



ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ, AB SINIRDA KARBON DÜZENLEMESİ VE TÜRKİYE ÇELİK İHRACATI

Sera gazı emisyon salımlarına bağlı iklim değişikliği ve global ısınmanın sanayi öncesi sıcaklık seviyelerinin 1.5 °C üstüne çıkmasının önlenmesi, 2015 Paris Konferansı ve takip eden yıllarda benzer uluslararası forumlarda net bir görüş olarak ortaya konmuştur. Artık biliyoruz ki **karbonsuzlaşma ve 2050 net-sıfır karbon hedeflerine yönelik enerji geçişi hareketinde, yenilenebilir kaynaklar (solar, rüzgar, hidro), enerji verimliliği ve elektrifikasyon önemli roller oynamakta, bu da özellikle yeşil ve temiz hidrojen için önemli fırsatlar ortaya koymakta ve karbonsuzlaşması güç olan demir-çelik ve kimya gibi ağır sanayileri veya fosil yakıtlarından başka alternatifleri kısıtlı olan ulaşım/ulaştırma sektörlerinin (hava, kara ve deniz) geleceği için önem taşımaktadır.** Temiz hidrojenin 2050 yılına kadar dünya toplam nihai enerji tüketiminin %12'sini karşılaması beklenmektedir¹. Şimdilik, yenilenebilir enerji kaynaklı yeşil hidrojenen elde edilen elektriğin fosil bazlı enerji kaynaklarından elde edilen elektriğe oranla daha maliyetli olmasına rağmen, bu trend özellikle yenilenebilir enerji üretim teknolojilerindeki ilerlemeler ve verimlilik artışları sebepleriyle değişmekte ve maliyetlerde önemli düşüşler görülmektedir².

Öte yandan global ölçekte gerçekleşmekte olan karbonsuzlaşma yönelim ve enerji geçişi hareketine bir ülkenin ve bu ülkede yer alan sanayi sektörlerinin sadece seyirci kalması veya bu değişim sürecinde ağır hareket etmesi gibi bir lüksü yok gibi görünmektedir. **Her ülke öncü sanayileri ile birlikte karbon emisyonlarını düşürmek ve enerji sürdürülebilirliği gibi hedeflerden bile önce kendi enerji güvenliğini olabildiğince garantiye almak ister. Bu da yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ve hidrojen gibi alternatif enerji taşıyıcılarına fırsatlar sunmaktadır.** Son

¹ Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor, IRENA, 2022, <https://www.irena.org/Publications>

² 2010 – 2021 döneminde global ortalamada birim maliyetler: Solar PV'de %88, kara rüzgarda %68 ve deniz rüzgarda %60 oranında azalmıştır.

Bu çalışmada ifade edilen bulgular, yorumlar, sonuçlar, öneriler ve görüşler tamamen yazarına aittir. TEPAV'ın resmi görüşü değildir. © TEPAV, aksi belirtilmedikçe her hakkı saklıdır.

yıllarda görüldüğü üzere, enerjide dışa bağımlılık uluslararası piyasalardaki fiyat dalgalanmalarının doğalgaz veya diğer fosil yakıtların ithalatını çeşitli sebeplerle sekteye uğratmakta ve enerji güvenliği ve erişilebilirliği açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Ayrıca **ihraç edilen ürünlerin dış pazarlarda karbon ayak izleri sebebiyle uygulanan ek vergiler/tariflere maruz kalıp rekabetçiliklerini kaybetmeleri ve ülke ekonomisinin ihracattan elde ettiği gelirlerinin olumsuz etkilenmesi de mümkündür.** Bu konuya aşağıda Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye'nin AB'ye olan çelik ihracatı açısından değineceğiz.

