önem veriyor. Bu itibarla Timmermans Türkiye'ye gerçekleştirdiği bir ziyaret esnasında düzenlenen bir basın toplantısında şunları söyledi: "Bir ya da iki tedarikçiye bağımlı olmadığımız ve arz ve talep çeşitliliğine sahip olduğumuz hidrojen temelli bir ekonomi yaratmak için özellikle Akdeniz çevresindeki ülkelerle ortaklıklar kurmak istiyoruz."<sup>22</sup> Hidrojen ithalatına duyulan gereksinim, Avrupa'da ve ötesinde yoğun bir "hidrojen diplomasisinin"<sup>23</sup> de önünü açtı. Bu çabalar ön fizibilite çalışmalarından mutabakat zaptlarına ve hatta bazı pilot sevkiyatlara kadar uzanıyor. Önümüzdeki on yıl boyunca, sınır ötesi hidrojen ticareti ithalatçılar ve ihracatçılar arasında yeni karşılıklı bağımlılıklar yaratacak ve jeopolitik ve jeo-ekonomik ilişkileri yeniden şekillendirecektir.<sup>24</sup>

Bu kapsamda Almanya ikili hidrojen ticareti ve altyapı anlaşmaları akdetme çabalarına öncülük ediyor. Almanya'nın kendi içinde de halihazırda devam eden altyapı projeleri mevcut

18 Avrupa Komisyonu, "Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions REPowerEU Plan" (2022), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>.

19 Avrupa Komisyonu, "Commission staff working document implementing the REPowerEU action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets accompanying the document REPowerEU Plan" (2022), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033922121>.

20 Leigh Collins, "Europe Is Never Going to Be Capable of Producing Its Own Hydrogen in Sufficient Quantities": EU Climate Chief," *Recharge News*, 4 Mayıs 2022, <https://www.rechargenews.com/energy-transition/europe-is-never-going-to-be-capable-of-producing-its-own-hydrogen-in-sufficient-quantities-eu-climate-chief/2-1-1212963>.

21 Avrupa Komisyonu, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - a hydrogen strategy for a climate-neutral Europe.

22 Collins, "Europe is never going to be capable of producing its own hydrogen in sufficient quantities."

23 Van de Graaf ve diğerleri, "The new oil?"

24 Van de Graaf ve diğerleri, "The new oil?"; Pier Paolo Raimondi, "The scramble for Mediterranean hydrogen: energy or geopolitics?" Text, ISPI, 13 Mayıs 2021, <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/scramble-mediterranean-hydrogen-energy-or-geopolitics-30429>.

olsa da, iç üretimin 2045 yılına kadar Almanya'nın yeşil hidrojen talebinin en iyi ihtimalle üçte birini karşılayabileceği tahmin ediliyor.<sup>25</sup> Dolayısıyla Almanya, aralarında Avustralya, Şili, Kongo, Fas, Namibya, Tunus ve Ukrayna'nın da bulunduğu potansiyel tedarikçilerle anlaşmaların müzakere edilmesi için harekete geçmiş durumda. Almanya, bunlara ilave-ten bir açık artırma mekanizması kurmak için 900 milyon avro başlangıç sermayesiyle H2 Global Vakfı'nı kurdu. Buna göre H2 Global çerçevesinde dünya pazarından hidrojen satın alınacak ve bu hidrojen, AB içinde en yüksek teklifi verene açık artırmayla satılacaktır. Bu mekanizma, aynı zamanda hidrojen ve amonyak ile metanol gibi hidrojen türevlerinin de uzun erimli satın alınma esaslarını da bünyesinde barındıracaktır. Alman hükümeti H2 Global mekanizmasına 4 milyar avrodan fazla ilave yatırım yapmayı planlıyor.<sup>26</sup>

Hidrojen ithalatçıları arz güvenliğini hedeflerken, müstakbel ihracatçılar da hidrojen sektörlerini geliştirmek için yatırım çekme umuduyla hidrojen diplomasisi yürütüyorlar. Bir ülkenin yenilenebilir hidrojen potansiyeli üç ana faktöre göre şekilleniyor: i) yenilenebilir enerji kaynakları, ii) su ve arazi mevcudiyeti ve iii) hidrojen üretmek ve nakletmek için altyapı kurma ve işletme kapasitesi.<sup>27</sup> Örneğin Almanya'nın ortağı Namibya, kaynakları itibarıyla büyük miktarlarda yeşil hidrojen üretmek için elverişli bir konumda. Nitekim Namibya hükümeti de kısa bir süre önce, 2050 yılına kadar yılda 10-12 Mt üretimi hedefleyen yeni bir Yeşil Hidrojen ve Türevleri Stratejisini hayata geçirdi.<sup>28</sup> Namibya hükümetinin tahminlerine göre bu üretim kapasitesinin artırılması 2040 yılına dek 181 milyar avro tutarında bir yatırım gerektirecek. Almanya, Namibya'da hidrojen ihracatı için planlanan ve 10 milyar avroya mal olacağı tahmin edilen ilk projede yer alıyor.<sup>29</sup> Sözü edilen tesisin 2026 yılının sonlarından itibaren yılda 125 bin ton amonyak üretmesi ve bu miktarın daha sonra 700 bin tona çıkarılarak Avrupa'ya ihraç edilmesi bekleniyor.<sup>30</sup> Bir Alman şirketi de bu projeden yılda 300 bin ton amonyak satın almak üzere anlaşmaya varıldığını duyurdu.<sup>31</sup>

