

HİDROJEN ENERJİSİNİN GELECEĞİ

YÖNETİCİ ÖZETİ

Temiz, güvenli ve uygun fiyatlı bir enerji geleceğinde anahtar rol oynayacak hidrojenin potansiyelinden faydalanma zamanı geldi. Uluslararası Enerji Ajansı, Japonya Hükümeti'nin G20 dönem başkanı olarak talebi üzerine, hidrojenle ilgili mevcut durumu analiz eden ve gelecek gelişimi hakkında tavsiyeler sunmak üzere bu raporu hazırladı. Raporda temiz hidrojenin benzeri görülmemiş siyasi ve ticari ivme kazandığını; dünya genelinde politika ve projelerin hızla geliştirildiğini tespit ediliyor. Ayrıca teknolojinin hemen yaygınlaştırılması ve maliyetlerin düşürülmesiyle hidrojenin yaygın kullanımının önünün sonucuna varılıyor. Hükümetlere ve sektöre sunulan bu pragmatik ve uygulanabilir tavsiyeler, artan ivmeden tam olarak faydalanmalarını mümkün kılacaktır.

Hidrojen, birçok kritik enerji sınamalarının üstesinden gelmemizi sağlayabilir. Uzun mesafeli taşımacılık, kimyasallar ve demir-çelik gibi emisyonları azaltmanın zor olduğu sektörlerde dekarbonizasyonu sağlayacak yöntemler ortaya koyar. Ayrıca hava kalitesini iyileştirmeye ve enerji güvenliğini artırmaya yardımcı olabilir. Enerji kaynaklı küresel CO₂ emisyonları, iddialı uluslararası iklim hedeflerine rağmen 2018'de tüm zamanların zirvesine ulaştı. Her yıl yaklaşık üç milyon insanın erken yaşta ölümüne neden olan açık hava kirliliği de önemli bir sorun olmaya devam ediyor.

Hidrojen birçok amaç için kullanılabilir. Günümüzde hidrojen sayesinde enerjiyi farklı şekillerde üretebilecek, depolayabilecek, taşıyabilecek ve kullanabilecek teknolojiler bulunmaktadır. Yenilenebilir ve nükleer enerji kaynakları ile doğal gaz, kömür ve petrol gibi yakıtlarla hidrojen üretebilmektedir. Hidrojen, boru hatlarıyla ve gemilerle sıvı hâlde taşınabilir. Elektrikine ve metana dönüştürülerek evler veya yem sektörü için enerji üretebilir veya arabalarda, kamyonlarda, gemilerde ve uçaklarda yakıt olarak kullanılabilir.

Hidrojen, yenilebilir kaynakların katkısını daha da artırabilir. Üretim düzeyi sabit olmayan, kullanımları her zaman taleple uyuşmayan solar PV ve rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklara destek olma potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin depolanması için en iyi seçeneklerden biri olan hidrojen, elektriği günler, haftalar, hatta aylar boyunca en düşük maliyetle depolayabilir. Ayrıca hidrojen ve hidrojen bazlı yakıtlar, yenilebilir kaynaklardan elde edilen enerjiyi güneş ve rüzgâr kaynakları bol olan Avustralya ve Latin Amerika gibi bölgelerden enerji ihtiyacı olan binlerce kilometre uzaktaki şehirlere taşıyabilir.

Geçmişte hidrojen için yanlış başlangıçlar yapıldı. Bu sefer farklı olabilir. Solar PV, rüzgâr, piller ve elektrikli araçların son zamanlarda elde ettiği başarılar, yenilikçi politika ve teknolojilerin küresel temiz enerji sektörleri kurma gücüne sahip olduğunu ortaya koydu. Küresel enerji sektörü değişim geçirirken, hidrojenin çok yönlü olması,

birçok hükümet ve şirketten daha çok ilgi görmesine neden oluyor. Yenilenebilir elektrik tedarikçileri, endüstriyel gaz üreticileri, elektrik ve gaz hizmetleri kuruluşları, otomobil üreticileri, petrol ve gaz şirketleri, büyük mühendislik firmaları ve şehirlerin yanı sıra hem ithalat hem de ihracat yapan devletlerden hidrojene destek geliyor. Hidrojene yapılan yatırımlar, dünya ekonomilerinde yeni teknolojik ve endüstriyel gelişmeleri destekleyerek nitelikli istihdam yaratıyor.

