



HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
DERNEĞİ
TÜRKİYE
TEMSİLCİLİĞİ

Bu görüş yazısı, 'Foreign Policy for the 21st Century; Peaceful, Equitable, and Dynamic Turkey' başlıklı proje kapsamında Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği tarafından [Uluslararası İlişkiler Konseyi](#) ve [Global Akademiye](#) sağlanan destek çerçevesinde hazırlanmıştır.

Bu yazıya atıf için: Volkan Ediger, "Türkiye sürdürülebilir enerji dönüşümüne ne kadar yakın?" Panorama, Çevrimiçi Yayın, 24 Ocak 2023, <https://www.uikpanorama.com/blog/2023/01/24/ve/>

Telif@UIKPanorama. Çevrimiçi olarak yayımlanan yazıların tüm telif hakları Panorama dergisine aittir. Aksi belirtilmediği sürece, yayımlanan yazılarda belirtilen görüşler yalnızca yazarına/yazarlarına aittir. UİK, Global Akademi, Panorama Yayın Kurulu ile editörleri ve diğer yazarları bağlamaz.

Türkiye sürdürülebilir enerji dönüşümüne ne kadar yakın?

Volkan Ş. EDİGER

Enerji, özellikle Sanayi Devrimi sonrası toplumlar için ekonomik ve sosyal kalkınmanın en önemli girdisi olmuştur. Toplam birincil enerjinin gayrisafi milli hasıla (GSMH) içindeki payı çok yüksek olmasa da enerji ekonomiler için yaşamsal öneme sahiptir. Örneğin Türkiye’de 2021’de tüketilen 160 milyon ton-petrol-eşdeğeri birincil enerjinin GSMH içindeki payı -enerji fiyatları ve enflasyondaki aşırı yükselişe rağmen- yüzde 10’lar civarındadır. Yeterli miktar ve kalitede, ucuz ve temiz enerjinin kesintisiz şekilde sağlanamaması, yani enerji arz güvenliğinin teminat altına alınmaması durumunda sağlıklı bir kalkınma gerçekleşmemektedir. Bunun için de ülkenin enerji sepeti içindeki kaynaklarının doğru oranlarda temin edilerek en uygun kaynak çeşitliliğinin sağlanması gerekir.

İnsanlığın tükettiği enerji kaynakları zaman içinde değişikliğe uğramış, ateşin bulunmasıyla tüketilmeye başlanan odundan kömüre, oradan petrol ve doğal gaz dönüşüm yaşanmıştır. Herhangi bir dönemde en fazla tüketilen enerji kaynağı üretim için yetersiz kalmaya başlayınca yeni bir enerji kaynağı devreye girmiş, eskisine göre daha etkin olan bu kaynak zamanla enerji sepetindeki payını artırarak en fazla tüketilen enerji kaynağı haline gelmiştir. Bu değişimin temel dinamiği yeni enerji kaynağının ısı değerinin daha yüksek, kullanımının daha temiz ve pratik olmasıdır. Yeni enerji kaynakları her zaman toplumların gelişmesine önemli katkılar sağlamış, geliştirilen yeni teknolojiler sayesinde üretim fonksiyonu sürekli olarak artırılabilmiştir.

Türkiye malesef enerji kaynaklarındaki küresel değişimlere ve özellikle kaynakların yerel olarak üretilmesi konusuna yeterince ayak uyduramamıştır. Örneğin 1765’te Thomas Newcomen’in buharlı makinesinin James Watt tarafından kullanılır hale getirilmesiyle üretim biçimlerinde makineleşme başlamış ve bir süredir kullanılmakta olan kömür üretimi dıştan yanmalı motor (*external combustion engine*) sayesinde başta İngiltere olmak üzere Amerika ile Almanya ve Fransa’da hızla artmıştır. Türkiye’de ise ilk düzenli kömür üretimi Zonguldak Havzası’ndaki taş kömürlerinde 1848’de başlamıştır.