25 Eicke ve Blasio, "The future of green hydrogen value chains," 20.

26 Hydrogen Central, "Scholz ups global hydrogen ambitions, dwarfs EU initiative, plan to invest more than €4 billion into H2global," *Hydrogen Central* (blog), 10 Kasım 2022, <https://hydrogen-central.com/scholz-ups-global-hydrogen-ambitions-dwarfs-eu-initiative-plan-invest-more-e4-billion-h2global/>.

27 Fridolin Pflugman ve Nicola De Blasio, "The geopolitics of renewable hydrogen in low-carbon energy markets," *Geopolitics, History, and International Relations* 12, no. 1 (2020): 7, <https://doi.org/10.22381/GHIR12120201>.

28 Namibya Cumhuriyeti, "Green hydrogen and derivatives strategy," 2022, <https://gh2namibia.com/wp-content/uploads/2022/11/Namibia-GH2-Strategy-Rev2.pdf>.

29 Arne Delfs, "Germany weighs aid for €10 billion hydrogen plant in Namibia," *Bloomberg*, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-12-05/germany-mulls-aid-for-10-billion-hydrogen-plant-in-namibia?leadSource=uverify%20wall>.

30 The Energy Year, "Namibia readies to deliver green ammonia to Germany," *The Energy Year*, 8 Aralık 2022, <https://theenergyyear.com/news/namibia-readies-to-deliver-green-ammonia-to-germany/>.

31 Iain Esau, "RWE signs deal to buy green ammonia from \$10 billion Namibia project," *Upstream Online*, 6 Aralık 2022, <https://www.upstreamonline.com/hydrogen/rwe-signs-deal-to-buy-green-ammonia-from-10-billion-namibia-project/2-1-1367974>.

Türkiye de kısa bir süre önce Almanya'nın muhtemel yeşil hidrojen tedarikçileri listesine girdi.<sup>32</sup> 11 Ekim 2022'de Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Fatih Dönmez ve Almanya Federal Ekonomi ve İklim Koruma Bakanı Robert Habeck "Yeşil Hidrojen Alanında İşbirliği İçin Ortak Niyet Beyanı" imzaladılar.<sup>33</sup> Bu deklarasyon, 2012 yılında kurulan Türk-Alman Enerji Forumu'nun dördüncü toplantısı esnasında gerçekleşti.<sup>34</sup> Almanya ve Türkiye arasındaki hidrojen iş birliğinin kapsamı, hedefleri ve takvimine ilişkin olarak şu an için herhangi bir ayrıntı bulunmamakla birlikte, bu mutabakat hidrojen konusunda ikili iş birliğine yönelik artan ilgiyi vurgulaması bakımından önem taşıyor.

## Türkiye hidrojen sektörü

Peki Türkiye hidrojen sektörünün gelişimi açısından nerede duruyor? Türkiye'nin bir hidrojen üreticisi ve potansiyel bir ihracatçı olarak avantajları neler? Petrol ve gaz ithalatına bağımlı büyük bir enerji tüketicisi olan Türkiye, son birkaç yıldır enerji tüketimini çeşitlendirmeye öncelik veriyor. Türkiye'nin Rus gazına bağımlılığını azaltma çabaları da yerli enerji kaynaklarına ağırlık verilmesi sonucunu doğurdu. Ankara, kısmen Paris Anlaşması'nı onaylama hazırlığının bir parçası olarak—ki nihayetinde 2021 yılında onaylamıştır—uzun vadeli bir enerji dönüşümü ve iklim stratejisi oluşturma çalışmalarını hızlandırdı. Hidrojen de Türkiye'nin enerji gündemine bu bağlamda girdi.

Ocak 2020 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, ilgili paydaşları bir araya getiren bir toplantı düzenledi. Hidrojen Teknolojileri Derneği<sup>35</sup> ve Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği (GAZBİR)<sup>36</sup> gibi sektör temsilcileri, yetkililerle istişare halinde Türkiye'de hidrojene geçiş için yol haritaları<sup>37</sup> yayımlamaya başladılar. Bu yol haritalarına göre hidrojen dönüşümünün ilk adımı, 2030 yılına kadar dağıtım şebekesinde hidrojenin doğal gazla karıştırılması (*blending*). Bunu, 2030 ile 2040 yılları arasında hidrojen kullanımının sektörel olarak çeşitlendirilmesi ve düşen maliyetlerle birlikte 2050 yılına kadar hidrojen ekonomisine geçiş izleyecek.

32 "Germany considering green hydrogen imports from Turkey," *Anadolu Ajansı*, 2021, <https://www.aa.com.tr/en/energy/finance/germany-considering-green-hydrogen-imports-from-turkey/33406>.

33 Almanya'nın Türkiye'deki dış temsilcilikleri, "JETCO und Energieforum tagen in Berlin," 2022, <https://tuerkei.diplo.de/tr-de/themen/wirtschaft/-/2559590>.

