

**NET SIFIR EMİSYON HEDEFİ DOĞRULTUSUNDA
MİLLÎ TEKNOLOJİ HAMLESİ**

*NATIONAL TECHNOLOGY INITIATIVE IN LINE WITH THE NET-
ZERO EMISSION TARGET*

**Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPİNAR
Dr. Tuğba DİNÇBAŞ**

NET SIFIR EMİSYON HEDEFİ DOĞRULTUSUNDA MİLLÎ TEKNOLOJİ HAMLESİ

Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINARⁱ
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan
Yardımcısı

Dr. Tuğba DİNÇBAŞⁱⁱ
İklim Değişikliği Başkan Yardımcısı

Özet

İklim değişikliği krizini hem sera gazı emisyonlarının azaltımı hem de iklim değişikliğine uyum bağlamında yönetebilmek adına teknoloji temel araçların başında sıralanmaktadır. İklim değişikliği literatürü iklim değişikliğinin getirdiği ve gerektirdiği dönüşümde başta enerji sektörü dönüşümü olmak üzere teknolojik gelişmelerin önemini daha da belirginleştirmiştir.

Diğer taraftan içinde ülkemizin de bulunduğu birçok ülke tarafından açıklanan net sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda; gerekli emisyon azaltımına ulaşabilmek için mevcut temiz teknolojilerin yaygınlaşmasını sağlamak, yeni teknolojileri piyasaya sunmak ve gelişmekte olan ülkeleri bu konuda teknik ve finansal açıdan desteklemek gerekmektedir. Bu teknolojilerin yaygınlaşmasını geciktirmek, iklim krizine rağmen ekonomilerin karbon yoğun büyümeye devam etmesine ve küresel emisyon azaltım hedefine ulaşmanın zorlaşmasına neden olacaktır.

Türkiye'nin Paris Anlaşmasına taraf olması ve net sıfır emisyon hedefini açıklamasını müteakip temiz teknoloji alanında Ar-Ge ve yatırım faaliyetlerine hız verilmesi hem ekonomik açıdan hem de çevresel öncelikler açısından elzem bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kriz dönemleri aynı zamanda fırsat dönemleridir. Son zamanlarda kriz olarak tanımlanan iklim değişikliği sadece temiz teknolojilerin gelişmesi için değil üretim ve tüketim süreçlerinin radikal bir şekilde değişmesi için de kritiktir. Bu bağlamda iklim krizine ilişkin riskler ve fırsatlar bütünsel olarak ele alınmalı ve süreç etkin, kapsayıcı politikalarla kazan-kazan yaklaşımına dönüştürülmelidir.

Ülkemizin yeşil dönüşümün getirdiği süreçten mümkün olduğunca az etkilenmesi ve süreci ekonomimiz adına fırsata çevirmesi adına düşük karbonlu teknolojilere yönelik mevcut politikaların çok ötesine geçilmesi gerekmektedir. Söz konusu teknolojiler tüm alt başlıklarda ve tüm teknoloji döngüsü boyunca desteklenmeli, bunun için finansı da kapsayan etkin mekanizmalar kurulmalı ve faaliyetler somut göstergelerle takip edilmelidir. Bu kapsamda ilk yapılması gereken 2053 net sıfır emisyon vizyonu çerçevesinde yaşanacak dönüşümü dikkate alan bir teknoloji yol haritası belirlemektedir. Diğer taraftan teknolojiye ilişkin ulusal ve uluslararası işbirliğini geliştirmek şarttır. Özel sektörün Ar-Ge çalışmalarına katılımını artırmak, bu alanlarda kamu-üniversite-özel sektör işbirliğini geliştirmek gereklidir. Son olarak gerekli teknoloji çalışmaları için uluslararası finansmanın daha güçlü bir şekilde harekete geçirilmesi büyük önem arz etmektedir.

İklim değişikliği sorununa çözüm olarak beliren yeşil dönüşüm sürecinde Türkiye teknoloji kapsamında önemli gelişmeler kaydetmiş olup sürece daha etkili cevap verebilmesi adına tüm kurumlarıyla dönüşümün gerektirdiği stratejileri ve politikaları belirlemesi gerekmektedir. Söz konusu teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması sadece iklim değişikliği ile mücadeleye değil ülkemizin teknoloji bağlamında üretim süreçlerinde ilerleme kaydetmesine de olanak sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler

Temiz teknoloji, İklim değişikliği, Net sıfır emisyon, Yeşil dönüşüm, Düşük karbonlu teknolojiler

ⁱ mehmet.birpinar[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-5703-6341

ⁱⁱ tugba.dincbas[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-0206-4521

NATIONAL TECHNOLOGY INITIATIVE IN LINE WITH THE NET-ZERO EMISSION TARGET

Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINARⁱⁱⁱ
*Deputy Minister of Environment, Urbanization and
Climate Change*

Dr. Tuğba DİNÇBAŞ^{iv}
*Deputy Director | Ministry of Environment,
Urbanization and Climate Change*

Abstract

Technology is considered to be one of the core building blocks in solving the problem of climate change. Current studies on climate change demonstrate the increasing importance of scientific and technological trends that will shape the future of the world. *Energy system technologies, in particular, are of great importance as they lie at the very heart of the climate change problem.*

On the other hand, to achieve the net-zero emission targets announced by many countries, including our country, it is necessary to ensure the dissemination of existing clean technologies, develop and introduce new technologies to the market and provide technical and financial support to developing countries to reduce emissions. Delaying the dissemination of these technologies will cause economies to continue their carbon-intensive growth paths despite the climate crisis. This situation will make it difficult to achieve emission reduction targets over time.

Accelerating R&D and investment activities in clean technology right after Türkiye became a party to the Paris Agreement and announced its net-zero emission target emerges as a economic and environmental priorities.

Times of crisis are also times of opportunity. Climate change, which has been defined as a crisis recently, is critical not only for the development of clean technologies but also for a radical change in production and consumption processes. In this context, risks and opportunities related to the climate crisis should be addressed in a holistic way and the process should adopt a win-win approach with effective and inclusive policies.

It is necessary to move beyond the existing policies on low-carbon technologies in order to minimize the impact of green transition in our country and use the process as an opportunity. Such technologies should be supported under all subheadings and throughout the entire technology cycle, and in order to do this, effective mechanisms including financial ones, should be created and activities with concrete indicators in line with designated targets should be carried. In this context, the very first step to take is to set a technology roadmap regarding the transition that will take place within the framework of the 2053 net-zero emission vision. In addition, it is essential to improve national and international cooperation on technology. The participation of the private sector in R&D efforts and improve the public-university-private sector cooperation in these areas should be increased. Lastly, it is of utmost importance that international financing is mobilised in a stronger way for the dissemination of technology efforts.

Türkiye has made significant advances in technology in the green transition process, which is seen as a solution to the climate change problem. It is needed to identify the related strategies and policies required by these change with all institutions. The development and dissemination of these technologies will provide an opportunity not only for the fight against climate change but also green transition of our country.

Keywords

Clean technology, Climate change, Net-zero emission, Green transition, Low-carbon technologies

ⁱⁱⁱ mehmet.birpinar[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-5703-6341

^{iv} tugba.dincbas[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-0206-4521

1. Giriş

1.1. İklim Değişikliği ile Mücadelede Teknolojinin Yeri

İklim değişikliği sorunu hem ölçek hem de gelecekle ilgili oluşu sebebiyle diğer hiçbir çevre sorununa benzememektedir. İklim değişikliği ile mücadeleyi zorlaştıran noktalardan birisi oluşumu bakımından küresel olan bir sorunun lokal önlem veya uygulamalarla çözülemeyeceği yani küresel işbirliği gerektirmesi diğeri ise sorunun enerji, ticaret, sanayi, kalkınma, yatırım ve eğitim gibi birçok başlığı kapsamasıdır. Bu bağlamda küresel olarak iklim değişikliği sorununun kabul edildiğinin ve bu sorunu çözüme yolunda küresel iradenin oluştuğunun en büyük göstergesi Paris Anlaşmasının tüm ülkelerin onayıyla tek bir günde kabul edilmesi ve günümüzde yaklaşık 140 ülkenin net sıfır emisyon hedefini açıklamasıdır.

