

ENERJİDE MİLLÎ TEKNOLOJİ HAMLESİ

NATIONAL TECHNOLOGY INITIATIVE IN ENERGY

Dr. Alparslan BAYRAKTAR

ENERJİDE MİLLİ TEKNOLOJİ HAMLESİ

Dr. Alparslan BAYRAKTARⁱ

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakan Yardımcısı

Özet

Türkiye'nin enerji politikaları en genel anlamda artan enerji ihtiyacının düşük maliyetle, kesintisiz bir şekilde karşılanabilmesini ve çevreye duyarlı enerji sistemlerinin geliştirilmesini temel almaktadır. Türkiye kalkınmakta olan bir ülke olarak artan enerji ihtiyacını karşılamak için enerji sektörünü tarihsel süreç içerisinde geliştirmiştir. Enerji sektörünün bu dönüşümünü farklı dönemlerde farklı kaygılar tetiklemiştir. 1980'li ve 1990'lı yıllarda doğal gazın kullanımının artırılmasına, artan enerji talebini karşılayabilmek için özel sektörün yatırım yapabileceği yasal ve düzenleyici çerçevenin oluşturulmasına, devlet kuruluşlarının yapılandırılmasına ve altyapı yatırımlarının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. 2000'li yıllarda ise enerji piyasalarının oluşturulması, enerji güvenliğinin artırılması ve ithalat bağımlılığının azaltılması için yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması, enerji verimliliğinin sağlanması, nükleer enerjinin kullanımı temel politikalar olarak öne çıkmıştır. Türkiye artan enerji ihtiyacını kesintisiz ve güvenli bir şekilde karşılamayı amaçlarken, net enerji ithalatçısı olması nedeniyle enerji maliyetlerini de dikkate almakta ve temiz enerji dönüşümünü kendine özgü enerji dinamiklerini göz önünde bulundurarak yürütmektedir. Temiz ve yerli kaynakların kullanımının yaygınlaştırılması yoluyla maliyetlerin ve emisyonların düşürülmesi, nükleer enerjiden elektrik üretimine geçilmesi yoluyla karbon yoğunluğunu mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesine katkı ve enerji verimliliği uygulamaları ile enerji tasarrufunun artırılması hedeflenmektedir. Türkiye'nin enerji dönüşümü 2021 yılında Paris Anlaşması'nın onaylanması ve 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefinin açıklanması ile yeni bir döneme girmiştir. Önümüzdeki dönemde Türkiye sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ve net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için temiz kaynakların kullanımının artırılmasına yönelik çalışmalarına devam edecek ve temiz teknolojilerin de sistemlere entegrasyonunu teşvik edecektir. Bu bağlamda Türkiye enerji sektöründe yeni bir kaynak olarak hidrojenin katılımını; sektörün dijitalizasyonunu ve karbon yoğunluğunu mümkün olan en düşük seviyeye indirmesini hedeflemektedir. Enerji sistemini keşif, üretim, iletim, dağıtım, piyasalaştırma ve tüketim olarak tanımladığımızda değer zincirinin tamamında gerekli olan teknolojilerin yerleştirilmesi önem arz etmektedir. Net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda şekillenen yeni dönem, teknolojik gelişim odaklı ilerlemektedir. Bu doğrultuda sürecin sunduğu en büyük fırsat topyekün gerçekleştirilecek teknoloji geliştirme hamlesi ile dekarbonizasyon teknolojileri ihraç eden bir ülke konumuna gelmektir.

Anahtar Kelimeler

Türkiye, Enerji, Dönüşüm, Yenilenebilir, Teknoloji, Dijitalizasyon

ⁱ alparslan.bayraktar[at]enerji.gov.tr

NATIONAL TECHNOLOGY INITIATIVE IN ENERGY

Dr. Alparslan BAYRAKTARⁱⁱ

Deputy Ministry of Energy and Natural Resources

Abstract

The energy policies of Türkiye, in a general sense, are based on meeting increasing demand in an affordable and sustainable manner and development of environmentally sensitive energy systems. Türkiye as a developing country, transformed its energy sector in order to meet its increasing energy demand historically. Different concerns triggered this energy sector transition in different terms. In the 1980s and 1990s, reforms were made in order to increase use of natural gas, to establish a legal and regulatory framework for enabling private sector investments to meet increasing energy demand, to restructure of state entities, and to increase infrastructure investments. In the 2000s, the establishment of energy markets, increasing energy security, ensuring energy efficiency, and use of nuclear energy were revealed as main policies. While seeking to meet its energy demand in an uninterrupted and secure manner, Türkiye has been realizing its clean energy transition by considering energy costs as a net energy importer country and its own specific energy dynamics. Türkiye aims to decrease its costs and emissions by utilizing clean and domestic sources, contribute to decarbonization by producing power from nuclear energy and increase energy saving through energy efficiency applications. The energy transition of Türkiye has entered a new era after the ratification of Paris Agreement in 2021 and announcement of 2053 net zero target. Türkiye will continue to increase use of clean energy sources and promote integration of clean technologies into the energy systems to secure its sustainable development and to reach a net zero target. In this regard, Türkiye targets to utilize hydrogen into the energy sector as a new source as well as to digitalize the energy sector and minimise its carbon intensity to the level possible. Nationalization of the essential technologies forming the energy value chain has an importance if we define elements of the energy systems as exploration, production, transmission, distribution, market structuring and consumption. The new era that is shaped towards net zero emission is pursuing a development oriented approach. In this regard, the biggest opportunity within this period is to become an exporter of decarbonization technologies by means of a move towards technology development.

Keywords

Türkiye, Energy, Transition, Renewable, Technology, Digitalization

ⁱⁱ alparslan.bayraktar[at]enerji.gov.tr

İklim Değişikliği ve Enerji Dönüşümü

Atmosferde ısıyı hapsedebilme özelliği olan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), su buharı (H₂O), ve ozon (O₃) gibi gazlar sera gazları olarak adlandırılmaktadır (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, 2022a). Bu gazlar atmosferde birikerek yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarının tutulmasını sağlayarak yeryüzünün insanlar, hayvanlar ve bitkiler için yaşanabilir sıcaklıkta kalmasını sağlamaktadırlar. Sera gazları bitkiler, okyanuslar, yanardağlar kaynaklı doğal yollarla üretilmekle beraber günümüzde yaşadığımız iklim değişikliği tehdidi, özellikle Sanayi Devrimi itibariyle ısınma, barınma, üretim, tüketim, ulaşım, beslenme gibi sebeplerle gerçekleştirilen insan faaliyetleri sonucunda da ortaya çıkmaktadır. Sera gazlarının atmosfere yayılması ile yerküreden çıkan ışınımın atmosferde tutulması sonucunda sıcaklık eğrilerinin normal döngüsünden şaşması ve atmosferin ısınması ile yaşanan iklimsel değişiklikler ortaya çıkmaktadır.

Birleşmiş Milletler (BM) bünyesinde 1988 yılında kurulan Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliği konusunda geline durum hakkında kapsamlı bilimsel değerlendirmeler, raporlar ve tavsiyeler ve ayrıca iklim değişikliğinin sosyal ve ekonomik etkilerini değerlendirerek iklim değişikliği ile mücadele ve değişikliğe uyum kapsamında stratejiler hazırlamaktadır. IPCC'nin 195 üye ülkesi bulunmaktadır. Kuruluşundan beri IPCC değerlendirme raporları hazırlamış ve bu raporlar uluslararası iklim politikalarına yön vermiştir (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, 2022b).

Birleşmiş Milletler altında iklim değişikliği tehdidine karşı mücadele etmek ve gerekli önlemleri almak adına 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ile zemin oluşturulmuş ve günümüze kadar gelen bir süreç yürütülmüştür. Sözleşme, iklim değişikliğinin temel müsebbibi olan sera gazı emisyonlarının tarihsel sorumluları olarak gördüğü gelişmiş ülkelerden emisyonlarını azaltmasını ve ayrıca ileri gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelesi için finans, teknoloji ve kapasite geliştirme desteği sunmasını talep etmektedir. Bu yolla sözleşme kapsamında taraf ülkeler, (i) en gelişmiş ülkelerin yer aldığı ve hem sera gazı azaltma hem de finansal ve teknolojik yardım sorumluluğu olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin Ek-2 listesi, (ii) Ek-2 listesinin bir alt kümesi hüviyetinde olan Ek-1 listesi ve (iii) gelişmekte olan ülke varsayımıyla süreçte sorumluluk üstlenmeyerek Ek-2 ülkelerinden finansal ve teknolojik desteğe ehil olan Ek-1 dışı ülkeler olarak, sınıflandırılmıştır.