34 "Energy Partnership," 2022, <https://www.energypartnership-turkiye.org/home/>.

35 Hidrojen Teknolojileri Derneği, "Hidrojen Teknolojileri Derneği - National Hydrogen Association," Erişim tarihi 14 Aralık 2022, <https://www.hidrojenteknolojileri.org/>.

36 GAZBİR, "GAZBİR (Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği)," GAZBİR, Erişim tarihi: 14 Aralık 2022, <https://www.gazbir.org.tr/>.

37 "Türkiye için hidrojen teknolojileri yol haritası" Hidrojen Teknolojileri Derneği, [https://www.hidrojenteknolojileri.org/HTD/Turkiye\\_icin\\_Hidrojen\\_Teknolojileri\\_Yol\\_Haritasi\\_Raporu\\_2021.pdf](https://www.hidrojenteknolojileri.org/HTD/Turkiye_icin_Hidrojen_Teknolojileri_Yol_Haritasi_Raporu_2021.pdf); "Hidrojene geçişte yol haritası önerileri," GAZBİR, [http://www.cleangascenter.com/upload/tr/dosya/haberyonetimi/1/DOGAL-GAZ-SEKTORU-HIDROJENE-GECI%C5%9ETE-YOL-HARITASI-ONERILERI\\_30062022130006-3.pdf](http://www.cleangascenter.com/upload/tr/dosya/haberyonetimi/1/DOGAL-GAZ-SEKTORU-HIDROJENE-GECI%C5%9ETE-YOL-HARITASI-ONERILERI_30062022130006-3.pdf).

İlk etapta doğal gaz şebekelerine yüzde 5'e kadar hidrojen karıştırmak suretiyle enerji fiyatlarının düşürülmesi hedeflenmektedir.<sup>38</sup> Bu amaçla gerçekleştirilen ilk testler umut verici olmakla birlikte, harmanlanmış doğal gazın kullanımı, tüketici cihazları için kabul edilebilir hidrojen konsantrasyonu seviyelerinin sağlanması gibi teknik şartlara bağlı. Sektör uzmanları da daha yüksek karışım seviyelerinin kombi gibi ev aletlerinin yeniden kalibrasyonunu ya da değiştirilmesini gerektireceğini hatırlatıyor. Bir taraftan da yeşil hidrojen için pilot programlar hayata geçirilmekte. Kalkınma ajansları ve özel sektör ortaklığıyla kurulan Bandırma Enerji Üssü, bir yeşil hidrojen üretim ve depolama tesisine ev sahipliği yapıyor. Bu tesisin bulunduğu ülkenin kuzeybatı kesimi, yenilenebilir enerji ve su kaynakları bakımından oldukça zengin olmanın yanı sıra yerel olarak üretilen hidrojenin kullanılabilmesiyle ilgili sanayi tesislerine de yakın. Tesisin lokasyonu, aynı zamanda nakliye limanlarına ve Türkiye-Yunanistan doğal gaz boru hattına yakınlığı nedeniyle de Avrupa'ya hidrojen ihracatı için de oldukça uygun.<sup>39</sup>

Türkiye'nin hidrojen sektörünün gelişiminin ilk aşamalarında olduğu da dikkate alındığında, ihracat için bir takvim vermek ya da miktar tahmini yürütmek zor. Türkiye'nin ihracat potansiyeline ilişkin en kapsamlı çalışma SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi tarafından gerçekleştirildi. Çalışma, yeterli yatırım ve uygun politikaları esas alarak, 2050 yılına kadar yılda 3,4 Mt yeşil hidrojen üretim kapasitesine ulaşılabilmesini tahmin ediyor. Ayrıca, fosil yakıt tüketiminin yüzde 10'unun yeşil hidrojen ile ikame edileceği varsayımıyla, hidrojene yönelik yurt içi talebin yılda 1,9 Mt olacağı öngörülmüyor. Bu da Türkiye'ye 2050 yılında yılda 1,5 ila 1,9 Mt arasında değişen bir hidrojen ihracatı imkanı bırakacaktır.<sup>40</sup>

Potansiyel bir hidrojen ihracatçısı olarak Türkiye'nin birkaç önemli avantajı bulunuyor. Türkiye her şeyden önce önemli yenilenebilir kaynaklara sahip. Rüzgar ve güneş enerjisi kapasitesine ek olarak Türkiye'nin yeşil hidrojen üretimine yönlendirilebilecek önemli bir hidroelektrik gücü de söz konusu.<sup>41</sup> Ülkenin yenilenebilir enerji kurulu gücü de son on yıldır istikrarlı bir şekilde artıyor (Şekil 2).

38 SHURA, "Techno-economic study of Turkey's production and export potential for green hydrogen" (İstanbul: SHURA Energy Transition Center, 2021), 24, <https://shura.org.tr/en/techno-economic-study-of-turkeys-production-and-export-potential-for-green-hydrogen/>.