Her ne kadar Rusya-Ukrayna Savaşı gibi krizler kısa vadede global enerji piyasaları ve güvenliği açısından riskler oluştursa ve ülkelerin fosil yakıtlara bağımlılığını arttırıcı bir etken yaratsa da birçok ülke özellikle fosil yakıt kaynaklı karbon emisyon salımlarının azaltılması amacıyla yenilenebilir enerji, düşük karbonlu veya yeşil hidrojen alanlarında 2050'li yıllara uzanan hedefler, stratejiler ve yol haritaları ortaya koymakta ve bu alanlarda yapılacak araştırma-geliştirme ve yatırımlar için mali destek ve kaynaklar sağlamaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde Başkan Biden'in Ağustos 2022'de imzaladığı Enflasyon İndirim Kanunu (the "US Inflation Reduction Act") enerji geçişi yatırımlarına yönelik 400 milyar dolardan fazla (260 milyar doları vergi indirimleri olmak üzere) global anlamda şu ana kadar görülmüş en yüksek miktardaki destek paketi olup temiz enerji teknolojileri, rüzgar, güneş, batari yedekleme, elektrikli araçlar, nükleer, hidrojen, karbon yakalama ve stoklama ve biyoyakıt alanlarını kapsamaktadır.

Öte yandan, enerji geçişi ve yenilenebilir enerjiye dönüşüme ağırlık veren ülkeler, karbon emisyon azaltımı konusunda sadece kendi başına hareket etmenin yeterli olamayacağını farkındalar. Özellikle ürün ithalatı gerçekleştirdikleri ülkelerin karbon ayak izi konusunda aynı azimle hareket etmemeleri durumunda, ithalatı gerçekleştirilen ürünler açısından bir karbon kaçağının oluşması ihtimali veya bu ürünlerin yerli üreticiler tarafından üretilecek düşük veya sıfır karbon emisyon izi taşıyan ama bu sebeple de daha pahalıya mal olan ürünler için rekabet dezavantajı getirme riski bulunmaktadır. Bu sebeple de sınırda karbon düzenleme mekanizması uygulamaları yavaş yavaş İngiltere, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Yeni Zelanda ve Avustralya gibi birçok ülke tarafından yürürlüğe konmakta veya yakın zamanda yürürlüğe girmesi için planlamalar ve teklifler üzerinde çalışmalara devam edilmektedir. Bu bağlamda, ihracatçı ülkelerin uzun vadede benzer mevzuat ve uygulamalara hazırlanmaları ve karbon emisyonlarını düşürme ve yeşil enerji geçişine uyum sağlamaları gerekmektedir.

AB, 2015 Paris İklim Konferansı/Mutabakatı sonrası ve Aralık 2019'da açıkladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı (the "European Green Deal") ile **net sera gazı emisyon salımlarını 2030 yılı itibariyle 1990 seviyelerine göre en az %55 oranında azaltmayı hedeflemekle birlikte 2050'ye kadar tamamen iklim-nötr³ ("Climate neutral") olma sürecinde ilerliyor.** AB ETS ise 2030 karbon azaltımı hedefini karbon yoğun sektörler için %62 olarak belirledi. AB, yenilenebilir enerji temelli hidrojen konusunda hedeflerini büyütürken aynı zamanda bu alanda düzenleyici mevzuatsal çerçeveleri ve destek uygulamalarını de tek tek devreye alıyor. **AB belki de şu an itibariyle dünya çapında en kapsamlı olan Sınırda Karbon Düzenlemesi Mekanizması regülasyonunu ("SDKM", "Carbon Border Adjustment Mechanism –**

³ Sera gazı emisyon salınımları nette sıfır olacak şekilde. "Fit-for-55" AB'nin Avrupa İklim Kanunu'nda yapmış olduğu değişiklikler ve AB karbon salınımlarını 2030'a kadar en az %55 indirmeyi yasal zorunluluk haline getiriyor.