Sözleşme altındaki müzakere süreci yıl içerisinde gerekli hazırlık toplantıları ve yılsonunda bütün tarafların bir araya geldiği ve son karar mercii olan Taraflar Konferansında (COP) alınan kararlar doğrultusunda yürütülmektedir.

1990 yılında IPCC tarafından hazırlanmış olan ilk değerlendirme raporu iklim değişikliğinin küresel etki ve sonuçlarına ve küresel işbirliğinin gerekliliğine vurgu yaparak Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) 1992 yılında 165 ülke tarafından imzalanmasının yolunu açmıştır (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, 2022b). BMİDÇS 1994 yılında yürürlüğe girmiş ve 197 ülkenin taraf olduğu sözleşme kapsamında yapılan ilk taraflar konferansı (COP1) 1995 yılında düzenlenmiştir (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC, 2022a). 1995 yılında IPCC tarafından hazırlanmış olan ikinci değerlendirme raporu Kyoto Protokolü'nün 1997 yılında COP3 kapsamında imzalanmasına giden süreci başlatmış ve ayrıca üçüncü (2001) ve dördüncü (2007) değerlendirme raporları ile Kyoto Protokolü'nün uygulanmasına ve özellikle iklim

değişikliğinin etkilerine uyum sağlamaya ilişkin vurgu yapılmıştır (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, 2022b).

Kyoto Protokolü 2005 yılında yürürlüğe girmiştir ve Protokolün 192 tarafı bulunmaktadır. Kyoto Protokolü, BMİDÇS'nin hükümlerine ve eklerine dayanarak, iklim değişikliğinin tüm ülkeleri etkileyeceğini ve bu etkilerin azaltılması için tüm ülkelerin çalışması gerektiğini benimsese de sera gazı emisyonlarındaki artışın en büyük sorumluluğunu sanayileşmiş ülkelere (Ek-1 kapsamındaki) yüklemiş ve dolayısıyla kalkınmış/sanayileşmiş ülkeler için bağlayıcı bir protokol olmuştur (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC, 2022b). BMİDÇS'nin Ek-2 kapsamında yer alan ülkeler, kalkınmakta olan ülkelere (Ek-1 kapsamında olmayan) iklim değişikliği ile mücadele kapsamında finansal ve teknik destek sağlamayı da kabul eden ülkelerdir (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC, 2022c). Kyoto Protokolü'nün ilk dönemi 2012 yılında, ikinci dönemi ise 2020 yılında son bulmuştur.

IPCC tarafından hazırlanmış olan beşinci (2014) değerlendirme raporu ile Kyoto Protokolü sonrası yani 2020 yılı sonrası dönemde küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme göre 2 °C altında tutmak için Paris Anlaşması'nın imzalanmasına temel oluşturacak bilimsel veriler sunulmuştur. Paris Anlaşması 2015 yılında COP21 kapsamında 196 ülke tarafından imzalanmış ve 2016 yılında yürürlüğe girmiş iklim değişikliği hakkında uluslararası bağlayıcı tarihi bir anlaşmadır. Paris Anlaşması'nın temel hedefi küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme göre 2 °C'nin altında tutmak, mümkünse bu artışı 1,5 °C ile sınırlandırmaktır. Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşabilmesi için ülkeler yapmaları gereken çalışmalarını her beş yılda bir ulusal katkı beyanı (UKB) adı altında sunmak ve bu beyanlarını güncelleyerek geliştirmek durumundadırlar. Paris Anlaşması, tüm ülkeleri iklim değişikliği ile mücadeleye ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamaya yönelik çalışmaları hususunda bağlayıcı ilk anlaşma olması bakımından iklim değişikliği ile çok taraflı mücadele açısından dönüm noktasıdır (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC, 2022d).

BMİDÇS kapsamında Türkiye Ek-1 ve Ek-2 ülkeleri arasında yer almış fakat bu durum Türkiye tarafınca adil bulunmamış ve Türkiye'nin talebi üzerine Ek-2 ülkeleri arasından 2001 yılında çıkarılmış ve özel şartları olan Ek-1 ülkesi olarak kalmıştır. Böylece gelişmekte olan ülkelere finansman ve teknik destek sağlama yükümlülüğünden muaf tutulmuştur. Türkiye BMİDÇS'ye 2004 yılında, Kyoto Protokolü'ne ise 2009 yılında taraf olmuştur. Türkiye'nin Kyoto Protokolü kapsamında sera gazı azaltmaya yönelik bir hedefi bulunmamıştır.

Türkiye, Paris Anlaşması'nı 22 Nisan 2016 tarihinde imzalamış ve 7 Ekim 2021 tarihinde anlaşmayı, anlaşmanın ve mekanizmalarının Türkiye'nin ekonomik ve sosyal kalkınma hakkına halel getirmeksizin uygulanmasına dair bir bildirim ile onaylamıştır. Türkiye, UKB'yi 2015 yılında BM sekreteryasına sunmuş ve sera gazı emisyonlarının referans senaryoya göre 2030 yılında %21 oranına kadar artıştan azaltılması öngörülmüştür (Türkiye Cumhuriyeti, 2012). 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefini gerçekleştireceğine ilişkin beyanını Cumhurbaşkanı seviyesinde 2021 yılında yapmıştır. Son taraflar konferansı (COP27) 6 -18 Kasım 2022 tarihlerinde Mısır'da düzenlenmiş ve Türkiye UKB'sini güncelleyerek konferans kapsamında 2030 yılında referans senaryodan %41 azaltım yapılması ve emisyonun 2038 yılında tepe noktasına ulaşması olarak ilan etmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022)

IPCC hâlihazırda altıncı değerlendirme raporunu hazırlamakta olup; üçüncü çalışma grubunun hazırladığı rapor 2022 yılı Nisan ayında, üç çalışma grubunun katkılarının ve bulgularının yer aldığı sentez raporu ise 2022 yılı Eylül ayında yayımlanmıştır (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, 2022c). IPCC'nin altıncı değerlendirme sürecinde en son açıkladığı rapordan çıkarılması gereken kritik mesajlar arasında küresel sıcaklık artışını 1,5 °C'nin altında tutabilmek için küresel sera gazı emisyonlarının en geç 2025 yılı öncesi en yüksek seviyeye çıkması sonrasında ise 2030 yılına kadar %45 oranında azaltılmasının elzem olduğu ve ayrıca küresel ısınmayı sınırlandırmak için özellikle enerji sektöründe esaslı dönüşümün gerektiği; bunun için fosil yakıtların kullanımının azaltılması gerektiği, elektrifikasyonun yaygınlaştırılması gerektiği, enerji verimliliğinin artırılması gerektiği, hidrojen gibi alternatif yakıtların kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği; doğru politikaların oluşturulması, altyapı ve teknolojilerin devreye alınması ve hayat tarzı ile davranış biçimlerimizde yapacağımız değişiklikler ile 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarından %40-70 oranında bir azalmanın mümkün olabileceği yer almaktadır (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, 2022d).

Enerji sektörü toplam sera gazı emisyonlarının dörtte üçünü açığa çıkarması bakımından küresel olarak en hızlı değişim ve dönüşüm geçirmesi gereken sektördür (Uluslararası Enerji Ajansı, 2021a). Küresel ısınma ile iklim değişikliğinin oluşmasının en önemli sebebi kömür, petrol ve doğal gaz gibi hidrokarbonların tüketimi sonucu açığa çıkan gazlardır. Dolayısıyla enerji, sanayi, ulaşım ve konutlarda gerçekleştirilecek dönüşüm küresel ortalama sıcaklık artışının sınırlandırılması ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve ayrıca hâlihazırda yaşanan değişikliklere ekosistemin adaptasyonu ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir bir şekilde devam etmesi açısından önem arz etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı tüm ülkeleri 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedeflerini tutturabilmeleri için enerji ve iklim politikalarını derinleştirmeleri ve uygulamaları konusunda teşvik etmektedir (Uluslararası Enerji Ajansı, 2021a). Net sıfır emisyonlu enerji sektörü ülkelerde genel anlamda benzerlik gösterse de, her bir ülkenin kendi özelliklerine göre enerji sistemi dönüştürülecektir.

