

SEKTÖR RAPORLARI

ENERJİDE DÖNÜŞÜM: MEVCUT DURUM, TÜRKİYE PERSPEKTİFİ ve İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİ



MUSIAD

**MÜSİAD
ENERJİ VE ÇEVRE SEKTÖR
KURULU 2025**

**ENERJİDE DÖNÜŞÜM:
MEVCUT DURUM, TÜRKİYE PERSPEKTİFİ ve
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİ**

MÜSİAD ENERJİ VE ÇEVRE SEKTÖR KURULU RAPORU**ENERJİDE DÖNÜŞÜM: MEVCUT DURUM, TÜRKİYE PERSPEKTİFİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİ**

MÜSİAD Genel Başkanı
Mahmut ASMALI

MÜSİAD Genel Başkan Yardımcısı
Burhan ÖZDEMİR

Sektör Kurulları ve Fuar Forum Komisyonu Başkanı
Erkan GÜL

Sektör Kurulları ve Fuar Forum Komisyonu Başkan Yardımcısı
Ömer KARATEMİZ

Eğitim, Kültür ve Yayınlar Komisyonları Başkanı
Dr. Savaş YILMAZ

Enerji ve Çevre Sektör Kurulu Başkanı
İsmail Hakkı KARACA

Genel Yayın Yönetmeni
Mehmet Akif ALTAN

Yazarlar
Dr. Fatma Didem TUNÇEZ - KTO Karatay Üniversitesi
Dr. Şerife ÖZKAN NESİMİOĞLU - KTO Karatay Üniversitesi

Yayın Kurulu
Ölcay KARAHAN
Mehmet PAMUK
Mustafa Halil AYDIN

Editör
Ahmet Emre KÜME
Emir Furkan GÜNDOĞDU

Yapım
MÜSİAD Kurumsal İlişkiler ve İletişim Birimi

Tasarım
Yusuf DİLBER

Baskı / Cilt
Mavi Ofset

ISBN
978-625-95604-5-8

Her türlü yayın hakkı MÜSİAD 'a aittir. MÜSİAD 'dan izin almak veya MÜSİAD kaynak gösterilmek suretiyle telif mevzuatı çerçevesinde alıntı yapılabilir.

İÇİNDEKİLER

BAŞKANDAN	5
SUNUŞ	7
YÖNETİCİ ÖZETİ	9
1.GİRİŞ	11
1.1.Enerji Arz Güvenliğine İlişkin Küresel ve Ulusal Riskler	11
1.2.İklim Değişikliği Nedeniyle Enerji Sektörünün Üretim ve Talep Tarafında Karbonsuzlaştırılmasına Duyulan İhtiyaç	14
2.TÜRKİYE’DE BİRİNCİL ENERJİ VE ELEKTRİK TALEBİ GÜNCEL DURUM VE EĞİLİMLER	19
3. TÜRKİYE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE ÖNCELİKLİ PAYDAŞLAR VE POLİTİKALAR	23
3.1 Elektrik Piyasası Kanunu	24
4.TÜRKİYE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİ VE GENEL EĞİLİMLER.....	31
4.1.İklim Değişikliği, Net-Sıfır Emisyon ve Sürdürülebilirlik.....	31
4.2.Sürdürülebilir Yaşam ve Ekonomi için Dönüşüm.....	40
4.3.Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM).....	47
5.TÜRKİYE’DE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNE YÖNELİK POLİTİKA VE UYGULAMA ALANLARI	53
5.1.Elektrik Üretimi İçin Enerji Depolama	53
5.2.Elektrikli Araçlar	56
5.3.Enerji Verimliliği	58
5.4.Enerjide Dijitalizasyon.....	60
5.5.Karbon Yakalama ve Depolama	63
6.DÖNÜŞÜM SENARYOLARI FIRSATLAR, GÜÇLÜKLER VE POLİTİKA ÖNERİLERİ.....	65
7.SONUÇ ve ÖNERİLER	69

BAŞKANDAN

Değerli Okurlar,

Dünyamız kritik bir enerji dönüşümü sürecinden geçmektedir. Fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ve karbon emisyonlarının sıfırlanması gibi hedefler, sürdürülebilir bir geleceğin vazgeçilmez unsurlarıdır. Ülkemiz, bu dönüşümü başarıyla gerçekleştirme potansiyeline sahip önemli bir aktördür.

MÜSİAD Enerji ve Çevre Sektör Kurulumuzun hazırlamış olduğu Enerjide Dönüşüm: Mevcut Durum, Türkiye Perspektifi ve İklim Değişikliği Etkisi başlıklı bu rapor, enerji arz güvenliği, iklim değişikliği ve yenilenebilir enerji projelerindeki fırsatları, kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Türkiye'nin enerji ithalat bağımlılığını azaltma, yeşil enerji projelerine daha fazla yatırım yapma ve enerji verimliliğini artırma konularındaki stratejik hedefleri ise özellikle vurgulanmıştır.

2053 Net Sıfır Emisyon hedefimiz, sadece bir çevre vizyonu değil, aynı zamanda ekonomik bir sıçrama noktalarından biridir. Bu süreçte, enerji sektöründeki yenilikçi yaklaşımları desteklemek, dijitalleşme ve yeni nesil teknolojilerle üretim verimliliğini artırmak temel hedeflerimiz arasındadır.

Küresel enerji politikalarının yeniden şekillendiği bu dönemde, Türkiye'nin jeopolitik konumu ve yenilenebilir enerji potansiyeli, çok daha stratejik bir önem kazanmıştır. Hidrolik, güneş, rüzgâr ve biyokütle enerjisine yapılan yatırımlar hem ekonomik bağımsızlığımızı artıracak hem de çevresel hedeflerimize daha hızlı ulaşmamızı sağlayacaktır.

Bu raporun, ülkemizin enerji ve çevre politikalarına yönelik stratejik yol haritaları oluşturmaya katkı sağlamasını diler, emeği geçen MÜSİAD Enerji ve Çevre Sektör Kurulu Başkanımız İsmail Hakkı Karaca'ya ve sektördeki tüm paydaşlarımıza teşekkür ederim.

Gelecek nesillere daha temiz ve yaşanabilir bir dünya bırakmak, hepimizin ortak sorumluluğudur.

Kalın sağlıcakla

Mahmut ASMALI
MÜSİAD Genel Başkanı

SUNUŞ

İngiliz ekonomist Angus Maddison'nun geliştirdiği yöntemlere dayanarak yapılan çalışmalar; milattan sonra 1. yılın sonunda dünya toplam hasılasını 105 milyon USD olarak hesaplamıştır. 2000 yılına gelindiğinde bu rakam 34 trilyon USD'ye erişmiş, 2024 yılı sonuna gelindiğinde ise bu rakamın 110 trilyon USD'yi yakalaması beklenmektedir. Yani dünyanın tam 2000 yılda erişebildiği hasıla tutarı, sadece 24 yılda 3'e katlanmıştır.

Bu baş döndürücü büyüme ve dönüşüm beraberinde doğal kaynakların hızla tüketilmesini, çevresel bozulmaları ve doğal felaketleri körüklemiştir. Küresel iklim değişikliği, yeşil dönüşüm, enerjide arz güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma gibi kritik meseleler, devletlerin ana gündem maddelerini oluşturmaya başlamıştır. Bu dönüşümün başarılabilmesi için; enerji üretimi ve tüketiminden, sanayi ve ulaşım, tarımsal faaliyetlerden binaların dönüşümü ve enerji verimliliğine kadar geniş bir yelpazede çözümler geliştirilmesi gerekmektedir.

Sektör kurulumuz tarafından hazırlanan raporumuz, enerji dönüşümünün literatürümüze kattığı yeni kavramlarla birlikte; dönüşümün ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarını ele almakta, Türkiye'nin bu kapsamda karşı karşıya olduğu zorlukları, fırsatları ve stratejik yönelimleri kapsamlı bir şekilde değerlendirmektedir. Raporda; yenilenebilir enerji yatırımlarının önemi, karbon emisyonlarının azaltılması ve enerji arz güvenliği gibi konulara özel vurgu yapılmış, ayrıca ülkenin enerjide ithalat bağımlılığını azaltmak ve yeşil dönüşüm hedeflerine ulaşmak için ihtiyaç duyduğu stratejik adımlar detaylandırılmıştır.

2053 Net Sıfır Emisyon hedeflerimiz doğrultusunda Türkiye'nin, yenilenebilir enerji projelerine yönelik yatırımları artırması, enerji verimliliğini geliştirmesi ve dijitalleşme gibi yeni nesil teknolojileri benimsemesi hayati bir gereklilik haline gelmiştir. Enerji Bakanlığımız tarafından açıklanan 2035 yenilenebilir enerji hedefleri bu konuları öncelikli değerlendirmekle birlikte, bu süreçte sektörel iş birliklerinin güçlendirilmesi ve inovatif çözümlerin teşvik edilmesi, sürdürülebilir bir gelecek inşa etme yolunda kritik bir rol oynayacak görünmektedir.

Raporumuzun, yeni kavramlar, enerji dönüşümü, bunlara ilişkin politikaların geliştirilmesi ve stratejik karar verme süreçlerinde yol gösterici bir kaynak olacağına inanıyoruz. Raporumuzun, Türkiye'nin enerji ve çevre sektöründe daha sürdürülebilir ve dirençli bir yapı oluşturmaya katkı sağlamasını temenni eder, emeği geçen tüm paydaşlarımıza teşekkür ederiz.

Saygılarımla

İsmail Hakkı KARACA

MÜSİAD Enerji ve Çevre Sektör Kurulu Başkanı

YÖNETİCİ ÖZETİ

Yeşil dönüşüm, ikiz dönüşüm ve üçüz dönüşüm gibi kavramlar, hayatın birçok alanında küresel bir değişimi tetiklemektedir. Küresel iklim değişikliğinin Paris Anlaşması'na imza atan 194 ülke ve Avrupa Birliği'nin en kritik gündemlerinden olduğu birçok platformda dile getirilmekte, yıllık 51 milyar tonu aşan küresel karbon emisyonlarının; hızlı biçimde düşürülmesi hatta sıfırlanması gerektiği bilimsel bir gerçeklik olarak paylaşılmaktadır.

Bu dönüşüm hareketi kapsamında hesaplanan emisyon üreteçlerinin beş ana sektörden meydana geldiği, bunların enerji, sanayi, ulaşım, binalar ve tarımsal faaliyetler sektörleri olduğu birçok yayında yer almaktadır. Bununla birlikte enerji sektörü kendi üretim faaliyetlerinin beraberinde; diğer dört sektörün emisyon oluşumunda yine ana tetikleyici konumundadır. Enerji sektörü kendi etkisi ve diğer sektörlerde alt bileşen olmasının getirdiği etkilerle küresel emisyonların %73'ünden kendi başına sorumlu görünmektedir. Her türlü üretim faaliyetinin kullandığı enerji kaynakları, ulaşımında kullanılan fosil yakıtlar, binaların ısıtılması ve soğutulmasındaki enerji tüketimi, tarımsal üretimde ihtiyaç duyulan fosil yakıtlar veya elektrik ihtiyacı bu sonucun ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

İklim değişikliği ve çevresel etkiler bu önemli dönüşümün eşiğinde olduğumuzu, kısa süre içinde bugüne kadar yaşanan hızlı değişimin, etkisini artırarak bir dönüşüm haline geleceğini teyit etmektedir. Ancak bu büyük dönüşüm kapsamında karşımıza daha farklı sorunların çıkması kaçınılmazdır. Karbon ayakizi, sürdürülebilirlik, temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları, elektrikli araçlar, sınırda karbon düzenleme mekanizması ve emisyon ticaret sistemi gibi yepyeni kavramlar hayatımıza girmiş durumdadır.

Sektör kurulumuz tarafından hazırlanan bu raporla; karşımıza çıkan bu yeni kavramlar ekseninde Türkiye'nin ve dünyanın karşı karşıya olduğu zorluklar, fırsatlar ve stratejik yönelimler kapsamlı bir şekilde ele almaya çalışılmıştır. Yukarıda bahsettiğimiz gibi küresel ölçekte enerji dönüşümüne duyulan ihtiyaç, özellikle enerji arz güvenliği, iklim değişikliği ve karbon emisyonlarının azaltılması gerekliliğiyle gündemde en üst sıraya yerleşmektedir. Ülkemiz içinse bu dönüşüm; enerji ithalat bağımlılığını azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmak ve ekonomik sürdürülebilirliği sağlamak adına kritik bir öneme sahiptir.

Rapor kapsamında enerji arz güvenliği konusu ele alınarak, Türkiye'nin enerjide ithalat bağımlılığının %72 seviyelerinde olduğu, bu oranın doğalgaz ve petrolde %90'ın üzerinde olduğu tespiti yapılmaktadır. Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı ömrü ve ithalata dayalı enerji kaynaklarının maliyetleri, başta ülkemiz olmak üzere küresel bir yenilenebilir enerjiye geçiş hareketini zorunlu kılmaktadır. Yine fosil yakıtlara bağımlılık, küresel jeopolitik riskler ve fiyat dalgalanmaları, arz güvenliğini tehdit etmektedir.

Bir diğer ana başlık olan iklim değişikliğine ilişkin öngörülerle; düşük karbonlu ekonomi veya karbonsuzlaşma (decarbonization) dönüşümünün gittikçe kritik bir sorun haline geldiği öngörüsü raporda işlenmektedir. Küresel emisyonların %73,2'si enerji sektöründen kaynaklanmakta ve Türkiye'de bu oran %71,3 olarak gerçekleşmektedir. Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefleri doğrultusunda, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projelerine daha fazla yatırım yapması gerektiği rapor kapsamında ortaya koyulmaktadır.

Türkiye için bahsi geçen dönüşümlerde bugüne kadar attığı adımlar, kanun, yönetmelik, strateji planları gibi farklı düzenlemelere atıflarda bulunularak raporda yerini almıştır. Elektrik Piyasası Kanunu, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ve 12. Kalkınma Planı gibi stratejik belgeler rapor kapsamında sunulurken, Türkiye'nin bu dönüşüme nasıl cevap vermeye çalıştığı analiz edilmektedir. Elektrik piyasası ve yenilenebilir enerji kanunları, özel sektör yatırımlarını artırmak ve enerji piyasasını serbestleştirmek için düzenlenmekte, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı artmaktadır. Hidrolik, rüzgâr ve güneş enerjisi başlıca yatırım alanları olurken, yeşil hidrojen, batarya teknolojileri ve enerji depolama sistemleri gibi yeni nesil teknolojiler Türkiye'nin öncelikli stratejik yatırım alanları arasında yer almaktadır.

Rapor kapsamında yaşanacak bu dönüşüm sürecinin ekonomik etkileri ele alındığında enerji ithalatının azaltılması ve dış ticaret açığının düşürülmesi potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmaktadır. Elektrifikasyon, enerji verimliliği ve dijitalleşme odaklı yatırımlar, ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyecektir.

Yenilenebilir enerji yatırımları ve karbon azaltımı odaklı politikalar, uzun vadede Türkiye'nin enerji güvenliğini sağlaması ve küresel iklim hedeflerine uyum sağlaması açısından belirleyicidir. Yenilenebilir enerji yatırımlarında özellikle orman ve tarımsal alanlarının korunması ve artan nüfusun gıdaya erişimlerini teminen hayati önem taşıyan tarımsal alanların artırılması önem arz etmektedir.

Sektör katılımcılarının enerjinin üretim ve tüketim süreçlerinde verimlilik potansiyellerini azami ölçüde kullanılma gerekmektedir. Bunu temin etmek için insan kaynakları ile üretici ve tüketici alanlarında eğitim çalışmalarının geliştirilmesi önerilmektedir.

Türkiye açısından enerji dönüşümü ihtiyacı; çevresel hedefler kadar enerji arz güvenliği ile de yakından ilişkilidir. Türkiye'nin kısıtlı yerli doğal kaynaklara sahip olduğu fosil yakıtlara bağımlılık, enerji arz güvenliğinin ötesinde, Türkiye ekonomisini de olumsuz yönde etkilemekte ve cari açığa negatif etki yapmaktadır. Bu açıdan enerji üretim, iletim ve tüketiciye dağıtım noktalarında enerji kayıplarının asgari seviyelere çekilmesi için inovatif araştırmalara kaynak ayrılması ve eğitim çalışmalarının tüketim seviyesine kadar arttırılması önemli görülmektedir.

Son olarak enerji dönüşümünün teknik, ekonomik ve çevresel boyutları raporda kapsamlı bir şekilde analiz ederek, Türkiye'nin enerji politikalarına dair stratejik bir yol haritası sunulmuştur.

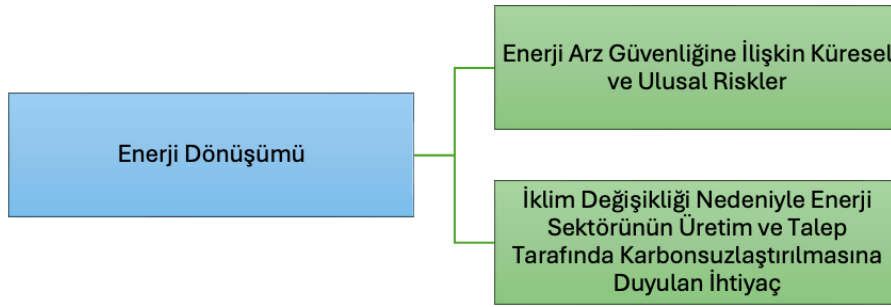
1. GİRİŞ

Küresel ve ulusal düzeyde son 20 yılın en önemli kavramlarından bir tanesi “Enerji Dönüşümü”dür. Bunun en önemli nedeni ülkelerin bu süreçte, salgın, savaşlar, terörist saldırılar, jeopolitik riskler, siber güvenlik, fiyatlandırma gibi sorunlar nedeniyle enerji güvenliğinin hem uzun hem de kısa vadeli yaklaşımlarıyla sınanmış olmasıdır. ¹ Bu endişelere iklim değişikliğine ilişkin kaygı verici gelişmelerin de eklenmesiyle (kasırgalar, mevsimlere göre uç sayılabilecek sıcak ve soğuklar, seller, yangınlar, buzulların erimesiyle birlikte ortaya çıkan su seviyesinde yükselme ya da tam tersine su stresi ya da kuraklaşma), hayatımızda oldukça kritik bir öneme sahip olan enerji tüketimi meselesinin, uzun vadede, hangi kaynaklardan ve ne şekilde sorularıyla birlikte ele alınması, Enerji Dönüşümü kavramının ortaya çıkması ve bir politika alanı haline gelmesine zemin hazırlamıştır. Uluslararası Enerji Ajansı, G7 Liderler Zirvesi’nde “Enerji Üçlemesi (Energy Trilemma)” olarak adlandırılan küresel riskleri, enerji güvenliği, iklim değişikliği ve artan jeopolitik riskler olarak üç başlık altında toplamıştır. ² Enerji dönüşümü aynı zamanda bu üç başlığın politika yapımı ve aksiyon anlamında kesişim noktası olarak da değerlendirilmelidir. Özetle, gelecekte enerji tedariği meselesinin merkezinde Enerji Dönüşümü yer almaktadır.

Kavramın, gündeme gelmesine neden olan olaylar her ne kadar yukarıda bir üçleme olarak ifade edilse de, temelde iki başlık altında ele alınabilir:

- 1) Enerji arz güvenliğine ilişkin küresel ve ulusal riskler
- 2) İklim değişikliği ve karbon emisyonu anlamında sürece negatif anlamda en büyük katkıyı sağlayan enerji sektörünün üretim ve talep tarafında karbonsuzlaştırılmasına duyulan ihtiyaç.

Şekil 1. Enerji Dönüşümünü Zorunlu Kılan Temel İtici Güçler



1.1. Enerji Arz Güvenliğine İlişkin Küresel ve Ulusal Riskler

Enerji arz güvenliği söz konusu olduğunda öncelikli iki başlık enerji kaynaklarına kesintisiz ve ödenebilir fiyatlara erişebilmektir. Her iki başlık da özellikle ithalat bağımlılığı yüksek ülkeler için önemli riskleri içerisinde barındırmaktadır.

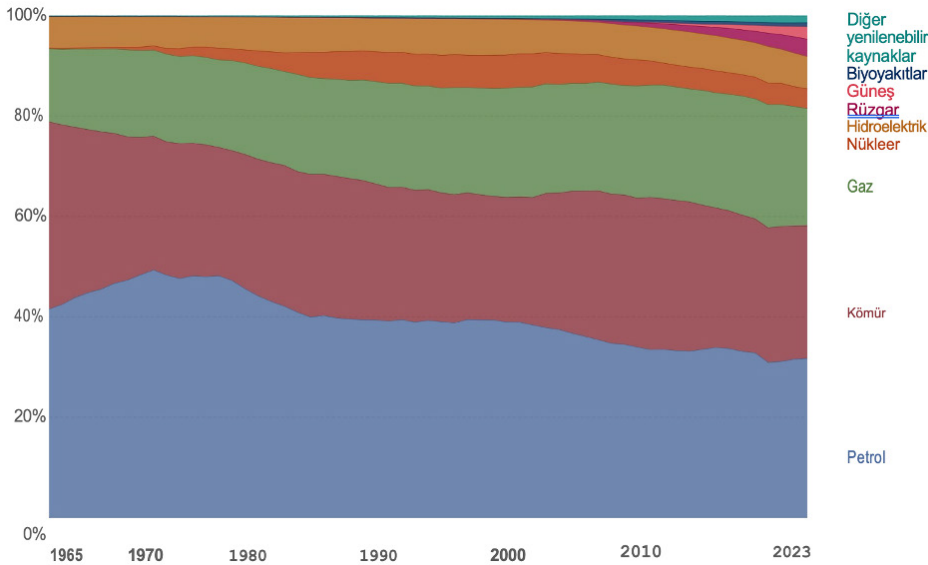
¹ Energy Security: Reliable, affordable access to all fuels and energy sources. <https://www.iea.org/topics/energy-security> (IEA).

² “Overcoming the Energy Trilemma: Secure and Inclusive Transitions: IEA Report to G7 Leaders”, s.2023 ,4, <https://www.>

Ülkemizde olduğu gibi dünyada da enerji tüketim karmasında fosil yakıtlar yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında tartışmasız üstünlüğünü sürdürmektedir. Ancak fosil yakıtlar doğası gereği yenilenemeyen bu haliyle de sonlu kaynaklardır. BP'ye göre, Rezerv / Üretim (R/P) oranı ile kalan ömür tahmini şu şekilde yapılmaktadır: Herhangi bir yılın sonunda kalan rezervler o yılki üretime bölündüğünde sonuç, mevcut üretim hızıyla kalan rezervlerin ne kadar süre daha kullanılabileceğini tahmin etme noktasında bir veri ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Tahminler birincil resmi kaynaklar, OPEC Sekreteryası, World Oil, Oil & Gas Journal ve OPEC'ten alınan üçüncü taraf verilerinin bir kombinasyonu kullanılarak derlenmektedir. Venezüella Orinoco Kuşağı rezervleri OPEC Sekreteryası ve hükümet açıklamalarına dayanmaktadır. Rezervler ham petrolün yanı sıra gaz kondensatı ve doğal gaz sıvılarını (NGL'ler) da içermektedir. Suudi Arabistan'ın petrol rezervleri 2017'den itibaren NGL'leri de içermektedir. Toplam paylar ve R/P oranları bin milyon varil rakamları kullanılarak hesaplanmıştır. Milyonlarca yıllık bir sürede oluşmuş olan bu kaynaklar, kömür, petrol ve doğalgaz, dünyadaki kalan rezervleri ve tüketim hızları göz önünde bulundurulduğunda British Petroleum'un (BP) tahminlerine göre, ortalama 145 yıl daha dünyada var olacaklardır. ³ Rezerv / Üretim oranı üzerinden hesaplanan bu veriye göre, petrolün dünyada kalan ömrü 50 yıl, doğalgazın 50,9, kömürün ise 132 yıldır. Bu sürelerin üretim hızına göre değişiklik göstereceği varsayılabilirse bile sonuçta fosil kökenli enerji kaynaklarının daha uzun ya da daha kısa sürede de olsa tükeneceği gerçeği değişmeyecektir.

Başlı başına bu gerçek bile orta vadeye yayılan bir enerji geçişini enerji arz güvenliğine yönelik riskler nedeniyle zorunlu kılmaktadır. Her ne kadar iklim değişikliğine ilişkin hassasiyetler nedeniyle bu geçişin olabilecek en kısa sürede olması arzu edilse bile orta /uzun vadede gerçekleşmesi daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Bu yatırımların odak noktasında ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimdeki payının artırılması ile birlikte, enerji verimliliği uygulamaları, özellikle sanayi, ulaşım ve konutlarda elektrik, hidrojen karışımli doğalgaz ve sentez gazı gibi alternatiflerin kullanımının artırılması gibi başlıklar öne çıkmaktadır.

Grafik 1. Kaynaklar Bazında Dünyada Enerji Tüketimi 1965-2023



Kaynak: Energy Institute: Statistical Review of World Energy (2024)

³ BP Statistical Review of World Energy 2019, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>

Grafik 1’de görülen ve küresel ölçekte enerji tüketiminin kaynaklar bazındaki dağılımını gösteren tablo genel hatlar itibariyle ülkemizde de çok farklı değildir. ETKB tarafından hazırlanan “Ulusal Enerji Denge Tablosu 2022” ye göre, birincil enerji arzı içerisinde fosil yakıtların toplam payı %83 civarındadır. Bu yüksek oran içerisindeki ithalat bağımlılığı ise %79 civarındadır. Kaynaklar bazında değerlendirecek olursak kullanmakta olduğumuz;

- Doğalgazın %99’u
- Petrolün %91’i
- Kömürün %56’sı ithalatla karşılanmaktadır. ⁴

Bu açıdan duruma bakıldığında Türkiye Enerji Dönüşümü’ne odaklanan strateji belgelerinin öncelikle doğalgaz ve petrolün ağırlıklı olarak kullanıldığı sektör ve başlıklarda tüketimi azaltmaya yönelik eylemler öngörmesi doğaldır. Küresel uygulamalarda da olduğu gibi, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının artırılması, böylece elektrik tüketiminde yerleşme ve temiz elektrifikasyonun sağlanması, yeşil hidrojen ve olası diğer temiz enerji kaynaklarına ilişkin AR-GE faaliyetlerinin desteklenerek artırılması ülkemizin öncelikli stratejilerinden.

Enerji arz güvenliği içerisinde ele alınabilecek küresel tedarik gerçeğinin gerçekleştiği coğrafyalara ilişkin endişeler, büyük oranda enerji üçlemesinde jeopolitik riskler olarak ifade edilen başlıkla ilişkilidir. Bugün dünyadaki büyük enerji tüketicisi ülkeler başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin, AB-27 olmak üzere fosil yakıt tedarikinde, Ortadoğu, Rusya, Orta Asya, Kuzey Afrika gibi siyasal ve enerji ticaretinin yapıldığı gerek boru hatları gerekse deniz yolları açısından sorunlu coğrafyalara bağımlıdır. Bu durum ülkemiz için de büyük oranda geçerlidir. Bu bağlamda enerji dönüşümü sayesinde ithalat bağımlılığında gerçekleşecek düşüş, jeopolitik risklerden kaynaklanan arz güvenliği endişelerini azaltacağı gibi aynı zamanda enerji diplomasisi odaklı, dış politika hassasiyetlerinin de azalmasına zemin hazırlayabilecektir.

Son olarak arz güvenliği boyutunda üzerinde durulması önemli konulardan bir tanesi de, arzın ödenebilir fiyatlara gerçekleşmesinin sağlanmasıdır. Son yıllarda özellikle Covid-19 salgınından sonra, Rusya’nın Ukrayna’yı işgali sonucu ortaya çıkan 2022/2023 küresel enerji krizi, Ortadoğu’da yaşanan istikrarsız süreç, önce gaz fiyatlarında tüm zamanların en yüksek seviyelerinin görülmesine zemin hazırlarken, bu süreçte doğalgazın yerini alan kömür fiyatlarında da benzer bir durum ortaya çıkmıştır. Rusya’nın OPEC+ ittifakının petrol arzını kontrol etmeye yönelik eylemlerine dahil olması ise, petrol fiyatlarında yukarı yönlü bir baskıya neden olmuştur. 2022 yılında, petrol, gaz ve kömür fiyatlarında yaşanan artış, ikincil bir enerji kaynağı olan ve dünyadaki üretimi ağırlıklı olarak fosil yakıtlı termik santrallere dayanan elektrik fiyatlarının geçmiş yıllardaki seviyelerin 4-5 kat üzerine çıkmasına sebep olmuştur. ⁵ Bu durum özellikle enerji karmasında ithal fosil yakıt ağırlığı yüksek olan Türkiye gibi ülkeleri derinden etkilemiş, enflasyonu arttıran ve cari açığı derinleştiren bir etkiye neden olmuştur. Diğer taraftan, 2023 yılı küresel ölçekte yaşanan enerji emtia fiyatlarındaki kısmi toparlanmanın enerji sektörü açısından önemli sonuçlar doğurduğu bir yıl olmuştur. Türkiye’nin enerji ithalatı 2022 yılına kıyasla %28 azalarak 69,1 milyar Amerika Birleşik Devletleri Doları (ABD\$) olarak gerçekleşmiştir. Bunun nedeni enerji fiyatlarının 2023’te gerilemesidir.