CBAM”) 16 Mayıs 2023'te AB Resmi Gazetesi'nde yayınlamıştır. İşte bu regülasyon, ilk aşaması 01 Ekim 2023 tarihi itibariyle olmak üzere uygulamaya geçecek. SDKM'nin uygulamasına ilişkin ilk aşamada özellikle karbon yoğunluklu üretim süreçleri bulunan sektörler ve ithalatı yapılan çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, elektrik ve hidrojen ürünler hedefleniyor. Bu dönemde, ithalatçı firmaların karbon emisyonları konusunda raporlama yapması ve ilgili konularda ithalatçı firmalardan veri toplanması ve bu sayede uygulamada iyileştirmeler yapılması amaçlanmaktadır. 18 Ağustos 2023'te de Avrupa Komisyonu geçiş dönemi raporlama yükümlülüklerine ilişkin detayları anons etmiştir. Geçiş döneminde tüm ürünler için hem doğrudan (Kapsam 1⁴) hem de dolaylı emisyonların (Kapsam 2⁵) hesaplanarak raporlanması gerekmektedir. Bu arada Kapsam-3 olarak adlandırılan “Girdi kaynaklı dolaylı emisyonlar”, yani ürünün üretiminde girdi olarak kullanılan ve yine SKDM ürün listesinde yer alan girdi/ara malların üretimi ve ilgili lojistik süreçlerinde salınan emisyonlar da tedarikçilerden temin edilerek hesaplama dahil edilecektir. Geçiş döneminde firmaların raporlayacakları emisyon verilerinin doğrulanmasına 2026'ya kadar ihtiyaç bulunmuyor.

01 Ocak 2026 ile başlayacak ve ana uygulama dönemi olan ikinci dönem ise ithalatçı firmaların ürünlerine ilişkin taşıdıkları karbon emisyon miktarları üzerinden mali yükümlülükler⁶ ile karşılanacakları bir dönem olacaktır. Bu tarihten itibaren akredite bir kuruluş tarafından firmaların yaptığı raporlamalardaki verilerin doğrulanması gerekecektir.

Yukarıdaki bağlamda birçok ülke ve bu ülkelerdeki ağır sanayi sektör temsilcileri öncülüğünde regülatörler tarafından talep edilen raporlamalara ilişkin kapsam 1 ve 2 emisyonları ve ilgili bilgilerin nasıl tedarik edileceği; data toplaması ve raporlaması için gerekli sistem altyapısının kurulması ve uygulamasına ilişkin teknik ve finansal zorluklar; tedarik edilecek bilgilerin içeriğine ilişkin ticari hassasiyet; bu şekilde veri toplamanın Dünya Ticaret Örgütü kuralları ile uyumlu olup olmadığı; bilgilerin sağlanmasının AB ve Avrupalı üretici firmalara ticari rekabet avantajı sağlayıp sağlamayacağı; karbon emisyon düşürümünün tam olarak sağlanamayacağı durumlarda bunun ürünlere getireceği ek SKDM maliyeti ve yine AB'li üreticilere veya diğer ihracatçılara karşı rekabet dezavantajı; ihracatçı ülke hükümetlerinin konuya ve ithalatı gerçekleştirilmek istenen ürünlere ait sektörlerin karbon emisyonlarının düşürülmesi (yeşil geçişin sağlanması) yolunda yapacakları mevzuatsal düzenlemeler, sağlayacakları mali destekler; ihracatçı ülkelerin kendi karbon emisyon fiyatlama ve ticaret sistemlerini faaliyete geçirmesi, bu piyasaların efektif işleyişi ve elde edecekleri gelirleri yeşil dönüşümü desteklemek amacıyla tekrar sanayiye teşviklerle ulaştırıp ulaştırmayacağı gibi konular konuşulup tartışılmaktadır.