Avrupa Birliği (AB) 2015 yılında Enerji Birliği Stratejisini açıklamıştır. Enerji Birliği Stratejisi kapsamında AB'nin enerji politikaları beş amaca yönelik şekillenmektedir: enerji güvenliğinin sağlanabilmesi için enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, bütüncül enerji piyasasının işlevselliğinin artırılması, enerji verimliliğinin artırılması yolu ile ithalat bağımlılığının azaltılması, Paris Anlaşması ile uyumlu bir şekilde düşük karbon ekonomisine geçilmesi, düşük karbonlu ve temiz enerji teknolojilerinin araştırılması ve geliştirilmesi (Avrupa Parlamentosu, 2021).

Avrupa Komisyonu 2019 yılında açıkladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı ile tüm Birlik üyelerinin Avrupa'ya 2050 yılına kadar ilk iklim nötr kıta haline dönüştürmek amacıyla 2030 yılına kadar 1990 yılındaki emisyon miktarından en az %55 oranında azaltmayı kabul ettiklerini beyan etmiştir. Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde enerji sektörüne ilişkin yenilenebilir enerji kaynaklarının oranının %40'a çıkarılması ve enerji verimliliğinin artırılması yoluyla 2030 yılına kadar nihai ve birincil enerji tüketiminin %36-39 oranında azaltılması hedeflenmektedir (Avrupa Komisyonu, 2021).

AB 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefi çerçevesinde enerji sisteminin dönüşümünde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmanın yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklı hidrojen kullanımını da arttırmayı ve enerji sistemini hidrojen üretmeye, depolamaya ve taşımaya uygun hale getirmeyi amaçlamaktadır. Doğal gazın tedarikinde yaşanan sıkıntıların ve artan maliyetlerin yanı sıra doğal gaz tüketimine bağlı karbon salımlarının yüksek olmasından dolayı kademeli olarak doğal gazın kullanımını azaltacağı

göz önünde bulundurulduğunda mevcut doğal gaz boru hatlarının hidrojen taşımaya uygun bir şekilde dönüştürülmesi AB'nin öngördüğü hidrojen piyasasının en önemli unsurlarından birisidir.

Türkiye Enerji Dönüşümü

Türkiye'nin enerji talebi, büyüyen ekonomisi ile doğru orantılı bir şekilde artmaktadır ve 2000-2022 döneminde yıllık elektrik enerjisi talebi artış oranı %4,4 olarak gerçekleşmişken; dünyada bu oran ortalama %3 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye artan enerji talebini ithalat ile karşılamaktadır ve 2021 yılında birincil enerji kaynaklarında ithalatın oranı %77,9 seviyesindedir. 2020 yılında birincil enerji kaynakları arzında doğal gazın payı %31, petrolün payı %28, kömürün payı %25 ve yenilenebilir kaynakların payı %16'dır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022). 2020 yılında 48 milyar m³ olan doğal gaz tüketimi, 2021 yılında %22,99 artarak 59 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2021). 2021 yılında tüketilen doğal gazın %35,2'si elektrik üretiminde, %28,8'i sanayide ve %27,5'i konutlar ve kalanı hizmet, ulaşım ve diğer alanlarda kullanılmıştır (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2021).

Türkiye'de toplam elektrik üretiminde doğal gazın payı 2001-2019 döneminde %30-%50 arasında seyretmişken; dünyada bu oran 2001 yılında %18, 2019 yılında ise %24 seviyesine çıkmıştır (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, 2021). Elektrik üretiminde doğal gazın payı 2020 yılında %23,1 olarak gerçekleşmişken ve bu pay 2021 yılında %32,7 olmuştur (Türkiye Elektrik İletim A.Ş., 2021). Türkiye doğal gaz talebinin neredeyse tamamını ithalat yoluyla karşılamaktadır (Uluslararası Enerji Ajansı, 2021b). Türkiye 2020 yılında toplam enerji tedarikinin %88,6'sını fosil yakıtlardan sağlamıştır. 2021 yılında doğal gaz tüketiminin neredeyse tamamını, petrol tüketiminin %92'sini, kömür tüketiminin ise %57'sini ithalat yolu ile karşılamıştır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022). Türkiye, enerji politika ve stratejilerini en genel anlamda ithalat miktarını azaltma yolu ile enerji faturalarını düşürmeye yönelik oluşturmaktadır.

2020 yılında Sakarya Sahasında keşfedilen 540 milyar m³'lük doğal gaz rezervi önümüzdeki dönemde doğal gaz sektöründe değişikliklere imkan sağlayabilecek olsa da Türkiye ithalat bağımlılığını azaltmak ve emisyon hedeflerini tutturabilmek için hidrokarbon tüketimini azaltmayı, yerli ve temiz kaynaklar ile enerji talebini karşılamayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye 11. Kalkınma Planı kapsamında 2023 yılı sonuna kadar doğal gazın elektrik üretimindeki payını %20,7'ye düşürmeyi, yenilenebilir kaynakların elektrik üretimindeki payını %38,8'e çıkarmayı; yerli kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi miktarını 219,5 TWh çıkarmayı; elektrik kurulu gücünü ise 109.474 MW çıkarmayı hedeflemektedir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, 2019).

Tablo 1. Elektrik Kurulu Gücü, Üretimi, Tüketimi

	Birim	2010	2015	2019	2020	2021
KURULU GÜÇ	MW	49524	73147	91267	95892	99820
TERMİK	MW	32182	41541	46500	46309	46193
Yerli Kömür	MW	9161	10085	11317	11336	11366
İthal Kömür	MW	3281	6064	8967	8987	8994
Doğal Gaz	MW	18231	24945	25904	25675	25576
Diğer	MW	1526	446	312	312	258
YENİLENEBİLİR	MW	17342	31606	44767	49582	53627
Hidrolik	MW	15831	25868	28503	30984	31493
Rüzgâr	MW	1320	4503	7591	8833	10607
Güneş	MW	0	249	5995	6668	7816
Diğer	MW	191	986	2678	3098	3712
ÜRETİM	GWh	211208	261783	303898	306703	331492
TERMİK	GWh	155370	177608	170518	177066	212987
Yerli Kömür	GWh	40515	36180	52499	43306	49313
İthal Kömür	GWh	14532	39986	60395	62506	54889
Doğal Gaz	GWh	98144	99219	57288	70931	108449
Diğer	GWh	2180	2224	336	323	337
YENİLENEBİLİR	GWh	55838	84175	133379	129637	118505
Hidrolik	GWh	51795	67146	88823	78094	55695
Rüzgâr	GWh	2916	11652	21731	24828	31135
Güneş	GWh	0	194	9250	10950	13292
Diğer	GWh	1126	5183	13576	15764	18382
İTHALAT	GWh	1144	7136	2212	1890	2329
İHRACAT	GWh	1918	3194	2789	2484	4187
TÜKETİM	GWh	210434	265724	303320	306109	329634

Kaynak: (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022) & (Türkiye Elektrik İletim A.Ş., 2021)

Türkiye kalkınmakta olan bir ülke olarak artan enerji ihtiyacını karşılamak için enerji sektörünü tarihsel süreç içerisinde geliştirmiş ve dönüştürmeye devam etmektedir. Bu dönüşümü farklı dönemlerde farklı kaygılar tetiklemiştir. 1980'li ve 1990'lı yıllarda doğal gazın kullanımının artırılmasına, artan enerji talebini karşılayabilmek için özel sektörün yatırım yapabileceği yasal ve düzenleyici çerçevenin oluşturulmasına, devlet kuruluşlarının yapılandırılmasına ve altyapı yatırımlarının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır.

2000'li yıllarda ise enerji güvenliğini arttırmaya ve ithalat bağımlılığını azaltmaya yönelik yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılmasına, enerji verimliliğinin ve tasarrufunun sağlanmasına, nükleer enerjinin kullanımının başlatılmasına ve doğal gaz piyasasının oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. 2001 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun kurulması ve enerji piyasalarının teşkil edilmesi ile birlikte daha önceki dönemlerde arz güvenliği ekseninde oluşturulan enerji politikalarına küresel gelişmeler de dikkate alınarak temiz enerji kaynaklarını kapsayan politikalar eklenmiştir.