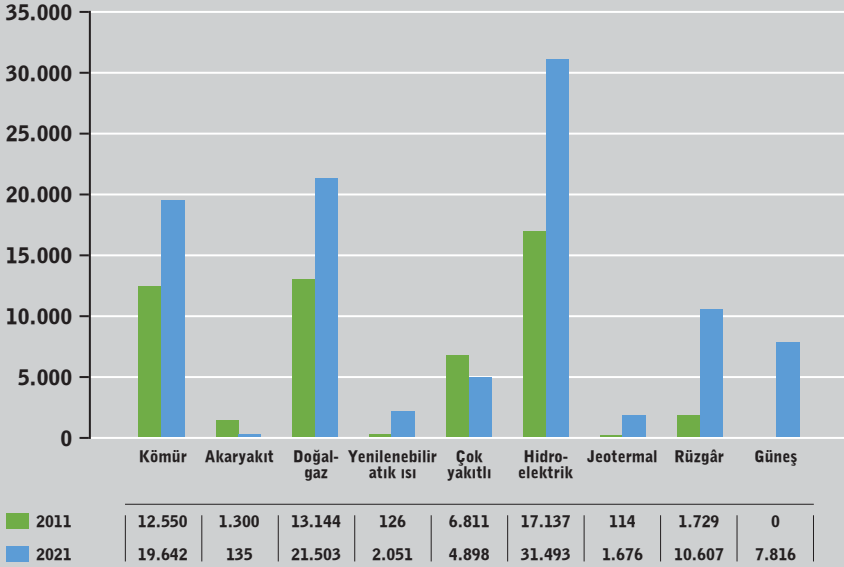
39 "Enerjisa üretim, Bandırma Enerji Üssü'nde yeşil hidrojen üretimine başladı," *Anadolu Ajansı*, 2022, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/enerjisa-uretim-bandirma-enerji-ussunde-yesil-hidrojen-uretimine-basladi/2630360>.

40 SHURA, "Techno-economic study," 61.

41 G. Kubilay Karayel, Nader Javani ve Ibrahim Dincer, "Hydropower energy for green hydrogen production in Turkey," *International Journal of Hydrogen Energy*, 6 Mayıs 2022, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.04.084>.

**Şekil 2. Birincil enerji kaynaklarına göre kurulu güç, 2011-2021**

(MW)



Kaynak: TEİAŞ, <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>

Kasım 2022 itibarıyla, yenilenebilir enerji kaynakları arasında 31 GW ile hidroelektrik açık ara en büyük paya sahipken, onu rüzgar (11,3 GW) ve güneş (9,3 GW) takip ediyor.<sup>42</sup> Kurulu güç artış oranı açısından, güneş ve rüzgar ana itici güçler. 2021 ve 2026 yılları arasında kapasite artışının yaklaşık yüzde 48'inin güneşten ve yüzde 30'unun rüzgardan gelmesi bekleniyor.<sup>43</sup>

Avrupa'ya yakınlık, potansiyel bir hidrojen ihracatçısı olarak Türkiye'nin bir diğer avantajı. Türkiye'nin konumu birkaç nedenle önemli. İlk olarak, Türkiye ile Avrupa arasındaki ticaret ve yatırım ilişkileri, hidrojene dayalı yeni bağlantıların kurulmasında olumlu bir etkiye sahip olacaktır. AB, Türkiye'nin en büyük ticaret ortağı ve aynı zamanda ana yatı-

<sup>42</sup> TEİAŞ, "Kurulu güç raporu, Kasım 2022," 2022, <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari>.

<sup>43</sup> "Turkey's renewable power capacity to grow by 53% by 2026," *Anadolu Ajansı*, 2021, <https://www.aa.com.tr/en/economy/turkeys-renewable-power-capacity-to-grow-by-53-by-2026/2437571>.

rım kaynağı iken Türkiye AB'nin altıncı büyük ticaret ortağı pozisyonunda.<sup>44</sup> Halihazırda var olan ticaret ve yatırım kanalları ve yasal mevzuatın uyumlaştırılması, hidrojen ticaretinin işlem maliyetlerini azaltmaya yardımcı olacaktır.

İkinci olarak, Türkiye'nin Avrupa gaz ve elektrik şebekelerine entegre olması, Türkiye'yi halihazırda sınırlı taşıma kapasitesine sahip diğer potansiyel hidrojen ihracatçılarından bir adım öne çıkaracaktır. Türkiye'nin doğal gaz altyapısı-ki Türkiye Avrupa'nın en uzun altıncı boru hatları şebekesine sahiptir-hidrojen taşımaya uygun hale getirilebilir.<sup>45</sup> Türkiye'nin Güney Gaz Koridoru üzerindeki konumu da kritik önemde. Trans Anadolu Boru Hattı (TANAP), Bulgaristan ve Yunanistan aktarım hatları ve Trans Adriyatik Boru Hattı (TAP) hidrojen taşımak için kullanılabilir.<sup>46</sup>