⁴ “2022 Ulusal Enerji Denge Tablosu – Orijinal Birimler / Bin TEP”, <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>.

⁵ “Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü 2023”, SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi, s.7, www.shura.org.tr.

Uluslararası enerji fiyatlarının temel göstergesi olarak kabul edilebilecek petrol fiyatları, 2022’de Ukrayna krizi ve güçlü uluslararası talep nedeniyle yaşanan %42’lik artışın ardından 2023’te talep yavaşlaması ve Ukrayna krizi etkilerinin azalması sonucunda %18 oranında gerilemiştir. 2023’te enerji kaynaklı dış ticaret açığının azalması, dış ticaret açığı ve cari açığındaki artışın sınırlandırılmasını sağlamıştır.⁶ Ancak görüldüğü üzere, ülkemizin enerji ithalat bağımlılığı özellikle küresel jeopolitik krizler ya da tedarik gerçekleştirilen coğrafyalarla yaşanabilecek olası sorunlar nedeniyle ekonomik güvenliği ile de doğrudan ilişkilidir. Enerji dönüşümünü bu açıdan değerlendirmek de oldukça kıymetlidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının özellikle elektrik arzındaki payının artırılmasının kriz dönemlerindeki olumlu ekonomik etkilerine ilişkin aynı dönemde Avrupa elektrik piyasasında yaşanan gelişmeler oldukça önemlidir. Yukarıda bahsedilen, birincil ve ikincil enerji fiyatlarında dramatik artışların yaşandığı dönemde, 2021-2023, Avrupa Birliği’ndeki elektrik tüketicilerinin, yeni kurulan güneş enerjisi ve rüzgâr kapasitesinden elde edilen ek elektrik üretimi sayesinde 100 milyar Euro tasarruf ettiği tahmin edilmektedir. Yeni rüzgâr ve güneş enerjisi kurulumları, bu dönemde tahmini 230 terrawatt saat (TWh) daha pahalı fosil yakıt üretiminin yerini alarak tüm Avrupa pazarlarında toptan elektrik fiyatlarında düşüşe yol açmıştır. Bu ilave yenilenebilir enerji üretimi olmasaydı, 2022 yılında zaten artmış olan Avrupa Birliği’ndeki ortalama toptan elektrik fiyatı %8 daha yüksek olacaktı.⁷

1.2. İklim Değişikliği Nedeniyle Enerji Sektörünün Üretim ve Talep Tarafında Karbonsuzlaştırılmasına Duyulan İhtiyaç

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne (BMİDÇS) göre iklim değişikliği, “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda, iklimde oluşan değişiklik” olarak tanımlanmaktadır.⁸ Bu tanımda hepimiz için en dikkat edilmesi gereken nokta iklim değişikliğinin dünyanın doğal döngüsü içerisinde var olan bir gerçeklik olduğu ancak günümüzde yaşanan ve iklim değişikliği olarak adlandırdığımız sürecin bu doğal döngüye ek olarak insan faaliyetleri ile gerçekleşen bir süreç olduğudur. Nitekim dünya tarihi incelendiğinde doğal iklim değişikliğine referans teşkil edebilecek pek çok örnek bulunabilir.

Özellikle sanayi devrimi ve sonrasında, insan faaliyetleri nedeniyle doğal seyrinin dışında bir karakter sergileyen iklim değişikliğinin günümüzdeki en etkili ve önemli sonucu küresel ısınmadır. Küresel ısınma; atmosferde bulunan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), nitrozoksit (N₂O) ve florlu gazlar (HFC’ler, PFC’ler, SF₆, NF₃) gibi başlıca sera gazlarının yoğunluğunun, zamana bağlı olarak artmasından kaynaklanmaktadır (Grafik 2.1,2,3).⁹ Atmosferden geçen güneş ışınları yeryüzünü gün boyu ısıtmaktadır. Işınlardan bir kısmı ise yeryüzüne çarptıktan sonra uzay boşluğuna geri yansır.

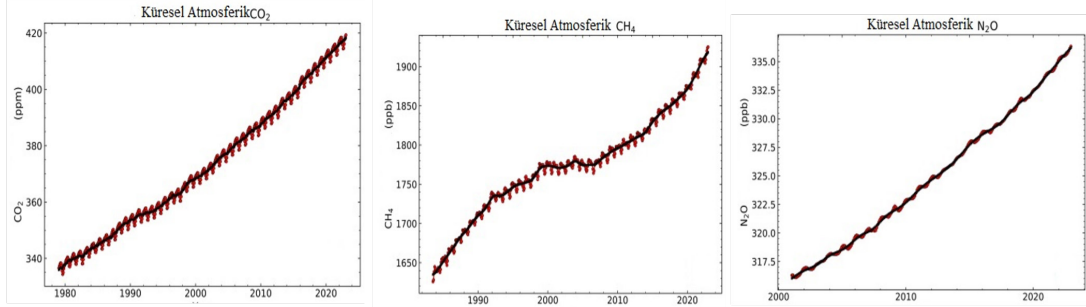
⁶ “Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü 2023”, SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi, s.7, www.shura.org.tr.

⁷ “Overcoming the Energy Trilemma: Secure and Inclusive Transitions: IEA Report to G7 Leaders”, s.5.

⁸ <https://iklim.gov.tr/sss/temel-kavramlar#:~:text=Birle%C9%5Fmi%C9%5F20%Milli%20%C4%B0klim20%De%C9%4Fi%C9%5Fikli%C9%4Fi%20%C8%73er%C9%3A7eve,iklimde20%olu%C9%5Fan20%de%C9%4Fi%C9%5Fiklik20%olarak20%tan%C4%B1mlan%C4%B1r>.

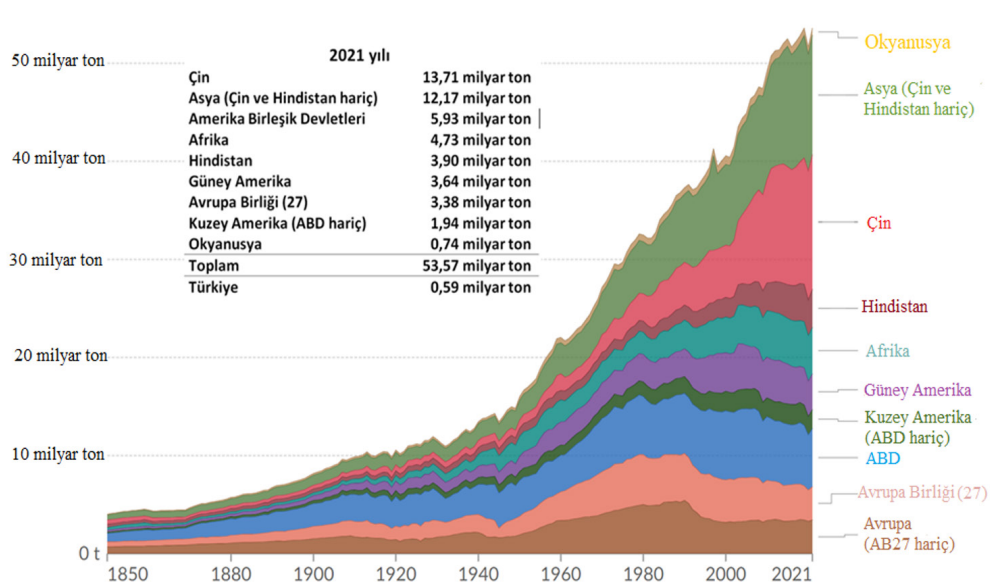
⁹ <https://www.noaa.gov/news-release/greenhouse-gases-continued-to-increase-rapidly-in-2022>- BP Statistical Review of World Energy

Grafik 2. Atmosferik İstatistikler



Atmosfere bırakılan insan kaynaklı sera gazı miktarı aşağıdaki tabloda da görüleceği üzere 1850 yılında 4 milyar ton iken 2021 yılında yaklaşık 13,4 kat artarak 53,6 milyar ton olmuştur. Bu artışın sebebi ise sanayi devrimi ile birlikte üretimin makineleşmesi ve buna bağlı olarak enerjiye olan ihtiyacında artmasıdır. 1850’li yıllarda enerji için daha çok geleneksel biokütle az da olsa kömür kullanılırken 1900’lü yıllar ile birlikte kömürün yanı sıra petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanımına da başlanılmış ve her yıl kullanımı ivmelenerek artmıştır. 1850 li yıllarda 1 Exajoule (EJ) bile olmayan birincil enerji tüketimi 2021 yılında yaklaşık 557.10 EJ olmuştur.¹⁰ Günümüzde birincil enerji tüketiminin yaklaşık % 80’i ise hala fosil yakıtlardan karşılanmaktadır.¹¹ Fosil yakıtların çıkarılması ve enerji için kullanılması ise atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunu her geçen gün arttırmakta ve radyatif bir dengesizliğe yol açmaktadır. Atmosferik karbondioksit miktarı 1850’li yıllarda 280 ppm civarında iken 2021 yılında 420 ppm civarında olmuştur. Atmosferde bulunan karbondioksit konsantrasyonu; son 2 milyon yıl boyunca herhangi bir zamandan olduğundan daha yüksektir. Metan konsantrasyonu ise son 800.000 yılda olduğundan çok daha yüksektir.

Grafik 3. Küresel Sera Gazlarının Yıllara Göre Değişimi

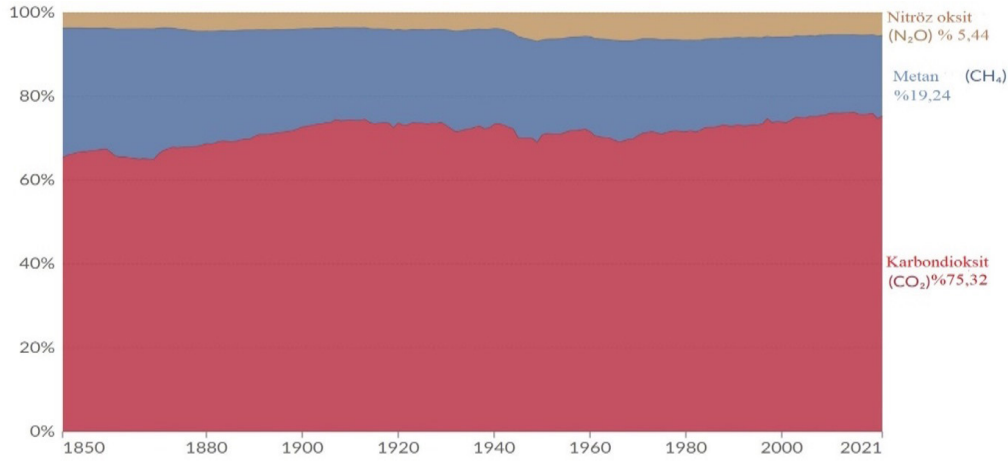


10 BP Statistical Review of World Energy (2022), <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>

11 A.g.e

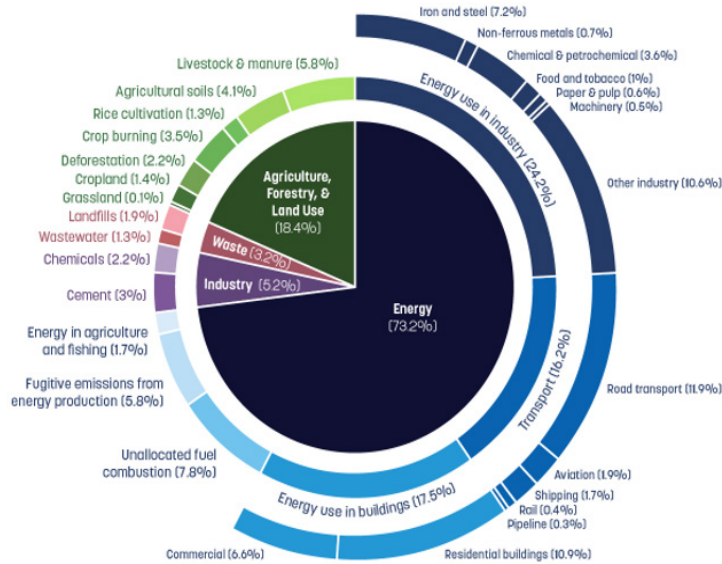
Sera gazlarının oranlarının ve bu oranların yıllara göre değişimini inceleyecek olursak; 1850’de insan kaynaklı küresel sera gazlarının %65,36’sını karbondioksit, %30,96’sını metan, %3,68’ini nitrozoksit oluştururken 2021 yılında %75,32 sini karbondioksit, %19,24’ünü metan, %5,44’ünü nitrozoksit oluşturduğunu Grafik 4’de görülmektedir.

Grafik 4. Sera Gazlarının Toplam İçindeki Oranının Yıllara Göre Değişimi¹²



Sera gazlarına ilişkin mevcut durumu, küresel ölçekte en fazla emisyonu sahip sektörler ölçeğinde inceleyecek olursak ortaya çıkan tablo bize enerji dönüşümünün iklim değişikliği ve küresel ısınmanın önüne geçilmesinde ne kadar kritik olduğunu açıkça gösterecektir.

Grafik 5. Küresel Sera Gazı Emisyonlarının Sektörler Ölçeğinde Dağılımı (2016)¹³



12 Jones et al. (2023) - with major processing by Our World in Data. "Nitrous oxide (N O)" [dataset]. Jones et al., "National contributions to climate change" (original data).

13 Dünya Bankası tarafından hazırlanan bu grafikte yer alan bilgiler Hannah Ritchie tarafından Our World In Data (2020) için hazırlanan çalışmadan derlenmiştir. Veri kaynağı, Climate Wtch, World Resource Institute, 2020. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/-2021/16/12/2021the-year-in-climate-in-5-numbers>.

2016 verileriyle hazırlanan Grafik 5'te de açıkça görüldüğü üzere, dünyadaki enerji tüketimi küresel sera gazı emisyonlarının üçte ikisinden tek başına sorumludur. Bu sorumlulukta üç alt alan ise başlıca itici güçler olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel emisyonun %73,2'sinden sorumlu enerji tüketiminin, %24,2'si yani dünyadaki toplam emisyonun yaklaşık dörtte birinden sorumlu olan endüstriyel tüketim, %17.5 ile ikinci sırada yer alan konutlardaki enerji tüketimi ve ulaşım/ulaştırma sektörü %16,2 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu bilgiler ışığında enerji dönüşümünün arz güvenliği ve iklim değişikliği bağlamında kesişim alanları da oldukça net bir şekilde görülebilir.

Arz güvenliği için yenilenebilir enerjiye yönelmek kullanımda daha düşük emisyonlu bir enerji kaynağı olan elektriğe yönelmek anlamına gelecektir. Bu da sanayi, konut ve ulaşımда maksimum elektrifikasyon demektir. Bunun yanısıra enerji verimliliğinde agresif bir politika izlenmesi, genel olarak öncelik elektrikli araçlar olmak üzere temiz yakıtlı araçların ulaşımда yaygınlaştırılması, ısınmada ısı pompası gibi uygulamaların yaygınlık kazanmasının sağlanması, batarya ve depolama teknolojilerine yönelik yatırımlar, enerji sektöründe dijitalleşme gibi başlıkların öne çıkması gereken bir enerji dönüşümü süreci tüm dünyayı olduğu gibi ülkemizi de beklemektedir.

2. TÜRKİYE'DE BİRİNCİL ENERJİ VE ELEKTRİK TALEBİ GÜNCEL DURUM VE EĞİLİMLER

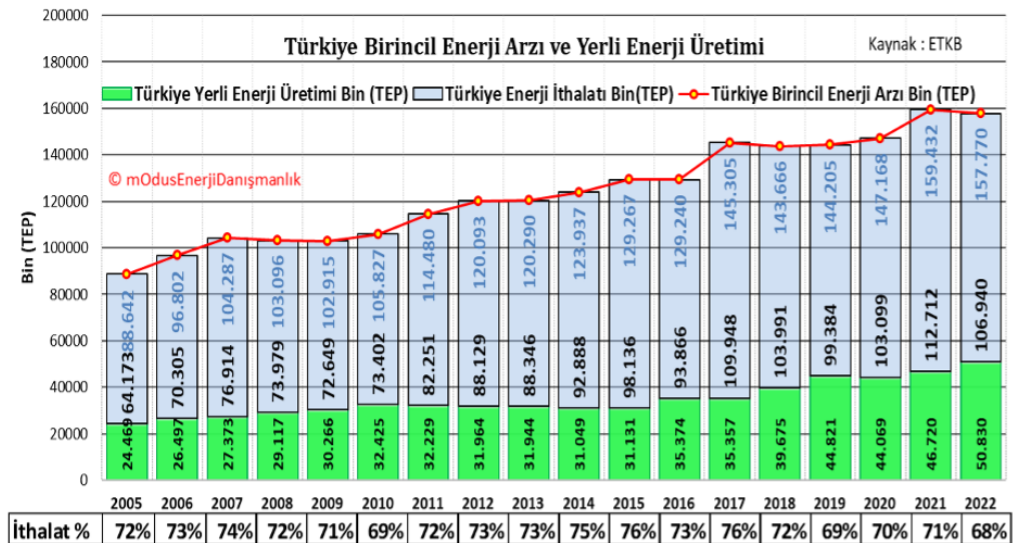
Ülkemizin enerjide ithalat bağımlılığı ortalama %72 civarındadır. Ülkemizin başta petrol ve doğal gaz olmak üzere enerji ithalatına bağımlılığı giderek artmaktadır. Petrolde ithalata bağımlılık oranı % 92,4 olan ülkemizin doğal gazda ithalata bağımlılık oranı ise % 99'dur.

2022 yılında Türkiye birincil enerji talebi 157,8 MTEP olarak gerçekleşmiş olup, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) birincil enerji talebine ilişkin yaptığı çalışmalarda 2025 yılında bu rakamın 177,0 MTEP, 2030 yılında 199,0 MTEP, 2035 yılında ise 205,3 MTEP'e ulaşacağını tahmin etmektedir. 2035 yılı beklentilerine ilişkin kişi başı enerji tüketiminin 1,7 MTEP'den 2,1 MTEP'e ulaşacağı, yerli ve yenilenebilir kaynakların artışına bağlı olarak dışa bağımlılık oranının ise %52'lere gerileyeceğini, nihai enerji tüketiminde elektriğin payının ise %25'ler civarında olacağını öngörmektedir.

Son on beş yılda Türkiye birincil enerji talebi bileşik (CAAR) %3,09 büyürken aynı dönemde enerji ithalatı %2,67, yerli enerji üretimi ise %4,06 artmıştır. 2008 yılında toplam enerji arzının içinde yerli ve yenilenebilir enerji oranı %28,24 iken 2022 yılında bu oran %32,22 olarak gerçekleşmiştir. Bu çerçevede birincil enerji arzı içinde yerli ve yenilenebilir enerjinin payını ve enerji verimliliğini artırmak önem arz etmektedir.

Enerji Dönüşümü bağlamında önem arz eden elektrifikasyon konusunda ise Türkiye'nin karnesi Grafik 6'da gösterilmiştir.

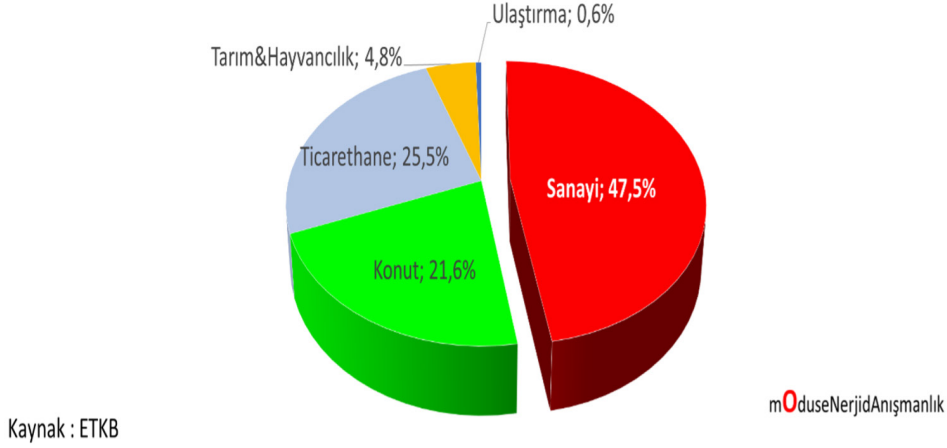
Grafik 6. Türkiye Birincil Enerji Arzı ve Yerli Enerji Üretimi



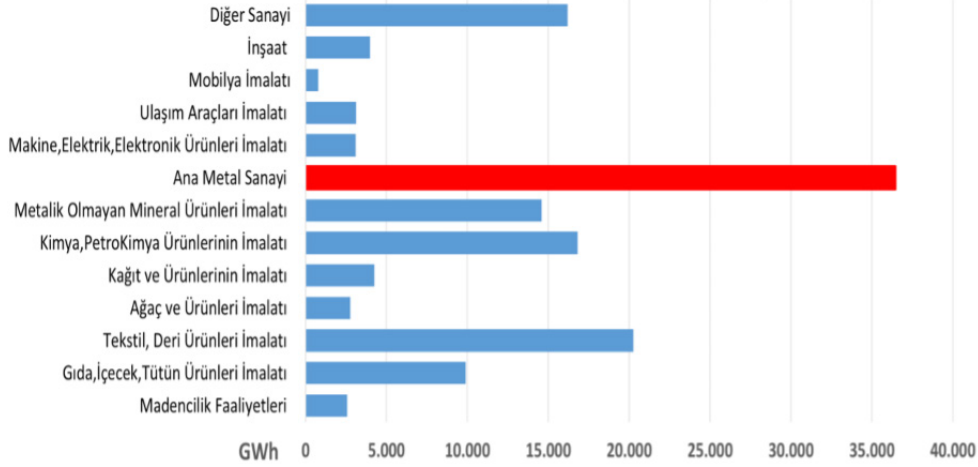
2022 yılında elektrik tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında ön sırayı %47,5 ile sanayi sektörü almakta olup, ticarethane ve hizmet sektörünün %25,5, konut tüketiminin %21,6, tarım ve hayvancılık sektörünün %4,8 ve ulaştırma sektörünün ise %0,6 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Olup sanayi tüketiminin kırılımları Grafik 7'de verilmiştir.

Grafik 7. Türkiye’de Elektrik Tüketiminin Sektörel Dağılımı (2022)

2022 TR Elektrik Tüketiminin Dağılımı (Toplam Arz: 328.379 GWh Toplam Tüketim 283.936 GWh)

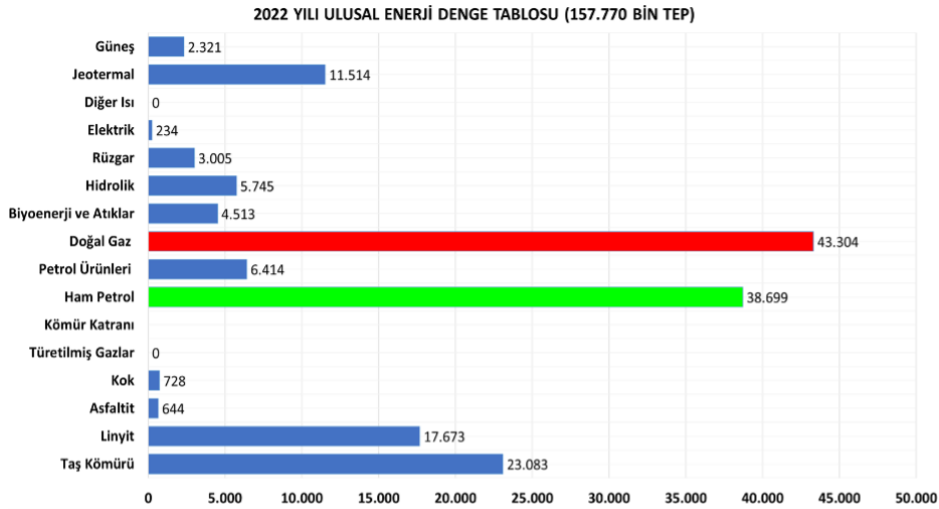
**Grafik 8.** Türkiye Elektrik Tüketimi, Sanayi Alt Sektörler (2022)

2022 Yılı TR Sanayi Elektrik Tüketimi (Toplam: 134.810 GWh)



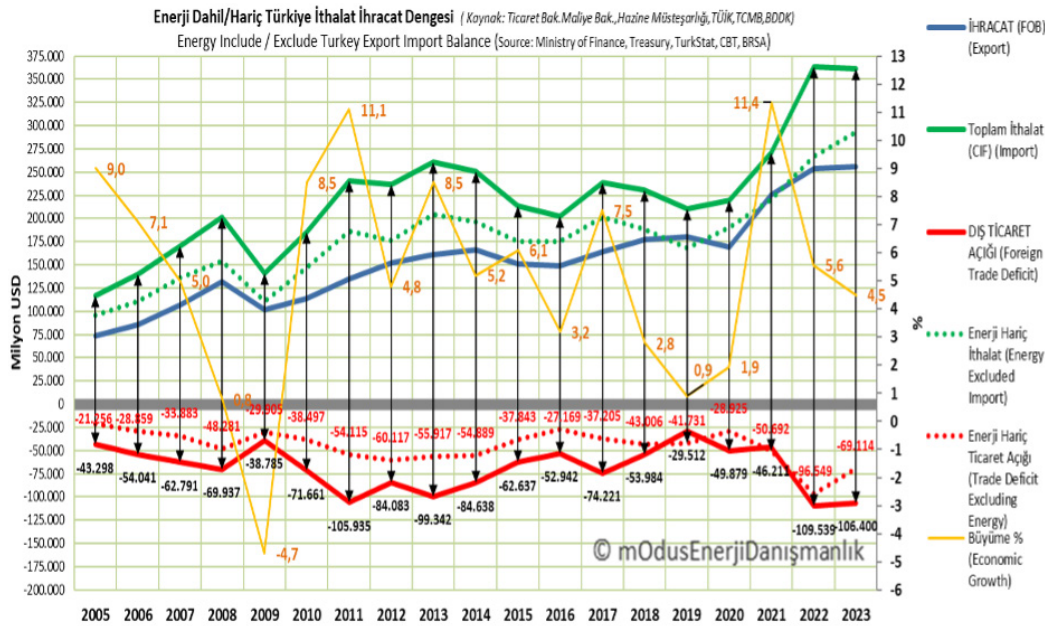
Birincil enerji arzının kaynak bazında dağılımını gösterir tablo incelendiğinde birincil enerji arzını ağırlıklı olarak ithalata dayalı fosil yakıtların oluşturduğu görülmektedir.

Grafik 9. Ulusal Enerji Denge Tablosu (2022)



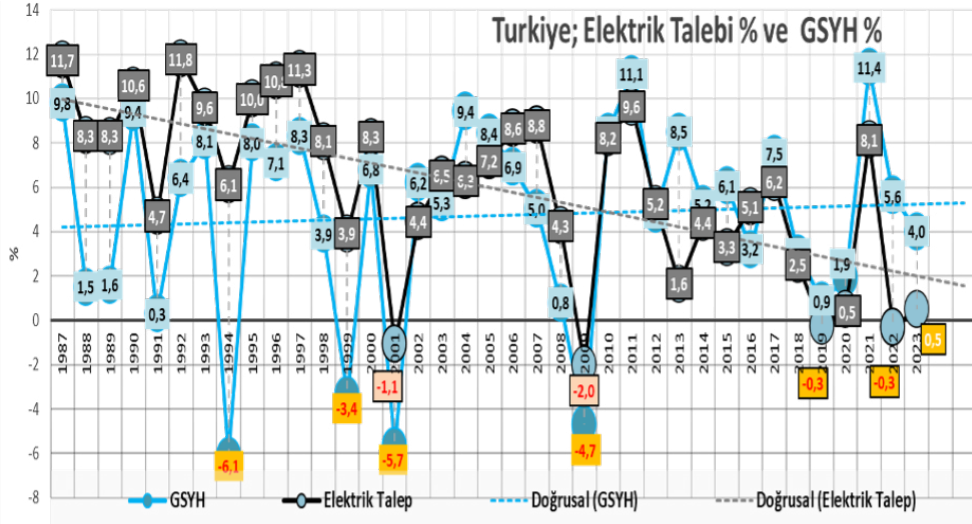
Yıllar itibariyle Türkiye İthalat/İhracat Dengesi cari fiyatlarla şekil de verilmiş olup dış ticaret açığının önemli bir kısmının enerji ithalatı kaynaklı olduğu görülmektedir.

Grafik 10. Enerji Dahil ve Hariç Türkiye İthalat İhracat Dengesi



Türkiye elektrik talebi ve ekonomik büyüme ilişkisi uzun yıllar itibariyle şekil Grafik 11'de verilmektedir. Elektrik talebi ile GSYİH arasındaki korelasyona bakıldığında, ekonomik kriz dönemlerinde ağırlıklı olarak sanayi sektöründeki talep azalmasının elektrik talebine de yansıdığı anlamında değerlendirilebilir. Ülkemiz kişi başına elektrik tüketiminin OECD ülkeleri ortalamasına erişebilmesi için kişi başı elektrik tüketiminin iki kat artması gerekmektedir.