Türkiye 2015 yılında BM sekretaryasına sunduğu ulusal katkı beyanı ile 2012 yılı toplam emisyonlarında en büyük payın %70,2 ile enerji sektöründen kaynaklandığını bildirmiştir (Türkiye Cumhuriyeti, 2012). Söz konusu beyan kapsamında enerji sektörüne ilişkin olarak güneş enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılına kadar 10 GW kapasiteye ulaştırılması; rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılına kadar 16 GW kapasiteye ulaştırılması; mümkün olan tüm hidrolik kapasitenin kullanılması; 2030 yılına kadar 1 adet nükleer santralin devreye alınması; elektrik iletim ve dağıtımındaki kayıpların 2030 yılında %15 seviyesine düşürülmesi; kamu elektrik üretim santrallerinde rehabilitasyon çalışmalarının yapılması; elektrik ve ısı üretiminde mikrogenerasyon ve kojenerasyon sistemlerinin ve yerinde üretimin kurulması planlanmıştır (Türkiye Cumhuriyeti, 2012). Söz konusu plan ve hedeflerin, enerji sektöründeki gelişmeler ve 2053 net sıfır emisyon hedefi göz önünde en azaltım hedefini %41'e artıracak şekilde güncellenmiş olan ulusal katkı beyanının metni BM sekreteryasına sunulacaktır.

Türkiye, Paris Anlaşması'nı onaylamış ve net sıfır emisyon için 2053 yılı hedefini 2021 yılında açıklamıştır. Bu gelişme doğrultusunda, Türkiye'nin enerji sektörü dönüşümünde, çevre, iklim ve sürdürülebilirlik boyutlarının daha da derin etkilerinin olması kaçınılmazdır. Dolayısıyla enerji ihtiyacını büyük oranda hidrokarbonlardan karşılayan ve net ithalatçı bir ülke olarak Türkiye için düşük karbonlu enerji kaynaklarına ve temiz teknolojilere geçiş daha da hızlanacaktır. Türkiye'nin 2053 yılında net sıfır emisyon hedefine ulaşabilmesi için enerji sektöründeki dönüşüm çok kritiktir. Enerji talebinin hidrokarbon kaynaklardan mümkün olduğunca temiz enerji kaynaklarına dönüşümünün gerçekleştirilmesi, hidrokarbon kaynaklarından enerji üretiminde karbon yakalama, kullanım ve depolama (CCUS) teknolojilerine başvurulması, yeni ve temiz enerji kaynaklarının oranının artırılması ve enerji verimliliği ile elektrifikasyon hedefleri sayesinde net sıfır emisyon hedefine ulaşmak mümkün olabilecektir.

2021 yılında Glasgow'da gerçekleştirilmiş olan COP26 kapsamında Türkiye, net sıfır emisyon hedefine ve yeşil kalkınma devrimine yönelik olarak yapacakları hakkında bilgilendirme toplantıları yaparak; Paris Anlaşması kapsamında Türkiye'ye sağlanacak olan 3 milyar 157 milyon dolarlık kaynağın başta enerji olmak üzere yeşil kalkınmayı destekleyecek tüm sektörlerde kullanılacağını, yenilenebilir enerji, hidroelektrik geliştirme ve rehabilitasyonu, enerji verimliliği, düşük karbonlu üretime destek verilmesi, biyogaz enerji üretimi gibi birçok alanda gerek özel sektörün gerek kamunun projelerine destek sağlanacağını açıklamıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021).

Düşük karbon ekonomisine tüm sektörlerin entegrasyonunun sağlanması, enerji ithalatının azaltılmasına ve enerji güvenliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, yerli ve temiz enerji kaynaklarının kullanımını arttırmak ve enerji verimliliği ile tasarrufunu sağlamak önem arz etmektedir.

Türkiye yerli ve temiz kaynaklar bakımından yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmaya yönelik çalışmalarını 2000li yıllardan beri yapmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında sadece yerli kaynakların kullanımını arttırmak hedeflenmemiş aynı zamanda yerli teknolojinin geliştirilmesi ve kullanımı da teşvik edilmiştir.

Artan enerji ihtiyacının düşük maliyetle, kesintisiz bir şekilde karşılanabilmesi ve çevreye duyarlı enerji sistemlerinin geliştirilebilmesi için çalışmalar sürmekte olup, günümüzde fosil yakıtların kullanımının azaltılmasına ve yeşil enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik hedefler belirlenmektedir.

Yenilenebilir kaynaklardan ağırlıklı olarak hidrolik enerjinin kullanıldığı Türkiye’de 2005 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanununun yürürlüğe girmesi ile sektör çok farklı bir yöne doğru gelişme göstermiş, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılmasının yanı sıra sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi anlamında günümüze kadar çeşitli kazanımlar elde edilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, 2005).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu göz önünde bulundurularak 2010 yılında söz konusu kanunda yapılan değişikliklerle, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması (YEKDEM) oluşturulmuştur. YEKDEM kapsamında 1 Temmuz 2021 tarihinden sonra devreye girecek lisanslı santraller için alım fiyatları, hidroelektrik santrallerine, rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerine, jeotermal enerji santrallerine ve biyokütle santrallerinde kullanılan kaynağa göre güncellenmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla elektrik nihai kullanıcılarının tüketimlerini yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak gerçekleştirdiklerini belgelemelerini sağlayan Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Sistemi (YEK-G Sistemi) işletmeye alınmıştır (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, 2021).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının lisanssız üretimine ilişkin ilk adım 2007 yılında atılmış ve “lisanssız üretim” (veya dağıtık üretim) kapsamı 2013 yılında genişletilmiş ve Elektrik Piyasası Kanunu ile kurulu gücü bir megavata kadar olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf tutulmuştur (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, 2013). Böylece özellikle lisanssız güneş santrallerinde yatırım artmıştır. 2021 sonu itibarıyla lisanssız yenilenebilir kurulu gücü 7548 megavata ulaşmış bulunmaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinde yerli üretimin geliştirilmesi ve yetişmiş insan kaynağı kapasitesinin artırılması amacıyla 2016 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği yayımlanmış ve Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) modeli oluşturulmuştur. Bu yatırım modeli ile yenilenebilir enerji teknolojilerinde özellikle yerli üretimin önü açılarak yan sanayi ile birlikte iş imkânlarının artırılması hedeflenmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022a).

Gelinen noktada Türkiye, yenilenebilir kurulu gücünün toplam kurulu güce oranını % 54,5'e çıkarmış, yenilenebilir kurulu gücü ile Avrupa'da 5'inci Dünyada 12'inci konuma gelmiş, rüzgar artı güneş kurulu gücünün payını %18,5'e, güneş artı rüzgardan elektrik üretiminin toplam üretime oranını %15,6'ya çıkarmıştır. Ayrıca 2020 yılında elektrik üretiminin %43'ünü yenilenebilirden sağlayarak 76 milyon ton, 2021 yılında %36'sını sağlayarak 71 milyon ton sera gazı emisyonundan kaçınmıştır.

Türkiye güneş enerjisinden elektrik üretiminde yerli üretimin yanı sıra araştırma ve geliştirme altyapısı ile güçlü bir ekosistem kurmuştur. YEKA modeli sayesinde Orta Doğu ve Avrupa'nın ilk ve tek entegre fotovoltaik modül üretim tesisine sahip olmuştur. Toplamda ulaştığı yıllık 7,8 GW modül üretim kapasitesi ile Dünya'nın 4'üncü büyük üreticisi konumundadır.

Türkiye 1950li yıllardan beri nükleer enerjiyi gündeminde tutmaktadır. Atom Enerjisi Komisyonu 1956 yılında kurulmuş, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na 1957 yılında kurucu üye olarak katılım sağlanmıştır. 1976 yılında Atom Enerjisi Komisyonu tarafından Akkuyu Sahası için yer lisansı verilmiştir. 1984 yılında OECD Nükleer Enerji Ajansı'na üye olunmuştur. Türkiye, elektrik üretiminde kaynak çeşitliliği sağlamak ve elektrik sistemini karbonsuzlaştırmak amacıyla nükleer enerji santralleri kurma hedefi doğrultusunda en önemli adımı 2010 yılında Rusya ile imzaladığı Akkuyu Sahası'nda bir nükleer güç santralini tesisine ve işletimine dair işbirliğine ilişkin anlaşma ile atmıştır. Söz konusu anlaşmaya istinaden, 4800 MW toplam kurulu güce sahip VVER 1200 tipi 4 adet nükleer reaktör kurulacaktır. İşletmeye alındığında yılda 35 milyar kWh elektrik üretmesi planlanan santral için çalışmalar devam etmektedir. Akkuyu Nükleer Santrali'nin ilk reaktörünün temeli 2018 yılında atılmış ve ilk reaktör için inşaat faaliyetleri başlamıştır. İlk reaktörünün 2023 yılında, diğer reaktörlerinin de birer yıl arayla 2026 yılı sonuna kadar işletmeye alınması planlanmaktadır. Akkuyu dışında iki nükleer güç santralini daha kurulmasına yönelik saha seçimi, yer lisansı, teknoloji sahibi şirket veya ülkelerle işbirliği gibi konularda çalışmalar sürdürülmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022b).