Hidrojen çok daha yaygın olarak kullanılabilir. Günümüzde hidrojen, çoğunlukla rafinajda ve gübre üretiminde kullanılmaktadır. Temiz enerjiye geçişe katkı sunması için, henüz hiçbir varlık gösteremediği ulaşım, binalar ve enerji üretimi gibi alanlarda benimsenmesi gerekmektedir.

Öte yandan küresel enerji dönüşümünde hidrojenin yaygın olarak kullanımı, bazı engellerle karşı karşıyadır:

Düşük karbonlu enerjiden hidrojen üretmek hâlâ maliyetlidir. IEA raporunun bulgularına göre yenilenebilir elektrikten hidrojen üretmenin maliyeti, yenilenebilir enerji maliyetlerinin düşmesi ve hidrojen üretiminin artmasıyla 2030'a kadar yüzde 30 civarında azalacaktır. Yakıt hücrelerinin, yakıt ikmal ekipmanlarının ve elektrik veya sudan elektrik üreten elektrolizörlerin tamamı seri üretimden fayda sağlayabilir.

Hidrojen altyapısının gelişimi yavaş ilerlemekte, benimsenmesini yavaşlatmaktadır. Tüketiciler için hidrojen fiyatları, ikmal istasyonlarının sayısına, kullanım sıklığına ve günlük hidrojen teminine bağlıdır. Bu sorunun çözümü için ulusal ve yerel yönetimleri, sanayi temsilcileri ve yatırımcıları bir araya getirecek planlama ve koordinasyon çalışmaları gerekmektedir.

Hidrojen günümüzde neredeyse tamamen doğal gaz ve kömürden sağlanmaktadır. Dünyada zaten endüstriyel ölçekte kullanılan hidrojenin üretimi, Endonezya ve Birleşik Krallık'ın toplamı kadar CO₂ emisyonu ortaya çıkarmaktadır. Temiz bir enerji geleceği için fosil yakıtlardan hidrojen üretiminde salınan CO₂'nin yakalanmasını; daha çok hidrojenin temiz elektrikten üretilmesini gerektirir.

Mevzuatlar temiz hidrojen endüstrisinin gelişimini sınırlamaktadır. Devletler ve sanayi dünyası iş birliği yaparak mevcut düzenlemelerin yatırımları engellememesini sağlamalıdır. Yüksek miktarda hidrojenin güvenli şekilde taşınması ve depolanması için ortak uluslararası standartların geliştirilmesi ve muhtelif hidrojen kaynaklarının çevre etkisinin takip edilmesi, ticarete katkı sunacaktır.

IEA, hidrojenin temiz ve yaygın kullanımını teşvik etmek için dört kısa vadeli fırsat tespit etmiştir. Böylece hidrojenin maliyetlerinin düşmesi; hükümetler ve özel sektör için risklerin azalması için gereken ölçeğe ulaşılabilir. Her fırsatın kendine özgü amaçları olmakla birlikte, her biri birbirini destekleyecektir.

1. **Sanayi limanları, temiz hidrojen kullanımını artırmak için merkez hâline getirilmelidir.** Fosil yakıt temelli hidrojen kullanılan rafinaj ve kimyasal üretiminin çoğunluğu Kuzey Denizi, Kuzey Amerika'nın Körfez kıyıları ve Çin'in güneydoğusunda yoğunlaşmıştır. Bu tesisleri daha temiz hidrojen üretimine geçmeye teşvik ederek maliyetleri düşürebiliriz. Ayrıca bu büyük hidrojen

kaynakları, limanlara hizmet sağlayan gemilere ve kamyonlara yakıt temin edebilir; yakınlarında bulunan çelik tesisleri gibi sanayi kuruluşlarına enerji sağlayabilir.

2. **Milyonlarca kilometrelik doğal gaz boru hatları gibi mevcut altyapıyı geliştirin.** Ülkelerin doğal gaz arz hacminin yalnızca yüzde 5'ini temiz hidrojenle değiştirmesi, hidrojen talebini artırarak maliyetleri düşürebilir.
3. **Filolar, navlun ve koridorlar aracılığıyla nakliyede hidrojenin payını artırın.** Popüler yollar boyunca yolcu ve mal taşıyan yüksek menzilli otomobillere, kamyonlara ve otobüslere enerji temin edilmesi, yakıt hücreli araçları daha rekabetçi hâle getirebilir.
4. **Hidrojen ticaretinin ilk uluslararası kargo rotalarını hayata geçirin.** Küresel LNG pazarının gelişiminden alınan derslerden faydalanabiliriz. Hidrojen, uluslararası enerji sistemine etki ederse uluslararası hidrojen ticaretinin yakında başlaması gerekiyor.