Öte yandan, petrol üretimi 1859’da ABD’de açılan Drake kuyusuyla başlamış ve kullanımı da içten yanmalı motorların (*internal combustion engine*) İngiltere, Almanya ve ABD’de geliştirilmesiyle XX. yüzyılın başlarından itibaren hızla artmıştır. Türkiye de ise ilk petrol üretimi Raman Sahası’nda 1948’de gerçekleştirilmiştir. Enerji dönüşümünü gerçekleştiren Batı toplumları kömür, petrol ve doğal gazdan oluşan fosil yakıtlar sayesinde ekonomik ve sosyal refahlarını artırırken, başta Osmanlı ve Türkiye Cumhuriyeti olmak üzere Doğu toplumları bu yarışta geri kalmışlardır.

Günümüzde Sanayi Devrimi’yle başlayan Fosil Yakıt Çağı’nın artık sonuna yaklaştık. Rezervlerinin sınırlı olması, karbondioksit salımları yüzünden iklim değişikliğine neden olmaları ve yeryüzündeki düzensiz dağılımlarının ortaya çıkardığı jeopolitik gerilimler nedeniyle bu yakıtların tüketilmesinden vazgeçilmeye çalışılmaktadır. Bunun için 1987’de yayımlanan [Our Common Future](#) başlıklı BM raporundan beri sürdürülebilirlik kavramı geliştirilmiş, [Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi](#) (UNFCCC) ve [Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli](#) (IPCC) gibi kurumlar BM çatısı altında örgütlenmiştir. Özellikle 1997’de imzalanan Kyoto Protokolü bazı yükümlülükler getirmesi bakımından çok önemli olmuştur. Fakat bütün bu uluslararası girişimlere rağmen yeni enerji dönüşümünde yeterince başarı sağlanamamış, karbondioksit salımında kaydadeğer bir azalış gerçekleştirilememiştir. Daha sonra 2000’de kabul edilen [Milenyum Kalkınma Hedefleri](#) de başarılı olamamıştır.

Bunun üzerine 2015'te daha ciddi adımlar atılmaya başlanmıştır. Eylül ayında [Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları](#) (SKA) kabul edilmiştir. 17 SKA'nın en önemlileri iklim değişikliğini önleme ve enerjinin verimli ve temiz kullanılmasını önermektedir. Aralık 2015'te Paris'te toplanan 21. Taraflar Konferansı'nda ([COP 21](#)) da 2030'a kadar karbondioksit emisyonlarının yarıya düşürülmesi, 2050'de ise net-sıfır hedefine ulaşılması kabul edilmiştir. Avrupa Birliği, bu yeni hedefleri kanun haline getiren ilk kurum olmuş, Ocak 2020'de kabul ettiği Avrupa Yeşil Mutabakatı programı ile hayata geçirmeye başlamıştır. [Net Zero Tracker](#)'ın son verilerine göre, toplam emisyonların yüzde 83'ünden sorumlu olan 139 ülke ve 2000 en büyük şirketin 799'u sıfır emisyon hedefini ilan etmiştir. Bu, dünya ekonomisinin yüzde 91'i, nüfusun yüzde 80'i demektir.

Bütün bu olumlu gelişmelere rağmen, hedeflere ulaşıp ulaşılamayacağı ciddi biçimde tartışılmaktadır. Zira 2021'de dünyada tüketilen toplam birincil enerjinin yüzde 82,3'ü fosil yakıtlardan oluşmuştur. Bunun da yüzde 31'i petrol, yüzde 27'si kömür, yüzde 24'ü doğal gazdı. Yenilenebilir enerjinin payı ise sadece yüzde 13,5 olup, bunun da yüzde 6,8'i birçok uzmanın yenilenebilir kapsamına almadığı hidroelektrikten oluşmaktaydı. Yani, gerçek anlamdaki yenilenebilir enerjinin payı sadece yüzde 6,7 olup, bu oranın yaklaşık 30 yılda yüzde 100'e çıkarılması zor görünmektedir.

Şu anda görünen en önemli sorun, bu seferki enerji kaynakları yer değişiminin önceki değişimlerde olduğu gibi, yeni kaynaklarının ilave edilmesi, eskilerinin de kullanıma devam edilmesi şeklinde değil, eskilerden tamamen vazgeçilmesini zorunlu kılacak şekilde olacaktır. Ayrıca, kaynak yer değişiminin temel dinamikleri daha öncekilerde ekonomik iken bu sefer tamamen siyasidir. Bir diğer zorluk da öncekilerde hep bir hegemonik güç varken ve onun en fazla kullandığı enerji kaynağı dünyada en fazla tüketilen kaynak olurken, bu sefer birden fazla seçeneğin ortaya çıkmasıdır. Örneğin *Pax Britanica* döneminde kömür, *Pax Americana* döneminde ise petrol küresel çapta baskın enerji kaynağı olmuştur. Sovyetler Birliği'nin 1991'de dağılmasının ardından kısa bir süre hâkim olan *Pax Americana* artık sürdürülmemekte, küresel güç dağılımı yeni kutupların ortaya çıkmasına imkân tanımaktadır.