Türkiye'nin artan enerji ihtiyacının arz güvenliğinin sağlanarak, kesintisiz, sürdürülebilir, uygun maliyetli, çevre ve iklim politikaları ile uyumlu bir şekilde karşılanması için enerji verimliliği ve tasarrufu konusunda alınacak önlemler beraberinde çok önemli kazanımlar getirecektir. Enerji üretim, iletim ve tüketiminde verimliliğin artması enerji maliyetlerinin düşürülmesinin yanı sıra küresel ekonomide rekabet gücünü arttıracaktır. Türkiye 2015 yılında BM sekreteryasına sunduğu ulusal katkı beyanında da özellikle vurguladığı Enerji Verimliliği Stratejisi Belgesi ile emisyonları azaltma taahhüdüne yönelik yerinde bir tespit yapmıştır. Türkiye son dönemde bu alandaki politikalarını, çalışmalarını orta koymuş ve düzenleyici unsurlar ile birlikte uygulamaları hayata geçirmiştir. Enerji verimliliği çalışmaları ile Türkiye'nin enerji yoğunluğunun 2023 yılına kadar, 2011 yılına göre en az %20 azaltılması hedeflenmiştir. Türkiye'nin ilk enerji verimliliği eylem planı olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2018 yılında yürürlüğe girmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022c).

2017-2023 yılları arasında uygulanacak Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı kapsamında bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, sanayi ve teknoloji, tarım ve yatay konular olmak üzere toplam 6 kategoride tanımlanan 55 eylem ile 2023 yılında Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması hedeflenmektedir. 2023 yılına kadar kümülatif olarak 23,9 MTEP tasarruf sağlanması ve bu tasarruf için 10,9 milyar ABD Doları yatırım yapılması öngörülmektedir. 2017 rakamları ile 2033 yılına kadar sağlanacak kümülatif tasarruf 30,2

milyar ABD Doları olup bazı tasarrufların etkisi 2040 yılına kadar devam edecektir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2017).

Eylem Planı izlemelerine göre; 2017 – 2021 yılları arasında Türkiye’de enerji verimliliğine 6,5 milyar dolar yatırım yapılmış, yıllık tasarruf 2021 yılında rekor kırarak 1 milyon TEP’in üzerine çıkmış, toplamda yıllık tasarruf 4,5 milyon TEP olarak gerçekleşmiş olup, bu tasarrufun ekonomik büyüklüğü yıllık 1,6 milyar dolara karşılık gelmektedir. Eylem Planı kapsamında 12 bin istihdam sağlanmış, 3,4 milyar metreküp doğalgaz ve 0,85 milyon ton petrol/petrol ürünleri ithalatından kaçınılmıştır. 2021 yılında enerji verimliliği uygulamaları sayesinde 16 milyon ton sera gazı emisyonunun önüne geçilmiştir.

Türkiye son 20 yılın istatistiklerine göre enerji yoğunluğu iyileşmesinde %1,4 ile dünya ortalamasında seyretmekle beraber, Uluslararası Enerji Ajansı net sıfır emisyon hedefi için bu oranın %4,2’ye çıkarılmasını önermektedir.

Bu noktada Türkiye, 2053 net sıfır emisyon hedefi açısından ilk ara durak olan 2030’a daha verimli bir şekilde girmek için 2030 Enerji Verimliliği Vizyonu ve Stratejisi ile 2’nci Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024-2030) hazırlık çalışmalarını başlatmıştır. Bu çalışmalar kapsamında; tüm sektörlerde, sektörün en yoğun temsiliyetinin olduğu illerde çalıştaylar yapılması ve bütün paydaşlarla istişare edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmalar kapsamında enerji start-up’ları ile de çalıştaylar yapılarak Enerjide Millî Teknoloji Hamlesi istişare edilmektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) enerji arz güvenliğine ve verimliliğine yönelik tüm strateji ve hedeflerini belirlerken çevre ve iklim politikaları kapsamında çevrenin korunmasını, kirlilik oluşumunun önlenmesini ve iklim değişikliği ile mücadele edilmesini göz önünde bulundurmaktadır. ETKB 2019-2023 Dönemi Stratejik Planı (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019) kapsamında belirlenen amaçlar yeşil kalkınma devrimini destekler şekilde oluşturulmuştur. Bu bağlamda, sürdürülebilir enerji arz güvenliğini sağlamaya yönelik olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik kurulu gücünün toplam kurulu güce oranının %59’dan %65 seviyesine yükseltilmesi sağlanacak; nükleer enerji, arz kaynakları arasında yer alacak ve enerji arzındaki payının artırılmasına yönelik çalışmalar sürdürülecek; elektrik altyapısının güçlendirilmesi sağlanacak ve elektrik sektöründe teknolojik dönüşüm uygulamaları yapılacaktır. Enerji verimliliğine öncelik vermek ve artırmak amacıyla çalışmalar sürdürülecek, elektrikte talep tarafı katılımı uygulamasına yönelik piyasa altyapısı oluşturulacak, enerji verimliliğine yönelik kamuoyu farkındalığını artıracak çalışmalar yapılacak, elektrikli araçlara yönelik enerji sistemi planlanması yapılacaktır. Enerji ve tabii kaynaklar alanında teknoloji geliştirmeye ve yerleştirmeye yönelik olarak ekipmanda yerli üretim oranını artırmaya yönelik çalışmalara devam edilecek, stratejik önem arz eden Ar-Ge projelerinin artırılması sağlanacak, kümelenme projelerinin hayata geçirilmesi sağlanacak, enerji altyapılarında milli sistemlerin kullanılması sağlanacaktır.

Türkiye enerji sektörü tarihsel süreç içerisinde merkezine arz güvenliğini alarak dönüşüm geçirmiş olsa da artan ithalata bağımlılığı ile birlikte çevre kaygıları günümüzde enerji dönüşümüne farklı boyutların eklenmesini sağlamış ve temiz enerji dönüşümünü sağlamaya yönelik çalışmalar hızlanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ve bu yüz yılın ortasına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için temiz kaynakların kullanımının artırılması gerektiği gibi temiz teknolojilerin de sistemlere entegrasyonu teşvik edilmelidir. Bu bağlamda Türkiye enerji sektöründe yeni bir kaynak olarak hidrojenin katılımını, sektörün dijitalizasyonu ve karbonsuzlaştırılmasını hedeflemektedir.

Enerji sistemini keşif, üretim, iletim, dağıtım, piyasalaştırma ve tüketim olarak tanımladığımızda değer zincirinin tamamında gerekli olan teknolojilerin yerleştirilmesi önem arz etmektedir. Net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda şekillenen yeni dönem, teknolojik gelişim odaklı ilerlemektedir. Bu doğrultuda sürecin sunduğu en büyük fırsat topyekûn gerçekleştirilecek teknoloji geliştirme hamlesi ile dekarbonizasyon teknolojileri ihraç eden bir ülke konumuna gelmektir. Küresel çapta önemli ve büyük bir pazar olan Türkiye'nin teknoloji adaptasyon kapasitesinin yüksek olması, fırsatların değerlendirilebilmesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Türkiye Açısından Teknolojik Gelişime Açık Alanlar

Hidrojen

Enerji sisteminin dönüştürülerek karbonsuzlaştırılması amacı doğrultusunda hidrojen temiz enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Hidrojenin kullanım alanlarının yaygın olması ve özellikle emisyonları azaltmanın daha zor olduğu ağır sanayi, demir-çelik-çimento, petrokimya gibi sektörlerde de kullanılabilmesi önemli bir avantajdır. Hidrojen fosil yakıtlardan, yenilenebilir enerji kaynakları ya da nükleer enerji kaynağı ile üretilebilmekte ve üretim sırasında açığa çıkan emisyonlara göre sınıflandırılmaktadır. Temiz hidrojen; yenilenebilir enerji kaynakları ya da nükleer enerji kaynağı ya da fosil yakıtlardan karbon yakalama, kullanma ve depolama (carbon capture, utilisation and storage kısaca CCUS) kullanılarak üretilen hidrojendir. Uluslararası Enerji Ajansı tarafından, 2020 yılında bir önceki yılın iki katı olan yaklaşık 70 MW elektroliz kapasitesinin kurulduğu ve fosil yakıtlardan karbon yakalama, kullanma ve depolama kullanılarak üretilen iki hidrojen tesisinin işletmeye alınarak üretim kapasitesinin yaklaşık %15 arttırıldığı açıklanmıştır (Uluslararası Enerji Ajansı, 2022).