Gelecek için bir yol haritası olarak, hükümetlerin, şirketlerin ve diğer paydaşların temiz hidrojenin uzun vadeli potansiyelini gerçekleştirmeleri için yedi temel tavsiye sunuyoruz.

1. **Uzun vadeli enerji stratejilerinde hidrojene rol verin.** Ulusal, bölgesel veya yerel yönetimler, gelecekte beklenenlere yön verebilir. Şirketlerin de net, uzun vadeli hedefleri olmalıdır. Rafinaj, kimyasal, demir-çelik, yük ve uzun menzilli taşıma ve binalar ile enerji üretimi ve depolanması gibi alanlar, en önemli sektörlerdir.
2. **Temiz hidrojen için ticari talep yaratın.** Temiz hidrojen teknolojileri piyasada bulunmakla birlikte maliyetleri nedeniyle zorluk yaratabilir. Tedarikçiler, distribütörler ve kullanıcılar tarafından yapılacak yatırımları desteklemek için sürdürülebilir temiz hidrojen pazarlarını oluşturacak politikalar gerekir. Bu yatırımlar, tedarik zincirlerini büyütürken düşük karbonlu elektrik veya fosil yakıtlardan karbon yakalama, kullanım ve depolama gibi yollarla maliyetleri düşürebilir.
3. **İlk adımı atanların yatırım risklerini azaltın.** Hidrojenin yeni uygulamaları ile temiz hidrojen arz ve altyapı projeleri, en büyük risklerle karşı karşıyadır. Hedefli ve zaman sınırlı krediler, garantiler ve diğer enstrümanlar ile özel sektörün yatırım yapması, öğrenmesi, risk ve faydaları paylaşması sağlanabilir.
4. **AR-GE destekleriyle maliyetleri düşürün.** AR-GE, ölçek ekonomilerinde maliyetleri düşürmenin yanı sıra yakıt hücreleri, hidrojen bazlı yakıtlar ve elektrolizörlerin maliyetlerini düşürmek ve performanslarını artırmak için elzemdir. Kamu kaynaklarının kullanımı gibi hükümet tarafından atılacak adımlar, araştırma gündeminin belirlenmesi, risk alınması ve inovasyon için özel sermaye bulunması için büyük önem taşır.
5. **Gereksiz mevzuat engellerini kaldırarak standartları uyumlu hâle getirin.** Mevzuat ve izin şartlarının belirsiz, yeni koşullarla uyumsuz veya sektörler/ülkeler

arasında tutarsız olduğu durumlarda proje yöneticileri engellerle karşılaşır. Ekipmanlar, güvenlik ve muhtelif kaynaklardan salınan emisyonların sertifikasyonu konularında bilgi paylaşımı ve standartların uyumlu hâle getirilmesi çok önemlidir. Hidrojenin karmaşık tedarik zincirleri, devletlerin, şirketlerin, toplulukların ve sivil toplumun düzenli olarak işiştare etmesini gerektirir.

6. **Uluslararası angajman ve ilerlemenin tespiti.** Her alanda olduğu gibi standartlar, iyi pratiklerin paylaşımı ve sınır ötesi altyapı gibi konularda uluslararası işbirliğinin güçlendirilmesi gereklidir. Hidrojen üretimi ve kullanımı, uzun vadeli hedeflere yönelik ilerlemenin takibi amacıyla düzenli olarak izlenmeli ve raporlanmalıdır.
7. **Gelecek on yılda ivmenin artırılması için dört ana fırsata odaklanın.** Mevcut politikaların, altyapının ve becerilerin geliştirilmesi, birbirine destek olan bu fırsatların altyapı gelişimini hızlandırmasına, yatırımcı güvenini iyileştirmesine ve maliyetleri düşürmesine destek olabilir:
 - a. Mevcut sanayi limanlarını en iyi şekilde değerlendirerek onları düşük maliyetli, düşük karbonlu hidrojen merkezlerine dönüştürün.
 - b. Mevcut gaz altyapısını kullanarak yeni temiz hidrojen kaynaklarını destekleyin.
 - c. Yakıt hücreli araçları daha rekabetçi hâle getirmek için taşıma filolarını, navlun ve koridorlarını destekleyin.
 - d. İlk kargo rotalarını kurarak uluslararası hidrojen ticaretini başlatın.