Grafik 11. Türkiye Elektrik Talebi ile GSYİH Arasındaki İlişki (1987-2023)



Tüm bu veriler ışığında görülen odur ki, ülkemiz enerji dönüşümü ve karbonsuzlaşma bağlamında elektrik talebinin daha da artması beklenen önümüzdeki yıllarda, elektrik üretiminde hem arz güvenliğini arttırabilmek hem ekonomik güvenliğini arttırabilmek hem de enerji dönüşümü ve iklim hedeflerinden sapmamak adına yerli ve yenilenebilir kaynaklara olan yatırımlarını arttırarak devam ettirmeli ve ettirilmesini sağlamalıdır. Bu bağlamda 2023 yılı içerisinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı, T.C Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından ortaya konulan eylem planları ve programlar oldukça önemlidir.

3. TÜRKİYE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE ÖNCELİKLİ PAYDAŞLAR VE POLİTİKALAR

Türkiye Enerji Dönüşümünde öncelikli paydaşları genel başlıklar halinde; kamu, özel sektör, sivil toplum örgütleri ve bireyler olarak dört ana başlık altında incelemek mümkündür. Bu başlıklar içerisinde kamu, politika yapım ve destek mekanizmalarına ilişkin düzenlemeler ve uluslararası ölçekte ülkemizin verdiği taahhütlerin gerçekleştirilmesi noktasında özel sektörün denetlenmesi ve gözlenmesi gibi birincil bir rol oynarken, kamu dışında kalan diğer aktörler uygulama, politika yapım sürecine kendi tecrübeleriyle destek olma, ülkemiz adına uluslararası ölçekte özellikle iklim değişikliğine ilişkin lobi faaliyetlerinde bulunma gibi roller üstlenmektedir. Enerji Dönüşümü süreci kamunun politika üretme noktasında bütüncül bir yaklaşım sergileyebileceği yüksek bir farkındalığın olduğu, uygulayıcı tarafların ise ortaya konulan politikaları uygulama noktasında eğilim düzeyinin yüksek olduğu bir işbirliğini gerektirmektedir. Bu süreçte kamu tarafından özel sektöre aktarılacak uluslararası ve ulusal fonlar, vergi muafiyeti ya da indirimi, düşük faizli krediler vb. maddi teşvik mekanizmaları oldukça önemlidir.

Ülkemizde 2022/2023 yılı genel anlamda enerji dönüşümü/yeşil dönüşüm ve iklim değişikliği bağlamında mevcut politikaların güncellendiği, yeni politika belgelerinin hazırlandığı önemli bir yıl olmuştur. Bu konularda halihazırda bakanlıklar düzeyinde iklim değişikliğine ilişkin oluşturulmuş olan koordinasyon kurulu önemli rol oynamıştır. Türkiye Ulusal Enerji Eylem Planı,¹⁴ Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi Yol Haritası¹⁵ ve Ocak 2024'de yayınlanan II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı¹⁶ Türkiye'de enerji dönüşümü ve iklim politikaları anlamında oldukça önemli yol gösterici metinlerdir. Bu süreçte, Türkiye merkezi yönetim bütçe sürecine ilişkin Orta Vadeli Program (OVP) (2024-2026)¹⁷ ve 12. Kalkınma Planı (2024-2028)¹⁸ yayımlanmış ve bu belgelerde de hem yeşil dönüşüm hem de bu bağlamda dijital dönüşüm başlıklarına yer verilmiştir. Bu belgeler içerisinde özellikle orta vadeli plan, enerji dönüşümünün, yeşil odaklı ve dijitalleşmeyi önceleyen bir karakterde yürütülmesi adına oldukça önemli bir içeriğe sahiptir. Bir tür çatı metin olarak değerlendirilebilecek OVP'de başta enerji, sanayi, ulaştırma ve tarım sektörleri olmak üzere tüm sektörlerde elektrifikasyon, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjiye ilişkin uygulamaların önceliklendirileceği açık bir biçimde ifade edilmiştir. Bu bağlamda, rekabetçilik, adil dönüşüm, uluslararası finansman mekanizmalarına erişim, verimlilik gibi temaların öne çıktığı OVP'de, enerji depolama, hidrojen üretimi, karbon yakalama, kullanma ve depolama, mikro şebeke yönetimi, dijitalizasyon ile birlikte ayrıca Emisyon Ticaret Sisteminin (ETS) kurulmasına yönelik ilgili hukuki gereklerin yerine getirilmesine ilişkin de net ifadeler yer almaktadır.¹⁹ Genel başlıklar halinde ifade etmek gerekirse, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklı elektrifikasyonun artırılabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının şebeke entegrasyonu, enterkonneksiyon kapasitesinin artırılması vb. esneklik seçenekleri, nükleer kapasitenin artırılması, akıllı şebeke uygulamalarının yaygınlaştırılması, deniz üstü OVP ve 12. Kalkınma Planı'nda enerji dönüşümü bağlamında belirlenen yol haritaları, II. Ulusal Enerji Verimliliği Planı'nda alınacak aksiyonlar ve beklenen sonuçlar itibariyle ifade edilmiştir.

14 https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf

15 https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Kurumsal_Politikalar/HSP/ETKB_Hidrojen_Stratejik_Plan2023.pdf

16 https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/BHIM/tr/Duyurular/T%C3BCrkiyeninEnerjiVerimlili%C9%4Fi2030StratejisiIIUlusalEnerjiVerimlili%C9%4FiEylemPlan%C4%B202401161407_1.pdf

17 https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/09/2023/Orta-Vadeli-Program_2026-2024.pdf

18 https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/12/2023/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_11122023_2028-2024.pdf

19 https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/09/2023/Orta-Vadeli-Program_2026-2024.pdf

Toplamda yedi sektörün öncelendiği, sanayi, tarım, ulaştırma, enerji, bina ve hizmetler, start-up, dijitalleşme, Eylem Planında, 61 eylemle, 37,1 milyon ton petrol eşleniği (MTEP) birincil enerji ve 100 milyon ton karbon emisyon azaltımı hedeflenmektedir.

Bahsedilen politika belgelerinde ülkemizde enerji arz güvenliği bağlamında önemli olan kömürden çıkış için net bir projeksiyon sunulmaması ya da yine arz güvenliği bağlamında düşünülerek yerli petrol ve doğalgaz kaynaklarına ilişkin arama geliştirme faaliyetlerine devam edilmesine ilişkin bir inisiyatif ortaya konması, ülkemizin 2053 Net Zero politikası açısından bazı çevrelerce endişe verici olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu süreçte unutulmaması gereken önemli noktalardan bir tanesi bu geçiş sürecinde, Türkiye'nin enerji ithalatını düşürebilmek için yerli fosil yakıt rezervlerine de ihtiyaç duyuyor olmasıdır. Dolayısıyla, uygun yönelim enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrikle elektrifikasyonu teşvik etmek olmalıdır. Bu şekilde, fosil yakıtların tüketimindeki payı azaltılabilir ve tüketim maksimum ölçekte yerli fosil yakıtlarla gerçekleştirilebilir. Bu bağlamda temiz kömür teknolojileri ve yeşil hidrojene ilişkin çalışmalar oldukça kıymetli olacaktır.

Yukarıda bahsedilen yeni düzenlemelerin dışında Türkiye'de Enerji Dönüşümü anlamında halihazırdaki yasal mevzuat ve uygulama boyutunda önemli bazı paydaşlar bulunmaktadır. Kısaca bu mevzuat ve paydaşlardan bahsetmek önemli olacaktır.²⁰

3.1 Elektrik Piyasası Kanunu

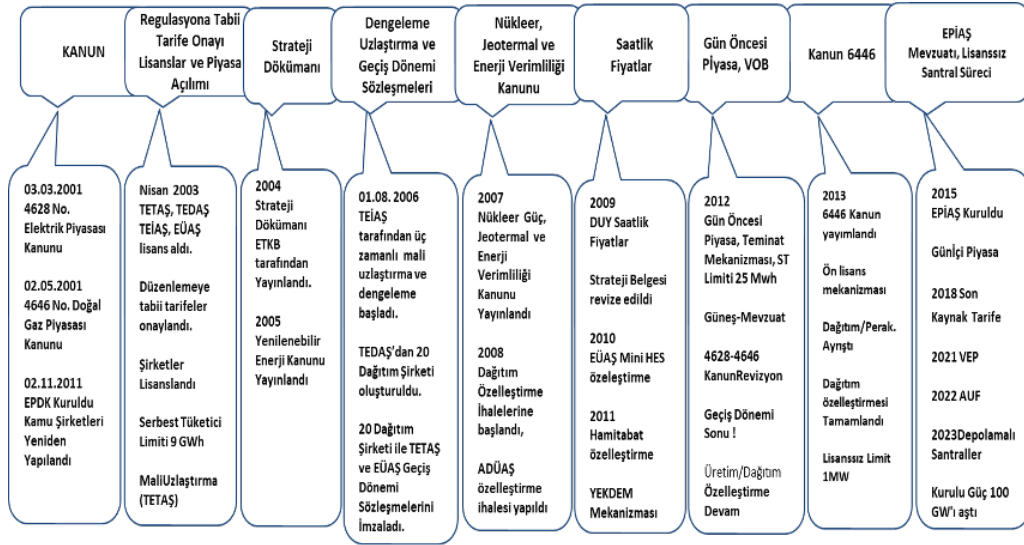
Elektrik piyasasını serbest piyasa şartlarında yeniden yapılandırılması, yatırımlardaki kamu payının daraltılarak özel sektör payının artırılması, kamunun denetim ve yönlendirme faaliyetlerindeki etkinliğinin çoğaltılması ve serbest rekabetin tüketicilere yansıyan fiyatlar bazında gelişmesinin sağlanması, piyasa fiyatlarının rekabet koşullarında belirlenmesi, kamu düzenlemesine tabii tarifelerin ise maliyet bazlı oluşturulması suretiyle yeni kapasite yatırımlarının rekabet ortamında yapılmasını teşvik etmek gibi yapısal dönüşümleri gerçekleştirmek ve elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulmasını sağlamak amacıyla 3.3.2001 tarih ve 24335 mükerrer sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 4628 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu" ile elektrik piyasası yeni baştan yapılandırılmıştır.

Yürürlüğe giren Kanun'la bu güven ortamında eşit taraflar arasında ayırım gözetmeksizin faaliyet gösterecek tarafsız bir şebeke işletmecisinin oluşturulması, şebeke hizmetlerinden tüm kullanıcıların ayırım gözetilmeksizin faydalanabilmesi, şeffaf piyasa mekanizmalarının tesis edilmesi, piyasa risklerinin paylaşıldığı rekabetçi bir ortamın yaratılması sağlanmıştır.

Yine Kanunda liberal piyasa yapısına tam olarak işlerlik kazandırılması amacıyla üretim ve dağıtım tesislerinin özelleştirilmesinde izlenecek usule ilişkin düzenlemelere de yer verilmiş olup, elektrik piyasasında rekabet ortamının yaratılabilmesi için özel sektör yatırımcılarının hazine garantileri olmaksızın piyasaya girmesinin sağlanması ve zaman içerisinde elektrik enerjisi arz fazlasının yaratılması da amaçlanmıştır.

²⁰ https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/12/2023/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_11122023_2028-2024.pdf

2013 yılına kadar yürürlükte kalan 4628 sayılı Kanun, ülkemizin yatırım ortamının iyileştirilmesi ve arz güvenliğinin sağlanması kapsamında yerli ve yenilenebilir kaynakların çok daha hızlı sisteme dahil edilmesi kapsamında yatırımcının bürokratik işlemlerinin azaltılması amacıyla farklı kanunlarda tespit edilen uygulama sorunlarının giderilmesi ve yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretim kapasitesinin artırılması ve bu tesislerde kullanılan teknolojik ekipmanın yurt içerisinde üretilmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynak alanlarının belirlenmesi ve uygulamanın sadeleştirilmesi gerekçesiyle yerini 30/3/2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’na bırakmıştır.



Şekil 1. Elektrik Piyasası Kanunu Tarihsel Gelişimi ve Genel Yapısı

b) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına İlişkin Kanun

70'li yıllarda yaşanan petrol krizi, bölgesel çatışmalar, pandemi ve küresel ekonomik dalgalanmalar sonucunda enerji arz güvenliği açısından enerji sektörünü yeni arayışlara yöneltmiştir. Enerji güvenliğinin yanısıra iklimsel değişimler ve fosil yakıtların sera gazlarını negatif anlamda etkilemesi de bu arayışları enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Bu kapsamda 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” 18.05.2005 tarih ve 25819 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Kanun günümüze kadar bir çok defa değişikliğe konu olmuş olup 2024 yılı Mayıs ayı itibariyle mevcut durumda; hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, akıntı ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) olarak tanımlanmıştır. Yenilenebilir elektrik üretim santrallerinden hidrolik, rüzgar ve güneş santralleri tamamen doğa koşullarına bağlı olarak çalışırken, biyokütle ve jeotermal kaynaklara dayalı santraller belirli sıcaklıkta elde edilen buhar vasıtasıyla elektrik üretebilmektedirler.

Kanunun yayınlandığı tarihlerde bu türden santrallerin ilk yatırım maliyetlerinin günümüze göre oldukça yüksek miktarlarda olmasının da etkisiyle bu santraller için üretilen elektrik enerjisi için aşağıdaki fiyat desteğiyle on yıl alım garantisi verilmiştir.

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları alım Garantili Fiyatlar – 2020 Öncesi

I Sayılı Cetvel	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3 (ABD doları cent/kWh)
b. Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3 (ABD doları cent/kWh)
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5 (ABD doları cent/kWh)
ç. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dâhil)	13,3 (ABD doları cent/kWh)
d. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3 (ABD doları cent/kWh)

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden, 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” (YEK Kanunu) uyarınca şartları taşıyanlar, YEK Destekleme Mekanizmasına (YEKDEM) katılabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye EPDK tarafından “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi” (YEK Belgesi) verilmektedir.

YEKDEM’den faydalanabilecek üretim tesisleri 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (YEK Kanunu)’da; Rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynakları olarak sıralanmıştır.

YEKDEM mekanizması kapsamında 5346 sayılı Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, 5346 sayılı YEK Kanunu’nun yürürlük tarihi olan 18.5.2005 tarihinden 31.12.2020 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek olan ve bu Kanun kapsamında yer alan üretim tesislerine 10 yıl süre ile uygulanır.

Üretim Lisansı sahibi tüzel kişilerin 5346 sayılı Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31.12.2020 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde ; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; anılan Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilmektedir. II Sayılı Cetvelde yer alan destek fiyatlarının uygulanmasında, ilgili aksamın ne kadar “yerli üretim” kabul edileceği, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik” uyarınca belirlenmektedir. Aksamın yerli üretim sayılabilmesi için, %55’inin yurtiçi katma değerle üretildiğinin belgelenmesi gereklidir.

Lisanssız üretim tesisleri yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak faaliyet gösteren tesislerin ürettiği elektrik enerjisi ise 5346 sayılı Kanuna ekli I sayılı cetvelde yer alan fiyatlarda görevli tedarik şirketleri tarafından satın alınmaktadır. Görevli tedarik şirketleri lisansları boyunca YEKDEM'in doğal katılımcıdır.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun (YEK Kanunu) 6 ncı maddesinin birinci fıkrası ile 05/12/2013 tarihli ve 28842 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 2013/5625 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı uyarınca 18/05/2005 tarihinden 31/12/2020 yılı sonuna kadar işletmeye geçen YEK belgeli üretim tesislerinin 10 yıl boyunca Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Desteklenmesi Mekanizmasından (YEKDEM) faydalanma imkanı bulunmaktayken 18/09/2020 tarihli ve 31248 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 2949 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı uyarınca 01/01/2021 ile 30/06/2021 tarihleri arasında işletmeye geçecek YEK belgeli üretim tesislerinin de 31/12/2030 tarihine kadar YEKDEM'den faydalanma imkanı sağlanmıştır. YEKDEM'e katılan tesislerin toplam kurulu gücü 2011 - 2014 yılları arasında yaklaşık 500 MW ilâ 1.800 MW arasında değişirken, lisanssız santrallerin de ilavesiyle yıllar itibariyle artmış ve 2022 yılında YEKDEM'den faydalanan santrallerin kurulu gücü 31.526 MW'a ulaşmıştır.

Tablo 2. YEKDEM I Lisanslı/Lisanssız Kurulu Güç

Türü	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Güneş	-	-	-	-	-	-	13	23	82	175	555	1.040	1.469	1.469
Hidrolik	21	930	217	598	2.116	9.960	11.096	11.870	12.734	12.289	12.840	11.339	7.311	6.384
Rüzgâr	469	685	76	825	2.732	4.320	5.239	6.432	6.639	6.617	7.755	8.653	7.837	7.092
Jeotermal	72	72	140	228	390	599	752	1.080	1.273	1.437	1.473	1.592	1.529	1.334
Biyokütle	45	73	101	147	185	204	300	358	516	679	938	1.454	1.663	1.722
Toplam Lisanslı MW	608	1.760	534	1.798	5.424	15.083	17.400	19.763	21.243	21.197	23.560	24.078	19.808	18.001
Toplam Lisanssız MW	0	0	0	0	321	995	3.086	2.692	4.388	6.289	6.771	7.448	9.071	10.712
Genel Toplam MW	608	1.760	534	1.798	5.744	16.078	20.486	22.454	25.631	27.487	30.331	31.526	28.879	28.713

01.07.2021 tarihinden sonra devreye girecek olan yenilenebilir kapsamındaki santraller için belirsizlik 02.12.2020 tarih ve 31322 sayılı resmi gazetede yayınlanan 7257 sayılı Kanun ile 5346 sayılı Kanunda yapılan değişiklikler ile giderilmiştir.

7257 sayılı Kanun ile 5346 sayılı Kanunda değişiklikler yapılmış olup, YEK destekleme mekanizmasına ilişkin yapılan değişikliklere ilişkin 30/6/2021 tarihinden sonra işletmeye girecek yerli aksam kullanan, YEK Belgeli üretim tesisleri ile tüketim tesisinin ihtiyacını karşılamaya yönelik olarak kurulacak lisanssız üretim tesisleri için Türk lirası olarak uygulanacak yerli katkı fiyatları, bu fiyatların güncellenmesi, uygulanacak süre ve uygulamaya ilişkin diğer usul ve esasların Cumhurbaşkanı tarafından belirlenerek ilan edileceği, uygulamaya ilişkin usul ve esasların ise Bakanlık tarafından çıkartılacak yönetmelikle belirleneceği hüküm altına alınmıştır.

I. YEKDEM döneminde 30.06.2021 tarihine kadar devreye giren santrallerin YEKDEM'den yararlanabileceği ancak o tarihten sonra YEKDEM mekanizmasının nasıl işleyeceğine ilişkin hususları içeren 29.01.2021 tarih ve 3453 sayılı Cumhurbaşkanı kararı yayınlanmış olsa da

01.05.2023 tarih ve 32177 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan 30.04.2023 tarih ve 7189 sayılı Cumhurbaşkanlığı kararıyla 3453 sayılı Karar yürürlükten kaldırılmış olup, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) kapsamında uygulanacak elektrik alım fiyatları ve sürelerini içeren hususlar 7189 sayılı Kararda güncellenerek belirlenmiştir. 1/7/2021 tarihinden 31/12/2030 tarihine kadar işletmeye giren/girecek YEK Belgeli üretim tesisleri için anılan kararın Ek-1'inde yer alan yerli katkı fiyatlarının uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar Bakanlık tarafından çıkarılan yönetmelikle düzenlenecektir.

Uygulama ABD dolar endeksli tavan ve taban fiyatlar çerçevesinde güncellemeye tabi Türk Lirası (TL) bazlı uygulamada, düzenlemeye göre aylık bazda eskalasyon geçerli olacaktır. Yabancı para ağırlıkları sırasıyla %40(%25 ÜFE- %15 TÜFE), %60 (%30 dolar kuru- %30 euro kuru) olarak belirlenmiştir. Eskalasyon hesaplamalarında bir önceki ay TCMB dolar ve euro alış kurlarının ortalaması kullanılacaktır. YEKDEM uygulamasında kaynak bazlı olarak süre ve tür açısından da farklılaşma yapılmıştır.

Tüm bu güncellemeler 1 Temmuz 2021 tarihinden 31 Aralık 2030 tarihine kadar işletmeye giren/girecek YEK Belgeli üretim tesisleri için geçerli olacak ancak 01.07.2021 tarihinden sonra devreye giren üretim tesisleri 01.05.2023 tarihinden itibaren kalan süreleri için yeni uygulamadan yararlanabilecekler ve 01.07.2021 ve 01.05.2023 tarihleri arasında devreye giren üretim tesislerine geriye yönelik ödeme yapılmayacaktır. Bütünleşik depolama tesisi için uygulanacak fiyatlar sadece depolama ünitesinde depolandıktan sonra sisteme verilen elektrik enerjisi için uygulanacaktır.

Yukarıda bahsedildiği üzere, II. YEKDEM dönemi on yıl süreli olanlar için en son 31.12.2030 da devreye girecekler için 2041'e kadar uygulanacaktır. 15 yıl süreli olanlar için ise en son 31.12.2030 da devreye girecekler için uygulama 2046 yılına kadar devam edecektir.

Aşağıda 1 Mart 2024 tarihi itibarıyla eskalasyona tabi güncellenmiş tablo verilmektedir.

Tablo 3. 1 Mart 2024 Eskalasyona Tabii Tablo

1 Temmuz 2021 tarihinden 31 Aralık 2030 tarihine kadar işletmeye giren/girecek YEK belgeli tesisler için fiyat/yerli katkı payı ve uygulama sürelerini gösterir 1 mart eskalasyona tabii tablo									
Yenilenebilir Üretim Tesisi		YEK Uygulama Fiyatı TL-Krş/kWh	YEK Uygulama Fiyatı US\$-Cent/kWh	YEK Uygulama Süresi Yıl	YEK Taban Fiyat USD c/kWh	YEK Tavan Fiyat USD c/kWh	Yerli Katkı Fiyatı TL-Krş/kWh	Yerli Katkı Fiyatı US\$-Cent/kWh	Yerli Katkı Uygulama Süresi Yıl
HES	Rezervuarlı	222,0	7,1	10	6,75	8,25	44,41	1,42	5
	Akarsu	208,2	6,7	10	6,30	7,70	44,41	1,42	5
RES	Karasal	163,5	5,2	10	4,95	6,05	44,41	1,42	5
	of-shore	222,0	7,1	10	6,75	8,25	59,28	1,90	5
JEOTERMAL		311,5	10,0	15	9,45	11,55	44,41	1,42	5
BİYO KÜTLE	Çöp gazı	163,5	5,2	10	4,95	6,05	44,41	1,42	5
	Biyometan	266,8	8,5	10	8,10	9,90	44,41	1,42	5
	Termal atık	208,0	6,7	10	5,75	8,00	33,27	1,07	5
GES		163,5	5,2	10	4,95	6,05	44,41	1,42	5
RES/GES BT. DEPOLAMA T.		192,8	6,2	10	5,85	7,15	59,28	1,90	10
POMPAJ DEPOLAMALI HES		311,5	10,0	15	9,45	11,55	59,28	1,90	10
DALGA/AKINTI		208,2	6,7	10	6,30	7,70	59,28	1,90	10

01.03.2024 Günü Saat 15:30'da Belirlenen Gösterge Niteliğindeki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Kuru :31.2392

Bu kapsamda 1. Uygulama dönemindeki 7.3 c/kWh olan karasal RES fiyatlarının tavan fiyatının 6,05 c/kWh olduğu, 13,3 c/kWh olan GES'lerin tavan fiyatının 6,05 c/kWh olduğu değerlendirildiğinde, YEKDEM' e katılan santrallerin ağırlıklı ortalama YEK fiyatının 7 c/kWh civarında olabileceği tahmin edilebilir.

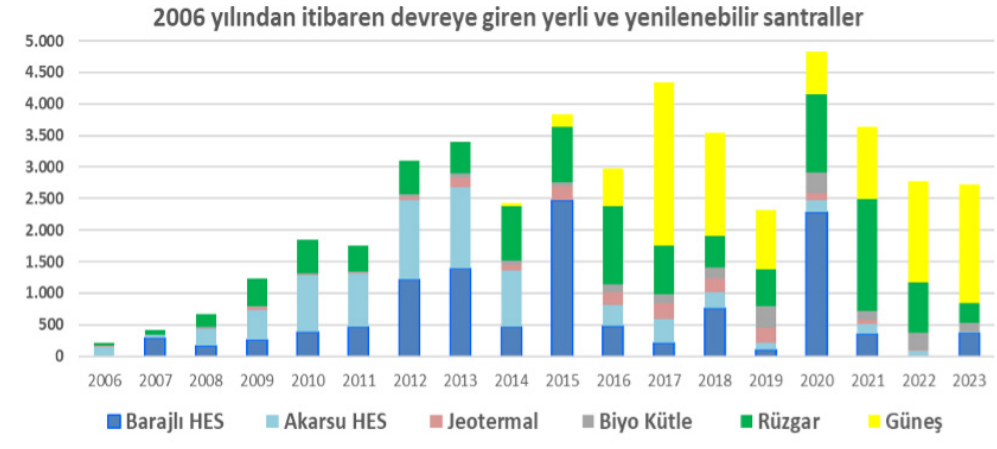
Bu durumda II.YEKDEM döneminde PTF'nin 7 c/kWh altında olması halinde YEKDEM birim fiyatının PTF birim fiyatına göre pozitif çıkacağı değerlendirilmektedir.

Mevcut 1.YEKDEM uygulamasında ortalama YEK fiyatı 10 c/kWh civarında olduğundan PTF'nin 10 c/kWh altında seyrettiği aylarda YEKDEM birim fiyatı PTF birim fiyatına göre pozitif çıkmaktadır.

YEKDEM birim maliyetinin pozitif çıktığı aylarda bu maliyet tedarikçiler suretiyle tüketiciye yansıtılmaktadır.

2005 yılında yayınlanan Kanun kapsamında verilen teşvikler ile alım ve fiyat garantileri sonucunda 2006 yılından itibaren 2023 yılı sonuna kadar 11.688 MWe Barajlı HES, 7.621 MWe akarsu HES, 1.676 MWe JES, 2.029 MWe BES, 11.627 MWe RES ve 11.309 MWe GES olmak üzere toplam 46.000 MWe gücünde santral devreye girmiştir.

Grafik12. 2006 Yılından İtibaren Devreye Giren Yerli ve Yenilenebilir Santraller



Bahsedilen tüm kanun ve teşviklerin uygulanması noktasında olduğu gibi ayrıca elektrik dağıtım ve perakende satış noktasında ülkemizdeki en önemli kurumlar Enerji Piyasaları Denetleme Kurumu (EPDK) ve Elektrik Dağıtım Şirketleri (EDAŞ)'lardır. Gerek yenilenebilir enerji santrallerini kurulması, gerek şebekeye dahil olması, gerekse elektrikli araçlar için elektrik alt yapısının uygun hale getirilmesi, şarj istasyonlarının kurulması, dijitalleşmeye yönelik bazı uygulamalar noktasında bu iki kurum da oldukça önemli paydaşlardır.

EPDK

4628 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu" ile elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması ve rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik

enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanması amaçlanmıştır. Ülkemizin Avrupa Birliği müktesebatına ve enerji mevzuatına uyumu açısından elektrik sektörü için bağımsız bir düzenleyici makamın kurulması ve kurulacak kurumun görevlerini etkin bir şekilde yerine getirebilmesi için yetki ve araçlarla donatılarak enerji piyasasının açılması da amaçlandığından, elektrik enerjisi piyasasında faaliyet gösterecek tüzel kişiler nezdinde eşit ve adil bir uygulama yapılacağına dair bir güven ortamı yaratmak üzere Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) teşkilatlandırılmıştır. EPDK, 03/03/2001 tarihli ve 24335 (Mükerrer) sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 4628 sayılı “Elektrik Piyasası Kanunu” ile “Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu” adı altında kurulmuş, 02/05/2001 tarihli ve 24390 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 4646 sayılı “Doğal Gaz Piyasası Kanunu (Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılması ve Doğal Gaz Piyasası Hakkında Kanun)” ile “Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu” (EPDK) adını almıştır.

2001 yılından itibaren göreve başlayan kurum 4628 sayılı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu, 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu, 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile belirlenen elektrik, doğal gaz, LPG ve petrol piyasalarının faaliyetlerini düzenlemekte ve denetlemelerini yapmaktadır.

EDAŞLAR

Elektrik Piyasası Kanunu’nun üretim ve dağıtım tesislerinin özelleştirilmesinde izlenecek usule ilişkin düzenlemeleri kapsamında 17.03.2004 tarih ve 2004/3 Sayılı YPK Kararı eki “Elektrik Enerjisi Sektörü Reformu ve Özelleştirme Strateji Belgesi”nde elektrik sektörü reformunun ve özelleştirme sürecinin temel ilkeleri, hazırlık aşaması ve sorumlu kuruluşlar tanımlanmıştır. Bu çerçevede;

Dağıtım bölgeleri yeniden belirlenmiş, bu bölgeler bazında TEDAŞ’ın %100 hissedarı olduğu 20 yeni dağıtım şirketleri oluşturulmuş, bu şirketlerin hesap ayırıştırma işlemleri yapılmış, hedef kayıp-kaçak oranları belirlenmiş, dağıtım şirketleri lisanslanmış, şirket bazında tarifeler ve ulusal tarifeler belirlenmiş, TETAŞ ile bu şirketler arasında geçiş dönemi elektrik satış sözleşmeleri imzalanmıştır.