İklim değişikliği krizini hem sera gazı emisyonlarının azaltımı hem de iklim değişikliğine uyum bağlamında yönetebilmek adına teknoloji ana araçların başında sıralanmaktadır. İklim değişikliği literatürü iklim değişikliğinin getirdiği ve gerektirdiği dönüşümde başta enerji sektörü dönüşümü olmak üzere teknolojik gelişmelerin önemini daha da belirginleştirmiştir.

Teknoloji sürdürülebilirliğin içerdiği çevre, ekonomi ve sosyal başlıklara aynı anda hizmet etmektedir. Son yıllarda hükümetler çevre kirliliğinin çözümü ve ulusal ekonomilerin rekabet gücünü artıran bir yol olarak, teknolojik yenilikleri görmüşlerdir (Montalvo, 2008). Ülkeler temiz teknolojilere; yeşil kalkınmaya ulaşabilmek, karbon yoğun üretim yapılarını dönüştürebilmek, çevresel kirliliği kontrol altında tutabilmek gibi sebeplerle büyük önem vermektedir (Laperche vd., 2012, s. 260).

Enerji yoğun sanayiden teknoloji ve bilgi yoğun sanayiye geçilmesi, teknolojinin önemini daha da artırmaktadır. Ayrıca ülkeler yüksek gelir grubuna geçtikçe, imalat sanayi (özellikle kimya, metal, plastik gibi) emisyon performansını artırmaktadır. Temiz teknolojilere geçtikçe bu sektörlerin katma değer başına emisyon oranları daha az kirlenici olan makine ve motorlu araçlar gibi sektörlerle yaklaşmaktadır (UNIDO, 2015; Dinçbaş, 2017).

Çevre politikaları sayesinde teknolojik değişim kapsamında kirlendenden daha az kirlene veya kirlenmeyen teknolojiye doğru bir akış yaşanmaktadır (Vollebergha ve Kemfert, 2005). Dünyanın birçok yerinde, yeni teknolojilerin adapte edilmesi doğal çevrenin durumunun belirgin bir biçimde iyileştirilmesine neden olmuştur (Dinçbaş ve Yiğitbaşıolu, 2017). Teknolojik değişimin günümüz ekonomik ve çevre sorunlarına yeni çözümler üretme potansiyeli açıktır. Örneğin, teknolojik dönüşüm sağlandığında artan enerji talebi daha çevre dostu ve düşük karbon emisyonuyla ve hatta karbondan arındırılmış olarak karşılanabilir olacaktır (Bretschger, 2005).

Net sıfır emisyon doğrultusunda gerekli emisyon azaltımını yapmak için mevcut temiz teknolojilerin yaygınlaşmasını sağlamak, yeni teknolojileri piyasaya sunmak ve gelişmekte olan ülkeleri bu konuda teknik ve finansal açıdan desteklemek gerekmektedir. Bu teknolojilerin yaygınlaşmasını geciktirmek, iklim krizine rağmen ekonomilerin karbon yoğun büyümeye devam etmesine ve küresel emisyon azaltım hedefine ulaşmanın zorlaşmasına neden olacaktır (WBCDS, 2009).

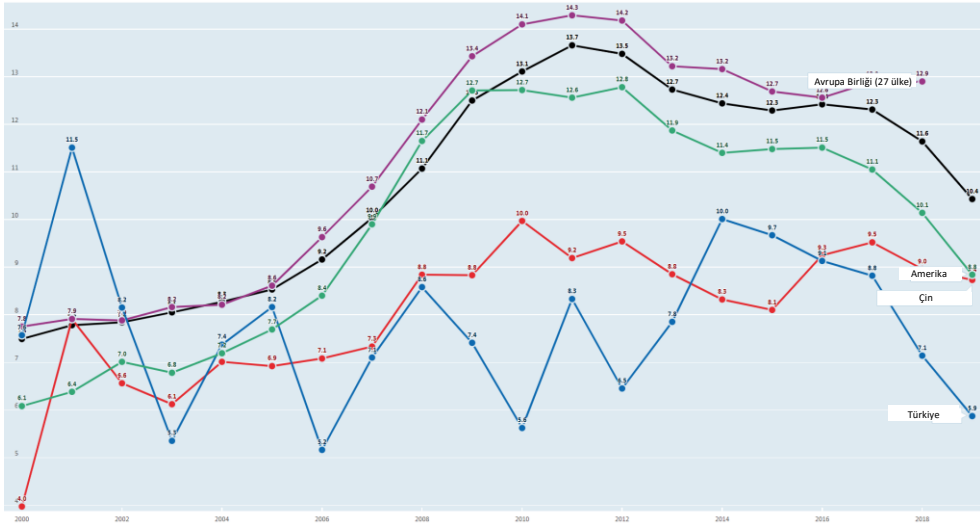
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre, 2010-2019 yılları arasında ortalama yıllık emisyonlar insanlık tarihinin en yüksek seviyesini görmüştür fakat emisyon artış seviyesi yavaşlamaya başlamış durumdadır. En kısa sürede, acil ve yüksek emisyon

azaltımı küresel bazda ve tüm sektörlerde gerçekleşmediği sürece 1.5°C hedefi ulaşılmamanın çok uzağında kalmaktadır (IPCC, 2022).

Uluslararası Enerji Ajansına göre, 2050 yılına kadar azaltılması gereken emisyon miktarının %70'i olan 35 GtCO₂e'lik bir azaltım mevcut teknolojilerle sağlanabilmektedir. Gerekli emisyon azaltımının %30'u karbon tutma ve depolama gibi yeni teknolojilere bağlıdır ve birim ton CO₂ başına azaltım maliyetleri oldukça yüksektir (WBCDS, 2009; Dinçbaş, 2017). 2030 yılında rüzgar enerjisinin kullanımı ile 3.8 GtCO₂eş, güneş enerjisinin kullanımı ile 4.5 GtCO₂eş. azaltım potansiyelinin olduğu hesaplanmıştır. Bu azaltım miktarının yarısından çoğunun birim maliyeti 20 dolar/tCO₂eş'den daha düşüktür. IPCC'ye göre; rüzgâr, güneş enerjisi ve batarya gibi düşük emisyon teknolojilerinin birim maliyetleri 2010 yılından itibaren yaklaşık %85 oranında düşmüş olup bu durum 2030 yılı için düşük emisyonlu enerji sektörüne geçiş sürecini gerçekleştirebilir kılmaktadır. Hepsinin birim azaltım maliyeti 20-200 Dolar/GtCO₂eş arasında olan yakıt dönüşüm teknolojileri ile 2 GtCO₂eş, tarım sektöründe karbon sekestrasyonu ile 3.5 GtCO₂eş, orman ve ekosistem yıkımının durdurulması ile 4 GtCO₂eş azaltım gerçekleştirilebilir. Diğer taraftan fosil yakıtlardan kaynaklanan metan emisyonlarının %40'ının mevcut teknolojilerin yardımıyla birim maliyeti 50 dolar/GtCO₂eş'den düşük olarak azaltılması mümkündür (IPCC, 2022; Dinçbaş, 2021).