Maliyet ve arza bağlı olarak, Türkiye ile Avrupa arasında yeni hidrojen boru hatları da inşa edilebilir. Bunun son örneklerinden biri, Barselona ile Marsilya arasında 2030 yılına kadar tamamlanacak ve (daha önce doğal gaz taşıyacağı yönünde çıkan haberlerin aksine) sadece hidrojene tahsis edilecek bir boru hattı olan H2MED projesi. Proje, maliyetlerin yüzde 50'sine kadarının AB fonları tarafından karşılanmasına olanak sağlayacak bir "ortak ilgi alanı projesi" olarak nitelendirilmek üzere Avrupa Komisyonu'na sunulacak.<sup>47</sup> H2MED gelecekte Türkiye'yi de kapsayan hidrojen boru hattı projeleri için bir model olabilir. Mesafeye bağlı olarak, deniz taşımacılığı da boru hatlarına göre daha uygun maliyetli ve esnek bir yöntem olarak ortaya çıkıyor. Ancak kriyojenik hidrojenin taşınması oldukça enerji-yoğun bir seçenek. Ayrıca, sıvı hidrojenin nakliyesi için ciddi teknik engeller söz konusu.<sup>48</sup> Dolayısıyla, şu anda deniz taşımacılığı için amonyak en iyi seçenek olarak görülüyor. Türkiye, Ege ve Akdeniz kıyılarında hidrojen ürünlerinin sevkiyatı için karayolu ve demiryolu bağlantılarına sahip çok sayıda bölgesel limana sahip.

44 Avrupa Komisyonu, "EU trade relations with Türkiye," 2022, [https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/turkiye\\_en](https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/turkiye_en).

45 OIES, "What role for hydrogen in Turkey's energy future?" (Oxford Institute for Energy Studies, 2021), 17, <https://www.oxfordenergy.org/publications/what-role-for-hydrogen-in-turkeys-energy-future/>.

46 SHURA, "Priority areas for a national hydrogen strategy for Turkey" (SHURA Energy Transition Center, 2021), <https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2021/02/Priority-areas-for-a-national-hydrogen-strategy-for-Turkey.pdf>.

47 Alice Tidey, "Hydrogen pipeline between Spain and France to be complete by 2030," *euronews*, 9 Aralık 2022, <https://www.euronews.com/my-europe/2022/12/09/hydrogen-pipeline-between-spain-and-france-to-be-complete-by-2030-and-cost-25-billion>.

48 Leigh Collins, "Why shipping pure hydrogen around the world might already be dead in the water," *Recharge*, 27 Ocak 2022, <https://www.rechargenews.com/energy-transition/special-report-why-shipping-pure-hydrogen-around-the-world-might-already-be-dead-in-the-water/2-1-1155434>.

# Politika yapımına dair sorunlar ve sonraki adımlar

Hidrojen teknolojileri daha da geliştirilip uygulanabilirlikleri arttığında enerji dönüşümünün eksik halkasını tamamlamayı vadediyor. Sanayileşmiş ekonomiler için hidrojen, rekabetçi fiyatlarla yeterli miktarda hidrojen üretebilecekleri ve/veya ithal edebilecekleri koşuluyla, yüksek arz güvenliği ve 2050 yılına kadar net sıfır dünyaya giden bir yol sunuyor. Yenilenebilir enerji kaynakları, su ve arazi bakımından elverişli durumda olan az sayıdaki ülke için ise hidrojen, üretim kapasitesi ve ulaşım altyapısına bağlı olarak önemli bir ihracat değeri olabilir.

Hidrojenin yaygınlaşması, Türkiye ile AB arasındaki enerji iş birliğinin dinamiklerini önemli ölçüde değiştirme potansiyeline sahip. Sadece iklim değişikliği açısından değil, Ukrayna sonrası enerji arz güvenliği bakımından da iki aktörün ortaklaşan çıkarları, hidrojenin Türkiye-AB enerji ilişkilerinde yeni bir kazan-kazan senaryosunun temelini oluşturabileceğini gösteriyor.<sup>49</sup> Mevcut potansiyele rağmen, Türkiye ile AB arasında hidrojen temelli yeni bir enerji iş birliğinin kurulmasının önünde önemli engeller de söz konusu.

İlk olarak, Türkiye'nin ihracat ile iç tüketim seçenekleri arasında yapacağı politika tercihleri belirleyici olacaktır. Şu anda Türkiye, yerli hidrojen üretimini öncelikle ithal enerjiye bağımlılığı azaltacak bir araç olarak değerlendiriyor.<sup>50</sup> Türkiye, nispeten bol ve ucuz yenilenebilir kaynakları, güçlü iç talebi ve destekleyici hükümet politikalarından yararlanarak son on yılda yenilenebilir enerji alanında önemli ilerleme kaydetti. Bununla birlikte, Türkiye ekonomisi hala çoğu ithal edilen fosil yakıtlara bağımlı durumda (ithalata bağımlılık petrol için yüzde 93 ve doğal gaz için yüzde 99).<sup>51</sup> Hükümet ithal gaza bağımlılığı azaltmak için kömürle çalışan elektrik santrallerine öncelik verdiğinden, kömürün elektrik üretimindeki payı son on yılda önemli ölçüde arttı. 2021 yılında kömürün elektrik üretimindeki payı yüzde 31 olarak kaydedildi (Şekil 3).