T.C. Başbakanlık Özelleştirme İdaresi Başkanlığı’nca, 4046 sayılı Özelleştirme Uygulamaları Hakkında Kanun hükümleri çerçevesinde Elektrik Dağıtım Şirketlerinin %100 oranındaki hisseleri, İşletme Hakkı Devir Sözleşmesi ile blok satış yöntemi ile özelleştirilmiştir. İşletme hakkı süresi 30 yıl olarak belirlenmiştir. AYDEM, AKEDAŞ ve KÇETAŞ şirketleri 3096 sayılı Kanun kapsamında imzalamış oldukları görev verme sözleşmelerinin 4628 sayılı Kanun çerçevesinde tadil edilmesini müteakip faaliyetlerine başlamışlardır.

Devir sonrasında; Dikey yapılanmış (Şebeke işletme ve elektrik satışı) olan şirketler elektrik dağıtım ve elektrik ticareti işlerinde iştirak etmek üzere ikiye ayrılmıştır. Böylece 21 Adet EDAŞ’ın yanı sıra 21 adet Görevli Perakende Satış şirketi (EPSAŞ) kurulmuş ve EPDK tarafından 2006 yılından itibaren 21 EPSAŞ tüzel kişiliğine 30 yıl süre ile perakende satış lisansı verilmiştir.

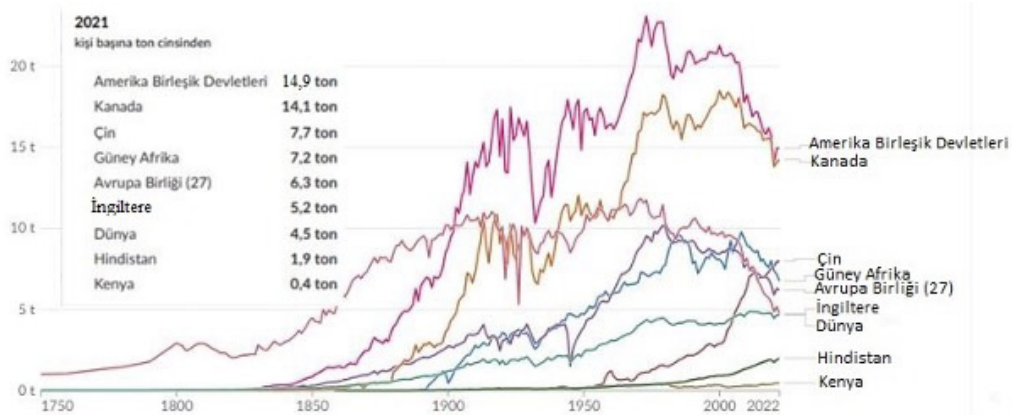
Elektrik Dağıtım ve Görevli Perakende Şirketlerin tarifeleri Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından düzenleme ve denetlemeye tabidir.

4. TÜRKİYE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİ VE GENEL EĞİLİMLER

4.1. İklim Değişikliği, Net-Sıfır Emisyon ve Sürdürülebilirlik

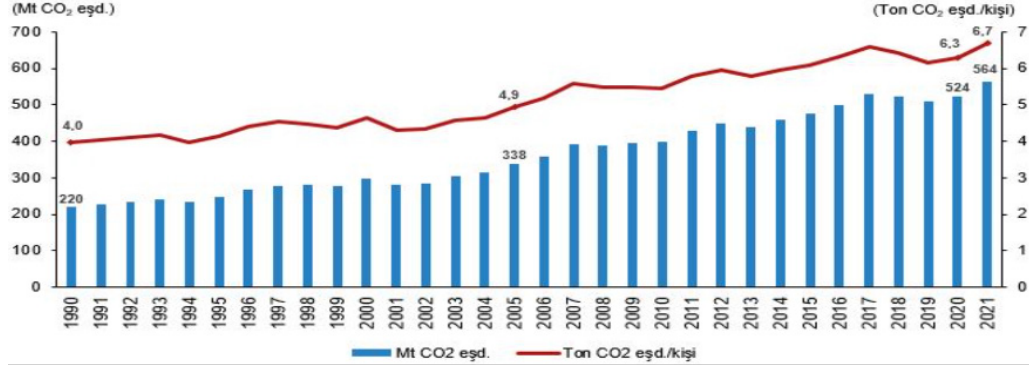
Ülkelerin 2021 yılı kişi başı emisyonları incelendiğinde; Birinci sırayı 14,9 ton ile Amerika Birleşik Devletleri'nin aldığı ve bunu sırasıyla 14,1 ton ile Kanada, 7,7 ton/kişi ile Çin, 7,2 ton ile Güney Afrika, 6,3 ton/kişi ile Avrupa Birliği (27) ülkeleri, 5,2 ton/kişi İngiltere izlemektedir. 2021 yılı Dünya ortalaması ise 4,5 ton/kişi olmuştur. Yine Grafik 1.5 incelemeye devam edildiğinde Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avrupa Birliği Ülkeleri İngiltere'nin pik değerlerinin 1970 ila 1980 yılları arasında olduğu, düşme eğiliminin ise 2010 yılından sonra başladığı görülmektedir. Bunun sebebinin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması ve enerji verimli üretim yöntemlerine geçiş yapılmasından kaynaklanmaktadır. Grafik 1.6'da dikkat çeken diğer bir husus ise Çin'in kişi başı sera gazı emisyonlarının oldukça agresif bir şekilde artmasıdır. 1958 yılında 1 ton bile olmayan kişi başı sera gazı emisyonları 2021 yılında yaklaşık 8 kat artarak 7,7 ton olmuştur. Bu durumu Dünya için tehdit haline getiren asıl unsur; 2021 yılında Dünya nüfusunun yaklaşık 1/5'inin yani yaklaşık 1,4 milyar insanın Çin'de yaşıyor olması ve toplam sera gazı emisyonlarının 13,71 milyar ton olmasıdır. Bu durum devam edecek olursa diğer ülkeler ne yaparsa yapsın antropojenik kaynaklı sera gazlarından kaynaklı küresel ısınmanın yani iklimin trajik bir şekilde değişmesinin önüne geçilmesi ya da yavaşlatılması mümkün gözükmemektedir.

Grafik 13. Fosil Yakıtlardan Ve Endüstriden Kaynaklanan Kişi Başına Karbondioksit (CO)
Emisyonları (Arazi Kullanımı Değişikliği Dahil Değildir.)²¹



Türkiye'nin oluşturduğu sera gazı miktarını inceleyecek olursak; 1990 yılında 220 milyon ton olan sera gazı miktarı; 2021 yılında 2,5 kat artarak 564 milyon ton olmuştur. Bu hızlı artış, sanayi ve büyümenin ilerlemesi sonucunda olmaktadır.

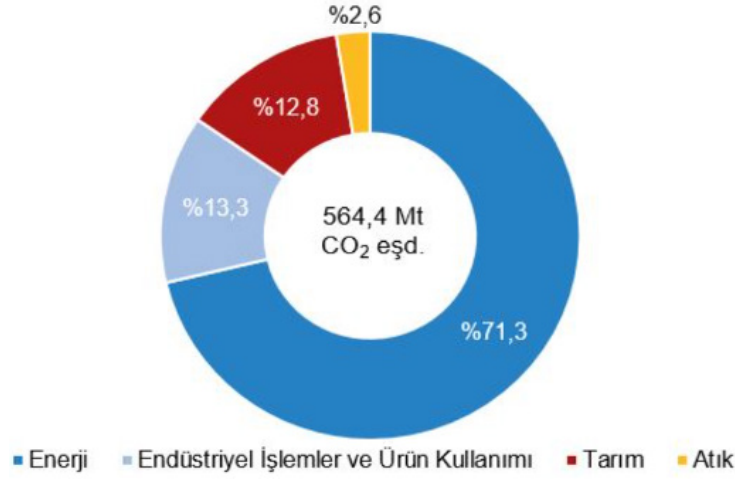
²¹ Global Carbon Budget (2023); Population based on various sources (2023) – with major processing by Our World in Data. “Annual CO emissions (per capita) – GCB” [dataset]. Global Carbon Project, “Global Carbon Budget”; Various sources, “Population” [original data].

Grafik14. Türkiye'nin toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu, 1990-2021 ²²

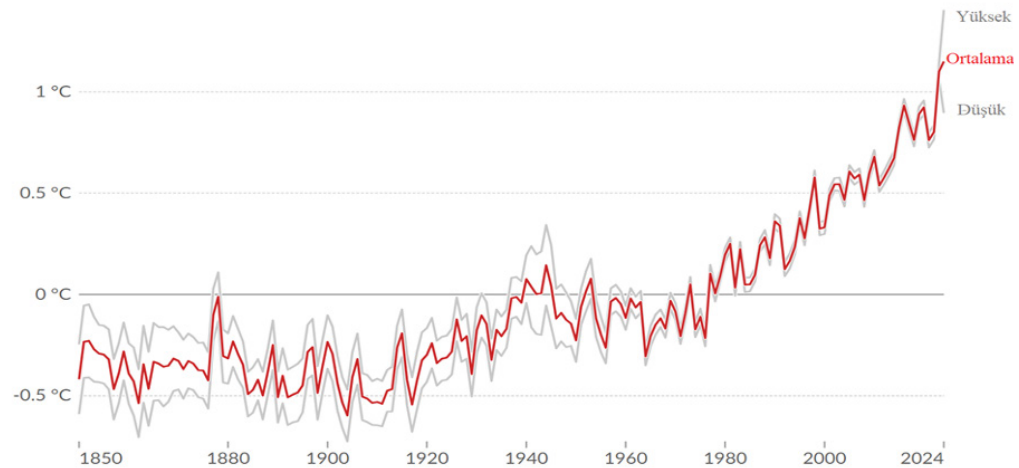
Küresel sera gazlarının sektörlere göre dağılımı incelendiğinde Birinci sırayı % 73,2 ile enerji eldesinden, ikinci sırayı % 18,4 ile tarım, ormancılık ve arazi kullanımından, üçüncü sırayı % 5,2 ile endüstriyel proseslerden, dördüncü sırayı ise % 3,2 ile atıklardan kaynaklanan sera gazları almaktadır. Küresel sera gazlarının % 24,2'si sanayide enerji kullanımından, %17,5'i binalarda enerji kullanımından, % 16,2'si ulaşırmadan kaynaklanmaktadır. Sanayide enerji yoğun bir sektör olan demir çelik endüstrisi, ulaşırmada karayolu taşımacılığı ve binalarda konutlar, enerji kullanımından kaynaklanan emisyonlarda önemli bir yer tutmaktadır. Tarım, ormancılık ve arazi kullanımından kaynaklanan sera gazlarının içerisinde en önemli yeri hayvancılıktan kaynaklanan dışkılardan oluşan metan ve sentetik gübre kullanımından kaynaklanan nitrozoksit tutmaktadır. Endüstriyel proseslerden kaynaklanan sera gazları ise çimento ve kimya sektöründen oluşmaktadır. Atıksularda bulunan organik madde ayrıştığında metan ve azot oksit üretir. Depolama alanları genellikle düşük oksijenli ortamlardır. Bu ortamlarda organik madde ayrışarak metan oluşturur.

Türkiye'nin sera gazlarının sektörlere göre dağılımı incelendiğinde; Dünya ile benzer olarak birinci sırayı % 71,3 ile enerji eldesinden, ikinci sırayı % 13,3 ile endüstriyel proseslerden, üçüncü sırayı % 12,8 ile tarım, ormancılık ve arazi kullanımından, dördüncü sırayı ise % 2,6 ile atıklardan kaynaklanan sera gazları almaktadır. Dünyada ve Türkiye'de en önemli sera gazı kaynağını enerji sektörü oluşturmaktadır. Sera gazlarının azaltılması için de enerji dönüşümü yapmak gerektiği bu grafikler 1.8-9'dan da açıkça gözükmektedir.

²² A.g.e

Grafik 15. 2021 Türkiye Sektörel Sera Gazı Emisyonları

İklim sistemi kendi içinde yıllarca (El Niño-Güney Salınımı (ENSO) gibi), on yıllarca ve hatta yüz-yıllarca sürebilen çeşitli döngüler yaşar. Diğer değişiklikler, iklim sistemine “dışsal” olan, ancak her zaman Dünya’nın dışında olmayan bir enerji dengesizliğinden kaynaklanır. Sera gazlarının iklim değişikliğine neden olduğu, dünyanın ortalama sıcaklığının sera gazlarının artmasına paralel olarak arttığına ortaya konmasıyla ispatlanmıştır. Aşağıda yer alan Grafik 15 incelendiğinde sıcaklık ortalamasının sera gazlarının da artmaya başladığı 1900 lü yıllarda başladığı ve sera gazlarının artmasına paralel olarak artışın devam ettiği görülmektedir. Sera gazı konsantrasyonları arttıkça küresel yüzey sıcaklığı da artmaktadır. 1980’lerden bu yana her on yıl bir öncekinden daha sıcak geçmiş hatta son on yıl, kaydedilen en sıcak dönemler olmuştur.

Grafik 16. Dünyanın Ortalama Sıcaklığının Yıllara Göre Değişimi²³

23 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri2021-1990->

Yüksek sıcaklıklar ısıya bağlı hastalıkları artırmakta ve açık havada çalışmayı zorlaştırmaktadır. Yangınlar daha kolay başlamakta ve koşullar daha sıcak olduğunda daha hızlı yayılmaktadır. Kuzey Kutbu'ndaki sıcaklıklar küresel ortalamanın en az iki katı kadar hızlı artmakta ve buzulların erimesine neden olmaktadır. Sıcaklıklar arttıkça daha fazla buharlaşmaya, bu da aşırı yağışlara ve su baskınlarını şiddetlendirerek daha yıkıcı fırtınalara neden olmaktadır. Isınan okyanuslar, tropikal fırtınaların sıklığını ve büyüklüğünü de etkilemektedir. Bu tür fırtınalar genellikle evleri ve toplulukları yok ederek ölümlere ve büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

İklim değişikliği su mevcudiyetini değiştirmekte ve daha fazla bölgede su kıtlığına neden olmaktadır. Küresel ısınma, halihazırda su sıkıntısı çeken bölgelerdeki su kıtlığını daha da artırmakta, mahsulleri etkileyen tarımsal kuraklık riskinin artmasına ve ekolojik kuraklıkların ekosistemlerin hassasiyetini artırmasına yol açmaktadır. Kuraklık aynı zamanda milyarlarca ton kumun kıtalar arasında taşınmasına neden olabilecek yıkıcı kum ve toz fırtınalarını da tetiklemektedir. Çöller genişlemekte ve yiyecek yetiştirilecek alanları azaltmaktadır. Artık pek çok insan düzenli olarak yeterli suya sahip olmama tehdidiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Okyanusların ısınma hızı son yirmi yılda, tüm derinliklerinde güçlü bir şekilde artmıştır. Su ısındıkça hacminin genişlemesi nedeniyle okyanusların hacmi de ısındıkça artmaktadır. Bununla birlikte eriyen buz tabakaları deniz seviyelerinin yükselmesine neden olmakta bu durum kıyı ve ada topluluklarını tehdit etmektedir. Ayrıca okyanuslar tarafından daha fazla karbondioksit emilmesi okyanusu daha asidik hale getirmekte, bu da deniz yaşamını ve mercan resiflerini tehlikeye atmaktadır. İklim değişikliği karadaki ve okyanustaki türlerin hayatta kalması açısından risk oluşturmaktadır. İklim değişikliği sonucunda insanlık tarihindeki kayıtlı diğer zamanlardan 1000 kat daha fazla tür kaybı yaşamaktadır. Önümüzdeki on yıllarda bir milyon türün neslinin tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olduğu bilinmektedir. Orman yangınları, aşırı hava koşulları, istilacı zararlılar ve hastalıklar, iklim değişikliğiyle ilgili birçok tehdit arasında yer almaktadır. Bazı türler yer değiştirip hayatta kalabilecek, ancak diğerleri bunu başaramayacaktır.

İklimdeki değişiklikler ve aşırı hava olaylarındaki artış, açlık ve yetersiz beslenmedeki küresel artışın nedenleri arasında yer almaktadır. İklim değişikliği nedeniyle balıkçılık, tarım ve besi hayvanları zarar görmekte veya daha az üretken hale gelmektedir. Okyanusların asidik hale gelmesi, milyarlarca insanı besleyen deniz kaynaklarını riske atmaktadır. Pek çok artık bölgedeki kar ve buz örtüsündeki değişiklikler, hayvancılık, avcılık ve balıkçılıkla ilgili gıda tedarikini sekteye uğratmakla tehdit etmektedir. Isı stresi ve su kaybı otlak alanlarında ürün veriminin düşmesine neden olabilmekte ve hayvancılığın zarar görmesine de neden olabilmektedir.

İklim değişikliği insanlığın karşı karşıya olduğu en büyük sağlık tehdididir. İklim etkileri, hava kirliliği, hastalıklar, aşırı hava olayları, zorla yerinden edilme, ruh sağlığı üzerindeki baskılar ve insanların büyüyemediği veya yeterli yiyecek bulamadığı yerlerde artan açlık ve yetersiz beslenme yoluyla hâlihazırda sağlığa zarar vermektedir. Değişen hava koşulları hastalıkları artırmakta ve aşırı hava olayları ölümlere neden olmakta ve sağlık sistemlerinin buna ayak uydurmasını zorlaştırmaktadır. İklim değişikliği insanları yoksulluğa sürükleyen ve yoksullaştıran faktörleri artırmaktadır. Seller kentsel gecekondu mahallelerini süpürüp götürebilmekte, evleri ve geçim kaynaklarını yok edebilmektedir. Aşırı sıcaklar açık havada yapılan işlerde çalışmayı zorlaştırmakta, su kıtlığı ürün verimini düşürmektedir. Son on yılda hava durumuyla ilgili olaylar her yıl ortalama 23,1 milyon insanın yerinden etmiş ve çok daha fazlasını yoksulluğa karşı savunmasız hale getirmiştir. Yakın gelecekte iklim değişikliği kaynaklı kuraklık nedeniyle dünyada ciddi bir göç dalgası oluşacağı da öngörülmektedir.

Peki sera gazları artmaya devam ederse ne olacak? Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporları incelendiğinde bilim adamlarının şu sonuçlara vardığı görülmektedir. Çoğu kara bölgesi, özellikle tropik bölgelerin daha sıcak günler göreceği, 1,5 santigrat derecelik ısınmada, Dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 14'ünün en az beş yılda bir şiddetli sıcak hava dalgalarına maruz kalacağı, 2 derecelik ısınmada ise bu sayının yüzde 37'ye çıkacağı, 1,5 santigrat derecelik ısınmayla birlikte aşırı sıcak hava dalgaları yaygınlaşacağı öngörülmektedir. 1,5 santigrat derece artışta Dünyanın orta enlemlerinde en sıcak günler 3 santigrat dereceye kadar, 2 santigrat derece artışta ise 4 santigrat dereceye kadar daha sıcak olacaktır. En yüksek aşırı sıcaklıklar Orta ve Doğu Kuzey Amerika, Orta ve Güney Avrupa, Akdeniz (Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Yakın Doğu dahil), Batı ve Orta Asya ile Güney Afrika'da görülecektir. Daha uzun süren sıcak dönemler yoğun nüfuslu bölgelerin çoğunu etkileyecek, 1,5 santigrat derecenin üzerindeki ısınma durumunda, bugün olduğundan iki kat daha fazla megakentin ısı stresine maruz kalmasına sebep olacaktır. 2050 yılına kadar potansiyel olarak 350 milyondan daha fazla insanın ısı stresine maruz kalması muhtemeldir. 2 santigrat derecelik ısınmayla, Hindistan ve Pakistan'ın 2015'te gördüğü ölümcül sıcak hava dalgaları her yıl meydana gelebilecektir.

1,5 derecelik artışta Dünyanın yüksek enlemlerinde, en soğuk geceler yaklaşık 4,5 santigrat derece daha sıcak olurken, 2 derecelik artışta yaklaşık 6 santigrat derece daha sıcak olacaktır. Artık kara bölgelerinde ise 1,5 derece veya daha az artışta bile aşırı soğuk bölgeler 5,5 santigrat dereceye kadar ısınacak, 1,5 ila 2 santigrat derecelik artışta ise bu bölgeler 8 santigrat dereceye kadar daha sıcak olacak ve soğuk dönemler de daha kısa olacaktır.

Isınmanın 1,5 santigrat derece ile sınırlandırılması halinde, özellikle Akdeniz (Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Yakın Doğu dahil) ve Güney Afrika olmak üzere bazı bölgelerde kuraklık olasılığını ve su mevcudiyeti ile ilgili riskleri önemli ölçüde azaltması beklenmektedir. Dünya'nın kentsel alanlarındaki yaklaşık 61 milyon daha fazla insan, 2 derecelik daha sıcak bir dünyada, 1,5 derecelik ısınmaya kıyasla daha şiddetli kuraklığa maruz kalacaktır. 2050 yılında 2 derecelik artış olduğunda 1,5 derecelik bir artışa göre 184 ila 270 milyon insanın su kıtlığındaki artışa maruz kalacağı öngörülmektedir. Yeralı suyunun tükenmesine ilişkin risklerin, daha yüksek sıcaklık eşliğinde de daha büyük olacağı tahmin edilmektedir.

1,5 santigrat derece ısınmada böceklerin yüzde 6'sı, bitkilerin yüzde 8'i ve omurgalıların yüzde 4'ü, oranında azalacağı, 2 derecelik ısınmayla bu rakamların sırasıyla yüzde 18, yüzde 16 ve yüzde 8'e çıkacağı belirlenmiştir. Dünyanın yüksek enlemlerindeki tundra ve kuzey ormanları özellikle bozulma ve kaybolma riskiyle karşı karşıyadır; Arktik ve Alp bölgelerinde biyom değişimleri muhtemeldir. Artış 2 derece olduğunda 1,5 ila 2,5 milyon kilometrekarelik donmuş permafrost toprağı çözülecek ve depolanan karbonun geri dönüşü olmayacak şekilde atmosfere geçmesi beklenmektedir.

Sıcaklık artışı 1,5 santigrat derece ile sınırlı olsa bile, insan kaynaklı ısınma nedeniyle okyanuslarda depolanan ısının okyanusların genişlemesine neden olması nedeniyle deniz seviyesinin yükselmeye devam edeceği bilinmekle birlikte 2 derecelik artışın Dünya'nın kıyı şeridinin yüzde 70'inden fazlasında deniz seviyesinde 0,2 metre yükseleceği, bu da kıyılarda taşkınlara, plaj erozyonuna, su kaynaklarının tuzlanmasına ve insanlar ile ekolojik sistemler üzerindeki diğer etkilerin artmasına neden olacaktır.

Artışın 2 santigrat derece ve üzerinde olması halinde okyanus sıcaklığı buna bağlı olarak okyanus asitliği artacak bu durum oksijen seviyesini düşürecektir. Sonuçta alglerden balıklara kadar geniş bir yelpazedeki türler olumsuz etkilenecek, deniz biyolojik çeşitliliği, balıkçılık ve ekosistemler için önemli riskler oluşacaktır. Okyanustaki oksijen seviyesinin düşmesi normal okyanus sularının yerini, çoğu su yaşamını desteklemeyen “ölü bölgeler” oluşturacaktır. 1,5 derece artışta Arktik Okyanusu’da yüzyılda bir olan denizin buzsuz kalması, 2 santigrat derece artışta her on yılda en az bir olması beklenmektedir. Deniz buzunun kaybı, fitoplanktonlardan kutup ayıları ve balinalar gibi deniz memelilerine kadar, özellikle Arktik Okyanusu ve Batı Antarktika Yarımadası’ndaki birçok organizmanın yaşam alanlarını etkileyecektir.

1,5 santigrat derecelik ısınmayla birçok deniz türünün coğrafi dağılım alanı daha yüksek enlemlere kayacak, yeni ekosistemler ortaya çıkacak ve deniz ekosistemleri daha fazla zarar görecektir. Türlerin bu şekilde yer değiştirmesi insanlar üzerinde çoğunlukla olumsuz etkiler yaratacak, ancak Kuzey Yarımküre’nin yüksek enlemlerindeki balıkçılık gibi bazı alanlarda kısa vadeli kazanımlar görülebilecektir. Mercan resifleri ve yosun ormanları gibi bazı ekosistemler daha az hareket edebilmekte bu nedenle daha fazla tehdit altında olmaktadır. 1,5 santigrat derecelik artışta Mercan resiflerinin, yüzde 70 ila 90 oranında azalacak, 2 derecelik ısınmada ise neredeyse tamamen yok olacaktır. Bunların kaybı, bu bölgelerdeki biyolojik çeşitliliği keskin bir şekilde azaltacak ve dünya çapında yiyecek, geçim kaynağı, kıyı koruması, turizm ve diğer ekosistem hizmetleri için mercan resiflerine bağımlı olan yaklaşık yarım milyar insanı doğrudan etkileyecektir. Pek çok deniz ve kıyı ekosistemi, 2 santigrat derecelik ısınmayla birlikte geri dönüşü olmayan kayıplar yaşayacaktır.

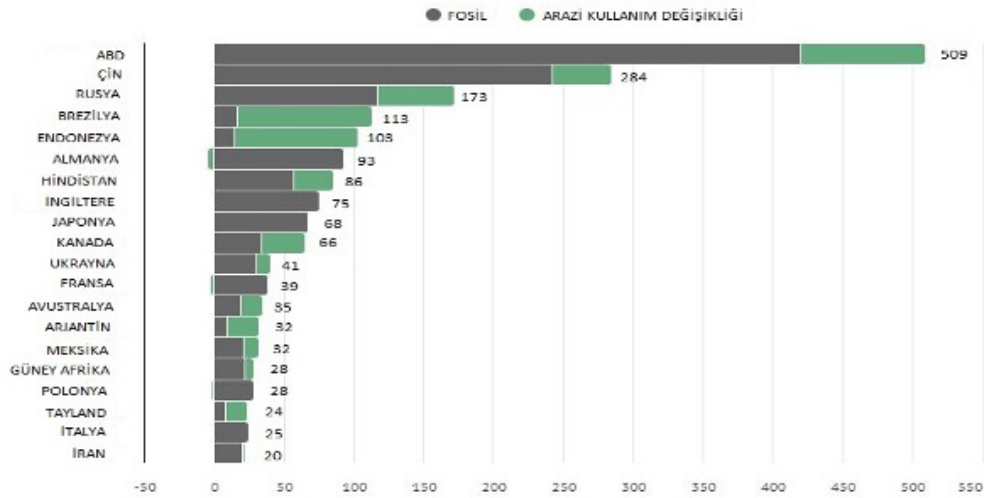
Küresel sıcaklık artışına bağlı olarak; insan sağlığına, geçim kaynaklarına, gıda güvenliğine, insan güvenliğine, su teminine ve ekonomik büyümeye yönelik iklim bağlantılı riskler artacaktır. Dezavantajlı ve savunmasız nüfuslar, bazı yerli halklar ve geçim kaynakları tarıma veya kıyı kaynaklarına dayalı olan topluluklar en yüksek risk altında olacaklardır. En yüksek risk altındaki bölgeler arasında Arktik ekosistemler, kurak alanlar, gelişmekte olan küçük ada devletleri ve en az gelişmiş ülkeler yer almaktadır. Bazı nüfuslarda yoksulluğun ve dezavantajların arttığı görülecektir. Sıcaklık artışında şehirler, kentsel ısı adası etkisi nedeniyle sıcak hava dalgalarının en kötü etkilerini yaşayacaktır. Yaşlılar, çocuklar, kadınlar, kronik hastalığı olanlar ve bazı ilaçları kullanan kişiler yüksek risk altında olacaktır.

Küresel ısınma ile sıtma ve dang humması gibi vektör kaynaklı hastalıklardan daha fazla insan ölecektir. Mısır, pirinç, buğday ve diğer tahıl mahsulleri gibi mahsullerin verimi, özellikle Sahra Altı Afrika, Güneydoğu Asya ve Orta ve Güney Amerika’da azalacaktır. Pirinç ve buğday daha az besleyici hale gelecek, öngörülen gıda bulunabilirliği, Güney Afrika, Akdeniz, Sahel, Orta Avrupa ve Amazon’da daha az olacaktır. Yaklaşık 2 santigrat derece ısınmayla mera hayvanlarının yüzde 7 ila 10’u kaybolacaktır.

Artık insan kaynaklı iklim değişikliğinin gerçek olduğu ve gezegen ve üzerinde yaşayanlar için büyük bir tehdit oluşturduğu bilinmektedir. Mevcut veriler, 2°C’nin üzerindeki ortalama sıcaklık artışının altında kalma şansına sahip olmak için, gelişmiş ülkelerdeki sera gazı emisyonlarını 2050 yılına kadar en az %80 oranında azaltılması gerektiğini göstermektedir. Karbon bütçesinin oluşturulmasında kimin sorumlu olduğu sorusu, iklim adaleti tartışmaları bağlamında açıkça hayati önem taşımaktadır. İklim değişikliğinin bugüne kadar etkileriyle mücadele etme sorumlu-

luğunun yanı sıra daha fazla ısınmayı önlemek için en fazla kimin yapması gerektiğini de ortaya koymaktadır. Aşağıda Grafik 1.10'da görüleceği üzere en büyük sorumluluk sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Rusya olmaktadır. Ancak Avrupa birliği ülkeleri toplamda ABD'den sonra ikinci sırayı almaktadır.