Tüm teknolojilerde görüldüğü gibi temiz teknolojiler de farklı hızda gelişir, olgunlaşır ve ticarileşir. Kyoto protokolünün devreye girmesiyle çevre ve enerji teknolojilerinde ciddi bir artış görülmüştür. OECD'ye göre; çevre ile ilgili yeniliklerin %28'i AB, %21.1'i ABD, %21'i Kore, %15.5'i Japonya, %12,6'sı Almanya ve %3.9'u Çin tarafından geliştirilmiştir (OECD, 2022a). 2010-2012 yılları arasında en büyük ekonomilerden olan ABD, Japonya ve Kore bu teknolojilerin hızlı bir şekilde gelişmesine neden olmuştur. Söz konusu üç ülke tüm patentlerin alana göre değişmekle beraber %40-80'ine sahiptir. Çin bu alana hakim tüm gelişmiş ekonomiler içerisinde yer alan tek gelişmekte olan ülkedir (Dinçbaş ve Yiğitbaşıoğlu, 2017). Özellikle emisyon azaltım teknolojilerinde patentlerin çok büyük bir kısmı ise Almanya'da bulunmaktadır (OECD, 2015).

2019 yılında toplam patent içinde çevre teknolojilerine ilişkin patentlerinin paylarına bakıldığında Şekil 1'de de görüldüğü üzere ülkemizde bu oran %5.9 iken ABD'de %8.8, Çin'de %8.7, AB (27)'de %12.9 ve OECD'de %10.4 olarak gerçekleşmiştir (OECD, 2022b).



Şekil 1. Çevre teknolojilerine ilişkin patent yüzdeleri (2000-2019)

1.2. Uluslararası İklim Değişikliği Müzakerelerinde Teknoloji Geliştirme ve Transfer Gündemi

Mevcut teknolojilerin gerekli emisyon azaltımının önemli bir miktarını sağlayabileceği ve bu bağlamda emisyon azaltımına büyük potansiyel etkisi göz önüne alındığında bu teknolojilerin üretim süreçlerinde kullanımın yaygınlaştırılması iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir husustur. Dünya çapında imzalanan küresel protokoller ve anlaşmalar temiz teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaşması konusunda çeşitli etkilere sebep olmuştur. Kyoto Protokolü ile yenilenebilir enerji teknolojileri, Montreal Protokolü ile ozon tabakasını delen maddelerin azaltılmasına ilişkin teknolojiler geliştirilmiş ve yaygınlaşmıştır (Goldlieb, 2003; Dinçbaşı, 2017).

21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) iklim değişikliğine ilişkin kurumsal altyapıyı oluşturan en önemli yapıtıdır. Bu bağlamda Sözleşmeye taraf ülkeler iklim değişikliği ile mücadele ve etkilerine uyum konusunda programlar, politika ve önlemler geliştirmek ve bu hususta çalışmalarını ilgili ulusal bildirimlerde bulunmakla yükümlüdür. 1997 yılında BMİDÇS 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilen Kyoto Protokolü ise, Sözleşme'nin nihai amacına ulaşması için kurgulanan ilk somut adım olarak 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Günümüzde ise küresel iklim değişikliği müzakereleri Paris Anlaşmasının 2016 yılında yürürlüğe girmesi ile hızlanarak devam etmektedir. Paris Anlaşması ile enerji, endüstriyel prosesler, ulaştırma, tarım, binalar, arazi kullanımı ve ormancılık ile atıklardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının neden olduğu ısınmanın kritik ısınma seviyesi olan 2°C ile sınırlandırılması ve 1,5°C'nin altında tutulması için çaba sarf edilmesi amaçlanmaktadır (Dinçbaşı ve Yiğitbaşıoğlu, 2017).

BMİDÇS kapsamında hem müzakerelerde hem de iklim değişikliği ile mücadele çalışmalarında "teknoloji geliştirme ve transferi" konusunu temel bir başlık olarak ele alınmakta ve bu çalışmalarda gelişmekte olan ülkelerde in geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması teşvik edilmeye çalışılmaktadır. BMİDÇS'nin teknoloji başlığı açısından önemli dönüm noktaları Tablo 1'de özetlenmektedir (UNFCCC, 2022; Dinçbaşı, 2017).

Tablo 1. BMİDÇS Müzakerelerinde Teknoloji Geliştirme ve Transferi Konusu

1992: Rio Konferansı	<i>Gündem 21 ve BMİDÇS'nin de içinde bulunduğu 3 tane Rio sözleşmesi kabul edildi. Gündem 21'in 34. Bölümü; çevre dostu teknolojilere, teknolojik iş birliğine ve kapasite oluşturmaya odaklanmaktadır.</i>
1992: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	<i>Teknoloji konusu Madde 4, paragraf 1(c), 3,5 ve 7'de ele alınmaktadır.</i>
2001: Marakeş Uzlaşmaları	<i>7. Taraflar konferansında kabul edilen Marakeş Uzlaşmaları, BMİDÇS Madde 4 paragraf 5'in uygulanmasına yönelik bir çerçeve içermektedir ve bu konu teknoloji transfer çerçevesi olarak adlandırılmaktadır.</i>
2007: Bali Eylem Planı	<i>13. Taraflar Konferansında kabul edilen Bali Eylem Planı teknoloji transferini içeren uzun dönemli iş birliği konusunu kapsamaktadır.</i>
2008: Poznan Programı	<i>14. Taraflar Konferansında Teknoloji Transferine ilişkin Küresel Çevre Fonu (GEF) Poznan Stratejik Programı kabul edilmiştir. Program iklim teknolojileri transferine yatırım seviyesini artırmayı amaçlamaktadır.</i>
2010: Kankun Anlaşması	<i>16. Taraflar Konferansında kabul edilen Kankun Anlaşması ile birlikte TEC (Teknoloji İcra Komitesi) ve CTCN'den (İklim Teknoloji Merkezi ve Ağı) oluşan teknoloji mekanizması kurulmuştur.</i>
2012: Doha İklim Geçidi	<i>18. Taraflar Konferansı CTCN'in ev sahibi olarak UNEP'in başında olduğu konsorsiyumu seçmiştir. Taraflar CTCN'in damına kurulu hakkında çalışmış ve TEC'i tam işler hale getirmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin iklim teknolojilerini geliştirme ve transferi konusundaki politikaları TEC ve uygulamaları CTCN aracılığıyla desteklenmektedir</i>
2015: Paris Anlaşması	<i>21. Taraflar Konferansında kabul edilen Paris Anlaşmasınının 10. Maddesi teknolojiye ilişkindir. Anlaşmaya göre; teknoloji geliştirme ve transferinin önemine ilişkin uzun vadeli bir vizyon tüm taraflarca paylaşılmakta, yeni bir teknoloji çerçevesi oluşturulmakta, uluslararası iş birliğinin güçlendirileceği, gelişmekte olan ülkelere finansal yardım da dahil teknolojik destek sağlanacağı ve Teknoloji Mekanizmasınının Anlaşmaya hizmet edeceği belirtilmektedir. Ayrıca Konferansta teknoloji ve finans mekanizması arasındaki bağlantıya ilişkin önemli bir karar çıkarılmıştır. Maddede teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesinin iklim değişikliğine etkin, uzun vadeli bir küresel yanıt verilmesi ve ekonomik büyüme ile sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi için kritik öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır.</i>

2. İklim Değişikliği ile Mücadelede Ön Plana Çıkan Teknolojiler ve Türkiye'de Temiz Teknoloji Faaliyetleri

Ülkemiz 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi Sayın Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan tarafından 27 Eylül 2021 tarihinde açıklanmıştır. Paris Anlaşmasına taraf olunması ve yeşil kalkınma devrimi olarak tanımlanan net sıfır emisyon hedefinin açıklanması ile Türkiye yeşil dönüşüm ve büyüme yolunda önemli bir sürece girmiştir. Söz konusu dönüşümü gerçekleştirebilmek adına birçok alanda teknoloji geliştirilmesi, transfer edilmesi ve bunlara yönelik altyapı ve politika geliştirilmesi önem arz etmektedir.