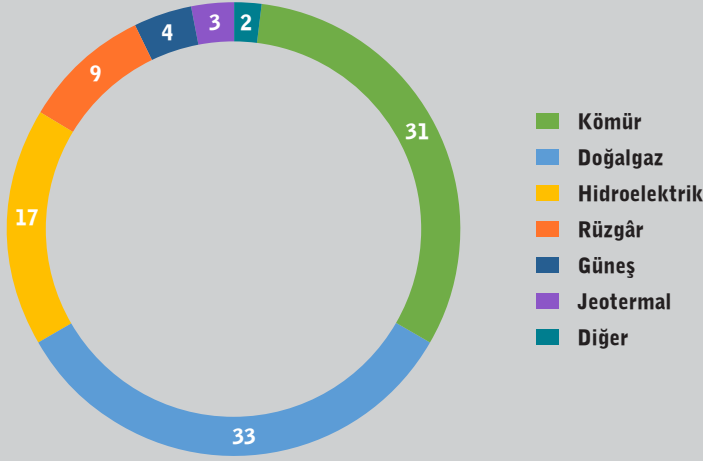
49 Kadri Tastan, "Decarbonising EU-Turkey energy cooperation: challenges and prospects," *SWP Comment*, 2022, 8, <https://www.swp-berlin.org/10.18449/2022C23/>.

50 OIES, "What role for hydrogen in Turkey's Energy Future?" 20.

51 Türkiye 2020'den günümüze Karadeniz'de bir dizi doğal gaz keşfinde bulundu. Toplam rezervlerin 710 milyar metreküp olduğu tahmin ediliyor. Yılda 15 milyar metreküp kadar üretim varsayımından hareketle bu rezervler Türkiye'nin gaz ithalatını dörtte bir oranında azaltabilir.



Şekil 3. Birinci enerji kaynaklarına göre Türkiye’de elektrik üretimi, 2021 (%)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,  
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>

Türkiye enerji karışımını karbondan arındırmaya çalışırken, kömürün aşamalı olarak kullanımından kaldırılması kilit önem taşıyacaktır. Türkiye’nin kurulu yenilenebilir enerji kapasitesinin artması öngörülmekle birlikte bu ek kapasitenin ne kadarının gerçekçi bir şekilde fosil kaynaklı elektriğin yerine yeşil hidrojen üretimine yönlendirilebileceği belirsiz. Potansiyel faydalar göz önüne alındığında, karar vericilerin bir yandan ihracat gelirlerini en üst düzeye çıkarmak ve AB ile enerji bağlarını derinleştirmek, diğer yandan yurtiçi enerji fiyatlarını düşürmek ve ithalata bağımlılığı azaltmak gibi çeşitli çıkarları dengelemeleri gerekecektir.

İkinci olarak, ihracata elverişli bir hidrojen sektörünün geliştirilmesi için, ulusal bir strateji belgesinde ortaya konan ve kapsamlı bir düzenleyici çerçeveye yerleştirilen bir politika yaklaşımı esastır. Avustralya, Şili ve Fas gibi hidrojen ihracatçısı olmak isteyen diğer ülkeler uzun vadeli hidrojen stratejilerini çoktan açıkladılar. Buna karşılık, Türkiye ulusal hidrojen planı çalışmalarını henüz tamamlamadı. Daha önce de belirtildiği gibi, 2020’den bu yana yerel bir hidrojen sektörü geliştirmeye yönelik güçlü bir hükümet ve özel sektör ilgisi bulunuyor. Düşünce kuruluşları ve sektör örgütleri tarafından birkaç çalışma yapılmış olsa da hükümet, üretim hedeflerine ulaşmak için gereken altyapı yatırımını da içeren uzun vadeli bir hidrojen vizyonunu resmi olarak açıklamış değil. Kapsamlı ve gerçekçi bir ulusal stratejinin, yeşil hidrojen ekonomisine geçiş için net bir za-

man çizelgesi içermesi beklenir. Ayrıca söz konusu hidrojen stratejisi, Türkiye'nin ithal ve yerli üretim gaz ve yüksek olasılıkla nükleer enerjiyi de kapsayacak enerji karışımına dair geniş politika hedefleri ve araçlarıyla da uyumlu olmalıdır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Fatih Dönmez, Kasım 2022'de düzenlenen Yeşil Enerji Zirvesi'nde ülkenin hidrojen stratejisi hakkında şunları kaydetti: "Hedefimiz net. 2030'da 2 gigavat olacak elektrolizör kapasitemizi 2053 yılında 35 kat artırarak 70 gigavata çıkaracağız. Öte yandan, 2035 yılına kadar hidrojen üretim maliyetini de 2,4 dolardan 1,2 doların altına düşüreceğiz. Böylece hem yeşil dönüşümü hızlandıracak, hem enerji ithalatımızı azaltacak hem de rekabet gücümüzü artıracacağız."<sup>52</sup>

Üçüncü olarak, ulusal bir hidrojen planının tamamlanmasının yanı sıra, Türkiye'nin hidrojen üretimi, tüketimi ve ticaretini düzenleyecek kapsamlı bir yasal çerçeveye ihtiyacı olacaktır. Türkiye ve AB hidrojen için uygun bir düzenleyici ortam oluştururken, iki aktörün standartlarını ve uygulamalarını uyumlaştırmalarında karşılıklı fayda söz konusu. Burada kilit faktör Türkiye'nin AB adaylık sürecidir. Geçtiğimiz yirmi yıl boyunca Türkiye, Avrupa pazarlarına ve mevzuatına entegrasyon sağlamak için özellikle elektrik ve (kısmen) gaz sektörlerinde çeşitli reformlar gerçekleştirmişti. Türkiye ile AB arasında tesis edilecek yeni bir "pozitif gündem," taraflar arasında hidrojene dayalı bir karşılıklı bağımlılık kurulmasını kolaylaştıracaktır.