Grafik 17. Ülkelerin Sera Gazı Emisyonlarında Tarihsel Sorumluluğu (Gigaton)²⁴



İklim değişikliği birçok aktörü olan, uyum ve iş birliği içinde mücadele edilmesi gereken küresel bir sorundur. Ancak iklim değişikliği hakkında devletlerin yaklaşımları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Dolayısıyla küresel sorunlara bölgesel veya ulusal düzeyde gösterilen çabalar, tek başına yeterli olmamaktadır. Ülkelerin bir araya geldiği 1979 yılında gerçekleştirilen Birinci Dünya İklim Konferansında; fosil yakıtların yanması sonucunda oluşan karbondioksitin atmosferde birikiminden kaynaklanan küresel iklim değişikliği vurgulanmıştır. 1979 yılındaki Birinci Dünya İklim Konferansı ve 1988 yılında Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) kurulması, uluslararası müzakerelere teknik altyapı hazırlıklarını sunmada dönüm noktalarını oluşturmuştur. IPCC'nin ilk raporunun 1991 yılında yayımlanmasıyla, bilimsel verilerin şeffaflığı 1992 yılında Rio'da gerçekleşen Yeryüzü Zirvesi'nde tartışılmış ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçevesi Sözleşmesinin (BMİDÇS) temelleri bu zirvede atılmıştır. BMİDÇS, uluslararası alanda atılan ilk ve en önemli adım olup; atmosferdeki sera gazı emisyonlarının artması sonucu daha detaylı emisyon kaynaklarına, yani tarım, fosil yakıt, enerji, ulaştırma, atık, ormancılık ve arazi kullanımı gibi temel emisyon kaynaklarındaki azaltım çalışmalarına yönelik uluslararası çevre sözleşmesidir. 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren ve 196 ülkenin taraf olduğu Sözleşme'ye, Türkiye 24 Mayıs 2004 tarihinde taraf olmuştur.

Rio Konferansı'nda hazırlanan İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde sera gazı emisyonlarının azaltılması hakkında herhangi bir bağlayıcılığı bulunmaması nedeniyle sözleşme sonrasında da sera gazı emisyonlarında düşüş olmadığı gibi toplamda artmaya devam etmiştir. Bunun üzerine sera gazlarının azaltılması ile ilgili protokol Aralık 1997 yılında Kyoto'da benimsenerek 16 Mart 1998 tarihinde New York'ta imzaya açılmıştır.

²⁴ Hannah Ritchie (2020) - "Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <<https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>> [Online Resource]

84 taraf ülke tarafından imzalanan protokol 2001 yılında ABD tarafından veto edildiği için yürürlüğe girmemiştir. ABD hükümeti, gelişmekte olan ülkelerin de emisyonlarını azaltmada “anlamlı katılım” yaptıklarına ikna oluncaya kadar anlaşmayı onaylamayacağını söylemiştir. O güne değin en geniş kapsamlı çevre işbirliği anlaşması olan protokolde ülkeler iki gruba ayrılmıştır: Gelişmiş ülkeler (Ek-I ülkeleri) ve gelişmekte olan ülkeler (Ek-II’de yer almayan ülkeler). Gelişmiş ülkeler (Ek-I ülkeleri) sera gazı emisyonlarını 2008-2012 yılları arasında 1990 yılı seviyesinden aşağıya çekmekle sorumludurlar. Ek 1 ülkeleri sera gazı salımlarını azaltmayı kabul etmişlerdir. Ek2 ise Ek 1’in alt kümesidir. Ek 2 ülkeler Ek 1’de yer almayan (gelişmekte olan) ülkelerin masraflarını ödemekle yükümlüdürler. Anlaşmanın 25. maddesine göre “anlaşma Ek 1’de yer alan en az 55 ülkenin imzalaması ve bunun Ek 1 ülke salımlarının en az %55’ine karşılık gelmesi durumunda, buna uyulduğu tarihten sonraki doksanıncı gün yürürlüğe girer.” hükmündeki 55 ülke şartı 23 Mayıs 2002’de İzlanda’nın anlaşmayı kabul etmesi ile, %55 şartı da Rusya’nın 18 Kasım 2004’te anlaşmayı imzalaması ile sağlanmış, anlaşma 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Türkiye’nin isminin EK-II’den silineceği ve özel şartları tanınarak diğer EK-I ülkelerinden farklı bir konumda EK-I’de yer alacağı yönünde karar alınmasının ardından Türkiye sözleşmeye 2009 yılında 189. taraf olarak katılmıştır. BMİDÇS EK-I Tarafı olarak Türkiye’nin iklim değişikliği ile mücadele etmek için politika geliştirmek ve uygulamak ile mevcut sera gazı emisyonlarını ve emisyonlarla ilgili verileri BMİDÇS’ye bildirme yükümlülüğü bulunmaktadır.

Öncelikle en fazla sera gazı oluşturan Amerika Birleşik Devletleri’nin protokolde yer alması, ülkelerin taahhütlerinin yerine getirilmesi ile ilgili herhangi bir zorunluluk veya destek mekanizmasının olmaması, yine en büyük sera gazı oluşturan devletlerden biri olan Çin’in azaltma veya önleme konusunda herhangi bir yükümlülüğü olmaması gibi çeşitli nedenlerle Kyoto Protokolü, hedeflerin yerine getirilemediği, başarısız bir anlaşma olarak sürdürülebilirlik tarihindeki yerini almıştır.

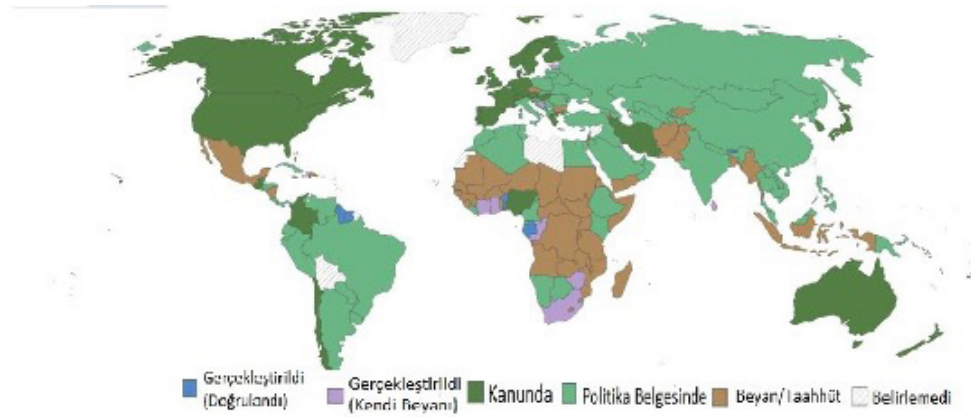
İklim değişikliği müzakerelerinde yüksek emisyon payına sahip ülkelerin sorumluluk almak istememesi nedeniyle sonuç alınamayan iklim değişikliği müzakereleri, nihayet 2015 yılında bağlayıcı bir anlaşma olan Paris İklim Anlaşması ile sonuçlanmıştır. Küresel bir eylem planı niteliğinde olan anlaşmanın amacı küresel sıcaklık artışını 1,5 dereceye kadar sınırlandırarak iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaktır. Anlaşmaya taraf olan ülkeler iklim değişikliğiyle mücadele etmek için ulusal düzeyde çeşitli eylem planlarını uygulamaya koymayı taahhüt etmektedirler. Hukuki bakımdan bağlayıcı nitelikte olan bu anlaşma, taraflara emisyon azaltımı konusunda zorunlu ve bağlayıcı sonuçlar doğuracak yükümlülükler vermek yerine gönüllülüğü esas alan düzenlemeler benimsemiştir. Bu nedenle anlaşmada belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilmemesi durumunda taraflara herhangi bir yaptırım uygulaması bulunmamaktadır. Anlaşmada daha az sorumlulukları olmalarına rağmen iklim değişikliğinin etkilerini derinden hisseden az gelişmiş ülkelere dönüşüm için gelişmiş ülkelerin yıllık 100 milyar dolar finansman sağlayacağı konusunda hüküm altına alınmıştır. Finansman; bu destekten yararlanmak isteyen ülkelerin gönüllü olarak yeşil dönüşümü gerçekleştirmeleri için iyi bir motivasyon aracı olacaktır.

Paris İklim Anlaşması ile birlikte ortaya çıkan kavramlardan biri de net sıfır emisyon hedefidir. Net sıfır emisyon, Dünyanın karbondioksit başta olmak üzere diğer sera gazlarını yutma kapasitesi ile insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının eşit düzeye gelmesi, dolayısıyla atmosferdeki sera gazlarının artmayacağı yani atmosferin yükünü çoğaltmanın bırakıldığı ve bir dengenin kurulduğu nokta anlamına gelir. Paris anlaşmasının 2(1/a) maddesinde anlaşmayı imzalayan ülkelerin

“İklim değişikliği risk ve etkilerini önemli ölçüde azaltacağı bilinciyle, küresel ortalama sıcaklıktaki artışı sanayileşme öncesindeki seviyeye göre 2°C'nin oldukça altında tutmak ve sıcaklık artışını sanayileşme öncesi dönemdeki seviyelerin 1,5°C üzeri ile sınırlandırmak için çaba göstermek” zorunda olduğu belirtilmektedir. Anlaşmanın 4(1) maddesinde ise “Madde 2’de belirtilen uzun vadeli sıcaklık hedefinin gerçekleştirilebilmesi amacıyla Taraflar, gelişmekte olan Taraf ülkeler için en iyi seviyeye ulaşmanın daha uzun süreceğini göz önünde bulundurarak, sera gazı emisyonlarında küresel düzeyde en iyi seviyeye ulaşmayı ve bu seviyeye ulaşılmasının ardından, hakkaniyet temelinde ve sürdürülebilir kalkınma ile yoksulluğun ortadan kaldırılması bağlamında, bu yüzyılın ikinci yarısında antropojenik emisyon kaynakları ile yutaklar tarafından tutulan sera gazı emisyonları arasında dengeye erişmek için mevcut en iyi bilimsel olanaklarından faydalanarak hızlı bir şekilde azaltım çalışmaları gerçekleştirmeyi amaçlar.” hükmü yer almıştır. Şimdiden ortalama sıcaklıkta 1.1 oC artış olan küresel ısınma, 1,5oC ile sınırlanmak isteniyorsa tüm senaryolarda küresel emisyonların 2030 yılına kadar %45 oranında azaltılması ve 2050 yılına kadar net sıfıra ulaşması gerektiği ortaya konulmaktadır.

Günümüzde küresel sera gazı emisyonlarının yarısından fazlasını temsil eden Çin, AB, ABD ve Hindistan’ında bulunduğu yaklaşık 145 ülke, küresel emisyonların %90’a yakınına kapsayan net sıfır hedeflerini açıklamış veya değerlendirmeyi düşünmektedir. Dünya Ekonomik Forumu’na göre Butan, Komorlar, Gabon, Guyana, Madagaskar, Niue, Panama ve Surinam, karbon sıfır hedefini gerçekleştirmiş görünmektedir. Bu ülkelerin, ekonomilerinin tarım odaklı olması ve geniş ormanlık alanlara sahip olmaları net sıfır emisyon hedeflerinin gerçekleşmesinde kolaylık sağladığı ortadadır. Avrupa Birliği Ülkeleri sera gazı emisyonlarında 1990’a kıyasla en az %55 (Fit For 55) azaltım yaparak 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarının net olarak sıfırlandığı Dünyanın ilk iklim-nötr kıtası haline getirmeyi hedeflemektedir.

Grafik 18. Net Sıfır Karbon Emisyonu Hedeflerinin Durumu ²⁵



Ülkemiz, 20 Eylül 2015 tarihinde 2030 yılı itibarıyla gerçekleşmesi öngörülen “Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı” (INDC) beyanını %21’e varan artıştan azaltım olarak açıklamış, 15 Kasım 2022 tarihinde BMİDÇS 27. Taraflar Konferansı’nın Bakanlar Oturumunda ise beyanını artıştan %41 oranında azalış olarak güncellenmiştir.

²⁵ Energy and Climate Intelligence Unit, Data-Driven EnviroLab, NewClimate Institute, Oxford Net Zero - Net Zero Tracker (2023) - with minor processing by Our World in Data. “Status of net-zero carbon emissions targets” [dataset]. Net Zero Tracker, “Net Zero Tracker” [original data]. Retrieved March 2024, 18 from <https://ourworldindata.org/grapher/net-zero-targets>

2015'teki baz senaryoya dayandırılan hedef, ülkemiz emisyonlarının 1.175 MtCO₂e'ye yerine, alacağı önlemlerle 400-500 milyon ton azaltarak 700 MtCO₂e civarına indirileceği anlamına gelmektedir. Türkiye sera gazı emisyonlarının pik değerine 2038 yılında, net sıfır hedefini ise 2053 yılında ulaşacağını taahhüt etmiştir.

Net sıfır emisyon hedefinin nasıl gerçekleştirebilmek için; yenilenebilir enerjiye yatırım yapılmalı, tarım, ulaşım, havacılık ve sanayi başta olmak üzere tüm sektörlerde enerji tasarrufuna ve enerji verimliliğine odaklanılmalı, kentsel planlama politikalarında enerji verimliliği artırılmalı, fosil yakıt (kömür, petrol vb.) kullanımı mümkün olduğunca terk edilmeli, mümkün olan tüm araç, gereç, makine ve ekipmanların elektrifikasyonu sağlanmalı, karbon yakalama gibi yeni ve yeşil teknolojilere yatırım yapılmalı, bireysel araç kullanımı yerine toplu ulaştırma ve yük taşımacılığında raylı sistemlerin kullanılması, ormansızlaşmanın önüne geçilmeli, biyoçeşitlilik kaybını önlemek adına önlemler alınmalı, yeşil şehir planlamasına önem verilmeli, konutlarda ve ticari/kurumsal binalarda ısınma amaçlı kömür ve sıvı fosil yakıt (mazot vb) kullanımının sonlandırılması ve büyük ölçüde elektrikle ısınmaya geçilmesi, hidrojen gibi sera gazı oluşturmeyen yakıt türlerine geçilmeli, düşük karbonlu üretim yöntemlerine geçilmeli, düşük karbonlu yaşam konusunda farkındalık oluşturma çalışmaları yapılmalıdır.

4.2.Sürdürülebilir Yaşam ve Ekonomi için Dönüşüm

Dünyada, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkelerde benzer biçimde ortaya çıkan çevre sorunlarının temelinde, çevre ve ekonomi arasındaki dengesizlik yatmaktadır. İnsanoğlu, bir yandan hızla gelişen bilim, teknoloji ve buna bağlı olarak büyüyen sanayi ile yaşam kalitesini ve refah seviyesini yükseltirken diğer yandan da doğal çevresine büyük zararlar vermektedir. Aynı şekilde çevreyi kirlletmeye devam ettiğimiz ve her ne kadar tükenmez sandığımız doğal kaynakları kontrolsüzce tüketmeye devam ettiğimiz takdirde yakın bir gelecekte Dünyamızı yaşanamaz bir hale getireceğimizde ortadadır. İşte bu sorunlar sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır.

Sürdürülebilirlik sözcüğü, dilimize İngilizce “sustainability” sözcüğünün karşılığı olarak geçmiş, ancak Türk Dil Kurumu tarafından yayımlanan Türkçe Sözlükte karşılığı olmayan bir kavramdır. İfade ettiği anlam açısından incelendiğinde ise, bir devamlı olma, daim olma, süreklilik arz etme durumuna gönderme yaptığı açıktır. Aslında İngilizcede de “daimi olma kapasitesi” şeklinde tanımlanmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, sanayi devrimi ile başlayıp ve günümüzde de devam eden, ham maddenin işlenmiş ürüne dönüştürülmesi süreçlerinin, yalnızca ekonomik faydaya dayalı, uzun vadede çevresel ve sosyal gelişimin önünü tıkayıcı sistematığıne bir alternatif olarak ileri sürülmüştür. Kavramın kabul görmeye başlaması, 1970'li yıllardan başlayarak çevresel kaygıların dile getirildiği bir dizi uluslararası toplantıda dile getirilmesiyle olmuştur. Sürdürülebilirlik kavramının ilk kez, Club of Rome tarafından 1972 yılında yayımlanan “Büyümenin Sınırları” adlı raporda ortaya atılmıştır. Bu raporda, 21. Yüzyılda insanoğlunu bekleyen tehlikeler üzerinde durulmuş ve küresel ekonomik sistemin alt sistemleri olan nüfus, gıda güvenliği, üretim, çevre kirliliği ve sınırlı doğal kaynakların tüketiminin birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Rapora göre; küresel eğilimlerin aynı ivmeyle devam etmesi, gerek endüstriyel gerekse nüfus anlamında tahmin edilemez sonuçlar doğuracaktır. Nüfus artışının ve üretimin tükenebilir sınırlı doğal kaynaklar üzerinde oluşturduğu büyük baskı nedeniyle Dünya yüz yıl içerisinde büyümenin sınırlarına ulaşmış olacaktır. Bir başka deyişle, bahsi geçen bu beş eğilim doğal büyümenin önüne geçtiği takdirde

dünyanın taşıma kapasitesinin çok üstüne çıkılacak ve ciddi tehditlerle karşı karşıya kalınacaktır. Birleşmiş Milletlerin Stockholm’de 1972 yılının Haziran ayında düzenlediği, Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansında; İnsanın içinde yaşadığı çevrenin korunması, iyileştirilmesi ve gelecek nesillere bozulmadan aktarılabilmesi konularındaki kaygıları gündeme gelmiş, böylelikle konferans, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının gelişmesine bir dayanak olmuştur. Konferansta, gelişmekte olan ülkelerin çevre sorunlarının çoğunun az gelişmişlikten kaynaklandığı; gelişmiş ülkelerdeki çevre sorunlarının ise, genellikle endüstrileşme ve teknolojik ilerlemelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Dolayısıyla, gelişmekte olan ülkelerin tüm çabalarını kalkınmaya yöneltirken çevreyi korumayı ve geliştirmeyi de ihmal etmemesi gerekliliği vurgulanmıştır. Ancak ileriki yıllarda görülmüştür ki BM Stockholm Konferans’ında belirlenen ilkelerin pratikte işlerliği sağlanamamış, çevre ve kalkınma sorunları artmaya devam etmiştir.

“Sürdürülebilir kalkınma” ibaresi, resmi olarak ise ilk kez 1987’de Gro Harlem Brundtland tarafından, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu için hazırlanan “Ortak Geleceğimiz” raporunda tanımlanmıştır. Rapora göre, insanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek ve kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir. Sürdürülebilir kalkınma, genel bir ifade ile, bugünün gereksinimlerini gelecek kuşakları kendi gereksinimlerini karşılama yetisinden mahrum bırakmamak koşuluyla karşılamak, olarak tanımlanmaktadır. Brundtland Raporu, basit bir çevrecilik anlayışının çok ötesinde, rasyonel kaynak kullanımını esas alan ekonomik bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Çevreye uygun ekonominin temel koşulunun “sürdürülebilir kalkınma” olduğunu belirtmektedir. Raporun tüm ülkeler için öngördüğü kalkınma modeli; uzun vadeli, kalıcı bir ekonomik büyüme, kalkınma ile doğa arasındaki dengeyi koruyan bir ekonomi, doğayı tüketmeden kullanan uygulamalara dayanan ve dolayısıyla uzun vadede sürdürülebilir bir ekonomik gelişme olarak özetlenebilmektedir.

Sürdürülebilirlik sözcüğünün sözlük anlamlarından biri de “bir kaynağın, tüketilmemek, bitirilmemek ve sonsuza kadar yok edilmemek üzere işlenme ve/veya kullanılma yöntemidir”. Sürdürülebilirlik için üç temel ilke; etkin kaynak yönetimine olan gereksinim (beraberinde etkin enerji kullanımını getirir), insani ve doğal sistemlerin temel ilkeleri arasında ve içinde uyumlu ilişkilere olan gereksinim (beraberinde yenilenebilir kaynak kullanımına geçişi getirir), tutum ve davranışlarda radikal değişiklikleri yürürlüğe koymadır.

Çevresel sürdürülebilirliğin işlerlik kazanabilmesi için; sınırlı doğal kaynak tüketiminin en az düzeye indirilmesi, malzeme tüketiminin, tamamen geri dönüştürülmüş malzemelerden ya da yenilenebilen kaynaklardan elde edilmesi, atıkların tamamının geri dönüşümünün sağlanması, enerji kaynaklarının korunması ve enerji eldesinin yenilenebilir ve çevreyi kirletmeyen alternatiflere (rüzgar, güneş, hidrolik, hidrojen vb.) dayandırılması, çevrenin geliştirilmesinde ve yapılandırılmasında, biyolojik canlılığa ve çeşitliliğe zarar vermeyecek yöntemler uygulanması koşullarına uyulması gerekmektedir.

Ekonomik maliyetin azaltılabilmesi için çevrenin üzerine kaldırılabileceğinden daha fazla yük yüklenmesi, anlamlı bir düşünce tarzını ifade etmemektedir. Zira çevrenin içerdiği kaynaklar açısından kendini yenileyememesi ve sürekli azalması, uzun vadede maliyet artışına neden olacak ve giderek ekonomik olarak da sürdürülemezlik sonucunu doğuracaktır. Ayrıca bu durumda ekonomik maliyetlerin üzerine, çevresel iyileştirme maliyetlerini de eklemek gerekecektir.

Sürdürülebilir kalkınmanın temel parametrelerini şu şekilde sıralamak mümkündür: Nüfus artışı, eğitim, ekonomi, toplumun duyarlılığı ve tüketilen enerji miktarı ve çeşitliliği, yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılabilirliği, geri kazanımların uygulanabilirliği, çevreyi kirleten emisyonların etkinliği, enerji verimliliği, kaynak kullanımında tasarruf olanakları ve kaynakların planlı olarak kullanılmasıdır.

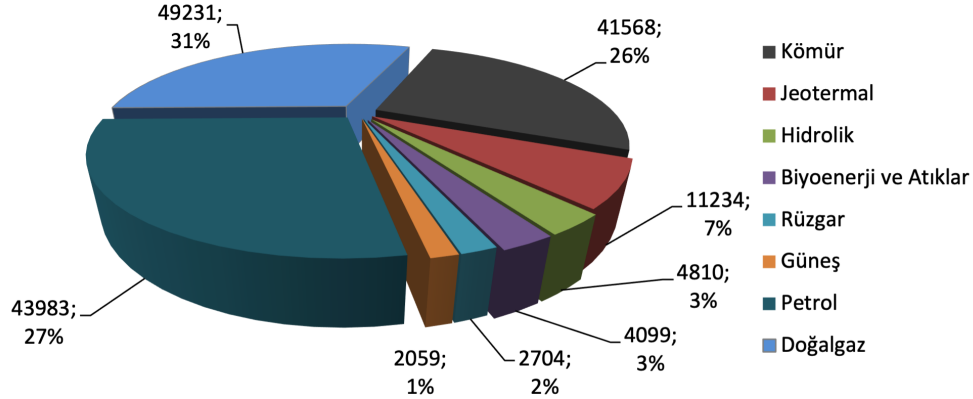
Yenilenemez (konvansiyonel) kaynaklar; kömür, petrol, doğal gaz, v.s. gibi insanlar tarafından sürekli tüketilen, tüketildikçe de sürekli çevreye zarar veren ve zaman içerisinde azalan kaynaklardır. Fosil kökenli yakıtların enerji eldesinde kullanılması; hava, su ve toprak kirliliği oluşturmalarının yanında yanmadan kaynaklanan sera gazlarının atmosferde birikmesine, küresel ısınmaya dolayısıyla iklim değişikliğine neden olmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları, çevre kirliliği ile de doğru sürdürülebilir gelişme ile ters orantılıdır. Fosil enerji kaynaklarının ağırlıklı kullanımı; çevreye, canlılara ve gelecek nesillere karşı olan sorumluluğun yerine getirilmediğinin göstergesidir. Ayrıca fosil yakıtlar sınırlı yani sonu gelebilen kaynaklardır. Aynı hızda kullanılmaya devam edecek olursa Dünyayı tamamen yaşanmayacak hale getirmeye de gün gelecek tükenektir. İşte bu sürdürülemez durum sürdürülebilir enerji için ve enerji dönüşümünü gündeme getirmektedir. Sürdürülebilir enerji kavramı; enerji eldesinin fosil kaynaklar yerine olabildiğince tükenmez (yenilenebilir) enerji kaynaklarından yapılmasını, fosil yakıtların verimli ve çevre dostu yeni teknolojilerle değerlendirilmesini, tüm birincil enerji kaynaklarından yapılan enerjinin yüksek verimle ve temiz teknolojilerle gerçekleştirilmesini, atık biçimde ortaya çıkan enerjinin bir başka çevrimde girdi olarak kullanılmasını kapsayan ve bunu ekonomik büyüme ile bütünleştiren bir kavram olarak tanımlanmaktadır.

Sürdürülebilir gelişmede, çevre problemleri önemli bir faktördür. Hızla artan çevre kirliliği, sağlık başta olmak üzere önemli birçok sorun oluşturmaktadır. Bir toplumda çevresel emisyon kaynaklı problemler az ise, bu durum o toplumda sürdürülebilir enerji kaynak kullanımının en üst seviyede olduğunu göstermektedir. Emisyonlarından kaynaklanan çevre kirliliği ve olumsuz etkiler, enerji verimliliğini arttırarak en aza indirgenebilmektedir. Bu durum enerji verimliliği ile çevresel etkiler arasında güçlü bir ilişki olduğunu açıkça göstermektedir. Enerji verimliliğinin artmasıyla, aynı üretim miktarı için daha az enerji kaynağı kullanılacak ve bu da daha az kirlilik oluşturacağı gibi daha az doğal kaynak kullanılmasını ve enerjide sürdürülebilirliği sağlayacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları jeotermal, güneş, rüzgar, hidrolik ve son zamanlarda özellikle hidrojen ve benzeri enerjilerinden oluşmakta olup enerji elde etmek için tüketimleri neticesinde ya atık oluşturmamakta, ya da çok az atık oluşturmaktadır. Ayrıca insanların üretmiş oldukları atıklardan (yanık yağ, çöpler, kullanılmış kâğıt, cam, vs.) oluşan ve karbondioksitten 20 kat daha fazla sera etkisi yapan metandan enerji elde edilmesi ve enerji elde edilirken de aynı zamanda bertaraf edilmesi, sürdürülebilir enerji kullanımını ve sürdürülebilir gelişmeyi sağlamaktadır.

Ülkemizde enerji dönüşümünü nasıl sağlayacağımızı belirlemek için öncelikle mevcut durum üzerinde durmamız gerekir. Ülkemizin 2021 yılında 159,43 milyon TEP olarak gerçekleşen birincil enerji arzının % 84'ü fosil yakıtlardan, % 16'sı ise yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmiştir. Birincil enerji arzında 49,23 milyon TEP ile birinci sırayı doğalgaz, 43,98 milyon TEP ile ikinci sırayı petrol, 41,57 milyon TEP ile kömür üçüncü sırayı almıştır. Bunları sırasıyla 11,23 milyon TEP ile jeotermal, 4,81 milyon TEP ile hidrolik, 4,1 milyon TEP ile biyoenerji ve atıklar, 2,7 milyon TEP ile rüzgâr ve 2,06 milyon TEP ile güneş takip etmektedir.

Grafik 19. 2021 Yılı Türkiye Birincil Enerji Arzı Kaynaklarının Miktar Ve Payları (Bintep)²⁶



Birincil enerji arzının son 20 yılı incelendiğinde; 2001 yılında 73,5 milyon TEP olan toplam arzın 2021 yılında yaklaşık 2,2 kat artışla 159,4 milyon TEP olduğu, kaynaklara göre inceleme yapıldığında; 2001 yılında 18,98 milyon TEP olan kömür arzının 2021 yılında yaklaşık 2,2 kat artışla 41,57 milyon TEP, 31,70 milyon TEP olan petrol arzının yaklaşık 1,4 kat artışla 43,98 milyon TEP, 13,48 milyon TEP olan doğalgaz arzının yaklaşık 3,7 kat artışla 49,231 milyon TEP, 9.33 milyon TEP olan yenilenebilir enerji arzının yaklaşık 2,7 kat artışla 24,91 milyon TEP olduğu görülmektedir. Doğalgaza olan talebin artmasının en büyük sebebi doğalgazın diğer fosil yakıtlardan daha temiz bir yakıt olması ve kullanımının da daha kolay olmasıdır. Diğer dikkat çekici bir husus ise yenilenebilir enerji arzı artışının ikinci sırada olmasıdır. Hatta son beş yıla göre değerlendirme yapacak olursak yenilenebilir enerji arzı artışının %147 artışla birinci sırada olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji arzındaki artışın başlıca sebepleri; enerji fiyatlarının yükselmesi, güneş ve rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulum maliyetlerinin düşmesi, teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi, fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonların ücretlendirilmesidir.