2022 yılı itibari ile Türkiye'nin toplam karbon emisyon salımı 2000 yılına göre %100 artarak 453 MtCO²'ye ulaşmıştır (kişi başı 6,7 MtCO²) ve ağırlıklı olarak enerji kaynaklı emisyonlardan oluşmaktadır. Bunun nedeni de Türkiye'nin birincil enerji arzının halen %80'den fazlasının fosil

⁴ Kapsam-1 Doğrudan emisyonlar: ürünün üretim süreçlerinden kaynaklanan karbon salımı (üretim sürecinde tüketilen ısıtma ve soğutmanın üretiminden kaynaklı olan emisyonlar da dahil)

⁵ Kapsam-2 Dolaylı emisyonlar: Üretimde kullanılan elektrik enerjisinin üretimi aşamasında salınan emisyonlar.

⁶ Mali yükümlülüğün hesaplanması öncelikli olarak ithal ürünü üreten tesisin gerçekleşen emisyon değerleri (1 ton ürün üretiminde salınan CO₂ miktarı (ton)) ve bu miktardan ilgili ürün için AB Emisyon Ticaret Sistemi'nde (AB ETS) ücretsiz tahsisat sağlanan emisyon miktarı (1 ton ürün üretiminde salınan CO₂ miktarı (ton)) çıkarılarak bulunan net miktarı toplam ithalat edilen ürün miktarı ve AB ETS'deki haftalık ortalama fiyat ile çarpım sonucu bulunacak tutar olarak tespit edilecek olup, eğer üretim yapılan ülkede eşdeğer bir karbon vergilendirme ödemesi yapıldıysa bu tutar mali yükümlülüğün düşülebilir.

kaynaklardan sağlanmasıdır. **AB SKDM uygulamasını ve etkilerini değerlendirebilmek adına, durumu Türkiye açısından global sera gazı salımlarının %8'inden sorumlu ve karbonsuzlaştırması bir hayli zor olan, demir-çelik sektörü özelinde ele alırsak** Sanayi ve Ticaret Bakanlıkları verilerine göre Türkiye'nin yassı ve uzun demir-çelik üretimi 2021 yılı itibariyle 40,3 Mt olup dünyada yedinci büyük üretici konumundadır. Türkiye'nin dünya pazarlarına toplam çelik ürünleri ihracatı 2022 yılı itibariyle 22,8 Mt olup bu miktarın yaklaşık %39'u bu alanda Türkiye'nin en büyük ihracat pazarı olan Avrupa'dır (yaklaşık yıllık 7-8 milyar dolar), bu da Türkiye'yi Çin'den sonra %11'lik pay ile Avrupa'nın ikinci büyük demir-çelik tedarikçisi yapmaktadır. Türkiye'yi sırasıyla %8 ve %7'lik paylarla Hindistan ve Rusya takip etmektedir.

Modern dünyada çeliğin kullanım alanlarına baktığımızda, küresel olarak üretilen toplam çeliğin yarısından fazlasının yapı ve altyapı sektörlerinin taleplerini karşıladığı görülmektedir. 2020 yılı itibariyle, mekanik ekipman, otomotiv ve metal ürünleri sektörlerinde çelik kullanımı sırasıyla %16, %12 ve %10 oranlarında gerçekleşmiştir. Bu nedenle, bu sektörlerdeki herhangi bir genişlemenin, doğrudan küresel olarak artan çelik üretimine dönüştüğünü söylemek doğru olacaktır⁷. Bu sektörlerde karbonsuzlaşma süreci çelik sanayiinde karbonsuzlaşma ile yakından ilgilidir.