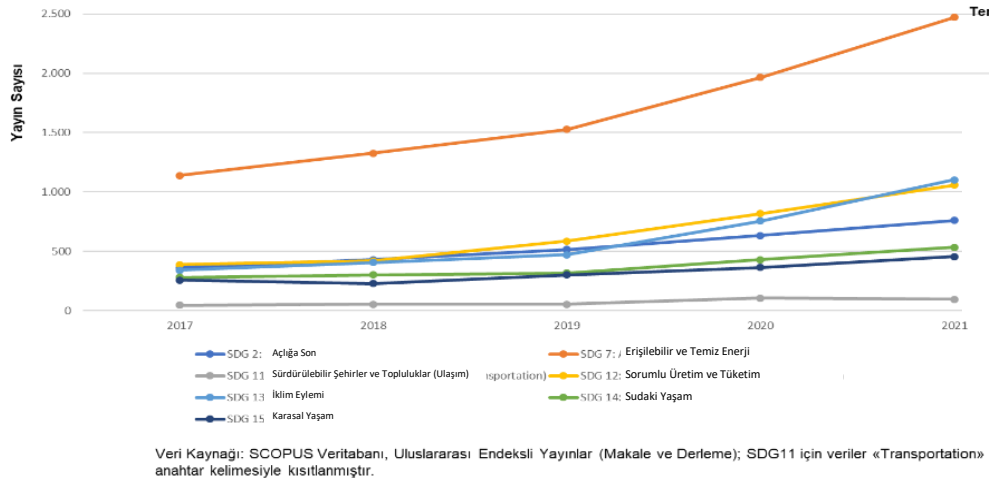
İklim değişikliği ile mücadele ve uyuma yönelik Ar-Ge ve yenilik alanları arasında yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji depolama, karbon tutma ve depolama, çevre duyarlı tarım, ekosistem restorasyonu, şehir planlama teknolojileri, elektrifikasyon, yeşil altyapı ve biyo-tabanlı hammaddelere yönelik çözümler bulunmaktadır. Ülkemizde bu alanlarda ilerleme kaydedilmesi ve net sıfır hedefi doğrultusunda dönüşümün sağlanması adına Ar-Ge ve yenilik ekosisteminin harekete geçirilmesi çok kritiktir.

16 Temmuz 2021 tarihinde yayımlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planınının 2.2.1. Numaralı "AYM'ye uyum ve yeşil üretimi destekleyecek ön plana çıkan teknolojilerin teknoloji ihtiyaç analizi ile belirlenmesi ve tespit edilen teknolojilerin geliştirilmesi/ yaygınlaştırılması/

transferine yönelik çalışmaların yapılması” içerikli maddesi ile teknoloji alanına vurgu yapılmıştır. Bu bağlamda ülkemizde yapılması gereken ilk iş net sıfır hedefi doğrultusunda ulusal bazda detaylı bir teknoloji ihtiyaç değerlendirmesi yapılması ve sonrasında bu teknolojilerin geliştirilmesi, transferleri, finansmanı, destek mekanizmaları gibi alanları da içine alan kapsayıcı bir yol haritası çıkarılmasıdır.

21-25 Şubat 2022 tarihinde düzenlenen Türkiye’nin ilk İklim Şurası’nda teknoloji konusu TÜBİTAK’ın başkanlığını ve koordinasyonunu yaptığı Bilim ve Teknoloji Komisyonu bünyesinde yapılan çalışmalarla ele alınmıştır. Ülkemizin 2053 net sıfır emisyonu hedefi ve yeşil kalkınma politikası doğrultusunda, iklim değişikliği ile mücadele ve uyuma yönelik olarak, “İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik”, “Temiz ve Döngüsel Ekonomi”, “Temiz Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı”, “Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım”, “Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım” olmak üzere 5 ana temada çığır açıcı Ar-Ge ve yenilik temelli çözümler ve teknoloji tabanlı eylemler geliştirilmiştir. Komisyon çalışmaları çıktısı olarak 5 tema ve yatay politika alanları kapsamında toplam 34 Politika ve 262 Eylem oluşturulmuştur.

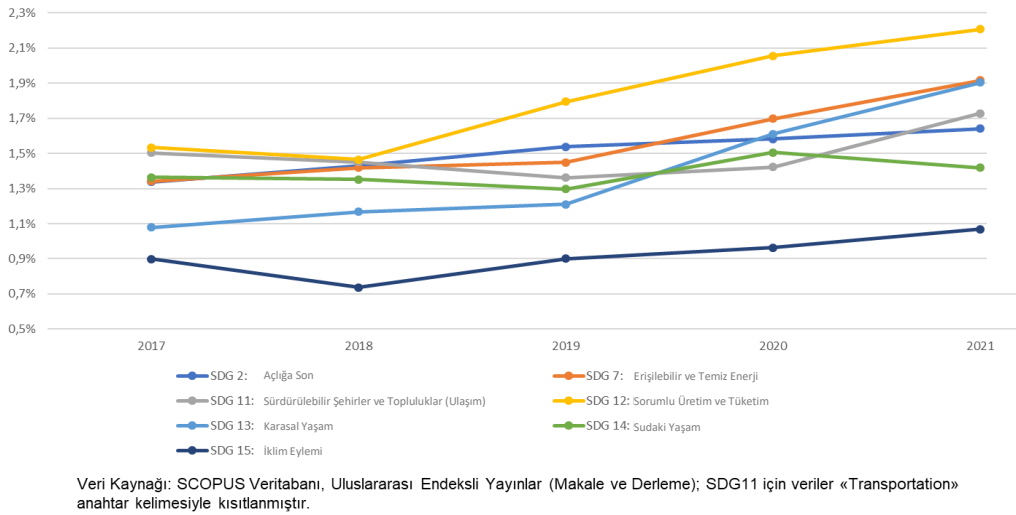
Komisyon çalışmaları sırasında iklim değişikliği ile mücadele ve uyuma hizmet eden kilit bilimsel ve teknolojik alanlarda dünyadaki ve ülkemizdeki duruma ilişkin; uluslararası akademik yayın birikimi ve patent birikimi analizleri yapılmıştır. Türkiye’den yapılan uluslararası akademik yayın sayıları incelendiğinde, en çok makale ve derleme “Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı” temasında yer almaktadır. Bu tema, diğer temalardaki yayın hacminin çok üstünde değerlere sahiptir. Enerjiye ilişkin temayı, “İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik” ve “Temiz ve Döngüsel Ekonomi” temaları takip etmektedir (Şekil 2) (İDB, 2022).