AB'de birçok ülkede, doğal gazla belirli oranlarda hidrojen karıştırma çalışmaları devam ederken; Türkiye'de GAZBİR-GAZMER yürütücülüğünde Türkiye'nin ilk Power to Gas projesi başlatılmış ve Temiz Enerji Teknolojileri Merkezinde doğal gazla kademeli olarak hidrojen eklenmiştir. Proje sonunda, yapılan deneysel çalışmalarda doğal gazla hacimsel olarak %20'ye kadar hidrojen eklenmesinin iletim hatlarında ve yakıcı cihazlarda ciddi bir değişiklik gerektirmediği görülmüştür (GAZBİR-GAZMER, 2022).

Hidrojenin üretimi, depolanması ve taşınmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır ve önümüzdeki dönemde ulusal ya da bölgesel hidrojen piyasalarından bahsetmek mümkün olabilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sistem bağlantısının artması sonucunda oluşabilecek dengesizliklerin hidrojen depolama yoluyla önlenmesi mümkün olabilecektir. Mevcut doğal gaz boru hatlarının hidrojen taşımaya uygun hale getirilebilir olması da gelişmiş doğal gaz boru hatları altyapısı ve bağlantıları sayesinde Türkiye'yi bölgede ön plana çıkarabilecektir.

Bu bağlamda, Türkiye özellikle yenilenebilir enerji kaynak potansiyelini ve nükleer enerjiyi de elektrik üretiminde kullanmaya başlayacak olmasını da göz önünde bulundurarak sıfıra yakın emisyonlu hidrojen üretimine, depolamasına ve taşınmasına yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarının yanı sıra bölgesel ölçekte uygulama çalışmalarını da hızlandırmalıdır. Türkiye'nin hidrojen potansiyelinin ve kullanım alanlarının tespitini ve hidrojenin kullanımının yaygınlaştırılması için gereken üretim, depolama ve taşıma altyapı yatırımların planlanmasını da kapsayan bir strateji belgesinin hazırlanması ve hidrojenin öncelikli enerji politikaları arasında yer alması önem arz etmekte olup, bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

Avrupa'nın en büyük yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olması, santral kurulum maliyetleri bakımından Avrupa'da en düşük maliyetleri sunması ve en gelişmiş iletim ağına sahip olması sayesinde Türkiye, yeşil hidrojen üretiminde Avrupa için bir üs olma kapasitesine sahiptir.

Dağıtık Üretim ve Talep Tarafı Yönetimi

Merkezi güç santrallerinde üretilen elektriğin iletim ve dağıtım hatları ile son kullanıcılara ulaştırılması beraberinde birtakım zorlukları getirmektedir. Enerji kaynağının olduğu yerde elektrik üretimi ve üretime yakın tüketiciye elektriğin direkt ulaştırılması ise başta sistem esnekliğinin artması olmak üzere verimliliğin artırılması, maliyetin düşürülmesi ve kayıp/kaçakların azaltılması gibi birtakım faydalar sağlayacaktır. Dolayısıyla merkezi enerji sistemleri dönüştürülerek dağıtık üretiminin ve talep tarafı katılımının sağlanması yoluyla sistem esnekliğinin artırılması amaçlanmakta ve dağıtık yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegrasyonunun daha fazla artırılması ile tüketim noktalarına yakın üretimin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Şebekede esneklik ihtiyacı için, depolama sistemleri ve enterkoneksiyon hatları üzerinden piyasa birleştirme mekanizmaları dışında, talep birleştirme mekanizmaları ile destekli talep yönetimi, yenilenebilir santrallerden rezerv sağlanması gibi yöntemler de kullanılarak sistemin karbonsuzlaştırılmasına yönelik adımlar atılabilir (İstanbul Politikalar Merkezi, 2021). Ayrıca Birleşik ısı güç sistemleri, yenilenebilir kaynaklar ile faydalı/atık ısının bölgesel ısıtma ve soğutma süreçlerinde kullanılması, ısı pompasının sanayide ve binalarda kullanımı, bir yandan öz tüketime bir yandan da dögüsel ekonomiye katkı sağlayabilmektedir.

Dijitalleşme hem arz hem de talep tarafında gerçekleştirildiğinde sistemin verimliliği ve sürdürülebilirliği artacaktır. Dağıtık üretimin ve depolamanın uygulanması ile akıllı ve mikro şebekeler kendi aralarında ve ana şebeke ile bağlanarak üretim ve depolamanın kontrolünde esneklik sağlanacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının daha da artması sonucu ortaya çıkması muhtemel uyumsuzlukların çözümü için üretici ve tüketici sistemlerinin bağlantılarının sağlanması yoluyla talep tarafının yönetilmesi dijital kontrol sistemlerinin yaygın kullanımı ile mümkün olabilecektir.

Talep tarafının katılımı ve yönetimi yoluyla hangi bölgede, ne zaman ve ne miktarda elektrik ihtiyacının olacağı önceden tespit edilerek elektriğin zamanında ve düşük maliyetli tedarik edilmesi sağlanabilecektir. Dolayısıyla talebin artış gösterdiği gün içi zamanda ya da mevsimsel dönemlerde enerji kaynaklarının sisteme en ucuz ve en az emisyon salımı yapacak şekilde katılması ya da elektrik tüketiminin düşük olduğu yani elektriğin ucuz olduğu zamanlarda kullanıcıların elektrik kullanımının teşvik edilmesi ya da kullanımın arttırılmadığında depolamanın sağlanması sistemin hem bütüncül hem de bölgesel yönetilmesini gerektirmekte ve kullanıcılara ucuz elektrik sağlamaktadır. Bu durum elektriğin tamamen yeşil kaynaklar ile üretilmesinin önündeki engelleri kaldırmaya yönelik de fayda sağlayacaktır.

Türkiye konutların ve sanayi tesislerinin lisanssız olarak belli limitler dâhilinde ihtiyacı olan elektriği üretmesine ve ihtiyaç fazlasını da sisteme verebilmesine imkân sağlayacak düzenlemeyi 2019 yılında güncellemiştir. Söz konusu düzenleme ile dağıtık üretim yatırımlarında artış beklenmektedir. Fakat bu durum güç dengesinin iletim sisteminden dağıtım sistemine doğru kaymasına yol açacak ve sonucunda bazı sektörel ilave düzenlemeler yapılmasını da (tarifenin gerçek maliyeti yansıtacak şekilde belirlenmesi, dağıtım şirketinin görevlerinde değişiklik gibi) beraberinde getirecektir.

Türkiye, dağıtık üretimin ve talep tarafı katılımının karbonsuz, akıllı elektrik sistemine geçiş sürecindeki faydalarını göz önünde bulundurarak; enerji güvenliğinin sağlanması, enerji fiyatlarının düşürülebilmesi ve emisyonların azaltılabilmesi için mevzuat düzenlemelerinin yanı sıra finansman destekleri ile dağıtık enerji kaynaklarının sisteme entegrasyonunu hedeflemektedir.

Dijitalizasyon

Tüm sektörlerde olduğu gibi enerji sektöründe de artan verilerin yönetimi önem arz etmekte olup, enerjinin üretiminden son kullanıcının enerji tüketimine kadar geçen süreçte üretim, iletim, dağıtım ve tüketim verilerinin toplanması, değerlendirilmesi ve yorumlanmasıyla eylemlerin belirlenmesine yönelik kullanılacak dijital teknolojiler verimliliği ve kaliteyi arttıracığı gibi zaman ve maliyet tasarrufu da sağlayacaktır. Tedarik zincirinin her halkasının birbirine bağlantısını sağlayacak son teknoloji yazılım ve donanımlar enerji kaynaklarının etkin kullanımını, tasarrufunu ve sektör kaynaklı emisyonların azaltılmasını sağlayacaktır.

Dağıtık üretimin zamanla artması neticesinde tüketicilerin aynı zamanda üretici rolünü de üstlenmesi, enerji sistemlerinin optimizasyonu için büyük verilerin işlenmesi ihtiyacını beraberinde getirecektir. Talep tarafındaki verilerin de entegrasyonu akabinde enerjinin optimum düzeyde yerli ve yenilenebilir kaynaklardan karşılanabileceği bir karar destek sistemi kurulabilecektir.