Türkiye'de toplam çelik üretimin %70'den fazlası, Elektrik Ark Fırını ("Electric Arc Furnace", "EAF"), girdi olarak da değişik kalitelere hurda çelik kullanan ve bu çeliğin elektrik enerjisinden elde edilen ısı ile eritilerek tekrar istenilen kalitede çeliğe dönüştürülmesini amaçlayan tesislerde gerçekleştirilmektedir. Geri kalan %30'luk üretim ise Bazik Oksijen Fırını ("Blast Furnace – Basic Oxygen Furnace", "BF-BOF), fosil yakıtlardan (ağırlıklı süreçte işlenmiş kömür (kok)) faydalanan ve kullanılan demir cevherini saflaştırmak için karbon kullanılan ve dolayısıyla karbon emisyon salımın çok daha yoğun olduğu, ülkemizdeki en büyük kapasiteli üç adet demir çelik tesisinin de içinde bulunduğu tesislerdir. Toplam küresel çeliğin %70,7'si BF-BOF yolu kullanılarak üretilirken, yaklaşık %28,9'u EAF yoluyla üretilmektedir⁸. Bu üretimin yaklaşık %49'u Çin %5'i Hindistan tarafından kömür bazlı BF-BOF teknolojileri ile gerçekleştirilmektedir. 2023 verileri küresel ölçekte planlanan çelik üretim tesis yatırımlarının neredeyse %43'lük kısmının EAF projeleri olduğunu göstermekte olmasına rağmen Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2050 net sıfır senaryoları en az %50'lik kapasitenin hidrojen bazlı EAF'a olması gerektiğini işaret etmektedir⁹.

Türkiye'de, 2021 yılı BF-BOF tabanlı tesislerin sera gazı tahmini salımı yaklaşık 2 ton CO²/ton çelik, EAF tabanlı tesislerin ise 0,6 ton CO²/ton çeliktir (her iki tip tesis, ülke ortalaması üretimindeki yüksek EAF tesis kapasitesi sebebiyle 1 ton CO²/ton çeliktir). Dünyada çelik üretiminde CO² yoğunluğu yaklaşık olarak Hindistan'da 2,6 ton CO²/ton çelik, Çin'de 2 ton CO²/ton çelik, Rusya'da 1,6 ton CO²/ton çelik, Japonya'da 1,5 ton CO²/ton çelik, Avrupa'da 1 ton CO²/ton çelik ve ABD ise 0,8 ton CO²/ton çeliktir. **Türkiye, bu grupta ABD'den sonra 1 ton CO²/ton çelik karbon salım ortalamasıyla çelik üretiminde karbonsuzlaşma açısından en düşük karbon ayak izine sahip ülkedir**¹⁰.

⁷ Türkiye Çelik Sektörü Raporu: Üretim, Ticaret ve Karbonsuzlaşma Süreci, SEFIA, 2022

⁸ Türkiye Çelik Sektörü Raporu: Üretim, Ticaret ve Karbonsuzlaşma Süreci, SEFIA, 2022

⁹ Pedal to Metal, 2023, Global Energy Monitor

¹⁰ Türkiye Çelik Sektörünün Karbonsuzlaşması: "Mevcut Durum", Dursun Baş, İstanbul Politikaları Merkezi, Haziran 2023

AB SKDM uygulamasının fiyatlar ve rekabet üzerinde etkisi düşünüldüğünde Türk çelik ihracatının göreceli olarak rakiplerine göre daha düşük oranda karbon yoğunluğuna sahip olması, ilk bakışta SKDM'in AB'ye ihracatta 2026 yılı itibariyle getireceği karbon tarifelerine rağmen kısa vadede pazar kaybetme ihtimalinin düşük olduğu izlenimini vermekle birlikte orta ve uzun vadede diğer ihracatçı ülkeler gerçekleştirecekleri enerji geçişi aksiyonları ile sanayi sektörlerinde karbonsuzlaşmada ilerlemeler kaydettikçe Türkiye'ye karşı avantaj sağlamaya başlayabilirler. Bu da hem Türkiye için bir ihracat pazar payı kaybına neden olabilir hem de SKDM tarife ve vergilerinden dolayı ihracatçının Avrupa pazarında karlılığı fazlasıyla düşebilir.