Şekil 2. İklim değişikliği ile mücadele ve uyuma hizmet eden araştırmalara ilişkin Türkiye’nin yıllara göre yayın sayıları

“Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı” temasında yapılan yayın sayısının Türkiye tüm yayınlarına oranının 2020 ve 2021 yılında %4,1 olduğu görülmektedir. Türkiye’nin hâlihazırda bu alana odaklandığı ve kapasite açısından iyi durumda olduğu değerlendirilmektedir. Diğer temaların ülkemizdeki toplam yayın sayısı oranına bakıldığında ise, “Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım” dışındaki tüm temalardaki yayın sayılarının, Türkiye’nin yayın sayısının %1’i civarında olduğu görülmektedir. İklim değişikliğiyle mücadele ve uyuma ilişkin Türkiye’den yayınların dünyadaki yayınlara oranı

incelendiğinde küresel yayın hacmine katkı açısından “Temiz ve Döngüsel Ekonomi” temasının ön plana çıktığı görülmektedir (Şekil 3). 2021 yılında yapılan bu yayınlar, bu alanda dünyada yapılan yayınların %2,2’sini oluşturmaktadır. Bu temayı “Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı” ve “İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik” temaları takip etmektedir. Tüm temalarda 2018 yılından sonra ülkemizden yapılan yayınların, küresel yayın hacmine katkıları istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Bu durum, ülkemizdeki akademik birikimin ve potansiyelin artmakta olduğu şeklinde değerlendirilmektedir (İDB, 2022).



Şekil 3 İklim değişikliği ile mücadele ve uyuma hizmet eden araştırmalara ilişkin yıllara göre Türkiye’den yayınların dünya yayın sayılarına oranı

Yayınların aldığı atf değerlerini kullanarak kalite değerlendirmesi yapılmasına olanak sağlayan “Alan Ağırlıklı Atf Etkisi-AAAE”ne göre Türkiye’nin tüm yayınları için 2017-2021 yılları arasında AAAE’si 0,99 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ülkemizin bu yıllarda yapmış olduğu tüm yayınların; dünya ortalaması ile kıyaslandığında neredeyse aynı oranda atf aldığı şeklinde yorumlanmaktadır. “Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım” teması alanındaki ülkemiz yayınlarının AAAE değeri, dünyada değerine görece daha düşük bir değere sahiptir. “Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım”, “Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı” ve “Temiz ve Döngüsel Ekonomi” teması alanındaki ülkemiz yayınlarının AAAE değeri özellikle son 2 yılda dünyada ortalama değerinin üzerindedir (İDB, 2022).

İklim değişikliği ile mücadelede azaltım alanında ön plana çıkan temel politika ve önlemler; enerji, ulaşım, endüstriyel işlemler, binalar, tarım, atık ve arazi kullanımı ve ormancılık sektörlerinde yoğunlaşmaktadır. IPCC iklim nötr bir dünya için bu alanlardaki dönüşümü 4 temel ekseninde birleştirmiştir: 1. Arazi ve ekosistem 2. Enerji sistemi 3. Kentsel ve altyapı 4. Endüstriyel sistemler.

Ülkemizin iklim değişikliği alanında sağladığı ve gurur duyduğumuz ilerlemelerden ön plana çıkanlar aşağıda kısaca özetlenmektedir:

Ülkemiz gerek güneş enerjisi kaynağı açısından gerekse bu teknolojiye mevcut deneyim ve bilgi birikimi açısından ciddi gelişmeler kaydetmiştir. Türkiye fotovoltaik araştırmaları

ulusal araştırma merkezleri, üniversitelere bağlı merkezler ve az sayıda özel sektörün araştırma merkezlerinde gerçekleştirilmektedir. Türkiye Fotovoltaik Teknolojileri Platformu (TFTP) ile yeni nesil güneş enerjisi teknolojileri de dahil olmak üzere yüksek verimliliğe ve maliyet etkinliğine sahip güneş hücresi teknolojileri geliştirilmesi ve sanayiye aktarılması hedeflenmektedir. TFTP ile ayrıca Türkiye'nin yakın geleceğinde önemli bir rol oynaması beklenen Güneş Enerji Santrali (GES) teknolojilerinin %25 olan yerlilik oranını %80 düzeyine çıkartacak teknolojik alt yapının kurulması amaçlanmaktadır.

Konya'nın Karapınar ilçesinde yer alan Karapınar YEKA-1 GES tesisi Türkiye'nin en büyük Güneş Enerji Santrali'dir. GES'te Kalyon PV marka fotovoltaik güneş paneli kullanılmıştır. Karapınar GES çalışmaları kapsamında Başkent Organize Sanayi Bölgesinde 500 MW_p/yıl kapasiteli Türkiye'nin ve bölgenin en büyük ve entegre ilk güneş paneli üretim fabrikası kurulmuştur. Fabrikada; silikon ingot, wafer, güneş hücresi ve güneş modülü üretimlerinin tamamı birlikte gerçekleştirilmekte olup üretilen fotovoltaik güneş modüllerinin toplam yerli katkı oranı %76,42'dir. Fabrika ile entegre bir şekilde kurulan Ar-Ge Merkezi'nde güneş enerjisi teknolojileri konusunda Ar-Ge faaliyetleri yürütülecektir (Enerji Atlası, 2022).

TÜBİTAK tarafından desteklenen Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Yerli Güneş Enerjisi Santral Teknolojilerinin Geliştirilmesi (MILGES) projesi kapsamında TÜBİTAK MAM, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (ODTÜ-GÜNAM) ortaklığında Şanlıurfa'nın Ceylanpınar ilçesinde hücre, panel ve güç elektroniği sistemlerinin yerli üretildiği 6 MW GES kurulumu gerçekleştirilmiştir (TÜBİTAK, 2013).

Fotovoltaik endüstrisini ülkemizde daha da güçlendirmek amacıyla özellikle yeni nesil ince film ve tandem güneş hücrelerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların artırılması gerekmektedir. Bunların yanı sıra Türkiye'deki endüstriyel prosesler için ısı güneş enerjisi sistemleri kurulum çalışmaları devam artarak devam etmesi gerekmektedir. Yakın gelecekte fotovoltaik panellerin binalarda, araçlarda ve tarım arazilerinde daha sık karşımıza çıkacağı öngörülmektedir. Bu yeni alanlar Ar-Ge çalışmalarına konu olmalı ve üzerine eğilmelidir.

Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasının önündeki en büyük engel depolama sorunu olarak bilinir. Bu bağlamda Ufuk 2020 kapsamında ülkemizce koordine edilen ALBATROSS (Advanced light-weight battery systems optimized for fast charging, safety, and second-life applications) projesinde %20 daha hafif olan, %25 daha kısa şarj süresi olan ve yaşam döngüsü performansı daha yüksek pil sistemleri geliştirilmektedir. Bu gibi çalışmaların depolama sorununa çözüm olma potansiyeli çok yüksektir (Ufuk Avrupa, 2022).

Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin üreteceği ilk aracın 2022 sonunda banttan indirilmesi öngörülmektedir. Togg'un yaygın halde kullanılabilir hale gelmesi ile kentlerdeki hava kalitesinin iyileşmesi ve ulaştırma kaynaklı emisyonların azaltılması sağlanacaktır. Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı kapsamında "mobilité" çağrısı başvuruya açılmıştır. "Mobilité" çağrısıyla destek kapsamında yer alan 5 yenilikçi teknoloji üst başlığı (Otonom veya Yarı-Otonom Konsept Araçlar, Sürücü Destek ve Güvenlik Teknolojileri, İleri Malzeme Teknolojileri, Batarya ve Enerji Yönetim Teknolojileri, Yeni Nesil İleri Kablosuz ve Mobil Teknolojiler) ile elektrikli ve otonom araç teknolojilerine ek olarak iklim değişikliği ile mücadele teknolojilerine yönelik altyapıya katkı da sağlanacaktır (Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi, 2022).

Ulaştırma sektöründe emisyon kontrolü için kentlerde toplu taşımanın elektrifikasyonu çok önemlidir. Bu kapsamda ülkemizde 6 firma elektrikli otobüs üretme altyapısına sahip olup TEMSA- ASELSAN iş birliğiyle geliştirilen Türk otomotiv sanayisinin ilk yüzde yüz yerli

elektrikli otobüsü çalışmaları tamamlanmış hatta ihraç edilmeye başlanmıştır. Bu ve bunun gibi ülkemizde üretilen elektrikli araçların ülkemiz sınırları içerisinde yaygınlaşması ve ihracatının artarak küresel dönüşüm faaliyetlerine katkı sağlaması önem arz etmektedir.