Enerji altyapısının dijitalleşmesinin yanı sıra altyapıya bağlanan tüm unsurların da dijitalleşmesine yönelik atılacak adımlar aynı zamanda enerji sektörü kaynaklı emisyonların azaltılması amacıyla yapılması gerekenlerin tespitini ve müdahalesini de kolaylaştıracaktır. Mevcut altyapı ve santrallerde kullanılan dijital ve donanımsal unsurların geliştirilerek güncellenmesi bakım ve onarım maliyetlerini azaltmanın yanı sıra kayıpların azaltılmasında ve ayrıca altyapı ve tesislerin güvenliğinin ve kullanım sürelerinin arttırılmasında da büyük rol oynayacaktır. Enerji arz ve talep yönetiminde kullanılacak akıllı teknolojiler ile öncelikler daha doğru ve hızlı tespit edilerek karar alma süreçleri farklılaşacaktır.

Bu bağlamda, scada sistemlerinin, yapay zekânın, makina öğreniminin ve nesnelerin interneti gibi ileri teknoloji yazılım ve donanımların enerji sektörünün tüm segmentlerine entegre edilmesi sektörün ihtiyaç duyduğu insan kaynağında da yenilik ve gelişmeleri beraberinde getirecektir. Dolayısıyla yeni iş alanlarının ve imkânlarının ortaya çıkması sağlanacak ve bu yeni iş tanımlarına uygun insan kaynağının yetiştirilmesine yönelik çalışmalar hızlanacaktır.

Elektrifikasyon

Temiz enerji dönüşümünün gerçekleştirilebilmesi için elektrifikasyon özellikle ulaşımda, sanayide ve binalarda tüm makinaların ve araçların elektrik ile çalıştırılabilmesi için önemli rol oynamaktadır. Elektrifikasyon sonucunda artan elektrik ihtiyacının temiz kaynaklardan üretilecek elektrik ile karşılanması güvenli, akıllı ve sürdürülebilir elektrifikasyon için önem arz etmektedir. Dolayısıyla elektrifikasyona yönelik dönüşümün çevreye duyarlı ve emisyonları azaltmaya yönelik bir şekilde hayata geçirilmesinin sağlanabilmesi için üretim ve altyapı ihtiyaçlarının planlanması ve yatırımların bu planlara uygun şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Talep tarafı katılımının ve yönetiminin etkili bir şekilde sağlanması mevcut sistemlerin geliştirilmesine yönelik yatırım maliyetini azaltacaktır. Bu dönüşüm sonucunda elektrik üretimi ve tüketimi artacak olup; mevcut sistemin

geliştirilmesinde, verimliliğin artırılmasında, akıllı şebekelerin yaygınlaştırılmasında ve depolama sistemleri ile entegrasyonunda elektrifikasyon büyük rol oynayacaktır.

Enerji depolama sistemleri açısından yapılacak araştırma ve geliştirme çalışmalarının en önemli unsurlarından birisi, yeraltı kaynaklarının yerli teknoloji ile katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesidir. Bu bağlamda, 2020 yılının sonunda Eti Maden bünyesinde işletmeye alınan lityum tesisi en güncel gelişmeler arasındadır. Lityum; elektrikli otomobiller, akıllı telefonlar, tabletler, diz üstü bilgisayarlar, elektrikli aletler dâhil olmak üzere tüm mobil cihazların bataryalarında kullanılmaktadır. Enerji depolamanın gelecekte daha da kritik bir rol oynayacağı göz önünde bulundurulduğunda, bu alanda en iyi çözümü de lityum iyon piller sunmaktadır. Eti Maden üç yıldır yürüttüğü araştırma geliştirme çalışmaları sonucunda kendine özgü üretim yöntemiyle rafine bor üretiminde ortaya çıkan sıvı atıklardan lityum üretmeye başlamıştır. Tesisin tam kapasite çalışması ile Türkiye'nin lityum ihtiyacının yarısının yerli üretim ile karşılanması öngörülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli tarafından bu yüz yılın ortasına kadar küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme göre 2 °C'nin altında tutmak, mümkünse bu artışı 1,5 °C ile sınırlandırmak için tüm ülkelerin acil olarak eyleme geçmesi gerektiği ve 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedeflerinin gerçekleştirilmesi için 2030 yılına kadar emisyonların %45 oranında azaltılması gerektiği ve bu bağlamda özellikle enerji sektöründe esaslı bir dönüşümün gerçekleştirilmesinin elzem olduğu vurgulanmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı tarafından da toplam sera gazı emisyonlarının dörtte üçünü açığa çıkarması bakımından küresel olarak en hızlı değişim ve dönüşüm geçirmesi gereken sektörün enerji sektörü olduğu birçok kez ifade edilerek, tüm ülkelerin temiz enerji dönüşümü yoluyla elde edebilecekleri kazanımlar vurgulanmaktadır. Son otuz yıldır ülkeler enerji sektöründe kendi ihtiyaçları doğrultusunda değişiklikler yapmakta olup; son dönemde 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedeflerinin ülkelere açıklanması ile küresel anlamda enerji sektörü iklim ve çevre politikalarının yönlendirmesiyle dönüşüm geçirmektedir.

Türkiye artan enerji ihtiyacını kesintisiz ve güvenli bir şekilde karşılamayı amaçlarken ithalata bağımlı olması sebebiyle artan enerji maliyetlerini düşürmeye yönelik geliştirdiği politikalar ile temiz enerji dönüşümünü kendine özgü enerji dinamiklerini göz önünde bulundurarak başlatmıştır. Temiz ve yerli kaynakların kullanımının yaygınlaştırılması yoluyla maliyetlerin ve emisyonların düşürülmesine, nükleer enerji kaynakları ile elektrik üretimine geçilmesi yoluyla sistemin karbonsuzlaştırılmasına ve enerji verimliliği politikaları ve hayata geçirilen uygulamaları ile enerji tasarrufunun artırılmasına yönelik adımlar atılmıştır. Türkiye'nin başlatmış olduğu bu enerji dönüşümü 2021 yılında Paris Anlaşması'nı onaylamasının ve net sıfır emisyon hedefini açıklamasının ardından şüphesiz ki yeni bir döneme girecektir. Bu yeni dönemde güncellenecek olan çevre ve iklim politikaları çerçevesinde enerji politikalarının da güncellenmesi ve kısa-orta-uzun vadeli hedefler doğrultusunda enerji plan, program ve stratejilerinin oluşturulması ve özellikle belirlenecek net ve ölçülebilir hedeflerin düzenli olarak kontrolü ile iyileştirmelerin sağlanması önem arz etmektedir.

Enerji sektörü açısından geleceğin temiz yakıtı olarak öngörülen hidrojenin yerli ve yenilenebilir kaynaklardan fosil kaynaklar ile rekabet edebilir bir ekonomide üretiminin milli imkânlarla gerçekleştirilmesi ilerleyen süreçte Türkiye'ye önemli ticari fırsatlar sunacaktır. Bunun dışında hidrojenin kullanım alanlarının artırılmasına yönelik çalışmalar da milli enerji teknolojilerimiz açısından belirleyici olacaktır. Özellikle fosil yakıtlarla

çalışan içten yanmalı motorların yerini önümüzdeki yıllarda karbonsuz ya da düşük karbonlu sistemlerin alacağı dikkate alındığında hidrojenle çalışan yakıt hücreli sitemlere yönelik endüstriyel çözümler millî teknoloji geliştirilebilecek önemli bir alandır.

Türkiye enerjinin tüm alanlarında yerli tedarikinin yaygınlaştırılması ve teknolojiye bağımsızlığın sağlanabilmesi amacıyla araştırma ve geliştirme faaliyetlerini desteklemektedir. Enerji kaynaklarının ithalatına olan bağımlılığını azaltmaya yönelik politikalarında yerli kaynakların kullanımını yaygınlaştırmayı hedeflerken yerli teknolojilerin geliştirilmesinin ve kullanılmasının teşviki yolu ile teknolojiye dışa bağımlılığı azaltacak önlemler de almaktadır. Geçmiş dönemde yenilenebilir ve nükleer enerji kaynaklarının kullanımını arttırmaya yönelik çalışmalar kapsamında teknolojiyi ülke içinde geliştirmeyi ve yaygınlaştırmayı da teşvik etmiştir. Yenilenebilir ve nükleer enerji teknolojilerinin geliştirilmesi sürecinde hayata geçirilen yeni yatırım modelleri ile arttırılan bilgi ve tecrübeler ve ayrıca bu alanlarda yerli ekipman ile aksamaların üretilmesi ve kullanımı sırasında tespit edilen eksikliklerin giderilmesine yönelik alınan tedbirler hidrojen gibi yeni ve temiz kaynaklara ilişkin geliştirilecek olan projelere uygulanabilecektir.