Bununla birlikte, yakın geçmişte Türk ve Avrupalı politika yapıcılar arasında enerji iş birliğinin adaylık sürecindeki rolüne ilişkin temel görüş farklılıklarının ikili ilişkileri olumsuz etkilediği durumları da hatırlamakta yarar var. İptal edilen Nabucco boru hattı projesi müzakereleri gibi birçok vakada, Türk politika yapıcılar adaylık sürecini hızlandırmak için enerji iş birliğini bir koz olarak görürken, AB yetkilileri enerji ile üyelik arasında bir bağlantı kurmaktan imtina etmişlerdi.<sup>53</sup> Beklentiler arasındaki bu uyumsuzluk hem enerji iş birliği hem de üyelik sürecini olumsuz etkilemiştir. İleriye dönük olarak, Türkiye ve AB hidrojen temelli karşılıklı bağımlılıklar kurmaya çalışırken, iki aktörün siyasi sonuçları ve karşılıklı beklentileri yönetmek için çaba sarf etmelerinde yarar olduğunu vurgulamak gerekir.

Dördüncü olarak, Türkiye'de ihracata elverişli bir hidrojen sektörünün geliştirilmesi, hidrojen üretimi, depolanması ve taşınması için altyapının yanı sıra yenilenebilir üretim fazlasına da önemli yatırım yapılmasını gerektirecektir. Net politika öncelikleri ve

52 "2035'e kadar hidrojen üretim maliyetini düşüreceğiz," *Anadolu Ajansı*, 2022, <https://www.aa.com.tr/tr/yesilhat/yesil-ekonomi/bakan-donmez-turkiye-enerji-zirvesinde-konustu/1818848>.

53 Tolga Demiryol, "The geopolitics of energy cooperation between Turkey and the European Union," *Journal of Studies on European Integration and Federalism (Revue "L'Europe En Formation")* 367 (Spring 2013): 109-37.

takvimi içeren ulusal bir hidrojen planı henüz ortada yokken, Türkiye'nin hidrojen sektörünü geliştirmek için gereken yatırım miktarını tahmin etmek oldukça güç. SHURA'nın değerlendirmesi 3,4 Mt hidrojen üretmek için 2050 yılına kadar yıllık 3 ila 4 milyar dolar yatırım yapılması gerektiği yönündedir.<sup>54</sup> Uzun mesafeli hidrojen boru hatlarına ve diğer taşıma altyapısına yapılacak yatırımlar da önemli miktarda sermaye harcaması gerektirecektir. Diğer hidrojen üreticileri gibi Türkiye'nin de hidrojen üretiminin sürdürülebilirliği ölçek ekonomisinin tesis edilmesine bağlı olacak.

Bu durum, hidrojen tedarik zincirinin çeşitli unsurları için finansman sağlamak üzere hem doğrudan (kamu yatırımları üzerinden) hem de dolaylı (özel sermayeyi mobilize ederek) bir devlet müdahalesine ihtiyaç duyulduğunu gösteriyor. Yatırımcılar, hidrojen projeleri inşa etmek için yaptıkları sermaye harcamalarını karşılamak üzere gelir güvenesi arayacaktır. Tedarik zincirinin diğer ucundaki alıcılar ise arz güvenliği beklentisinde olacaktır. Uzun vadeli satın alma anlaşmaları, yatırım riskini azaltmaya ve arz ve talep güvenliğini artırmaya hizmet edecektir. Bu bağlamda, Türkiye ve AB'nin uzun vadeli yeşil hidrojen ticareti için ortak finansman mekanizmaları üzerinde çalışmaya başlaması önemli.

Son olarak, Türkiye'nin Doğu Akdeniz'de hidrojen temelli bir bölgesel iş birliğinin kurulmasında önemli bir rol oynayabileceği değerlendirilebilir. Bölge hem doğal gaz hem de yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin. Doğu Akdeniz'de keşfedilen gazın bir kısmı, jeopolitik anlaşmazlıklar ve Avrupa'nın gaz talebinin belirsizliği gibi çeşitli nedenlerden dolayı geliştirilmemişti. Ukrayna'dan sonra Avrupa'da artan enerji talebi, süregelen çevre ve iklim endişelerine rağmen Akdeniz gazına olan ilgiyi yeniden canlandırdı. Hidrojenin gelişi de muhtemelen Akdeniz enerji sahnesi üzerinde önemli bir etki yaratacak ve ilk etapta mavi hidrojeni bir seçenek olarak masaya koyacaktır. Bölgede, gazdan üretilen hidrojeni karbondan arındırmak için gereken karbon yakalama ve depolama için kullanılabilecek bazı imkanlar mevcut. Taşıma açısından, sıklıkla tartışılan bir seçenek önce doğal gaz kullanacak ve daha sonra hidrojen ihracatına geçiş yapacak "geçiş boru hatları" (*transition pipelines*) inşa etmek olabilir. Bu, prensipte, bölge ülkelerinin uzun vadede hidrojen ihracatını finanse etmek için doğal gaz ihracat gelirlerini kullanmalarına olanak sağlayacaktır.<sup>55</sup>