Birçok sektörde daha çevre dostu, hafif ve düşük maliyetli malzemelerin geliştirilmesi için ileri malzeme teknolojileri gerekmekte olup bu alanlarda ülkemizde Yüksek Teknoloji Platformu Programı kapsamında platformlar oluşturulmuştur (TÜBİTAK, 2022a). İleri malzemelerde yapacağımız bu çalışmalar hem iklim değişikliği ile mücadele sürecine hem de yeşil dönüşüm sürecimize büyük katkı sağlayacaktır.

Ulaştırma sektöründe verimi artıracak en önemli unsurlardan biri ağırlık azaltımıdır. Söz konusu ağırlık azaltımı yeni nesil yüksek mukavemet/yoğunluk oranına sahip malzemelerin geliştirilmesi ile mümkündür. Dolayısıyla ilgili malzeme teknolojilerinin geliştirilmesi özellikle ulaştırma sektöründeki yakıt sarfiyatının azaltılması için en etkili yaklaşımlardan biridir. Diğer taraftan çevreci malzemeler binalar sektörünün emisyonunun yönetimi için de çok kritiktir. Yeşil beton teknolojisi üzerinde çalışılan Türkiye ve Birleşik Krallık destekli “Newton-Katip Çelebi Fonu Araştırma Projesi” 2020 Newton Prize Ödülü”nü kazanmıştır. Projede karbondioksit emisyonlarının azaltılması için geri dönüştürülmüş inşaat atıklarına dayalı olarak yeni, düşük maliyetli yeşil beton teknolojisi geliştirilmiştir (TÜBA, 2020).

Kentsel Dönüşüm Kanunu kapsamında hali hazırda riskli binaların dönüşümleri gerçekleştirilmekte ve ilerleyen yıllarda dönüştürülen bina sayısının giderek eksponansiyel bir biçimde arttırılacağı öngörülmektedir. Bu noktada oluşacak inşaat ve yıkıntı atığının katma değeri olan ileri dönüştürülmüş malzemelere evrilmesi adına jeopolimerizasyon teknolojisi önem arz etmektedir. Bu uygulama tamamen atık bazlı yeşil yapı malzemeleri tabanlı bir döngüsel ekonominin oluşmasında önem arz etmektedir. Bu kapsamda ülkemizde yürütülen çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edilmiş olmasına karşın ülkemize özgü atıklara göre mevcut teknolojilerin geliştirilmesi ihtiyacı devam etmektedir.

Ülkelerin 2050 yılı hedefleyen uzun dönemli stratejilerinde ön plana çıkan yeni yakıt türü olan hidrojene olan talebin daha da artacağı değerlendirilmektedir. Bunun orta vadede petrol rafinerilerinde daha sıkı ürün spesifikasyonları ihtiyacı ve uzun vadede ise hidrojenin önemli bir enerji taşıyıcısı olmasından kaynaklanacağı ve geliştirilme aşamasında olan yeni hidrojen saflaştırma teknolojilerinin hidrojen üretim maliyetlerini düşürecek tek yol olduğu tahmin edilmektedir. Bu bağlamda TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsünün hidrojen üretim teknolojileri de dahil olmak üzere temiz ve yenilenebilir enerji teknolojileri alanında araştırmalar yürüttüğü bilinmekte olup, konu yeşil dönüşümde öncelikli olarak ele alınması gereken alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Biyokütle açısından baktığımızda hidrojenin geleceğin ana yakıtı olmasının gerçekleşmesini hızlandırabilecek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Ülkemizde 2016–2020 yılları arasında yürütülen “Biyokütleden Gazlaştırma Yoluyla Hidrojen Üretim Teknolojisi (BioH₂)” isimli TÜBİTAK projesinde biyokütleden, gazlaştırma yoluyla enerji ve ulaşım sektörlerinde kullanımına yönelik hidrojen üretmeye yarayan bir teknolojinin geliştirilmesi ve sonuçların bir pilot sistem üzerinde uygulanması amaçlanmıştır. Proje ile tamamen yerli kaynak ve imkânlarla geliştirilen hidrojen üretim teknolojisi ile pilot ölçekte bir tesis kurulmuştur (TÜBİTAK, 2022b). Bu ve bunun gibi projelerin hayata geçmesi, geliştirilen teknolojinin TRL’sinin (Teknoloji Hazırlık Seviyesi) artırılarak nihayetinde ticarileşmesinin sağlanması son derece kritiktir.

Metan emisyonuna sebep olmaları bakımından atıklar ve atık çamur uygulamaları önem arz etmektedir. “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” kapsamında biyobozunur atıkların 2025 yılı için %35’inin düzenli depolamaya kabul edilmesi öngörülmektedir. Yani 2025 yılında oluşan biyolojik çamurların %65’i düzenli depolama sahasına gönderilemeyecektir. Çamurların yakma tesislerinde yakılması ve tarım alanlarında kullanılması için belli bir kuruluk oranında olması gerekmektedir. Arıtma çamurlarının biyolojik yöntemler kullanarak biyogaza ve sıvı gübreye dönüştürülebildiği yerli entegre çamur çürütücülerin hayata geçirilmesi ile %80 verim ile yaklaşık yıllık 600 bin ton petrol eşdeğeri 60 bin GJ ısı değer elde edilebileceği ve elde edilecek sıvı gübrenin tarımsal faaliyetlerimize önemli ölçüde fayda sağlayacağı belirlenmiştir. Bu nedenle, biyogaz verimi yüksek, düşük sülfür oranlı biyogaz üreten Yerli Entegre Çamur Çürütücü Reaktörlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir (İDB, 2022).

Diğer taraftan ülkemizde içme suyu şebeke sistemlerinde ortalama %50 kayıp-kaçak oranı olduğu bilinmektedir. Mevcut sistemlerin iyileştirilmesi ile su tasarrufu önemli oranda artacaktır. Bu konuda yerli firmalarımız kendi ürünleri ile piyasada yer almakta, belediyelerimizle ortaklıklar yürütmektedirler.

Ayrıca iklim değişikliği bilimine kutup araştırmaları ile katkı sağlayan TÜBİTAK Kutup Araştırmaları Enstitüsünün de önemli teknoloji iş birliklerine imza attığını belirtmek önemlidir.

Küresel emisyon azaltım gerekleri ve çabaları doğrultusunda “karbon tutma ve depolama” (CCS) teknolojilerine olan ilgi artmış ve ülkeler konuyla ilgili yol haritalarını oluşturmaya ve açıklamaya başlamışlardır. CCS elektrik ve imalat sanayinde yer alan büyük endüstriyel kaynaklardan CO₂’nin yakalanmasını içerir. CO₂ ayrıca doğrudan atmosferden de yakalanabilir. Yakalanan CO₂’nin bir kısmı ekonomik olarak değerli ürün veya hizmet üretmek için kullanılır. Tutulan CO₂’nin alternatif kullanım alanlarına yönelik araştırmalar devam etmektedir. Çünkü dünya karbon depolama kapasitesinin tutulması gereken karbondan daha az olduğu son IPCC raporunda belirtilmiştir (IPCC, 2022). Dolayısıyla CCS’ye ve tutulan karbonun alternatif kullanım alanlarına yönelik Ar-Ge çalışmalarının uluslararası işbirliği içinde artırılması, bu teknolojilerin uzun dönemde yaygınlaştırılarak önlenemeyen emisyonların tutulması ve depolanması için hayati öneme sahip olacaktır.