Tablo 4. Türkiye Birincil Enerji Arzı İçinde Kaynakların Miktarı İle Arz Ve Pay Değişimi²⁷

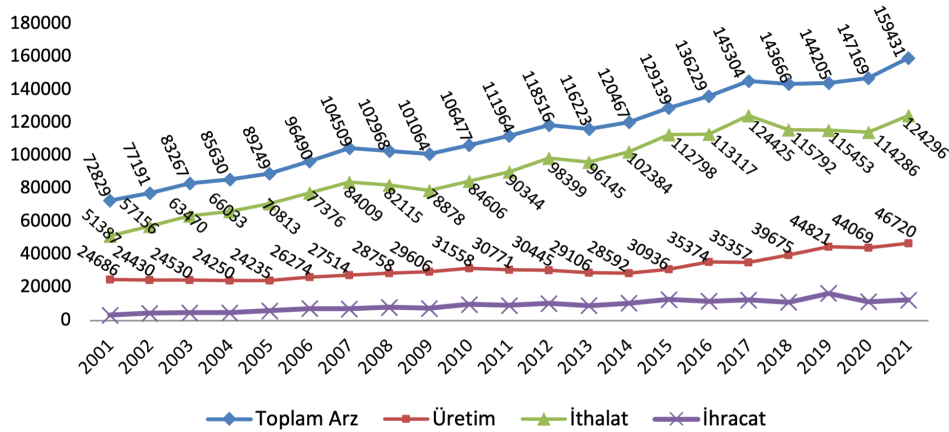
	2001	2006	2011	2016	2021	2002-2021	2016-2021
	Arz	Arz	Arz	Arz	Arz	Arz	Pay
	(Bin TEP)	(Bin TEP)	(Bin TEP)	(Bin TEP)	(Bin TEP)	Değişimi (%)	Değişimi (%)
Kömür	18984	26452	32879	38358	41568	219	0.2
Petrol	31697	33829	32447	42204	43983	136	-15.6
Doğalgaz	13480	25730	36861	38338	49231	337	12.5
Yenilenebilir	9332	10297	11105	16910	24906	231	2.9
Toplam Arz	73493	96490	111964	136229	159431	233	----

²⁶ ETKB, Ulusal Enerji Denge Tabloları <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>.

²⁷ A.g.e

Türkiye'nin enerji ithalatının kaynaklara göre dağılımının son 20 yılı incelendiğinde; 2001 yılında 31,7 milyon TEP olan petrol ithalatının 2021 yılında yaklaşık 1,6 artışla 52 milyon TEP, 13,50 milyon TEP olan doğalgaz ithalatının yaklaşık 3,6 kat artış ile 48,43 milyon TEP, 5,82 milyon TEP olan kömür ithalatının yaklaşık 4,1 kat artışla 23,67 milyon TEP olduğu görülmektedir. 2001 yılında enerji ithalatının %62'si petrolden, %27'si doğalgazdan, %11'i kömürden gerçekleşirken 2021 yılında %42'si petrolden, %39'u doğalgazdan, %19'u kömürden gerçekleşmiştir. Petrol fiyatlarının yükselmesi ve petrole göre daha ucuz olan kömür ve doğalgazın artan elektrik ve ısı üretimi ihtiyacının karşılanmasında kullanılması toplam enerji arzı içerisinde kömür ve doğalgazın payının artmasına neden olmuştur. Petrolün toplam arz içinde payının düşmesine rağmen miktarının artması ise ulaştırmada enerjiye olan ihtiyacın artması ve neredeyse tamamının petrolden karşılanmasından kaynaklanmaktadır.

Grafik 20. 2001-2021 Türkiye Toplam Birincil Enerji Arzı, Üretimi, İthalatı (BinTEP) ²⁸



Tablo 5. Enerji Üretim, İthalat Ve İhracatının Toplam Enerji Arzı İçerisinde Payları ²⁹

YIL	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Üretim/Toplam Arz (%)	34	32	30	28	27	27	26	28	29	30	28	26	25	24	24	26	24	28	31	30	29
İthalat/Toplam Arz (%)	71	74	76	77	79	80	80	80	78	80	81	83	83	85	87	83	86	81	80	78	78
İhracat/Toplam Arz (%)	5	6	6	5	7	7	7	8	7	9	8	9	8	9	9	9	9	8	11	8	8
İhracat/İthalat (%)	6	8	8	7	8	9	8	10	9	12	10	11	9	10	11	10	10	10	14	10	10

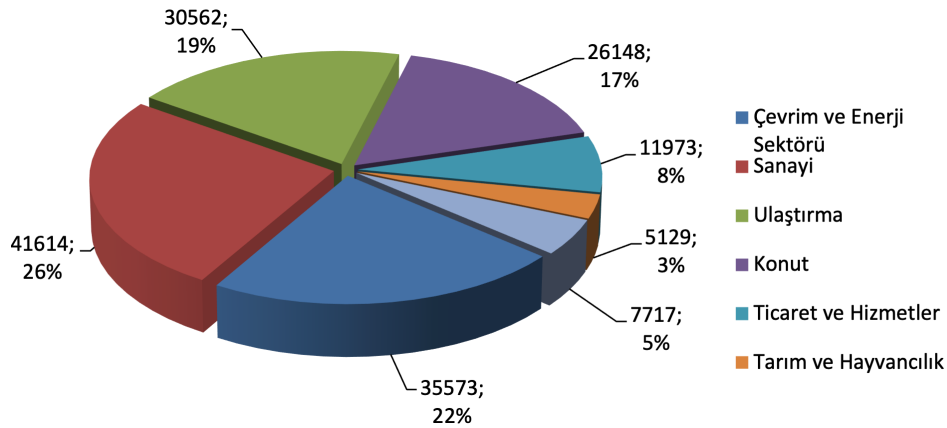
Türkiye'nin enerji tarihinde, enerji kaynaklarının büyük bir kısmını ithal ederek karşılamak zorunda kalması, uzun yıllar boyunca önemli bir mesele olmuştur. Özellikle petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yüksek oranda dışa bağımlılık yaratması, enerji arz güvenliği açısından önemli riskler taşımış sürdürülemez bir durum olarak gözükmektedir. Türkiye'nin enerji güvenliği, enerji kaynaklarının çeşitliliği ve enerji ithalatı bağımlılığının azaltılması üzerine odaklanmalıdır.

²⁸ A.g.e

²⁹ A.g.e

Enerji altyapısının güçlendirilmesi ve enerji depolama kapasitesinin artırılması gibi tedbirler alınarak enerji arz güvenliği de sağlanmalıdır. Enerji dönüşümü için hangi sektörlere eğilinmesi gerektiğine gelince birincil enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımını incelenmesi gerekir. Ülkemizde 2021 yılında en yüksek enerji tüketimini, 41,6 milyon TEP ile sanayi sektörünün gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu miktar toplam enerji tüketiminin %26'sına isabet etmektedir. Bunu sırasıyla 35,6 milyon TEP ile çevrim ve enerji sektörü, 30,6 milyon TEP ile ulaştırma sektörü, 26,2 milyon TEP ile konutlar, 12 milyon TEP ile ticaret ve hizmetler sektörü, 7,7 milyon TEP ile enerji dışı tüketim ve 5,1 milyon TEP ile tarım ve hayvancılık sektörü izlemektedir. Sanayi enerji tüketiminin 11,71 milyon TEP'i kömürden, 10,8 milyon TEP'i doğalgazdan, 11,6 milyon TEP'i elektrikten, 3,9 milyon TEP'i diğer ısı sektöründen, 2,7 milyon TEP'i petrolden, 1 milyon TEP'i biyoenerji ve atıklardan, 0,3 milyon TEP'i güneşten karşılanmaktadır. Çevrim ve enerji sektöründe kullanılan enerjinin 25,6 milyon TEP'i kömürden, 19,5 milyon TEP'i doğalgazdan karşılanmaktadır. Ulaştırma sektöründe kullanılan enerjinin 29,9 milyon TEP'i petrolden, 0,3 milyon TEP'i doğalgazdan, 0,2 milyon TEP'i biyoenerjiden, 0,1 milyon TEP'i elektrikten karşılanmaktadır. Konutlarda ise kullanılan enerjinin 13,8 milyon TEP'i doğalgazdan, 5,3 milyon TEP'i elektrikten, 3,7 milyon TEP'i kömürden, 1,5 milyon TEP'i biyoenerji ve atıklardan, 0,9 milyon TEP'i jeotermal kaynaklardan, 0,6 milyon TEP'i güneş enerjisinden ve 0,4 milyon TEP'i petrolden karşılanmaktadır.

Grafik 21. 2021 Yılı Birincil Enerji Tüketimi Sektörlere Göre Dağılımı (Bintep)³⁰



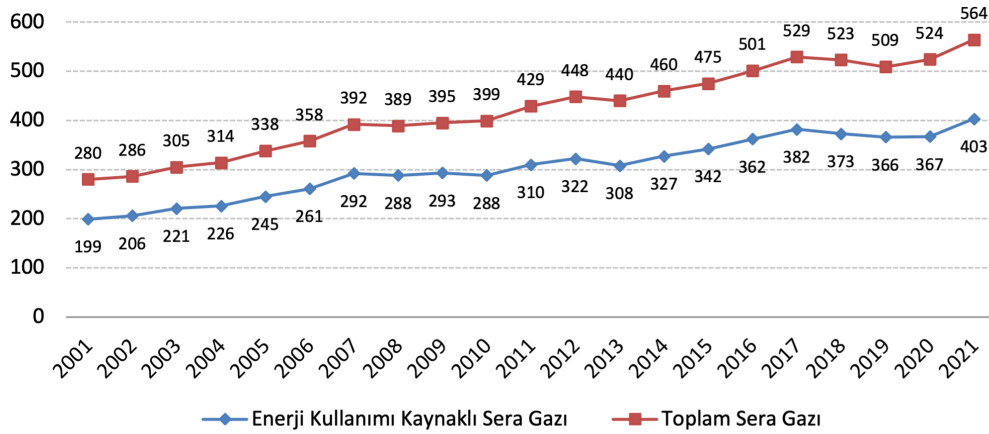
Paris Anlaşmasıyla Türkiye, küresel sıcaklık artışını 2 dereceyle sınırlamalı, sera gazı salınımlarını doğanın kendi kendine yok edebileceği noktaya çekebilmeli, her beş yılda karbon salınımlarını değerlendirerek yeni hedefler ortaya koymalıdır. Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, Yeşil Mutabakat Eylem Planında; sınırda karbon düzenlemeleri, yeşil ve döngüsel bir ekonomi, yeşil finansman, temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir akıllı ulaşım, iklim değişikliği ile mücadele, diplomasi ve Avrupa Yeşil Mutabakatı bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri başlıklarında hedefler belirlemiştir. (11)

Avrupa Yeşil Mutabakatına uyum kapsamında Ticaret Bakanlığı'nın Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nın yayınlanması (Temmuz, 2021) ve Paris İklim Anlaşması'nın TBMM tarafından onaylanarak yürürlüğe girmesi (Kasım, 2021) nedeniyle Türkiye iklim çalışmalarına yönelik tutum ve mevzuat politikalarını hızlandırmaktadır.

³⁰ A.g.e

Her iki faaliyette de dünya çapında fosil yakıttan yenilenebilir enerjiye mecburi bir değişim söz konusudur. Türkiye de bu dönüşümdeki yerini almaktadır. Türkiye'nin sera gazı istatistikleri incelendiğinde yıllara bağlı olarak sera gazı miktarımızın arttığını 2021 yılında 564 milyon ton olduğunu görülmektedir. Nüfusun arttığı ve gelişmekte olan bir ülke olduğu göz önünde bulundurulursa bu artışın normal olduğu ortadadır. Hatta gelişmeye bağlı olarak bu artışta devam edecektir. Ülkede sera gazlarının %70-74'ünün enerji kaynaklarından kaynaklanmaktadır. Bu durumda sera gazı salınımı azaltılmak isteniyorsa enerjide dönüşüm yapması gerektiği gerçeğini ortaya koymaktadır. Özellikle sanayi, enerji çevrim, ulaşım sektörlerinde ve binaların ısıtılmasında enerji dönüşümünün gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Grafik 22. 2001-2021 Toplam Ve Enerji Kaynaklı Sera Gazı Miktarı (MtCO₂ Eşd.)³¹



Tablo 6. 2001-2021 Enerji Kaynaklı Sera Gazı Kullanımının Toplam Sera Gazı İçerisindeki Payı (%)³²

Yıl	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
EKSG/ TSG	7 1	7 2	7 2	7 2	7 2	7 3	7 4	7 4	7 4	7 2	7 2	7 2	7 0	7 1	7 2	7 2	7 2	7 1	7 2	7 0	7 1

Enerji, çevre ve sürdürülebilir gelişimin sürekliliğinin sağlanabilmesi için; enerjinin korunumu (enerjiden etkin bir şekilde faydalanma) sağlanmalı, verimlilik artırılmalı ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı ve özellikle sanayi, ulaştırma ve bina sektörlerinde enerji verimliliği artırılması gerekmektedir. Mümkün olan tüm makine ekipmanların elektrifikasyonu sağlanmalı, elektrikli aletlerde enerji performansı iyileştirilmelidir. Şehirlere toplu ısıtma sistemleri kurulmalı bu ısıtma sistemlerinde doğalgaz yerine yenilenebilir enerjiden elde edilmiş elektrik veya emisyon oluşturmeyen yeşil hidrojen gibi yakıtlar ya da ısı pompaları kullanılmalıdır. Konutlar ve binalar yenilenmeli, tasarımı; minimalist, enerji verimli, sıfır karbon ve iklime uyumlu olarak yapılmalıdır. Ulaşımda mobilite sağlanmalı, bireysel kullanımın önüne geçilmeli, toplu taşımada ise yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır.

³¹ A.g.e

³² A.g.e

Toplu taşımada ve yük taşımacılığında karayolundan raylı sistemlere geçilmelidir. Hava ve deniz ulaşımında yeşil hidrojen gibi sera gazı oluşturmeyen yakıtların kullanılması araştırılmalı ve geçişi yapılmalıdır. Tüm kara taşıtlarının elektrifikasyonu ya da yeşil hidrojen vb. yakıtların kullanılması sağlanmalıdır. Nakliyeden kaynaklanan emisyonların önüne geçmek için yerinde üretim yapılmalıdır. Kentleşme enerji verimliliğine ve uygun olarak tasarlanmalıdır. Enerji depolama sistemleri geliştirilmelidir. Sanayide enerji konusunda endüstriyel simbiyoz (atık ısıdan yararlanma vb.) ağları oluşturulması desteklenmelidir. Çimento ve demir çelik gibi enerji yoğun sektörlerde yeşil hidrojene geçiş yapılmalıdır. Yeşil hidrojene geçilemediği takdirde bu sektörlerde karbon yakalama ve gömme teknolojileri (CCSU) kullanılmalıdır. Yüksek enerji yoğunluklu sektörlerin ürünlerine talebi azaltacak alternatif malzemeler geliştirilmelidir. Düşük enerji yoğunluklu sanayi sektörlerinde, tarımda ve hizmetler sektöründe doğrudan yenilenebilir enerji kullanımı sağlanmalıdır. Düşük karbonlu kalkınma için yatırım yapılmalı ve teşvik edilmelidir. Düşük karbonlu yaşam felsefesinin benimsenerek davranış değişikliği oluşturmak için eğitici ve öğretici çalışmalar yapılmalıdır. İnsanlardan ve hayvanlardan kaynaklanan atıkların yönetilmesi sağlanmalı atıklardan oluşan metanın doğrudan atmosfere karışmasının önüne geçilmeli bu metan enerjiye dönüştürülerek hem bertarafı sağlanmalı hem de enerjide sürdürülebilirlik gerçekleştirilmelidir.

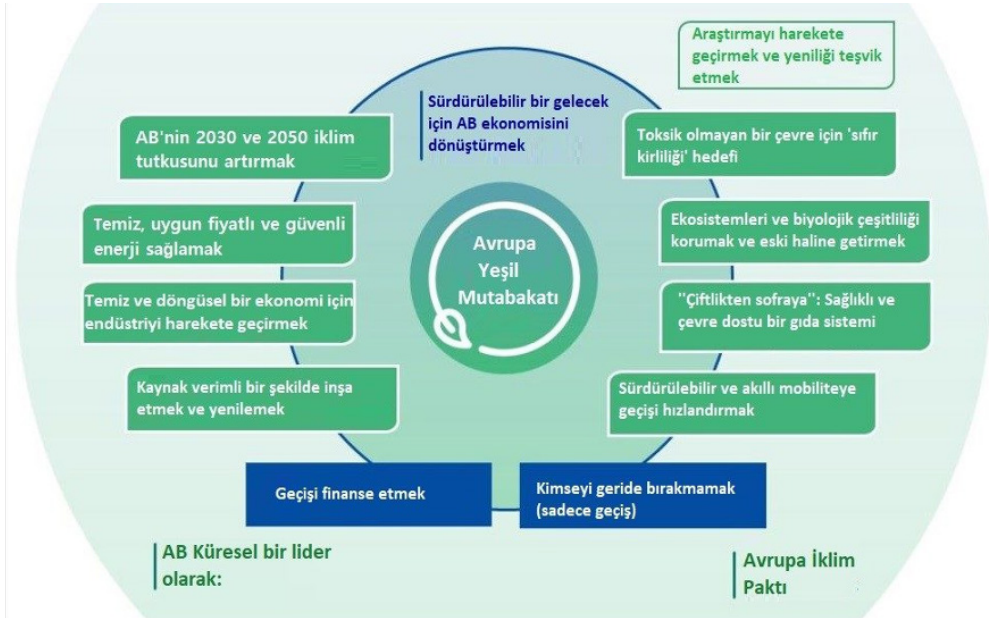
4.3. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)

11 Aralık 2019 tarihinde Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan ve orijinal adı “European Green Deal” olan anlaşma, dilimize “Avrupa Yeşil Mutabakatı” olarak çevrilmiştir. Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM), 2015 yılından itibaren uluslararası alanda iklim koruma hedeflerinin en önemli kaynağı olan Paris Antlaşması’nın küresel sıcaklık artışının sanayileşme öncesi döneme göre 2° C altında; ilave olarak ise bu artışın 1,5° C’nin altında tutulmasına yönelik bir yol haritasıdır. AYM’nin öngördüğü hukuki düzen ve araçlar, üye ülkelerin 1,5 derece hedefine ulaşabilmesi için alması gereken önlemleri açık ve bağlayıcı bir şekilde ortaya koymaktadır. Mutabakatın hazırlanmasında, sınır tanımayan çevre sorunlarına etkili önlemler alınması, AB’nin ortak bir çevre politikası oluşturmasında gidererek artmakta olan çevre sorunlarının ve iklim değişikliği krizinin Birliğin ekonomi politikalarını da yakından etkilemesi ve üye ülkelerce farklı çevre standartlarının oluşturulmasının haksız rekabete yol açacağı ve ortak pazara zarar vereceği endişesi önemli bir rol oynamıştır. İnsan merkezci bir yaklaşımla hazırlanan Mutabakat iklim değişikliğiyle mücadele ve Paris iklim hedeflerinin gerçekleşmesi açısından sadece AB ile sınırlı kalmayarak başka ülkelerin de harekete geçmesini sağlayacak önemli bir dönüşümü başlatmıştır. Mutabakat, çevrenin ve iklimin, insanlığın yararına ve teknolojik olanaklardan yararlanarak korunacağı yaklaşımını ortaya koymakta, bununla beraber iklim değişikliğine ilişkin yükümlülüklerin paylaşımında, adil geçiş mekanizmasıyla ülkelerarası eşitsizliklerin giderilmesi, belli sektörlerin ve dezavantajlı grupların korunmasını da öngörmektedir.

Avrupa Birliği’nin (AB) net sıfır hedefine 2050 yılına kadar ulaşmasını sağlayacak bir dizi stratejiler ve kanun teklifleri içermekte olan mutabakat, AB’nin küresel iklim değişikliğiyle mücadelesi için bir yol haritası, aynı zamanda birliği sürdürülebilir bir ekonomik modele dönüştürmek için yeni bir büyüme stratejisidir. Bu yeni strateji ile AB, 2050 yılında sera gazı emisyonlarının sıfırlandığı, ekonomik büyüme ile kaynak kullanımının ayrıştırıldığı; gelişmiş, kaynakları verimli kullanan, rekabetçi bir ekonomiye sahip, adil ve müreffeh bir topluma dönüşmeyi amaçlamaktadır. Dönüşümün adil ve kapsayıcı olması konusunda özen gösteren AB aynı zamanda, doğal sermayesini muhafaza etmeyi ve çevresel riskleri minimuma indirerek vatandaşlarının sağlık ve refahını korumayı hedeflemektedir. Mutabakat AB’nin şimdiye kadarki yeşil dönüşüm politikala-

rını bir adım daha ileri götürmekte, AB politikalarında ve hukuk düzeninde önemli değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Şimdiye kadar Birlik politikalarının temel çıkış noktası ekonomik büyüme iken bu belge ile ekonomik büyümenin yanına çevrenin korunması da eklemiştir.

Şekil 2. Avrupa Yeşil Anlaşması³³



Dönüşümün yol haritası, ekonomik büyümenin karbon temelli olması yerine karbondan arındırılmış temiz enerji odaklı, enerji ve malzemeyi verimli kullanan, döngüsel ekonomi temelli bir model ve bu modelin çalışmasını sağlayacak altyapının oluşturulmasına dair pek çok köklü değişimler içermektedir. Bu dönüşümle AB, döngüsel ekonomi, temiz teknolojiler ve karbondan arındırılmış enerji-yoğun sektörler alanında dünya lideri de olacak diğer ülkelere de örnek teşkil edecektir.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın kapsayıcı hedefi, AB'nin 2050 yılına kadar iklim nötr ilk kıta olurken, temiz bir çevre, ucuz ve temiz enerji, akıllı ulaşım, döngüsel ekonomi ve yeni iş alanları gibi çeşitli politikalarla daha iyi bir yaşam kalitesi sağlamaktır. Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırmak için yürürlükte olan ve toplamı 1 trilyon uro üzerinde bir dizi finansman mekanizması bulunmaktadır. İklim değişikliği, çevre kirliliği ve biyolojik çeşitliliğin azalmasının altında yatan nedenler küresel olup ulusal sınırlara bağlı olmaması nedeniyle AB'nin küresel iklim değişikliği ile ilişkili hedeflerine tek başına ulaşması elbette mümkün değildir. Bu nedenle AB, öncülük ettiği çabalara diğer ülkelerin de katılımını sağlayarak kuvvetli iş birlikleri kurmayı planlamaktadır.

³³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM3%A3%2019A3%640AFIN>

Mutabakat Eylem Planında alınacak önlemlere ilişkin başlıklar; sınırda karbon düzenlemeleri, temiz ve dögüsel bir ekonomi, dönüüm için finansman, temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir akıllı ulaşım, iklim değışikliği ile mücadele, diplomasi ve Avrupa Yeşil Mutabakatı bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleridir. Bu başlıkların altında toplam 32 hedef ve 81 eylem bulunmaktadır.

Bu hedef ve eylemlerin Türkiye üzerindeki etkisi ise şu şekilde özetlenebilir.

- 1. İhracat ve Ticaret Üzerindeki Etkiler:** Türkiye'nin AB ile olan ticaret ilişkileri, Yeşil Mutabakat çerçevesinde belirlenen çevre standartlarına uyum sağlama gerekliliğiyle karşı karşıyadır. Bu uyum süreci, Türk ürünlerinin AB pazarındaki rekabet edebilirliğini dolaylı olarak etkileyebilir.
- 2. Sektörel Dönüşüm:** Yeşil Mutabakat'ın etkisiyle, Türkiye enerji, sanayi ve tarım sektörlerinde çevresel sürdürülebilirlik ve çevre dostu uygulamaların artırılmasını teşvik eden bir dönüşüm sürecine girebilir. Bu bağlamda, sektörlerin yeşil teknolojilere geçişi teşvik edilecektir.
- 3. Yatırımlar ve Finansal Destekler:** AB fonları ve yatırımları, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değışikliği projelerine yönlendirilmiş olup, Türkiye'nin bu fonlardan yararlanarak yeşil projeleri desteklemesi ve bu projeleri geliştirmesi olasıdır.
- 4. Politika ve Düzenlemeler:** Türkiye, AB'nin çevre standartlarına uyum sağlamak amacıyla kendi politika ve düzenlemelerini gözden geçirebilir. Bu çerçevede yapılacak reformlar, Türkiye'nin çevresel hedeflerle uyumunu sağlama çabalarını destekleyecektir.

Yeşil Mutabakat, Türkiye'nin çevresel ve iklim hedeflerini uyumlu hale getirme sürecini yönlendirirken, ekonomik ve ticaret ilişkilerini de etkilemekte, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlamaktadır.

Birleşmiş Milletler Endüstriyel Gelişme Örgütü (UNIDO) tarafından yapılan tanıma göre dögüsel ekonomi, dayanıklı ürünlerin tasarlanması ve değerlerinin uzun süreler korunması, atık ve kirlilik üretiminin en aza indirilmesi ve ürünün değer zinciri boyunca yenilenebilir enerjinin olabildiğince çok kullanılması ilkelerine dayanmaktadır. Dögüsel ekonomide ürünler, malzemeler ve kaynaklar tekrar kullanılabilir şekilde tasarlanmaktadır. Aslında dögüsel ekonomi, ürün, malzeme ve kaynakların olabildiği kadar uzun piyasada tutulduğu ve atık miktarının mümkün olduğu kadar düşük olduğu bir ekonomik modeldir. 1970'ten 2017 ye kadar yaklaşık üçe katlanan doğal hammadde kullanımı her geçen yıl artmaya devam etmektedir. Sera gazı emisyonlarının yarısının hammadde çıkarma ve işleme işlemlerinden kaynaklanmasının yanında bu işlemler, su kıtlığına ve temiz suya ulaşım sorunlarına, biyolojik çeşitlilikteki azalmaya da neden olmaktadır. İklim nötr ve dögüsel bir ekonomiye ulaşmak için endüstriyel sektörlerde köklü bir dönüşüm gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ekonomilerde büyük önem taşıyan çelik, çimento ve kimya gibi enerji yoğun endüstrileri karbondan arındırmakla beraber modern ve teknolojik üretim modelleri inşa etmek öncelikli hedefler arasında yer almalıdır. Elektronik ürün pasaportları ile ürünün üretiminden, onarım/tekrar kullanma olanaklarına ve geri dönüşümüne dair tüm bilgilerin takip edilmesi gibi dögüsel ekonomiye uygun üretimler teşvik edilmelidir.

Dünya ortalamalarına benzer şekilde Avrupa Birliğinde de sera gazı emisyonlarının dörtte üçünden fazlası enerji üretimi ve kullanımından kaynaklanmaktadır. Mutabakat; yenilenebilir kaynaklara dayalı bir enerji sektörünün geliştirilmesi, uygun altyapının oluşturulması ve enerji üretim ve kullanımının üst düzey verimlilikte olmasını amaçlamaktadır. Avrupa enerji piyasasının entegrasyonunun ve dijitalleşmesinin sağlanması, tüm bunlarla birlikte enerji arzının da işletmeler ve tüketiciler için uygun maliyetli olması hedeflere giden yolda büyük önem taşımaktadır. Net sıfır için; akıllı şebekeler, hidrojen ağları ve enerji depolama gibi konularda yenilikçi teknolojiler ile akıllı altyapıların geliştirilmesi ve bunların uygulamaya konulması gerekmektedir. Mutabakat, enerji sektöründe dönüşüm, güncelleme ve entegrasyon konularında gerekli teşviklerin sağlanmasını da içermektedir.

AB mutabakat ile, ulaşım ve taşımacılıktan kaynaklanan ve toplam sera gazı emisyonlarının dörtte birine sebep olan bu emisyonların 2050 yılına kadar %90 oranında azaltılmasını iklim nötr olma hedeflerinin gerçekleşmesi için gerekli görmektedir. Kara, demir, hava ve su yolu ile yapılan tüm ulaşım ve taşımacılığı da kapsayacak şekilde dönüşümlerin temiz, erişilebilir ve uygun maliyetli olması gerektiği belirtilmektedir. Kalabalık yerleşim bölgelerindeki yoğunluğu ve kirliliği engellemek için otomatikleştirilmiş ve bağlantılı ulaşımı kolaylaştıracak ulaşım sistemleri ve altyapılar oluşturulmasının gerektiği değerlendirilmektedir. Emisyon hedeflerine ulaşmak için çevre dostu alternatif enerjilerin (yeşil hidrojen vb.) üretim ve dağıtımının sağlanması, şarj ve yakıt ikmal istasyonlarının sayı ve konum bakımından yeterli olması, iyileştirilmiş toplu taşıma olanakları sağlanması ve sıkı bir şekilde uygulanması gerektiği belirtilmektedir. AB politikası geri dönüşüm ve yeniden kullanım dâhil olmak üzere, pil yaşam döngüsünü kapsayan sürdürülebilir pil tedarik zincirlerine odaklanmaktadır. Avrupa Komisyonu, tedarik zincirlerinin sürdürülebilirliğini güçlendirmeyi ve piyasaya sürülen pillerin geri dönüşümünü iyileştirmeyi hedeflemektedir. Belirlenen stratejiler doğrultusunda 2030 yılına kadar Avrupa yollarında en az 30 milyon adet sıfır emisyonlu otomobil olması, 100 şehrin iklim nötr hâle getirilmesi, yüksek hızlı demir yolu trafiğinin iki katına çıkarılması, 500 km altındaki toplu seyahatlerin karbon nötr hâle getirilmesi, otomatikleştirilmiş ve bağlantılı ulaşımın önemli ölçüde devreye sokulması ve sıfır emisyonlu deniz ulaşım ve taşımacılığına geçilmesi planlanmaktadır. Uluslararası havacılık için de karbon dengeleme ve azaltma stratejilerinin uygulanması öngörülmektedir.

Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması, sağlıklı gıdalara adil ve ucuz bir şekilde erişimi her geçen gün daha da zorlaştırmaktadır. Endüstriyel gıda sistemleri çevre kirliliğine, biyolojik çeşitlilik kayıplarına, doğal kaynakların aşırı tüketimine ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının %21-37'lik kısmının gıda ile ilgili süreçlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Mutabakatta yer alan "Tarladan Sofraya" stratejisi, kimyasal tarım ilaçları, suni gübre ve antibiyotik kullanımının büyük oranda azaltılması, çevre dostu tarım ve hayvancılık yöntemlerinin teşvik edilmesi, ürünlerde ekolojik etiketlemelerin yapılması, topraktaki karbon yönetimi ve depolanması, toprak ve su kalitesinin artırılması gibi önlemler yer almaktadır. Gıda taşıma, depolama, paketleme ve gıda atıkları konuları ile ilgili olarak da çevre kirliliği etkilerini en aza indirecek önlemler alınması planlanmaktadır. Dijitalleşme ile birlikte kaynak, besin değerleri ve ekolojik ayak izi gibi gıda bilgilerinin kolaylıkla takip edilmesi sağlanırken; aynı zamanda tüketicilerin uygun maliyetli, sağlıklı ve sürdürülebilir gıdalara erişimini kolaylaştıracak ve gıda israfını önleyici yeni mekanizmaların geliştirilmesi de öngörülmektedir. Karbondioksitten sonra iklim değişikliğine en fazla neden olan metan gazı emisyonlarının %53'lük kısmı tarımsal faaliyetlerden, %26'sı atıklardan ve %19'u enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu nedenle metan gazı emisyonlarının azaltılması için sektörler arası ortak bir yaklaşım benimsenmesi öngörülmektedir.

İnşaat sektörü ve binalar için kullanılan doğal kaynaklar ve enerji sarfiyatından kaynaklanan sera gazları küresel sera içinde oldukça büyük bir yekûn tutmaktadır. AB ülkelerinde binalarda tüketilen enerjinin toplam enerji sarfiyatının %40'ını oluşturması, bu alanda yapılacak çalışmaların iklim hedeflerine ulaşmadaki önemi daha net bir şekilde ortaya çıkarmaktadır. Mutabakat ile yeni binaların tasarımının veya eski binaların dönüştürülmesinin, enerji performansları göz önünde bulundurularak enerjiyi verimli bir şekilde kullanan düşük emisyonlu olarak yapılması hedeflenmektedir.

Birleşmiş Milletler 2019 Küresel Değerlendirme Raporu, ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin büyük risk altında olduğunu ortaya koymaktadır. Rapora göre; kara ve deniz kullanımındaki olumsuz değişiklikler, doğal kaynakların yanlış kullanımı, iklim değişikliği, çevre kirliliği ve istilacı yabancı türler risklerin nedenleri olarak sıralanmaktadır. AB Komisyonu'nun önerdiği sıfır kirlilik eylem planı, geliştirilen tüm politikaların çevre kirliliğini kriter olarak almasını ve ekonomik büyümenin çevre kirliliğine neden olmayacak şekilde gerçekleştirilmesini temel almaktadır. Biyoçeşitlilik açısından zengin kara ve deniz alanlarının kapsamının genişletilmesi, zarar görmüş ekosistemlerin iyileştirilmesi, tarımda kimyasal madde kullanımının kontrol altına alınması, ormanlık alanların nitelik ve nicelik olarak geliştirilmesi ile birlikte karbon emilimini artırıcı yöntem ve tedbirlerin uygulanması öncelikli stratejiler arasında yer almaktadır.

5. TÜRKİYE'DE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNE YÖNELİK POLİTİKA VE UYGULAMA ALANLARI

5.1. Elektrik Üretimi İçin Enerji Depolama

Bir enerji depolama sistemi (EDS), güneş-rüzgar-termal enerji gibi başka bir enerji kaynağını kullanmak suretiyle enerjiyi depolar ve ihtiyaç duyulduğunda istenilen seviyelerde elektrik sağlar. EDS'ler elektrik güç şebekelerini desteklemek için çeşitli hizmetler sunar. Bazı durumlarda, EDS'ler bir veya her iki sistemin ekonomik verimliliğini artırmak için diğer üretim kaynaklarıyla eşleştirilebilir veya aynı yere yerleştirilebilir.

Elektrik üretimi için enerji depolama sistemi türleri;

- Pompaj depolamalı hidroelektrik
- Piller (elektro-kimyasal)
- Termal enerji depolamalı güneş enerjisi
- Basınçlı hava depolama
- Hidrojen, elektroliz yoluyla üretildiğinde ve elektrik üretmek için kullanıldığında, elektrik üretimi için bir enerji depolama biçimi olarak düşünülebilir.

EDS'ler birincil elektrik üretim kaynakları değildir. Depolama sistemini şarj etmek için ayrı elektrik jeneratörlerinden veya elektrik şebekesinden sağlanan elektrik enerjisini kullanmaları gerekir; bu da EDS'leri ikincil üretim kaynakları haline getirir. Aşağıda depolama tesisleri de entegre edilmiş şema yapay zeka ile üretilmiştir.

Şekil 3. Depolama Tesisleri Entegre edilmiş Elektrik Üretim Dağıtım İletim



Ülkemizde özellikle doğa şartlarına göre yenilenebilir enerji kaynaklarından gün içinde elde edilen ihtiyaç fazlası elektriği depolaması ve ihtiyaç halinde depolanan elektriği şebekeye transfer etmesi ve şebeke yan hizmetlerini sağlaması amacıyla depolama tesisleri ile ilgili mevzuat yayınlanmıştır.

27.03.2018 tarihli ve 30373 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 7013 sayılı “Vergi Kanunları ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun” ile 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunun (Kanun) 14 üncü maddesinin birinci fıkrasına eklenen “Bakanlığın görüşü alınarak Kurulun belirleyeceği limitler ile usul ve esaslar çerçevesinde elektrik depolama ve talep tarafı katılımı kapsamında gerçekleştirilen piyasa faaliyetleri” hükmü kapsamında hazırlanan “Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği” ile elektrik üretim tesisine bütünleşik elektrik depolama üniteleri ile müstakil elektrik depolama tesislerinin ön-lisans/lisans işlemleri ile bunların tadil edilmesine ilişkin hususların düzenlendiği “Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” 09 Mayıs 2021 tarihli ve 31479 sayılı Resmî Gazetede yayınlanmıştır. Yapılan düzenlemede elektrik depolama ünitesi veya tesisi vasıtasıyla yürütülebilecek faaliyetler tanımlanmıştır.

- (1) üretim tesisine bütünleşik elektrik depolama ünitesi,
- (2) tüketim tesisine bütünleşik elektrik depolama tesisi,
- (3) müstakil elektrik depolama tesisi ve
- (4) şebeke işletmecileri tarafından kurulabilecek elektrik depolama tesisi vasıtasıyla

Bu kapsamda Elektrik Şebeke Yönetmeliğinin Geçici 1 nci maddesi gereğince Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından “Elektrik Depolama Tesislerinin Şebekeye Bağlanması ve Yan Hizmetlerde Kullanılmasına Dair Teknik Kriterler” 21.09.2021 tarihinde yayımlanmıştır.

Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği’nin yanı sıra müstakil elektrik depolama faaliyetine yönelik olarak Lisans Yönetmeliği, Yan Hizmetler Yönetmeliği ve Dengeleme Uzlaştırma Yönetmeliğinde değişiklikler yapılmış ve müstakil depolama faaliyetinin tedarik şirketleri tarafından yapılabilecek bir faaliyet olduğu, minimum 2 MW kurulu güçte kurulması, yan hizmet ve dengeleme birimi olarak minimum 10 MW gücünde kurulması gerektiği, bu güçte kurulan depolama tesislerinin primer, sekonder frekans kontrolüne katılabilecekleri ve sistem toparlanma hizmeti için depolama tesislerinden yararlanılacağı, TEİAŞ tarafından yayınlanan teknik kriterlerde düzenlenmiştir.

2024 Mayıs ayı itibarıyla EPDK tarafından 14.869 MWe gücünde Depolamalı GES ve 18.562 MWe gücünde Depolamalı RES ön-lisanslar verilmiştir.

Hidrojen Teknolojileri

Hidrokarbonlu bileşiklerin gazlaştırılması, buhar reformasyonu, ayrışma gibi teknikler kullanılarak elde edilebilen hidrojen elektroliz yöntemiyle de üretildiği için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Kimyasal ve fiziksel özellikleri çevreye olumsuz bir etki oluşturmadığı için temiz yakıt sınıfında değerlendirilmektedir.

Yeşil hidrojen: yalnızca yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik kullanılarak suyun elektrolizi ile üretilir. Kullanılan elektrik %100 yenilenebilir kaynaklardan sağlandığı için seçilen elektroliz teknolojisine bakılmaksızın, karbondioksit içermez. Bu nedenle son kullanımı karbon salımına neden olmaz. Sıfıra yakın miktarda sera gazı oluşumuna neden olmaktadır.

Mavi Hidrojen: Buhar reformasyonu yöntemi ile doğalgazdan üretilir ve süreçte ortaya çıkan karbondioksit büyük oranda yakalanarak genellikle yer altında depolanır. Mavi hidrojen düşük karbon emisyonlu hidrojen olarak karbonsuzlaşma sürecinde bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Düşük miktarda sera gazı oluşumuna neden olmaktadır.

Pembe hidrojen: Nükleer enerjiden elde edilen elektriğin elektrolizde kullanılmasıyla üretilen hidrojen çeşidi. Sıfıra yakın miktarda sera gazı oluşumuna neden olmaktadır.

Sarı hidrojen: En yeni hidrojen çeşitlerinden biri. Güneş enerjisinden elde edilen elektriğin elektrolizde kullanılmasıyla üretilen hidrojen çeşidi. Sıfıra yakın miktarda sera gazı oluşumuna neden olmaktadır.

Turkuaz hidrojen: doğalgazın piroliz yöntemiyle üretilen bir hidrojen türüdür. Bu üretim sürecinde, doğalgazın metan içeriği yüksek sıcaklıklarda parçalanmakta ve hidrojen üretilirken katı karbon (kömür) da ortaya çıkmaktadır. Düşük miktarda sera gazı oluşumuna neden olmaktadır.

Gri hidrojen: Buhar metan reformasyonunda doğalgaz kullanılmasıyla oluşur. Yüksek miktarda sera gazı oluşumuna neden olmaktadır.

Hidrojen teknolojileri iklim değişikliği'nin önlenmesi ve çeşitli tüketim amaçları ile temiz bir enerji kaynağı yaratması açısından çok önemlidir. İklim değişikliği ile mücadelede tüm dünyada gelişen teknoloji ve artan enerji talebi ile hidrojen teknolojileri yatırımları da giderek artmaktadır.

AB, uzun vadeli planlarında 2050 yılına kadar hidrojenin Avrupa'nın enerji tüketimindeki payının %13-14'e çıkmasını hedeflemektedir.

Küresel iklim değişikliğine bağlı yaşanan doğal afetler ve önlem alınmaması halinde doğal afetlerin giderek daha da artacağı endişesiyle ülkeler bu sorun ile mücadele alanını çeşitli hedefler ve mevzuat çalışmaları ile sürekli olarak genişletmektedirler. Bu çerçevede yeni ve temiz birçok enerji türünü Ar-Ge çalışmaları ile değerlendirmekte ve model alanlarda uygulama yapmaktadırlar. Bu süreçte başarılı bir enerji geçişi için karbondan arındırılmış hidrojen kullanımına ilişkin çalışmalar her ne kadar henüz mevzuata yansımada da son zamanlarda yerini birçok alanda model uygulamalara bırakmıştır. Hidrojenin geniş uygulama yelpazesi içinde doğal gaz şebekeleri de önemli bir uygulama alanı olarak görülmektedir. Ulusal hidrojen stratejilerindeki hedeflere ulaşılmasında doğal gaz altyapılarına çok büyük roller düşüyor. Hidrojenin taşınmasında, nihai kullanıcıya ulaştırılmasında, depolanmasında ve karbonsuzlaştırma çalışmalarında doğal gaz şebekeleri önemli rol üstlenmektedir. Küresel anlamda gelişmiş ülkelerde doğal gaz şebekelerine hidrojen enjekte projeleri yürütülmekte olup başlangıçta yürütülen projeler Avrupa ile sınırlı olsa da, 2017'den beri diğer ülkeler (Avustralya, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri gibi) düşük karbonlu hidrojen talebini artırmak için gaz şebekelerine yönelik proje-

ler yapmaya başlamıştır. Mevcut durumda gaz dağıtım boru hatlarının yapısında veya tüketici cihazlarında önemli bir değişikliğe gerek kalmaksızın hidrojenin, dağıtım ağlarında doğal gazla birlikte en fazla yüzde 20 oranında karıştırılabileceği görüşü öne çıkmıştır.

Ülkemizde de bu hedeflere ilişkin 2020 yılının başlarında Aksa Doğal Gaz ve Enerya Doğal Gaz proje ortaklığı ile Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Ar-Ge Komisyonunca onaylanan “Yenilenebilir Gaz Üretimi” projesinin, Ar-Ge ve bütçe faaliyetlerinin GAZBİR-GAZMER tarafından yürütülmesi için yetkilendirme gerçekleştirilmiştir.

Bu yetkilendirme kapsamında GAZBİR-GAZMER yürütücülüğünde Konya şehrinde Türkiye’nin ilk projesi 2020 yılının başında başlamış olup bu proje ile Türkiye’de ilk defa doğal gaz ile hidrojenin karıştırılarak evsel cihazların beslenmesi hayata geçirilmiştir. Proje ile çevreye etkileri azaltılmış ve karbonsuzlaştırma çabalarına katkı sağlayacak bir çözüm geliştirilmesi hedeflenmiştir. Devam eden Ar-Ge çalışmaları ve şebeke alt yapılarının ve evsel cihazların güvenliğine ilişkin çalışmalar sonucunda 2025 yılından itibaren doğalgaz şebekelerine küçük ölçekli hidrojen enjekte edilmesine başlanabileceği belirlenen strateji belgesinden anlaşılmaktadır.

Hidrojenin düşük karbon ayak iziyle üretilmesi halinde etkili bir karbondan arındırma unsuru olabileceği, ulaştırma sektörünün, binaların ve elektrik üretiminin karbondan arındırılması için yenilenebilir kaynaklardan veya karbon yakalama depolama (CCS) teknoloji ile fosil yakıtlardan elde edilen hidrojen kullanımının etkili bir çözüm olabileceği, sanayide ise, yüksek kaliteli ısı üretimi, çeşitli işlemlerde hammadde olarak ve endüstriyel süreçlerin karbondan arındırılması için hidrojen kullanılabileceği vb alanlarda hidrojen kullanımının gelecekte karbonsuzlaşma açısından giderek önem kazanacağı çeşitli çalışmalardan anlaşılmaktadır.

“Türkiye Ulusal Enerji Planı”nda; Türkiye Enerji Modelinde emisyon azaltımını sağlamak amacıyla nihai sektörlerde kullanılan doğal gazın hidrojen ve sentetik metan gibi diğer temiz yakıtlarla karıştırılmasına ihtiyaç duyulduğu, söz konusu yakıtlar için farklı karışım varsayımları oluşturmanın mümkün olduğu, bu doğrultuda söz konusu gaz karışımı içindeki hidrojenin 2035 yılı için payının %3,5 olarak belirlendiği, ve hidrojen enerjisinin ilk aşamada yerinde tüketim ve sanayinin ihtiyacının karşılanmasına yönelik kullanılmasının öngörüldüğü belirtilmektedir.

Bu çerçevede tercih edilen politikalar doğrultusunda, 2035 yılı itibarıyla 5,0 GW’lık elektrolizör kapasitesine ulaşılacağı, bununla birlikte temiz kaynaklarda üretilen elektrik enerjisi ile elde edilmiş hidrojen ve karbon yakalama teknolojileri aracılığıyla tutulmuş olan karbon, sentetik metan (CH₄) üretmek için kullanılacağı, ancak “Türkiye Enerji Modeli”nde sentetik metanın 2035’ten sonraki yıllarda devreye alınabileceği değerlendirilmiştir.

5.2.Elektrikli Araçlar

İklim değişiklikleri, fosil yakıtların kullanımı, sera gazlarının artışı çerçevesinde önem kazanan net sıfır hedefleri kapsamında küresel anlamda yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişimine de bağlı olarak yenilenebilir enerji yatırımları hız kazanmıştır. Elektrikli otomobiller 20.yy’ın başlarından itibaren zaman zaman gündemde olsa da, içten yanmalı motor teknolojisindeki ilerlemeler ve petrol kullanan araçların ucuz olarak toplu üretimi vb. hususlar nedeniyle 2000’li yılların başına kadar fazlaca bir ilerleme gösteremedi. 2000’li yılların ortalarından

itibaren batarya ve güç yönetimi teknolojilerindeki ilerlemeler, küresel dalgalanmalara bağlı değişken petrol fiyatlarının sebep olduğu endişeler ve sera gazı azaltma gereksinimi elektrikli otomobilleri yeniden gündeme getirdi.

Elektrikli Vasıtalar (EV) elektriğin depolanması amaçlı kullanılan bataryalar lityum, kobalt ve nikel, elektriğin araç üzerindeki dağılımı içinde alüminyum ve bakır iletkenlere ihtiyaç duymaktadır. Elektrikli araçların artışına bağlı olarak lityum, kobalt ve nikel, bakır vb madenlere yüksek düzeyde yatırım yapılması ihtiyacı doğmaktadır. Bu metallerin bulunduğu coğrafi bölgelerdeki farklılıklar tedarik zincirlerinin güçlenmesini de gündeme getirmektedir. Bu çerçevede mevcut durumda bir elektrikli araç maliyetinin 1/3'ünü batarya maliyetleri oluşturduğundan batarya teknolojilerindeki gelişmeler sonucundan şarj başına menzilin artırılması ve batarya maliyetlerin azaltılması elektrikli araçların pazar paylarını artıracaktır.

Elektrikli otomobil satışları 2023'te 14 milyona yaklaştı; bunun %95'i Çin, Avrupa ve ABD'de gerçekleşti. Avrupa'da yeni elektrikli otomobil tescilleri 2022'ye göre neredeyse %20 artarak 2023'te yaklaşık 3,2 milyona ulaştı. Almanya, Çin ve ABD'den sonra rekor kıran üçüncü ülke oldu. Tek bir yılda yarım milyon yeni akülü elektrikli otomobil tescili gerçekleşti; otomobil satışlarının %18'i akülü elektrikli (ve diğer %6'sı şarj edilebilir hibrit) satışlardan oluşmaktadır. Ancak Almanya'da çeşitli satın alma sübvansiyonların aşamalı olarak kaldırılması, EV satış büyümesini nispeten yavaşlatmıştır.

Aralık 2023'te İklim ve Dönüşüm Fonu'na ilişkin bir kararın ardından tüm EV sübvansiyonları sona erdi. Almanya'da elektrikli otomobil satış payı 2022'deki %30'dan 2023'te %25'e düştü. Bu durum bölgedeki genel elektrikli otomobil satış payına da yansdı. Avrupa'nın geri kalanında ise elektrikli otomobil satışları ve satış payları arttı. Fransa ve Birleşik Krallık'ta satılan tüm arabaların yaklaşık %25'i elektrikliyken, Hollanda'da %30'u ve İsveç'te %60'ı elektrikliydi.³⁴ Norveç'te, genel pazar daralmasına rağmen satış payları hafif arttı ve satış payı neredeyse %95 ile Avrupa'daki en yüksek seviyede olmayı sürdürüyor. Avrupa'da bataryalı elektrikli otomobil satış payının en düşük olduğu ülke ise Türkiye. TÜİK'e göre 2022 yılında Türkiye'de trafiğe kaydı yapılan otomobiller içinde elektrikli araçların payı %1,4. Elektrikli araçlar, Türkiye'nin enerji ve ulaşım politikalarında önemli bir yer tutuyor. 2030 yılına kadar elektrikli araç satışlarının önemli ölçüde artırılmasını hedeflenmekte. Bu kapsamda, elektrikli araçların toplam otomobil satışlarındaki payının %10'lara ulaşması bekleniyor. Aynı zamanda elektrikli araçların yenilenebilir enerji kaynakları ile şarj edilmesi, enerji sektöründeki dönüşümün bir parçası olarak görülmektedir. Türkiye'de elektrikli araçlar için şarj altyapısı da hızla genişlemektedir. Özel şirketler ve devlet iş birliği ile ülke genelinde birçok noktada şarj istasyonları kurulmakta olup özellikle şehirler arası yollar ve büyük şehirlerde hızlı şarj istasyonlarının sayısı da giderek artmaktadır, bu da uzun yolculuklarda elektrikli araç kullanımını kolaylaştırmaktadır. Ülke genelinde farklı segmentlerde elektrikli araç seçenekleri bulunması kullanıcıların ihtiyaçlarına göre araç seçmelerine de olanak tanımaktadır. Batarya teknolojileri, şarj süreleri ve araç menzilleri gibi konularda yaşanacak teknolojik gelişmeler, elektrikli araçların Türkiye'deki yaygınlığını artıracak olup, elektrikli araçlar konusunda hem altyapı yatırımları hem de yerli üretim teşebbüsleri ile bu alandaki büyüme potansiyeli oldukça yüksek görülmektedir.

34 IEA WorldEnergy Outlook2023

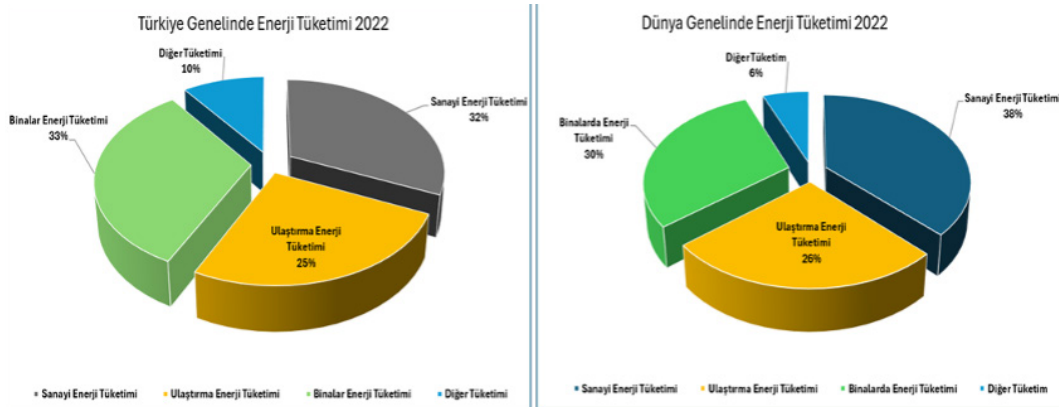
5.3. Enerji Verimliliği

Sanayi devriminin başlangıcı olan 18. yüzyılın ortalarından bu yana hızlı nüfus artışı, sınai üretim büyümesi, arazi kullanımındaki değişiklikler, ormansızlaşma ve enerji üretimi için yoğun fosil yakıt kullanımı vb faaliyetlerin etkisiyle küresel sıcaklık ortalaması artmaktadır. Küresel sıcaklığın yükselmesiyle birlikte son yıllarda tüm dünyada su kıtlığı, kuraklık, yangın, aşırı yağış ve sel gibi doğal felaketler başta olmak üzere iklim olaylarının sıklığı ve şiddetinde dramatik bir artış yaşanmaktadır.

Ülkemiz, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı hassas bir bölgede bulunmaktadır. Bu sebeple de iklim değişiminin etkisini yoğun bir şekilde hissetmektedir. Özellikle yağış rejimindeki değişimler tarımsal üretimi etkilemekte, doğal afetler hem insan hem de ekosistem sağlığını tehdit etmektedir. İklim değişikliğiyle mücadele ve uyum kapsamında enerji verimliliği, sera gazı emisyonlarını azaltmanın en etkili yollarından biridir. Optimize edilmiş enerji kullanımı ile nihai enerji tüketiminin ve ona bağlı olarak sera gazı emisyonlarının azaltılması mümkün olmaktadır. Enerji üretiminde, dağıtımında ve nihai kullanımında enerji verimli teknolojiler, sıcaklık artışının yarattığı soğutma ihtiyacına bağlı olarak artan enerji talebinin yönetilmesini ve ani sıcaklık değişimlerine bağlı olarak uyarlanması gereken yük optimizasyonunu kolaylaştırmaktadır. Yükselen verim ile azalan enerji tüketimi, kaynakların daha sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına imkân tanımakta ve aynı zamanda enerji arz güvenliğini de artırmaktadır.

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılma hedefidir.

Grafik 23. Türkiye ve Dünya Geneline Enerji Tüketimi (2022)

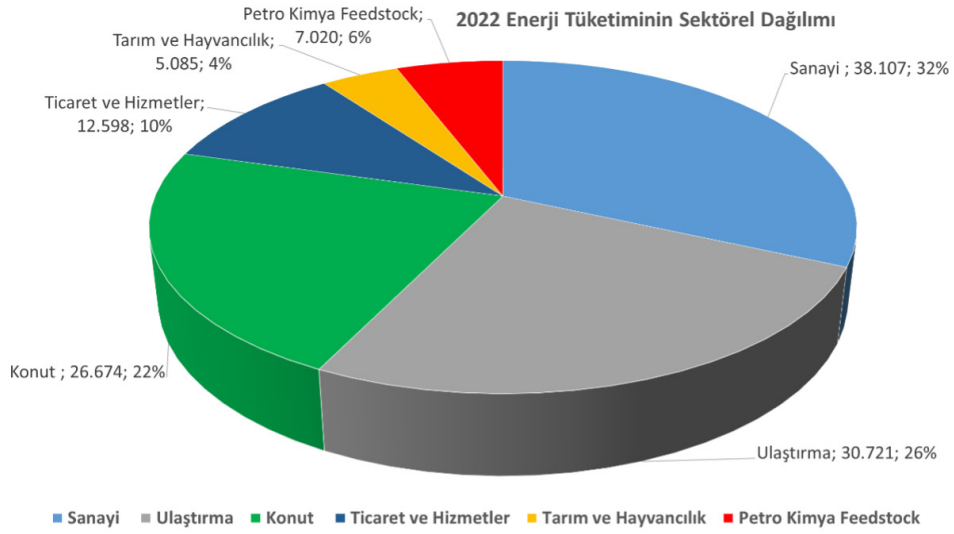


Küresel ölçekte enerji verimliliğine yapılan yatırımların 2020 yılından bu yana 1 trilyon doları aşmış olup, küresel bazda enerji verimliliği ile ilgili önlemler için önemli miktarda kaynak ayrılmaktadır.

Pandemi döneminde tedarik zincirinin kırılması ve sonrası Rusya Ukrayna çatışmasıyla derinleşen enerji krizinin 2022'nin başlarında başlamasından bu yana, küresel enerji talebinin %70'ini temsil eden ülkeler verimlilik politikalarını ön plana almışlardır.

2022 yılı Türkiye Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı Şekil (24) de verilmektedir. 2022 yılında nihai enerji tüketiminin %31,7'lik kısmını sanayi sektörü oluştururken; %25,6'lık kısmını ulaştırma, %22,2'lik kısmını konutlar ve %10,5'lik kısmını ise ticaret ve hizmetler sektörleri oluşturmuştur. Geriye kalan enerji tüketimi ise tarım, hayvancılık ve enerji dışı tüketim kaynaklıdır.

Grafik 24. Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı (2022)



Sanayi sektöründe elektriğin, 2022 yılı nihai enerji tüketimindeki payı %30,4 (11.594 TEP) seviyesindedir. Ulaştırma sektöründe petrol ve petrol ürünleri 2022 yılında bu sektörde tüketilen toplam enerjinin %98,2'sini oluşturmaktadır. Ulaştırmada elektriğin, 2022 yılı nihai enerji tüketimindeki payı ise sadece %0,4 (135 bin tep) seviyesindedir.

Yaz mevsiminde soğutma, kış mevsiminde ısınma için pik saatlerde elektrik kullanımı ve pik saatlerin mevsimsel olarak değişimi gün içinde yük eğrisini oldukça farklılaştırmaktadır. Bu çerçevede pik saatlerde devreye giren enerji kaynakları, pik saatler dışında sıcak yedek olarak beklemektedirler. Bu kapsamda talep tarafının yönetimi ön plana çıkartmaktadır. Talep tarafının yönetimiyle şebeke işletmecisinin elektrik kullanımı dengelenmekte ve yan hizmetlerin maliyeti de düşmektedir. Talep tarafının yönetiminde enerji verimli, yalıtımlı yapıların olması da enerji kullanımını verimli hale getirmektedir.