Bu durum, daha önce önerdiğim (Ediger 2019 ve Ediger vd. 2021)¹ “Çoklu Enerji Dönüşümü” (*Multiple Energy Transition*) modelini gündeme getirmektedir. Buna göre, öngörülebilir gelecekte ABD, Çin, AB ve Rusya'nın başını çektiği en az dört küresel kutup olacak ve her kutbun enerji tercihi birbirinden farklı gelişecektir. Örneğin, ABD 2007'den beri geliştirdiği kaya gazı ve petrolünden oluşan ankonvansiyonel enerji kaynaklarına ağırlık vererek dünyada en fazla petrol ve gaz üreten ülke konumuna gelmiştir. ABD ile hidrokarbon üretimi konusunda sürekli bir yarış halinde bulunan Rusya da konvansiyonel petrol ve gazdaki tartışmasız üstünlüğünü korumaya devam etmektedir. Öte yandan, Çin en önemli yerli kaynağı olan kömürü dünyada en fazla üreten ve tüketen ülke olmuş, buna karşılık kömürün oluşturduğu emisyonları dengelemek için yenilenebilir enerji teknolojilerine ağırlık vermiştir. Çin günümüzde rüzgâr ve güneş teknolojisini en fazla geliştiren ülke olmuş ve yenilenebilir enerjide zirveye oturmuştur. Yeterli fosil yakıtı bulunmayan AB ise, enerji sepetinde bir yandan yenilenebilir enerjinin payını artırırken diğer yandan verimlilikte kaydettiği gelişmelerle enerji tüketimini azaltmaya çalışmaktadır.

Yüzde 100 yenilenebilir enerji hedefi de geniş kesimler tarafından tartışılmaktadır. Yenilenebilir enerjinin büyük oranda coğrafya ve iklime bağlı olması günün her saati

¹ Ediger, V. Ş., 2019, “An integrated review and analysis of multi-energy transition from fossil fuels to renewables”, *Energy Procedia*, 156: 2-6. Ediger, V. Ş., J. V. Bowlus ve A. F. Dursun, 2021, “China's Energy-Supply Security in the Multi-Energy Transition Period from Fossil Fuels to Renewable Energy”, Jingzheng Ren (der.), *China's Energy Security: Analysis, Assessment and Improvement*, World Scientific Publishing içinde, s. 199-215.

kullanılabilmesini engellemektedir. Küresel ölçekteki ortalama kapasite faktörleri son yıllarda rüzgârda yüzde 20-25, güneşte ise yüzde 10-15 aralıklarında seyretmektedir. Bu kaynakların istenildiği zaman kullanılabilmesini mümkün kılacak depolama sistemlerinde ise arzu edilen düzeye ulaşamamıştır. Geliştirilen depolama teknolojilerinin hiçbiri henüz depolanan enerjinin yüzde 100 dönüşümünü sağlayamamakta, enerjide yüzde 10-30 arasında bir kayıp olmaktadır. Depolama sistemleri üzerinde büyük hızla devam eden geliştirme çalışmalarının daha da yoğunlaştırılması ve verimliliğin artırılması gerekmektedir. Fakat, yenilenebilir kaynakların enerji yoğunluğunda da limitlere yaklaşmıştır. Günümüz rüzgâr tribünlerinin verimliliği yüzde 45'i geçerek, yüzde 59,3 olan Betz Limiti'ne, silicon ve perovskite güneş hücrelerinin verimliliği ise yüzde 25-26 civarına ulaşarak yüzde 33 olan Shockley-Queisser Limiti'ne yaklaşmıştır. Başka bir deyişle, verimlilik artışlarının gidecek çok fazla yeri kalmamıştır.