Dijital teknolojiler emisyon azaltımının sağlanmasına ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmada ciddi katkı sağlayacaktır. Örneğin sensörler, nesnelerin interneti ve yapay zekâ her sektörde enerji yönetimini iyileştirerek enerji verimliliği artıracak ve birçok düşük karbonlu teknolojinin yaygınlaşmasını destekleyecektir. Dijitalleşmenin sera gazı emisyonlarında %20’ye varan tasarruf sağlayacağı öngörüsünün yanı sıra, uygulandığı sektörlerin kriz durumları karşısındaki etkilenebilirliğini de önemli ölçüde düşüreceği öngörülmektedir (İDB, 2022). Örnek vermek gerekirse sanayi sektöründe nesnelerin internetinin kullanılması ile proses ve faaliyet optimizasyonu sağlanması sonucu enerji ve karbon verimliliği artacak ve 1.3. GT CO₂eş. azaltım sağlanabilecektir. Diğer taraftan küresel bazda konutlarda ve binalarda sadece geri besleme (feedback) ve bilgi yönetiminin iyileştirilmesi sonucu %2-4 arasında kullanılan enerjide azaltımın mümkün olduğu hesaplanmaktadır (IPCC, 2022). Konut ve binalar sektörü başta olmak üzere dijital teknolojiler alanında ülkemizde yürütülen projeler bulunmakla beraber söz konusu çalışmaların ivedilikle artırılması gerekmektedir.

5. Sonuç

Türkiye’de temiz teknoloji alanında Ar-Ge ve yatırım faaliyetlerine hız verilmesi hem ekonomik açıdan hem de çevresel öncelikler açısından elzem bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son zamanlarda kriz olarak tanımlanan iklim değişikliği ile mücadele ve sorunun çözümü ile beliren mevcut ekolojik fırsat sadece temiz teknolojilerin gelişmesi için değil insanların yaşam tarzının (ulaşım, eğitim, sosyal ilişkiler, tüketim vb.) da radikal bir şekilde değişmesi için de kritiktir. Bu bağlamda çözüm sürecinde iklim krizine ilişkin riskler ve fırsatlar bütünsel olarak ele alınmalı ve süreç etkin, kapsayıcı politikalarla kazan-kazan yaklaşımına dönüştürülmelidir.

Önümüzdeki dönüşüm sürecinde teknoloji konusu iyi yönetilemezse temiz teknolojilere sahip olan ve olmayan ülkeler arasındaki farkın açılması ve sahip olmayan ülkelerin karbon yoğun teknolojilere sıkışıp kalması olasıdır. Dünyaya baktığımızda tüm çabalara rağmen bu teknolojilerin gelişmekte olan ülkelerde gerektiği ölçüde yaygınlaşmadığı görülmektedir. Bu bağlamda eğer mevcut durum devam ederse gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki fark kapanmak yerine giderek açılacaktır. Bizim gibi hızlı büyüyen ülkeler için ise risk; birçok sektörde karşı karşıya olduğumuz yoğun teknoloji ihtiyacından dolayı teknolojide dışa bağımlılığın oluşmasıdır. Bunu engellemenin tek yolu özellikle kritik alanlarda teknolojimizi geliştirmek ve yaygınlaştırmaktır.

Bu kapsamda TÜBİTAK; doğal ekosistemlerin iklim değişikliğinden korunması, döngüsel ekonomi imkanları, sürdürülebilir tarım, net-sıfır karbonlu üretim çözümleri, endüstriyel simbiyoz imkanları, temiz, erişilebilir ve güvenli enerji arzı ile sürdürülebilir akıllı ulaşım gibi alanlardaki Ar-Ge projelerini hali hazırda farklı programlar kapsamında desteklemektedir. Bunlar gibi iklim değişikliği ile mücadele ve uyum konularında Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi çok kıymetlidir.

Fakat ülkemizin yeşil dönüşümün getirdiği süreçten mümkün olduğunca az etkilenmesi ve süreci ekonomimiz adına fırsata çevirmesi adına düşük karbonlu teknolojilere yönelik mevcut politikaların çok ötesine geçilmesi gerekmektedir.

Söz konusu teknolojiler tüm alt başlıklarda ve tüm teknoloji döngüsü boyunca desteklenmeli, bunun için finansı da kapsayan etkin mekanizmalar kurulmalı ve faaliyetler belirlenen hedefler doğrultusunda somut göstergelerle takip edilmelidir.

Bu kapsamda ilk yapılması gereken 2053 net sıfır emisyon vizyonu çerçevesinde yaşanacak dönüşümü dikkate alan bir teknoloji yol haritası belirlemektedir. Söz konusu yol haritasında teknolojilerin Ar-Ge ve transfer açısından önceliklendirilmesi de önemli bir husustur. İklim şurası ile TÜBİTAK öncülüğünde bu yol haritasının ilk adımı atılmış durumdadır.

Diğer taraftan teknolojiye ilişkin ulusal ve uluslararası iş birliğini geliştirmek şarttır. Özel sektörün Ar-Ge çalışmalarına katılımını artırmak, bu alanlarda kamu-üniversite-özel sektör iş birliğini geliştirmek gereklidir.

Uluslararası çalışmalar kapsamında finans da önemli bir husustur. Gerekli teknoloji çalışmaları için uluslararası finansmanın daha güçlü bir şekilde harekete geçirilmesi gereklidir.

Ülkemiz kimi alanlarda temiz teknoloji transfer ederken kimi alanlarda ise temiz teknoloji ihraç eden bir ülke olmalıdır. Temiz teknoloji ihracatımız güney-güney iş birlikleri kapsamında ülkemizin iklim alanında bölgesel lider olma hedefine ulaşmasında da önemli bir rol oynayacaktır.

Kaynakça / References

- Bretschger, T. (2005). Economics of Technological Change and the Natural Environment: How Effective are Innovations as a Remedy for Resource Scarcity?. *Ecological Economics*, 54, 148-163.
- Dinçbaşı, T., Yiğitbaşıoğlu, H. (2017). Sanayi Sektörü İçin “Teknoloji-Örgüt-Çevre Modeli” Temelli Yeni Bir Temiz Teknoloji Edinim Modeli Önerisi. *Verimlilik Dergisi*, 2, 39 -74.
- Dinçbaşı, T. (2017). Türkiye’de iklim değişikliği bağlamında temiz teknoloji edinimi: Metalik olmayan mineral ürünler sektöründe bir uygulama / Ankara Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Sosyal Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Dinçbaşı, T., Ergeneli, A., Yigitbasioglu, H. (2021). Clean Technology Adoption in the Context of Climate Change: Application in the Mineral Products Industry, *Technology in Society*, Vol. 64, Issue C.
- Enerji Atlası. (2022, Mayıs 03). <https://www.enerjiatlası.com/gunes/karapinar-yeka-11.html>.
- Goldlieb, D.W. (2003). *Environmental Technology Resources Handbook*. London: Lewis Publishers.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (IPCC). (2022 Nisan 30). IPCC Working Group III Report, Climate Change 2022: Mitigation, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>.
- İklim Değişikliği Başkanlığı, (İDB). (2022). Birinci İklim Şurası, Bilim ve Teknoloji Komisyonu Raporu, Ankara.
- Laperche, B., Levratto, N., Uzunidis, D. (2012). *Crisis, Innovation and Sustainable Development: The Ecological Opportunity*, Edward Elgar, Cheshire, UK.
- Montalvo, C. (2008). General Wisdom Concerning the Factors Affecting the Adoption of Cleaner Production: A Survey 1990-2007. *Journal of Cleaner Production*, 7-13.
- Organisation For Economic Co-Operation and Development, (OECD). (2015). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for Growth and Society*. OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en, Erişim Tarihi: 16.05.2016.
- Organisation For Economic Co-Operation and Development, (OECD). (2022a, Nisan 10). <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/green-patents.htm>.
- Organisation For Economic Co-Operation and Development, (OECD). (2022b, Nisan 10). <https://data.oecd.org/envpolicy/patents-on-environment-technologies.htm>.
- Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi. (2022, Nisan 10). <https://hamle.gov.tr/>.
- Türkiye Bilimler Akademisi, (TÜBA). (2020, Nisan 15). <https://www.tuba.gov.tr/tr/haberler/akademiden-haberler/tuba-uyesi-prof.-sahmarana-2020-newton-prize-odulu>.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, (TÜBİTAK). (2013). <https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/1007-etkb-2013-04.pdf>.

- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, (TÜBİTAK). (2022a Nisan 10). https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/1776/1004_arastirma_programlari_listesi_0.pdf.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, (TÜBİTAK). (2022b Nisan 10). <https://ee.mam.tubitak.gov.tr/tr/arastirma-alanlari/enerji-donusum-teknolojileri>.
- Ufuk Avrupa, (2022 Nisan 10). <https://ufukavrupa.org.tr/en/success-stories/advanced-light-weight-battery-systems-optimized-fast-charging-safety-and-second>.
- United Nations Industrial Development Organization, (UNIDO) (2015). Overview: Industrial Development Report 2016: The Role of Technology and Innovation in Inclusive and Sustainable Industrial Development.
- United Nations Framework Convention On Climate Change, (UNFCCC). (2022 Nisan 15). <https://unfccc.int/ttclear>.
- Vollebergha, H.R.J., Kemfert, T.J. (2005). The Role of Technological 482project482gi a Sustainable Development. *Ecological Economics*, 54, 133– 147.
- World Business Council For Sustainable Development, (WBCSD) (2009). Towards a Low-carbon Economy A Business Contribution to the International Energy & Climate Debate, http://wbcsdserver.org/wbcsdpublications/cd_files/datas/business-solutions/energy_climate/pdf/TowardsLowCarbonEconomy.pdf.

Yazarlar Hakkında / About Authors

Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR | Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı, İklim Değişikliği Başmüzakerecisi | mehmet.birpinar[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-5703-6341

Konya doğumlu Prof. Dr. Mehmet Emin Birpınar 1988 yılında İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi'nden mezun oldu. 1990 yılında aynı Üniversitede ilk yüksek lisans eğitimini, 1991 yılında İtalya Perugia Üniversitesi'nde Su Kaynakları Yönetimine İlişkin Su Kaynakları Mühendisliği Eğitim Programının ardından 1994 yılında da Hollanda Delft Teknoloji Üniversitesi'nde Hidroloji Mühendisliği Bölümünde ikinci yüksek lisans eğitimini tamamladı. 1996 yılında Yıldız Teknik Üniversitesinde doktora derecesi elde eden Prof. Dr. Birpınar, 2009 yılında da Profesör unvanını aldı. Prof. Dr. Birpınar, 2002-2012 döneminde İstanbul Çevre ve Orman İl Müdürlüğü görevini yürüttü. 2013-2018 döneminde Çevre ve Şehircilik Bakanlığında Müsteşar Yardımcısı olarak görev yapan Prof. Dr. Birpınar, 2018/32 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile Cumhurbaşkanlığı Hükümetinin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı olarak atandı. Halen bu görevine devam eden Prof. Dr. Birpınar, 9 Nisan 2015 tarihinden beri Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında yürütülen müzakerelerde Türkiye'nin İklim Değişikliği Başmüzakerecisi görevini üstleniyor. Ayrıca, ilki 2014-2015 dönemi olmak üzere Barselona Sözleşmesi'nin Büro Başkanlık görevine ikinci kez seçilen Prof. Dr. Birpınar'ın; bilimsel dergilerde, ulusal ya da uluslararası kongrelerde iki yüzden fazla makale, bildirisi vs. yayınlanmış olup çeşitli gazetelerde de köşe yazarlığı yapmaktadır.

Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR | Deputy Minister, Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, Special Envoy For Climate Change | mehmet.birpinar[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-5703-6341

Born in Konya, Prof. Dr. Mehmet Emin Birpınar graduated from Istanbul Yıldız Technical University in 1988. He completed his first master's degree at the same University in 1990, and his second master's degree in Hydraulics Engineering at the Delft Technology University in 1994. He obtained Ph.D. degree at Yıldız Technical University in 1996 and became Professor in 2009. He held the position of the Provincial Director of Istanbul in the Ministry of Environment and Urbanization between 2002-2012. Serving as Deputy Undersecretary of the Ministry of Environment and Urbanization between 2013-2018, he was appointed as Deputy Minister of Environment, Urbanization and Climate Change. On 9th April 2015, Professor Birpınar was also assigned as the chief negotiator to represent Türkiye during the international climate change negotiations. In addition, having been elected second time as the President of the Bureau of the Barcelona Convention, he has published more than two hundred articles, papers, etc. In scientific journals, national or international congresses, and is a columnist in various newspapers.

Dr. Tuğba DİNÇBAŞ | Başkan Yardımcısı | Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı | tugba.dincbas[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-0206-4521

2003 yılında ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olan Dr. Tuğba Dinçbaş, 2007 yılında Hacettepe Üniversitesi İşletme Bölümü Yönetim Organizasyon alanında yüksek lisans derecesi, 2017 yılında ise Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim dalında doktora derecesi aldı. 2004-2011 yılları arasında Millî Prodüktivite Merkezi Araştırma Bölüm Başkanlığında, 2011-2019 yılları arasında Sanayi ve Teknoloji Bakanlığında, 2019-2021 yılları arasında T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığında çevre sektöründe uzman ve koordinatör olarak görev yaptı. Ocak 2022 tarihinde İklim Değişikliği Başkanlığına Sera Gazı Azaltım Daire Başkanı, Haziran 2022 tarihinde ise Başkan Yardımcısı olarak atandı. Dinçbaş, azaltım ve uyum politikalarından sorumlu Başkan Yardımcısı olarak görevine devam etmektedir. Dr. Dinçbaş'ın temel uzmanlık alanları; iklim değişikliği, emisyon azaltımı, çevre yönetimi ve politikaları, temiz üretim, sürdürülebilirlik, stratejik planlama, temiz teknolojiler ve eko-inovasyondur. Dr. Dinçbaş'ın sayılan bu konularda çeşitli yayınları ile proje geliştirme ve yönetim, eğitim ve danışmanlık deneyimi bulunmaktadır.

Dr. Tuğba DİNÇBAŞ | Deputy Director | Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, Climate Change Office | tugba.dincbas[at]csb.gov.tr | ORCID: 0000-0002-0206-4521

As an environmental engineer graduated from Middle East Technical University in 2003, Dr. Dinçbaş earned a Master's Degree in the Department of Business Administration from Hacettepe University in 2007 and a PhD in the Environmental Social Sciences from Ankara University in 2017. Dr. Dinçbaş worked as an expert and coordinator in the environmental sector at the National Productivity Centre between 2004-2011, at the Ministry of Industry and Technology between 2011-2019, and at the Presidency of Strategy and Budget between 2019-2021. She was appointed as the Head of the Greenhouse Gas Mitigation Department in January 2022 and as Deputy Director in June 2022 to the Climate Change Office. Dinçbaş is in charge of mitigation and adaptation policies. Her primary focus has been in the area of climate change, mitigation, environmental management/policy/strategy, cleaner production, sustainability and clean technologies and eco innovation. Dr. Dinçbaş has various publications and also project development/management, training and consulting experiences.