Peki, **demir-çelik sektöründe karbonsuzlaşma** veya azaltım süreci nasıl olacak? **Sektörde henüz büyük ölçülerde uygulaması test edilmemiş karbon yakalama ve stoklama yönteminin yanı sıra direkt elektrifikasyonun artırılması**, örneğin, **fosil yakıt bazlı BOF tesislerini elektrik girdisi bazlı EAF teknolojilere dönüştürmek** bir çözüm sunabilir. Fakat bu dönüşümler, önemli miktarda yatırım ve finansman gerektirmektedir. Ayrıca EAF teknolojisi çelik hurdasından faydalanmakta ve çelik hurdasının dünya çapında istenilen kalitede tedariki sınırlı miktardadır. Birçok ülkenin de EAF tesislerine yapacağı yatırımlar göz önüne alındığında ileride kaliteli ve uygun fiyatlı hurda çelik tedarikinin iyice zorlaşacağı görülebilir. Ayrıca **EAF teknolojisi, fosil kaynaklı elde edilen elektrik kullandığı sürece karbon ayak izi olmaya devam edecektir**. Burada söz konusu olan **elektrik ancak yenilenebilir enerjiden sağlanabilirse karbon ayak izinin azaltılması veya sıfırlanması anlamına gelebilir**. Bu açıdan **yeşil hidrojen üretimi ve depolanması, gelecekte şüphesiz elektrik enerjisi güvenliği bakımından bir gereklilik oluşturacaktır**. Bir diğer yol ise, demir cevheri kullanılan **EAF çelik üretim tesislerinde yeşil hidrojen girdili doğrudan indirgenmiş demir (Direct reduced Iron - DRI) üretim yöntemi enerji verimliliği sağlayabilir ve bu yolla karbon emisyon salımı olmayan bir süreç elde etmek mümkün olabilmektedir**. Bu yöntemdeki kısıtlardan bir tanesi, sanayi ihtiyaçları için gerekli yeşil hidrojen elde etmekte kullanılması gereken elektrolizör teknolojilerine ilişkin kapasite sıkıntıları ve maliyet yükseklikleridir. Çelik sanayini karbonsuzlaştırma yolunda aslında en büyük bariyer maliyetlerdir. Sıfır karbonlu yeşil hidrojen üretimi için global ölçekte gerekli yatırım miktarının 2,8 trilyon dolar olduğu tahmin ediliyor¹¹.

Demir-çelik üretici şirketlerinin yukarıda bahsi geçen teknoloji dönüşüm ve altyapı yatırımlarını gerçekleştirebilmeleri için uzun vadede önlerini görebiliyor olmaları gerekir. Bu noktada, yenilenebilir enerji ve bu enerjiden elde edilebilen yeşil hidrojen gibi alternatif temiz yakıtları da kapsayıcı ulusal bir enerji politikası ve stratejisinin olması, ülkenin karbon emisyon düşürme ve sıfırlama hedefleri ve enerji geçişi için yol haritaları, mevzuat düzenlemeleri, ulusal emisyon ticaret ve fiyatlama sisteminin yürürlüğe konması ve buradan elde edilecek gelirlerin tekrar sanayiye temiz enerji alanında destekleyecek teşviklere dönüştürülmesi konusunda iş dünyasına netlik sağlanması ve sektörde temiz enerjiye geçiş konusunda yapılması gereken yatırımlar konusunda diğer teşvik edici mali destek uygulamalarının hayata geçirilmesi açısından önemlidir.

Türkiye'de ulusal ölçekte enerji geçişi alanında politikalar, 2015 Paris (iklim) Konferansı sonrasında ortaya konan uluslararası anlaşmanın Türkiye tarafından 2021 de onaylanması ile ivme kazanmıştır. Sonrasında Türkiye'nin 2053 için net sıfır karbon emisyon gibi ulaşılması ulusal düzeyde önemli çabalar ve yatırımlar gerektiren fakat saygın bir hedef olan