Bu teknik hususların yanı sıra fosil yakıt jeopolitiği de hızla değişmektedir. Yenilebilir kaynakların potansiyelinin yüksek olduğu coğrafyanın fosil yakıt coğrafyasından farklı olması yeni jeopolitik mülâhazaları gündeme getirmektedir. Teknolojinin ağırlıklı olacağı yeni enerji dönüşümünde teknolojiye hâkim olan güçlerle, onları kullananlar arasındaki ilişkiler de karmaşık gelişmektedir. Özellikle, yeni teknolojilerde kullanılacak kritik mineraller ve nadir toprak elementlerine sahip olma konusunda ilginç gelişmeler yaşanmaktadır. Çin, 17 nadir toprak elementinde tekel konumuna geçmiş olup, dünya nadir toprak element üretiminin yüzde 60'ını, lityum üretiminin de yüzde 80'ini elinde tutmaktadır. ABD bu hammaddeler konusunda büyük oranda Çin'e bağımlı hale gelmektedir. Öte yandan, Rusya nadir toprak elementi rezervlerinin yüzde 22'sine, Kongo Demokratik Cumhuriyeti de kobalt rezervlerinin yüzde 60'ına sahiptir.

Bütün bunlardan daha önemli olan husus ise, fosil yakıtlardan istifade eden ve halen önemli bir lobi gücüne sahip olan kişi, kurum ve ülkelerin yeni enerji dönüşümünü kolayca kabul etmeyeceği ve ellerinden geldiği kadar dönüşümü yavaşlatmaya çalışacaklarıdır. Burke ve Stephens (2018)'in ortaya koyduğu gibi, "yenilenebilir enerji dönüşümü esas olarak politik bir kavga, enerjinin hâkim güçleriyle karşı karşıya gelmeden ve onları yıkmadan fosil yakıtlardan kurtulmak ve toplumları karbonsuzlaştırmak mümkün olmayacaktır."²

Küresel çaptaki bu gelişmeler çerçevesinde değerlendirildiğinde, fosil yakıtlarda ithalat bağımlılığı yüksek olan Türkiye'nin yeni enerji dönüşümünde daha aktif olması gerekirken, şimdiye kadar edilgen davrandığı görülmektedir. 1997 tarihli Kyoto Protokolü, Ek-1 yerine Ek-2'de yer alınması gerektiği savunusuyla geciktirilerek ancak 12 yıl sonra 2009'da TBMM'de onaylanabilmiştir. 4 Kasım 2015'te yürürlüğe giren Paris İklim Sözleşmesi de 6 yıl sonra 7 Ekim 2021'de onaylanabilmiştir. Buna karşılık 15 Ocak 2020'de Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın (*European Green Deal*) yürürlüğe girmesinden hemen sonra 4 Şubat 2020'de Ticaret Bakanlığı koordinasyonunda bir Çalışma Grubu oluşturulmuş, 14 Temmuz 2021'de "55'e Uyum" (*Fit for 55*) programının kabul edildiği günün ertesinde de 15 Temmuz 2021 tarihli Cumhurbaşkanlığı genelgesi ile Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nın açıklanacağı ilan edilmiştir. Nitekim 32 hedef ve 81 eylemden oluşan plan 20 Temmuz 2021'de yayımlanmıştır. 21 Eylül 2021'de de Cumhurbaşkanı Erdoğan BM İklim Zirvesi'ndeki konuşmasında Türkiye'nin net-sıfır emisyon hedefini 2053 olarak açıklamış, ardından da 11 Ekim 2021'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın adı "Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı" olarak değiştirilmiştir.

Türkiye artık net-sıfır emisyon hedefini açıklayan [139 ülkeden biridir](#). 6-18 Kasım 2022 tarihlerinde Mısır'ın Şarm El Şeyh kentinde düzenlenen COP27 iklim zirvesinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat Kurum tarafından güncellenmiş Ulusal Katkı

² Burke, M J. ve J. C. Stephens, 2018, "Political power and renewable energy futures: A critical review", *Energy Research & Social Science*, 35: 78-93.