Dijitalizasyon tarafında, nesnelerin interneti ile enerji sistemleri arasındaki haberleşmenin geliştirilmesi, yenilenebilir dağıtık üretim kapasitesini yöneterek iletim ve dağıtım şebekelerindeki gücü dengeleyecek optimizasyon sistemleri sektör açısından ihtiyaç duyulan teknolojiler olacaktır. Ayrıca, tüketicilerin enerji tüketim verilerinin işlenmesi yoluyla, enerji verimliliğini artıracak önerilerin oluşturulması, altyapı yatırımlarının planlanması ve geleceğe yönelik daha isabetli projeksiyonlar oluşturulması mümkün olacaktır.

Kaynakça / References

- Avrupa Komisyonu. (2021, July 14). *Delivering the European Green Deal*. A European Green Deal: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en adresinden alındı
- Avrupa Parlamentosu. (2021, 10). *Energy policy: general principles*. Fact Sheets on the European Union: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/68/energy-policy-general-principles> adresinden alındı
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC. (2022a, Nisan 15). *History of the Convention*. Process and Meetings: <https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention> adresinden alındı
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC. (2022b, Nisan 15). *What is Kyoto Protocol*. Process and Meetings: https://unfccc.int/kyoto_protocol adresinden alındı
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC. (2022c, Nisan 15). *What is the United Nations Framework Convention on Climate Change?* Process and Meetings: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change> adresinden alındı
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği - UNFCCC. (2022d, Nisan 15). *The Paris Agreement*. Process and Meetings: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> adresinden alındı

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). *Bakan Kurum, COP27 Zirvesi Bakanlar Oturumunda Konuştu*. ÇŞİDB Resmi Sitesi: <https://csb.gov.tr/bakan-kurum-cop27-zirvesi-bakanlar-oturumunda-konustu-bakanlik-faaliyetleri-36297> adresinden alındı
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021, November 1). *Bakan Kurum İklim Değişikliğiyle Mücadele Çalışmalarını Değerlendirdi*. Haberler: <https://www.csb.gov.tr/bakan-kurum-iklim-degisikligiyle-mucadele-calismalarini-degerlendirdi-bakanlik-faaliyetleri-32018> adresinden alındı
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2021). *Doğal Gaz Piyasası Yıllık Sektör Raporu Listesi*. Ankara: EPDK. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/dogal-gazyillik-sektor-raporu> adresinden alındı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı*. Ankara: MENR. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-verimlilik-ulusal-enerji-verimlilik-eylem-planı> adresinden alındı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). *2019-2023 Stratejik Planı*. Ankara: MENR.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2021). *Birincil Enerji Denge Tabloları 2020*. Ankara: MENR. https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/Ulusal_Enerji_Denge_Tabloları/2020.xlsx adresinden alındı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022a, April 15). *YEKA Modeli*. <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-uretim-faaliyetleri-yeka-modeli> adresinden alındı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022b, April 15). *Nükleer Enerji*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-nukleer-enerji> adresinden alındı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022c, April 15). *Enerji Verimliliği*. <https://enerji.gov.tr/enerji-verimliliği> adresinden alındı
- GAZBİR-GAZMER. (2022). *Yenilenebilir Gaz Üretimi Projesi Final Raporu*. Ankara: GAZBİR-GAZMER. https://www.gazmer.com.tr/upload/tr/dosya/dokumanyonetimi/1074/FINALR APORU_18012022151100-2.pdf adresinden alındı
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. (2022a, Nisan 15). *Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/annexessglossary-e-o.html adresinden alındı
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. (2022b, Nisan 15). *History of IPCC*. IPCC: <https://www.ipcc.ch/about/history/> adresinden alındı
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. (2022c). *Sixth Assessment Report*. Genova: WMO. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2022/04/AR6_Factsheet_April_2022.pdf adresinden alındı
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. (2022d, April 4). *Mitigation of Climate Change*. IPCC Sixth Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/resources/press/press-release/> adresinden alındı

- İstanbul Politikalar Merkezi. (2021). *Türkiye'nin Karbonsuzlaşma Yol Haritası 2050'de Net Sıfır*. İstanbul: Sabancı Üniversitesi.
<https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20211026-23103436.pdf> adresinden alındı
- Türkiye Cumhuriyeti. (2012). *Intended Nationally Determined Contribution*. Ankara: UNFCCC. Retrieved from
https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Turkey%20First/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı. (2005, May 18). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*. Mevzuat Bilgi Sistemi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5346&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> adresinden alındı
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı. (2013, March 30). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5346&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>. Mevzuat Bilgi Sistemi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6446&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> adresinden alındı
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı. (2019). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)*. Ankara: TCCB. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/On_Birinci_Kalkinma_Planı-2019-2023.pdf adresinden alındı
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı. (2021). *2022 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı*. Ankara: TCCB. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/10/2022-Yili-Cumhurbaskanligi-Yillik-Programi-26102021.pdf> adresinden alındı
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (2021). *Elektrik İstatistikleri*. Ankara: TEİAŞ. <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> adresinden alındı
- Uluslararası Enerji Ajansı. (2021a). *Net Zero by 2050*. Paris: International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> adresinden alındı
- Uluslararası Enerji Ajansı. (2021b). *Turkey 2021 Energy Policy Review*. Paris: IEA. <https://www.iea.org/reports/turkey-2021> adresinden alındı
- Uluslararası Enerji Ajansı. (2022, April 15). *Hydrogen*. <https://www.iea.org/reports/hydrogen> adresinden alındı

Yazar Hakkında / About Author

Dr. Alparslan BAYRAKTAR | Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakan Yardımcısı | [alparslan.bayraktar\[at\]enerji.gov.tr](mailto:alparslan.bayraktar[at]enerji.gov.tr)

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) Bakan Yardımcısı olarak görev yapmakta olan Alparslan Bayraktar, 2016-2018 yılları arasında ETKB Müsteşar Yardımcılığı ve Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Genel Müdürlüğü; 2010-2016 yılları arasında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nda Kurul Üyeliği yaptı. Kamu görevlerinden önce ise yurtiçinde ve yurtdışında özel sektörde çalıştı. Uluslararası kuruluşlar bünyesinde enerji yönetimi ve düzenlemeleri alanında çalışmaları bulunan Bayraktar, Enerji Düzenleyicileri Konfederasyonu (ICER) ve Enerji Düzenleyicileri Bölgesel Birliği (ERRA) Başkanlığı yapmıştır. Bayraktar halen Dünya Enerji Konseyi Türkiye Başkanlığı yürütmektedir. Alparslan Bayraktar lisans eğitimini İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde tamamlamıştır. Bilkent Üniversitesi Hukuk Fakültesi'nden Ekonomi Hukuku alanında ve Fletcher School of Law and Diplomacy'den Uluslararası İlişkiler alanında yüksek lisans derecelerine sahiptir. Doktorasını ise Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yer Sistem Bilimleri Bölümünde Enerji Ekonomisi ve Politikası alanında yapmıştır.

Dr. Alparslan BAYRAKTAR | Deputy Minister of Energy and Natural Resources | [alparslan.bayraktar\[at\]enerji.gov.tr](mailto:alparslan.bayraktar[at]enerji.gov.tr)

Alparslan Bayraktar serves as the Deputy Minister of Energy and Natural Resources. Prior to assuming this post, he was the Deputy Undersecretary of MENR following his service as the General Director of International Affairs and European Union. Between 2010-2016, Mr. Bayraktar served as a Commissioner of Energy Market Regulatory Authority of Türkiye. Before his public service, he worked for the private sector in Türkiye and abroad. Mr. Bayraktar also holds positions in various international organizations involved in issues relating to energy governance. He served as the Chairman of International Confederation of Energy Regulators (ICER) and Energy Regulators Regional Association (ERRA). Currently, he is the Chairman of World Energy Council Türkiye. Mr. BAYRAKTAR holds B.S. in Mechanical Engineering from Istanbul Technical University, LL.M. in Law and Economics from Bilkent University and M.A. in International Relations from Fletcher School of Law & Diplomacy at Tufts University. He received his Ph.D. in Energy, Environmental Economics & Policy from Middle East Technical University.