¹¹ Green Steel, Perspective from Franklin Templeton

karbonsuzlaşmayı bir devlet politikası haline getirmiş olması, ayrıca önemlidir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) tarafından 27. Birleşmiş Milletler İklim Konferansı'nda (COP27) açıklanan güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanı (NDC), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yayımlanan ve 2035 yılına kadar enerji sektörü için bir yol haritası sunan Ocak 2023 tarihli **Ulusal Enerji Planı (UEP)**, 2017 tarihli **Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023 (UEVEP)**¹² ve buna bağlı yıllık gelişim raporları ve **Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası**¹³ ve Ticaret Bakanlığı tarafından 2021'de yayınlanan "**Yeşil Mutabakat Eylem Planı**" gibi çalışmalar, Türkiye'nin enerji geçişi sürecine şüphesiz önemli katkılarda bulunmaktadır. Ayrıca Ticaret Bakanlığının yakın zamanda çelik, alüminyum ve çimento sanayi kamu ve özel sektör paydaşlarının katılımıyla gerçekleştirdiği AB SKDM ve dış ticarete getireceği değişiklikleri birlikte değerlendirdiği toplantılar da önemlidir. Bununla birlikte, **sanayi sektörleri ve paydaşlarının uzun vadeli yeşil dönüşümlerini planlayabilmeleri, ar-ge, teknik ve finansal fizibilite ve yatırımlarını netleştirebilmeleri adına hükümet ve ilgili bakanlıklar öncülüğünde mevzuatın, uzun vadeli politikaların, eylem planlarının, yol haritalarının ve teşvik uygulamalarının detaylandırılması ve netleştirilmesine ihtiyaç devam etmektedir.** Yine sanayi ve diğer sektörlerin karbonsuzlaştırılması ve bu kapsamda **yeşil ve temiz hidrojen gibi uygulamaların teknik ve ticari anlamda uygulanabilirliğini gösterebilmek adına** gerek üniversiteler gerekse **yeşil enerji teknolojilerine yönelik ar-ge çalışmalarında bulunan kuruluşlar ile pilot uygulamalar yapılmasına ABD ve AB'de olduğu gibi daha geniş çapta devlet desteği ve kaynak ayrılması önemlidir.** Güncellenmiş ulusal katkı beyanında da taahhüt edilmiş olan "**İklim Kanunu**", "**Uzun Vadeli İklim Değişikliği Stratejisi**", "**Uzun Vadeli Düşük Emisyonlu Kalkınma Stratejisi (Uzun Vadeli Strateji)**", "**Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası**" ve "**Çelik, Alüminyum ve Çimento Sektörleri için Sıfır Karbonlu Yol Haritası**" gibi mevzuat ve politika belgeleri daha **fazla gecikmeden kamuya sunulmalı ve uygulamaya konmalıdır.**

Harvard Kennedy School Profesörlerinden Ricardo Hausmann'ın dikkat çektiği bir nokta ise¹⁴, geleneksel sanayi işletmeleri gerek duydukları karbon tabanlı enerjiye ilişkin nakliye ve stoklama maliyetlerini düşük tutabildikleri lokasyonlarda faaliyet göstermektedirler. Yeşil enerji ise tam tersine stoklanması ve nakliyesi göreceli olarak pahalıdır. Bu durumda özellikle ağır sanayinin karbonsuzlaştırılması ilgili işletmelerin faaliyetlerini ve yatırımlarını yeşil enerji üretim bölgelerine taşımasını gerektirebilir. Ucuz yeşil enerjiye erişimi olan ülkelerin yeşil sanayi bölgeleri oluşturmaları daha maliyet ve elde edilebilecek sinerjiler açısından bir politika

¹² UEVEP 2017-2023 planı incelendiğinde, planda belirtilen 2017-2023 dönemi Türkiye birincil enerji tüketiminde %14'lük kümülatif bir azaltım hedefi bulunduğu görülür, fakat 2022 sonu itibarıyla Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 2017 yılına göre maalesef %10'luk bir artış kaydetmiştir. Bu konuya ilişkin hedeflerin tekrar gözden geçirilerek yakın zamanda ortaya konulması beklenen yeni bir plan ile konuya ivme kazandırılması gerekmektedir.