En önemlisi de, Doğu Akdeniz'in önemli bir güneş ve rüzgar potansiyeline sahip olması, bölgenin AB için bir yeşil hidrojen kaynağı olabileceğine işaret ediyor. Yunanistan ve

<sup>54</sup> SHURA, "Techno-economic study," 8.

<sup>55</sup> Laurent Ruseckas, "Europe and the Eastern Mediterranean: the potential for hydrogen partnership" (Stiftung Wissenschaft und Politik, 2022), <https://www.swp-berlin.org/en/publication/europe-and-the-eastern-mediterranean-the-potential-for-hydrogen-partnership>.

Mısır gibi ülkeler hidrojen sektörlerini geliştirme konusuna ilgi gösterse de asıl potansiyel, bölgesel oyuncuların altyapı yatırımı ve pazara erişim için kaynaklarını bir araya getirmelerine olanak tanıyacak çok taraflı iş birliğinde yatmakta. Bölgesel bir gaz iş birliği platformu olarak 2018 yılında kurulan Doğu Akdeniz Gaz Forumu (EMGF), bölgenin hidrojen potansiyelinin kullanılmasında merkezi bir rol oynayabilir. Nitekim EMGF'nin 7 Aralık 2022 tarihinde Kahire'de gerçekleştirilen Sekizinci Bakanlar Toplantısı, EMGF üyeleri için enerji dönüşümünün artan önemine tanıklık etti. EMGF'nin yeni Başkanı Mısır Petrol ve Maden Kaynakları Bakanı El Molla açılış konuşmasında gaz, hidrojen ve yenilenebilir enerjiye yönelik altyapı projelerinin geliştirilmesi için üreticiler, tüketiciler ve transit ülkeler arasında iş birliğinin önemini vurguladı. Yenilenebilir enerji ve hidrojen geliştirme konusunda ikili ve çok taraflı iş birliğinin beraberinde getireceği ekonomik faydaların, bölge devletlerini mevcut siyasi anlaşmazlıkların çözümü konusunda motive edebileceğini de vurgulamak gerekir.

## Sonuç

Hidrojen ekonomisinin geleceğine dair pek çok belirsizlik söz konusu. Hidrojen üretimi ve tüketiminin dayandığı teknolojiler gelişmeye devam ediyor. Üretim maliyetlerinin ne kadar hızlı ve nereye kadar düşeceği, geçişin hızını ve kapsamını büyük ölçüde belirleyecek unsurlar. Hidrojen piyasaları için kapsamlı bir düzenleyici çerçevenin varlığı gibi, inovasyon ve yatırıma elverişli hükümet politikaları da kritik önemde. Hiçbir sosyal ve ekonomik değişim süreci geri döndürülemez değil kuşkusuz ancak hidrojen sektörünün son birkaç yılda gösterdiği büyüme hızı, hidrojenin ileride enerji politikalarının önemli bir parçası olacağını gösteriyor. Hidrojen, ulusal ekonomilerin karbonsuzlaştırılmasını kolaylaştırmanın yanı sıra, bu değere sahip olanlar ve olmayanlar arasında kurulacak yeni karşılıklı bağımlılıklar vasıtasıyla enerji dönüşümünün yeni jeopolitiğinin de kritik bir bileşeni olabilir.

Bu makale, AB'nin gelişmekte olan hidrojen stratejisine ve uzun vadede Türkiye'nin ihracatçı olarak potansiyel rolüne odaklanmıştır. Temel bulgu, Türkiye'nin ihracata elverişli bir hidrojen sektörü geliştirmek için sağlam temellere sahip olmasına rağmen, mevcut potansiyelin gerçekleştirilmesinin, Türkiye'nin iç enerji tüketim gereklilikleri, uygulanabilir bir ulusal hidrojen planının kurgulanması, uygun bir yasal çerçeve ve piyasa yapısının oluşturulması, altyapı yatırım planlarının geliştirilmesi ve son olarak hidrojen konusunda bölgesel iş birliğinin sağlanması gibi faktörlere bağlı olduğudur.

## **Heinrich Böll Stiftung Derneği**

İletişim: [info@tr.boell.org](mailto:info@tr.boell.org)

Web: <https://tr.boell.org/en>

Yayın tarihi: Ocak 2023

İngilizce son okuma: Simon Charles Popay

Uygulama: MYRA ([myra.com.tr](http://myra.com.tr))

Lisans: Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0),  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Bu raporda belirtilen görüşler tamamıyla yazara aittir. Heinrich Böll Stiftung Derneği'nin görüşlerini yansıtmamaktadır.