Beyanı (NDC) açıklanarak, 2030 için belirlenen yüzde 21 emisyon artıştan azaltım hedefinin yüzde 41'e yükseltildiği, böylece yaklaşık 500 milyon ton emisyon azaltımı yapılacağı ve en geç 2038'de emisyonların en yüksek seviyesine ulaşacağı [bildirilmiştir](#). Fakat bütün bu olumlu gelişmelere rağmen konferansın dokuzuncu gününde Uluslararası İklim Eylem Ağı tarafından “Günün Fosili Ödülü”nün Türkiye’ye verilmesinin önüne geçilememiştir. Uzmanlar, Türkiye’nin hedefinin “azaltım” değil aslında “artırım” anlamına geldiğini, 2020’de 523,9 milyon ton olan emisyonun 2030’da 694 milyon tona çıkacağını, yani yaklaşık yüzde 32’lik bir artış göstereceğini savunmaktadırlar.³

Odundan kömüre ve kömürden petrole dönüşümleri yaklaşık birer asır arayla kaçıran Türkiye, bu kez geri kalmamak için fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçişte başarılı olmak zorundadır. Bu dönüşüme sadece küresel iklim değişikliğini önlemek için gerekli olan emisyonların azaltımı olarak bakmamak gerekir. Zira bu dönüşüm, ülke ekonomisi ve sosyal yaşamın sürdürülebilirlik temelinde topyekûn değişimine işaret etmektedir ve eski paradigmaların ortadan kalkıp yeni bir paradigmanın geçerli olacağı dönemin başlangıcıdır.

Nitekim, yeni dönemde jeopolitik mücadelenin odak noktası da artık kaynak savaşından teknoloji savaşına dönüşmektedir. Yeni enerji dönüşümünün esas dinamiğinin teknoloji olacağı *Future Cleantech Architects* tarafından World Economic Forum’da yayımlanan son [çalışmada](#) bir kez daha teyit edilmiştir. Rüzgâr, güneş, jeotermal gibi yerel doğal kaynakları kullanılabilir enerjiye çevirebilmek için gerekli olan teknolojiyi yerli olarak üretebilen ülkeler enerji dönüşümünde büyük avantajlar elde edecektir. International Renewable Energy Agency’nin [rakamlarına göre](#) 2000-2020 arasında yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda dünya genelinde toplam 657,614 patent alınmıştır. Bunların yüzde 36’sı Çin, yüzde 16’sı ABD, yüzde 13’ü Japonya, yüzde 9’u Güney Kore, yüzde 5’i Almanya’ya ait iken Türkiye’de sadece 668 patent alınabilmiştir. Gerek GSMH içindeki Ar-Ge harcamalarının payı, gerekse Ar-Ge’de görev yapan doktoralı araştırmacı sayılarında Türkiye çok gerilerdedir. Coğrafik olarak kaydadeğer yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olan Türkiye’nin yeni dönüşümün şifrelerini doğru okuyarak, gerekli adımları zamanında atması 21. yüzyılda başarılı olma şansını artıracaktır.

Prof. Dr. Volkan Ş. Ediger, Kadir Has Üniversitesi



Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nden lisans ve yüksek lisans derecelerine sahip olan Volkan Ş. Ediger, doktora derecesini ABD Pennsylvania State Üniversitesi’nden almıştır. Prof. Dr. Volkan Ş. Ediger’in meslek yaşamı, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Araştırma Merkezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Pennsylvania State Üniversitesi ve Cumhurbaşkanlığı Genel Sekreterliği’nde eş zamanlı yürüttüğü araştırma, eğitim ve danışmanlık görevlerinden oluşmaktadır. 1998-2010 arasında Cumhurbaşkanlığı Enerji Danışmanı sıfatıyla üç cumhurbaşkanı ile çalışma fırsatını elde etmiştir. 2010’da İzmir Ekonomi Üniversitesi’nde profesörlük unvanını alan Prof. Ediger burada Lisansüstü Politikalar Kurucu Direktörü olarak görev yapmıştır. Halen Kadir Has Üniversitesi’nde Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma Merkezi Kurucu Müdürü olarak hizmet vermekte olup enerji tarihi, sürdürülebilir

³ <https://www.wwf.org.tr/?12840/Turkiyenin-yeni-iklim-hedefi-emisyonlari-azaltmak-yerine-artiriyor>

enerji gelişimi, enerji dönüşümü, enerji güvenliği ve geopolitikası gibi konuları çalışmaktadır.