¹³ Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritasına göre, Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda kritik öneme sahip yeşil hidrojen üretimi için gerekli batarya kapasitesinin 2035 yılında 7,5 GW'a, elektrolizör kapasitesinin ise 5 GW'a ulaşması ve 2053'de ise bu kapasitesinin 70 GW'a ulaşması hedeflenmektedir. Yeşil hidrojen üretim maliyetinin 2035 yılına kadar 2,4 ABD/kgH 'nin altına ve 2053 yılına 2 kadar 1,2 ABD/kgH 'nin altına düşürülmesi de ayrıca hedeflenmektedir Bunların yanı sıra öncelikle yeşil hidrojen üretimi ve depolanması için gerekli teknolojilerin ve gerekli ekipmanların, elektrolizörler dahil yerli olarak üretimi için gerekli araştırma-geliştirme (AR-GE) faaliyetlerinin yürütülmesi ve teknoloji üretimi sağlandıktan sonra yerli üretim aksamının kullanılması için teşvik mekanizmalarının ve sertifika programlarının oluşturulması şeklinde bir strateji ortaya koymuştur.

¹⁴ <https://www.project-syndicate.org/commentary/green-industrial-parks-could-help-accelerate-decarbonization-by-ricardo-hausmann-2023-07> Temmuz 2023, Ricardo Hausmann

alternatifi sunmaktadır. Yeşil sanayi bölgeleri, karbonsuzlaştırmaya ilişkin politikaların ve karbon fiyatlandırma, Avrupa SKD gibi uygulamaların getirebileceği ek maliyetleri dengeler nitelikte bir uygulama olabilir.

Buna paralel olarak, Türkiye’de de yenilenebilir enerji ile entegre olacak organize sanayi bölgelerine ilişkin düzenlemelerin yeni iklim kanunu içerisinde de yer alması halinde Türkiye’nin sanayisinin dekarbonize olma sürecine önemli katkılarda bulunabileceği kanısındayız.

Sonuç olarak global ölçekte yaşanan enerji değişim hareketi, iklim değişimine yönelik iyi niyetli ulusal politikalar belirlemenin çok ötesindedir.

Demir-çelik, kimya, çimento, elektrik ve yeşil olmayan hidrojen gibi karbon ağırlıklı sektörlerin yeşil dönüşümü için 2050’li yılları hedefleyen ulusal politikalar, hükümetler ve uluslararası kuruluş tarafından sağlanan, tarihte benzeri görülmemiş mali teşviklerle desteklenen büyük çapta dönüşüm yatırımlarının önünü açmakta, yeni teknolojilerin ve pazarların oluşumuna olanak sağlamaktadır. Bu arada da birçok hükümet, yeşile dönmekte olan ulusal sanayilerini korumacı bir yaklaşımla uluslararası ticarete (ithal edilen ürünlere) sınırda karbon düzenlemesi gibi mekanizmalarla ek vergiler getirmekte ve bu sebepten ötürü ihracatçı ülkelerin de enerji değişimi alanında ciddi girişimlerde bulunmalarını zaruri hale getirmektedir. **AB SKDM bu alanda önemli bir sürecin başlangıcıdır. 1 Ekim 2023 tarihinde resmi anlamda başlayacak olan bu süreç, Türkiye açısından, özellikle karbon yoğun ve dış ticarete önemli payı olan sektörlerde, yeşil enerji geçişini sağlamak adına gerekli önlemlerin alınmaması ve ilgili teknoloji ve altyapı yatırımlarının gerçekleştirilmemesi durumunda, 2026’dan itibaren dış ticaret rekabet gücünü önemli düzeyde olumsuz etkileyebilecek bir süreçtir. Üzerinde tüm ilgili kamu ve özel sektör paydaşlarının çalışması ve hükümet destekli olarak geniş kapsamlı politika, strateji ve yol haritalarının oluşturulmaya ve uygulanmaya devam edilmesi gerekmektedir.**