Ülkemizde 02/05/2007 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan "Enerji Verimliliği Kanunu" ile enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. Enerji verimliliğine ilişkin ulusal düzeyde koordinasyonun sağlanması için anılan Kanunla "Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu" oluşturulmuştur. Yine bahse konu Kanun kapsamında, Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği, Genel Aydınlatma Yönetmeliği, Enerji Kaynaklarının Ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik ve Enerji İle İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik yayınlanmıştır.

Enerji verimliliği çalışmalarına temel oluşturan ve 2007 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu ile yeni bir dönüşüm süreci başlatılmış, 2012 yılında Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023) yayımlanmış ve 2023 yılı enerji verimliliği hedefleri belirlenmiştir. Bu hedeflere ulaşılması amacıyla 2017-2023 yılları arasında kapsayan 1. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (1. UEVEP) hazırlanmıştır. 2023 yılında bittiğine göre eylem planında durum nedir?

Enerji yoğunluğu ülke veya bölge bazında bir birim GSYH üretebilmek için ne kadar enerji gerektiğini ölçen bir enerji verimliliği göstergesidir. Gerekli enerji miktarı, ülkede toplam arz edilen, dönüşüme uğramamış enerji cinsinden ise birincil enerji yoğunluğundan; sanayi, konut, ulaştırma gibi sektörlerin nihai olarak tükettiği enerji cinsinden ise nihai enerji yoğunluğundan söz edilir.

Enerji yoğunluğundaki eğilim; ekonomi ve sanayideki yapısal değişiklikler, enerji tüketim yapısındaki değişimler, sektörlerin verimlilik gelişimi ve nihai kullanıcıların tercih ettiği cihaz ve ekipman gibi unsurlardan etkilenmektedir. Türkiye'nin 2022 yılı birincil enerji yoğunluğu 0,132 TEP/bin 2015\$, nihai enerji yoğunluğu ise 0,101 TEP/bin 2015\$ olarak hesaplanmıştır.

2022 yılında bir önceki yıla göre birincil enerji yoğunluğunda %6,2; nihai enerji yoğunluğunda %7,9 azalma gerçekleşmiştir. 2000 yılına göre bir kıyaslama yapıldığında ise birincil enerji yoğunluğunda %31,2; nihai enerji yoğunluğunda %32,3 oranında iyileşme söz konusudur.

Türkiye Ulusal Enerji Planı çalışması, 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun Arz Güvenliği başlıklı 20 nci maddesi ve 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu Ek Madde 2'de yer alan, "Uzun dönemli Türkiye Ulusal Enerji Planı çalışması, ilki bu maddenin yürürlük tarihinden itibaren bir yıl içinde olmak üzere her beş yılda bir Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Hazine ve Maliye Bakanlığı ve Kurum görüşleri de alınmak suretiyle Bakanlık tarafından hazırlanarak yayımlanır." hükmü gereğince Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır.

Hazırlanan Ulusal Enerji Planında enerji talebi bazında sanayi, mesken, hizmetler, tarım ve ulaştırma sektörleri detaylı incelenmiş ve sektörel bazda yapılan çalışmalarda; farklı düzeylerde ileri teknoloji ekipmanlarının kullanımı dahil olmak üzere verimlilik etkisi dikkate alınmıştır. 2000-2020 döneminde ülkemizdeki enerji yoğunluğu %25 oranında azalmıştır. Almanya ve Fransa'da söz konusu değişim %28-36 bandında gerçekleşmiştir. AB Referans Senaryo 2050 çalışmasında Almanya ve Fransa için elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, 2000-2035 döneminde enerji yoğunluğu %50-56 oranında düşüş göstermektedir. Ülkemiz için aynı dönemde enerji yoğunluğundaki iyileşmenin %51 olarak gerçekleşmesi öngörülmektedir. Söz konusu iyileşme oranları Almanya ve Fransa'da kaydedilmesi öngörülen iyileşmeye benzer düzeydedir.

5.4.Enerjide Dijitalizasyon

Bilişim teknolojilerindeki (BT) gelişmelere bağlı olarak tarım, madencilik, imalat, enerji, ulaştırma-haberleşme, turizm, eğitim ve sağlık sektörleri ve diğer sektörler 2000'li yıllardan bu yana bu alanda yatırım yapmaktadırlar. 2002 Yılı Yatırım Programında kamu BT yatırımlarına sene başında tahsis edilen ödeneğin tüm kamu yatırımlarına tahsis edilen toplam ödeneğe oranı yüzde 2,9 iken, bu oran 2023 yılında yüzde 4,7'ye çıkmıştır.³⁵

³⁵ Mahalli idareler hariç kamu yatırımları için sene başında tahsis edilen toplam yatırım ödeneği üzerinden hesaplanmıştır. (T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Kamu Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Yatırım Raporu 2023)

Dijital dönüşüm, kuruluşların yalnızca rekabet etmesi değil, aynı zamanda hayatta kalması için de kritik bir öneme sahip olmuştur. 2020 yılının başlarında başlayan pandemi nedeniyle oluşana yasaklamalar sektörel sistemlere uzaktan erişim ve sorunların farklı lokasyonlara bir noktadan ulaşmak suretiyle giderilmesine ilişkin dijital teknolojilere ilgiyi daha da arttırmıştır. Dijital teknolojik ilerlemeler kapsamında azalan maliyetler, farklı lokasyonlardan sisteme erişim diğer sektörlerde olduğu gibi son yıllarda özellikle elektrik şebekelerinde de dijital dönüşümü hızlandırmıştır.

Bu kapsamda, iklimsel değişimler ve küresel net sıfır hedefleri doğrultusunda giderek önem kazanan ancak doğa şartlarına bağlı kesikli elektrik üreten yenilenebilir santrallerin elektrik şebekesine entegrasyonu aşamasında yaşanan sıkıntılar iletim ve dağıtım şebeke işletmecilerini yeni arayışlara itmiştir.

Elektrik şebekelerindeki teknik kayıplar maliyetleri arttırdığı gibi emisyon açısından da negatif olgu yaratmaktadır. Küresel alanda dağıtılmış güneş fotovoltaik (PV) sistemlerinin kullanımı da hızla artmaktadır. Gerek teknik kayıpların asgari seviyelere çekilmesi gerekse dağıtık elektrik üretimini sağlıklı bir şekilde taşıyabilmek için şebekenin dijitalleşmesi önemlidir. Akıllı invertör teknolojileri ve dijitalleşmiş şebekeler düşük talep sırasında elektriğin üretken kullanımını artırırken, elektrik dağıtımını otomatik olarak izlemeye ve yönetmeye ve yoğun talep sırasında da hizmet kesintilerini azaltacaktır.

Dijital teknolojiler ayrıca, şebeke genişlemesinde gereksiz yatırımlardan kaçınmaya yardımcı olmak için son kullanıcıların elektrifikasyonu ile birlikte artan talebin daha iyi yönetilmesini sağlayabilir. Ayrıca, bu teknolojiler özellikle dağıtım sistemlerinde gerçek zamanlı izleme ve kontrol sağlayarak altyapı yatırım ihtiyaçlarını sınırlar.

Dijital teknolojiler kapsamında elektrik şebekesine monte edilen bilişim donanımları/yazılımları ve dijital sensörler, verilerin hızla işlenilmesi, elektrik arz ve talebinin tahmin edilmesini ve bakım ve onarım emirlerinin akıllı sistemlerle üretilmesini, yük akışının farklı lokasyonlardan izlenmesini ve şebeke frekans sürekliliğini sağlarken aynı zamanda maliyetlerin azaltılması, verimliliğin artırılması ve emisyonların azaltılması için önemli bir potansiyele sahiptir.

Elektrik yatırımlarında ağırlığın yenilenebilir santrallerde olması ve bu türden yatırımların giderek artması, irili ufaklı tüketicilerin kendi elektriklerini üretirken kurulan dağıtık elektrik üretiminin şebeke entegrasyonunda süreklilik ve verimliliğin sağlanmasını teminen yatırımcıların dijital dönüşümlere ağırlık vermesi, aynı zamanda siber güvenlik, veri gizliliği ve verilerin korunması konusunda riskleri minimize etmek için çözüm geliştirmeleri gerekmektedir.

5.5.Karbon Yakalama ve Depolama

İklim değişikliği, küresel ölçekte karşılaşılan en büyük sorunlardan biridir. Karbondioksit (CO₂) ve diğer sera gazlarının (metan-CH₄, diazot monoksit-N₂O, hidroflorokarbonlar-HFCs, perflorokarbonlar PFCs, kükürt heksaflorid-SF₆) artışına bağlı olarak uzun vadede sera etkisi nedeniyle küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Doğayı ve canlıları uzun vadede tehdit eden bu duruma önlem oluşturabilmek amacıyla, iklim değişikliği ile küresel bazda ortak mücadele edilmesi için 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1997 yılında Kyoto Protokolü ve 2015 yılında Paris Anlaşması kabul edilmiştir.

Paris Anlaşması ile küresel sıcaklık artışının sınırlandırılmasına yönelik sayısal hedefler belirlenmiştir. Bu anlaşmaya 2023 yılı itibariyle 195 Taraf imzacı olmuştur. Anlaşma ile belirlenen küresel sıcaklık artışının 1.5 °C ile sınırlandırılması hedefine ulaşılabilmesi için, 2030 yılına kadar %45 emisyon azaltımının sağlanması ve yüzyıl ortasına kadar net sıfır emisyonu ulaşması gerektiği ifade edilmiştir. Anlaşmada aynı zamanda 2015 yılında sunulan Ulusal Katkı Beyanlarının 5 yılda bir güncellenmesini de taahhüt etmiştir. 2023 yılı itibariyle, BMİDÇS kayıtlara göre Paris Anlaşması'na taraf olan 195 Tarafın 153 tanesi ulusal katkı beyanlarını güncellemiş veya yeniden sunmuştur. Türkiye, 2004 yılında taraf olduğu BMİDÇS'nin hem sera gazı emisyonlarının azaltılması hem de iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlanması amacıyla 11 Kasım 2021 tarihinde Paris Anlaşmasına taraf olmuştur. Türkiye, iklim değişikliği ile mücadelede kararlılığını hem net sıfır emisyon hedefi vererek hem de Paris Anlaşması'na taraf olarak da göstermiştir.

Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama (KYKD) teknolojileri uluslararası düzeyde 2050 yılında net sıfır hedeflerine ulaşmak için kullanılacak araçlardan birisidir. Karbon yakalama teknolojisi geçmişte yakalanan karbonun atmosfere salınmasıyken, günümüzde halen yatırım maliyetleri yüksek olan ve geliştirilmesi gereken endüstriyel ölçekli karbon yakalama ve depolama teknikleri genel olarak üç başlık altında incelenebilir. Bunlar, Yakma Öncesi Yakalama (Pre-Combustion CO₂ Capture), Yakma Sonrası Yakalama (Post-Combustion CO₂ Capture) ve Oksi-yakıt Yakma Tutumu (Oxy-fuel) teknikleridir. Bu teknikler halen geliştirme aşamasındadır.

Son yıllarda karbon yakalama ve depolama alanında küresel anlamda yüzlerce proje çalışmaları başlatılmış olup bu türden yatırımlar, vergi indirimleri hibe finansman programları ve teşviklere bağlı olarak, 2023 başlarında 3 Milyar ABD dolarını aşmıştır.

ABD'de projeler maliyet açısından diğer projelere göre daha uygun olması nedeniyle ağırlıklı olarak biyoetanol ve hidrojen üretiminden karbon yakalama amaçlı projelere ağırlık verilmektedir. Kanada ve Çin'de büyük ölçekli yatırımların yanı sıra Endonezya, Japonya ve Malezya da mevzuat düzenlemeleri çerçevesinde ilerlemeler kaydedilmektedir.

Türkiye 2021 yılında imzaladığı "Paris Anlaşması" kapsamında 2030 yılı için 1.213 milyon ton CO₂ e olarak öngördüğü salımlarını artıştan %41'lik azaltımla 695 milyon ton CO₂ e seviyesinde tutmayı taahhüt etmiş ve sera gazı salımlarının 2038'de pik yapması uzun dönemde ise net-sıfır salım hedef yılı olarak 2053'ü belirlemiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan Türkiye Ulusal Enerji Planı (2022), Türkiye'nin 2035 yılına kadar olan projeksiyonlarında KYKD teknolojilerine yer vermemiştir. Plana göre mevcut KYD maliyetleri, karbon yakalama teknolojisine sahip kömür ve doğal gaz santrallerinin ilk yatırım maliyet öngörülleri ve verimlilik değerleri kullanıldığında mevcut durumda pahalı kalmaktadır.

Türkiye'nin karbonun depolaması için kullanılabilecek bilinen petrol sahaları Güney Doğu Anadolu bölgesinde yoğunlaşmıştır, uygun akifer sahalarının ise Karadeniz'de olduğu düşünülmektedir. Salım kaynağı tesisler ise özellikle Marmara ve Ege bölgesinde kuruludur. Salım kaynakları ile depolama sahalarının farklı bölgelerde yoğunlaşması, yakalanan CO₂ 'nin salım kaynağından depolama sahasına taşınması maliyeti artırıcı bir unsurdur. Ayrıca Türkiye yüksek riskli deprem kuşağında yer alması nedeniyle karbonun depolanmasında da riskler mevcuttur.

Çevre ve İklim Derneği (REC) tarafından yayınlanan "Türkiye'nin Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama Potansiyeli" adlı raporda "Türkiye'nin optimum uygulama politikası seçeneklerini belirleyecek iki önemli faktör vardır. Birincisi, kalıcı jeolojik CO₂ depolama sahalarının doğal mevcudiyeti ve bunların teknik ve ekonomik fizibilitesi ve ikinci olarak Türkiye'nin 2053 net-sıfır hedefi kapsamındaki politik hedefleri içerisinde KYKD seçeneği tercihidir. Türkiye'nin, net-sıfır salıma ulaşmada tanımlanan ulusal iklim hedeflerinde KYKD'nın yer alıp almayacağı konusundaki siyasi pozisyonunu netleştirmesi gerekmektedir. Herhangi bir politika senaryosunda, Türkiye'de KYKD'nin potansiyel uygulaması için kuralları tanımlaması gerekecektir. KYKD'ya ilişkin yakalama ve depolama potansiyeline ilişkin öngörüler yapmak mümkün olmakla birlikte, kullanıma ilişkin bir çalışma yapmak mümkün değildir." denilmektedir. Yine aynı raporda özetle Türkiye'nin, bir Avrupa Birliği aday ülkesi olarak AB'nin ilgili direktifi olan Karbon Yakalama ve Depolama Direktifini iç hukuka aktarma sürecini tamamlamadığı, mevcut durumda Türkiye'de bütünüyle KYKD'yi konu alan ayrı bir mevzuat ya da iklim değişikliğiyle mücadele etmek için KYKD kapsamında CO₂'nin jeolojik olarak kalıcı depolanmasını açıkça düzenleyen düzenlemeler bulunmadığı belirtilmektedir.

Türkiye açısından KYKD gibi pahalı bir teknolojinin ülkede sınırlı kullanımı olacağı değerlendirilmektedir. Türkiye'nin 1990 yılında 220 Mt CO₂e olan sera gazı salımları 2020 yılında %138'lik bir artışla 524 Mt CO₂e seviyesine yükselmiştir. Türkiye'nin salımları 2021 yılında 564 Mt CO₂e'ye yükselmiştir. Bu salımlarının 452,7 milyon tonu CO₂ salımlarıdır. Toplam CO₂ salımlarının 386 Mt'u enerji sektörü ve 66 Mt'u endüstriyel işlemler kaynaklıdır.³⁷

Türkiye'de 2021 yılında CO₂ salımlarının %85'i enerji sektöründen kaynaklanırken bu salımların %50'sine yakınının 133 büyük tesisten salınmaktadır.³⁸

Karbon yakalama teknolojileri, termik santrallerde sera gazı emisyonlarını azaltmak için önemlidir. Enerji sektörü fosil yakıtların yoğun olarak kullanıldığı bir sektördür ve KYKD yöntemlerinin özellikle termik santrallerde uygulanması iklim değişikliği ile mücadele için gerekli bir adımdır. Termik santrallerde uygulanması en kolay olan yöntemlerin başında yanma sırasında oluşan egzoz gazından CO₂'nin organik amin çözen içeren sıvılarla temas ettirilerek ayrıştırılmasına dayanan yanma sonrası yakalama gelmektedir. Ancak bu yöntem oldukça enerji tüketen bir yöntemdir. Kömür tüketen santrallerde, yakıtın yanmasından önce kömürün basınç altında ısıtılarak sentez gazına dönüştürülerek CO₂'nin ayrıştırılması da uygulanabilir bir yöntem olmaktadır.

³⁷ TÜİK, 2022

³⁸ Akıllı elektrik şebekesine ilişkin şema yapay zeka ile üretilmiştir.

6. DÖNÜŞÜM SENARYOLARI FIRSATLAR, GÜÇLÜKLER VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

2020 yılının başlarında başlayan pandemiye bağlı tedarik zincirlerinin kırılması ve akabinde yaşanan Rusya-Ukrayna çatışması sonucunda Avrupa'ya gaz akışının kesintisi ülkelerin enerji alanında alternatif arayışlarını hızlandırmış ve enerji alanında yapısal dönüşüm gereksinimini tetiklemiştir.

Mevcut durumda küresel elektrik üretiminin %30 civarının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı, bu oranın gelecek 10 yıl içinde %50 oranını aşması bekleniyor. Hidroelektrik santralleri bu anlamda en düşük emisyonlu üretim kaynağı olması, ayrıca barajlı santrallerin sistem frekansının dengelenmesi açısından en hızlı devreye girebilecek santraller olması sistem güvenliği açısından önemli olmakla birlikte yeni projeler için alan sınırlamaları ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması gibi hususlar ilave hidroelektrik santraller için bir kısıt oluşturmaktadır. Bu çerçevede hedeflenen orana erişimde büyük bir oranının güneş ve rüzgar kaynaklı olacağı, şebeke yan hizmetleri için batarya teknolojilerindeki gelişime bağlı olarak depolama tesislerinin ve elektrik sistemindeki dengelemenin sağlanabilmesi için, şebeke yatırımlarının da önemi ortaya çıkmaktadır.

Nükleer enerji santralleri de hidroelektrik santrallerden sonra en düşük emisyonu sahip santraller olarak gelişmiş ülkelerdeki önemini korumaktadır. Pandemi öncesinde çevre açısından tehdit olarak değerlendirilen nükleer santraller, son yıllarda temiz enerji kaynakları olarak yeniden değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, kapatılması öngörülen santrallerin modernizasyonu gündeme gelmiş ve yeni yatırım projeleri planlanmaktadır. Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) ülkemizde yapımı devam eden ilk nükleer enerji santralidir. Mersin Akkuyu Sahası'nda 4800 MW toplam kurulu güce sahip VVER 1200 tipi 4 reaktör ile tesis edilen ve 1200 MW gücünde ilk ünitesinin 2025 sonu veya 2026 başlarında devreye alınması beklenen santral, 13 Aralık 2010 tarihinde Proje Şirketi (Akkuyu Nükleer A.Ş.) kurulmuştur. Proje Şirketi %100 Rus sermayeli ancak Türkiye Cumhuriyeti kanunlarına tabi bir anonim şirkettir. Akkuyu NGS 'Yap-İşlet' modeliyle inşa edilmektedir. Anlaşma kapsamında şirket, santralin tasarımı, yapımı, bakımı, işletmeye alımı ve işletmeden çıkarılması gibi yükümlülükleri üstlenmektedir. Anlaşmaya göre "Türk Tarafı, sahayı mevcut lisansı ve mevcut altyapısı ile birlikte bedelsiz olarak, NGS'nin söküm sürecinin sonuna kadar Proje Şirketi'ne tahsis etmiştir. Santralin kurulacağı ve Türk devletine ait ilave arazi de Proje Şirketi'ne bedelsiz olarak tahsis edilmiştir. Enerji Satış Anlaşması (ESA)'da belirtildiği şekilde, NGS'de üretilmesi planlanan elektriğin -Ünite 1 ve Ünite 2 için % 70'ine ve Ünite 3 ve Ünite 4 için % 30'una tekabül eden sabit miktarlarını her bir güç ünitesinin ticari işletmeye alınma tarihinden itibaren" olmak üzere Türkiye nükleer enerjiden elde edeceği kilovatsaat başına 12,35 ABD senti ağırlıklı ortalama fiyattan (Katma Değer Vergisi dahil değildir) satın almayı 15 yıl boyunca kabul ve garanti etmiş bulunmaktadır. Bu taahhüt 2036 yılına kadar olup, sonrasında güncel piyasa koşullarına göre revize edileceği yukarıda bahsedilen oranlardan arta kalan orandaki elektriği proje şirketi kendisi veya enerji perakende tedarikçileri vasıtasıyla serbest elektrik piyasasında satabilecektir.

Türkiye gelecek enerji senaryolarına Sinop ve Kırklareli illerinde iki NGS ilavesi için bazı ülkeler ile görüşmeler yapmaktadır.

Net sıfır hedefleri kapsamında fosil kaynaklardan elektrik üretimi için kısıtlar olacağı değerlendirildiğinde arz güvenliğini teminen yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin yanı sıra artan elektrik talebinin karşılanması açısından baz yük çalışabilen ve emisyonu düşük santrallerin de sisteme ilavesi ve şebeke yatırımları değerlendirildiğinde finansmana erişim açısından yeni teşvik mekanizmaları ve yatırımların geri dönüşüne ilişkin belirli sürelerle alım garantilerinin gündeme gelebileceği değerlendirilmelidir.

Küresel anlamda maliyetlerin artması, temiz enerjiye geçişte özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından önemli bir finansman sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle düşük gelire sahip evsel kullanıcıların temiz enerjiye geçiş aşamasında maliyetleri karşılayamayacağından özellikle binalar açısından hükümet teşvikleri önem kazanmaktadır. Küresel enerji krizlerinin yaşandığı yıllarda fosil yakıtlardaki aşırı fiyat artışları, çeşitli sübvansiyonlara rağmen, sadece gelişmekte olan ülkelerde değil, gelişmiş ekonomilerde bile yaşam maliyetlerinin artmasına bağlı olarak insanlar kış aylarında ısınma ihtiyaçlarını karşılamakta büyük güçlükler yaşadılar.

Enerji dönüşümü denildiğinde ilk akla gelen fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüşüm olsa da yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde iletim ve dağıtım şebeklerinde de önemli oranda bir dönüşüm gerekmektedir. Her ne kadar güneş ve karasal rüzgar kaynaklı elektrik üretim santral maliyetleri giderek düşmekteyse de, of-shore rüzgar ve pompajlı santrallerde maliyetler halen çok yüksek seyretmektedir.

Türkiye açısından bu dönüşüm sürecinde yenilenebilir santral, şebeke genişleme ve sistem frekansının stabil tutulabilmesi için enerji depolama yatırımları için gerekli donanım ve ileri teknolojilerle ilgili yerleştirme için imalat sanayi ve inovatif AR-GE çalışmalarının hızlandırılması ve hükümet tarafından da desteklenmesi ithalatın azaltılması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca ülkemizde mevcut yerli kömür santrallerinin de emisyon azaltım açısından ileri teknolojilere yönelmek suretiyle baz yük santral olarak çalışmalarının sağlanması da önemli görülmektedir. Türkiye uzun yıllar elektrik talebi yıllık bileşik %7 olmasına rağmen kişi başı elektrik tüketiminde OECD ülkelerinin 1/3'ü kadar elektrik tükettiği değerlendirildiğinde gelişmiş ülkeler seviyesine yaklaşabilmek için ülke refah seviyesinin artışına bağlı olarak elektrik talebinin daha yukarılara tırmanması halinde gelecek kapasiteye doğalgaz santrallerinin de ilave edilmesi gerektiği göz ardı edilmemesi gerekir. Bu çerçevede enerji sektörünün dönüşüm süreci yatırımcılar açısından bir fırsat olarak görülse de küresel gelişmelere paralel yerli dinamiklerin harekete geçmemesi durumu da ülke açısından bir risk olarak değerlendirilebilir.

Küresel anlamda enerji tüketimi sektörel bazda 1/3 Sanayi, 1/3 Ulaştırma, 1/3 ise binalarda tüketilmektedir. Aynı oranlar Türkiye enerji tüketimiyle de örtüşmektedir. Ülkeler arasında enerji arzı ve tüketimindeki farklılıklar; ülkenin coğrafyası, doğal kaynakları, ekonomisi, iklimsel koşulları, nüfusu ve sektörel dağılımına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Türkiye enerji sektöründe dönüşüm çalışmaları doksanlı yılların sonuna doğru AB müktesebatına uyum sürecinde yapılan çalışmalar sonucunda 2001 yılında Türkiye elektrik piyasasının liberalleşmesi kapsamında yayımlanan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile elektrik piyasasının regülasyonu ve denetiminden sorumlu olarak Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) kurulması ve dikey yapılanmış elektrik piyasasında yapılan reform ile rekabet çerçevesinde serbest piyasa oluşturulmuştur.

17.3.2004 Tarih ve 2004/3 Sayılı YPK Kararıyla yayınlanan “ELEKTRİK ENERJİSİ SEKTÖRÜ REFORMU ve ÖZELLEŞTİRME STRATEJİ BELGESİ” ile ileriye dönük planlanan tarihlerde yapılması gerekenler ve bu işlemlerle ilgili kurumların görevleri, hükümet politikaları çerçevesinde, bir plan dahilinde belirlenmiştir. Anılan strateji belgesinde belirlenen hususların bir süreç dahilinde hayata geçirilmiş olması planlamanın önemini ortaya koymaktadır.

Enerji verimliliği; enerjide arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması, enerji maliyetlerinin sürdürülebilir kılınması, iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılması ve çevrenin korunması ve bu çerçevede; enerji üretimi ve iletiminden nihai tüketime kadarki bütün aşamalarda enerji verimliliğinin geliştirilmesi, bilinçsiz kullanımın ve israfın önlenmesi, enerji yoğunluğunun gerek sektörler bazında gerekse makro düzeyde azaltılması ulusal enerji politikalarını ortaya koyan ve ilgili kuruluşları ve yapılması gerekenleri belirleyen 2101/1 sayılı YPK Kararıyla yayınlanan “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023” 20.02.2012 tarihinde yayınlanmıştır.

Enerji sektöründeki yatırımlar değerlendirildiğinde; enerji arz güvenliğinin sağlanması, enerji piyasalarının serbestleştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının payının giderek artırılması, enerji sektöründe özel sektör şirketlerinin kurumsallaşmasında ve piyasanın şeffaflığında alınan mesafeler, enerji piyasasının yeniden yapılandırılmasından bu yana gelineen noktada bu dönüşüm sürecinin genel anlamda başarılı olmuştur. Ancak, enerji kaynaklarında dışa bağımlılığın azaltılması ve enerji kaynaklı cari açığın düşürülmesi ve teknolojik dönüşüm konularında uzun vadeli strateji oluşturulması ve yerli ve milli kaynaklara ilişkin öngörülebilirliğin artırılması ve piyasa bazlı yerli teknolojiye yönelik politikaların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Belirlenen politikalar çerçevesinde yayınlanan strateji belgeleri ve eylem planları çerçevesinde geldiğimiz noktada tesis edilen işlemlerin mevcut durumda bir analizinin yapılması ve küresel anlamda değişen ve gelişen enerji piyasalarına geçiş sürecinin geleceğe yönelik ülkemize getireceği yükümlülükler de göz önüne alınmak suretiyle strateji belgelerinin ve eylem planlarının, 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi esas alınarak 2035 yılına kadar olan dönemi kapsayan ve 2022 yılında ETKB tarafından yayınlanan “Türkiye Ulusal Enerji Planı”nda belirlenen hedeflere ulaşılabilmesini teminen, revize edilmesinde fayda görülmektedir.

Enerji verimliliği yatırımlarından sağlanan tasarruflara yönelik denetim ve teşvik mekanizmalarının işlevsel ve yeterli olmamasının enerji verimliliğindeki hedeflere ulaşılmasından başlıca eksikler olarak öne çıkmaktadır. Bu alanda özellikle enerjinin 2/3’ünün tüketildiği sanayi ve ulaştırma sektörüne ilişkin mevzuat, denetim ve destek mekanizmalarının gözden geçirilmesinde fayda görülmektedir.

Ülkemizin enerji ithalatçısı olduğu değerlendirildiğinde yenilenebilir enerjiden azami ölçüde fayda sağlamanın yanı sıra yerli kömürden ileri teknolojilerle yararlanması ve başta gaz olmak üzere diğer kaynaklarının araştırılması ve ekonomiye kazandırılmasına ilişkin çalışmalarda hız kesilmemesi ile aynı zamanda elektrik kapasite artırılmasına ilişkin yatırım aşamasında orman ve tarımsal alanlarının korunmasına ilişkin denetimlerin arttırılarak önlemler alınması, yerli aksam imalatının azami seviyelere çıkartılabilmesi, inovatif teknolojilere erişebilmek için Ar-Ge çalışmalarının teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji dönüşümünün enerji arz güvenliği açısından geleneksel risklere son vermeyeceği, küresel petrol ve gaz taşımacılığı, hidroelektrik santrallerin mevsimsel üretim değişkenliği, rüzgâr ve Güneş enerjilerindeki kesikli elektriğin üretiminin depolama tesisleriyle dengelenmesi ve artan talep dikkate alındığında şebeke genişlemesi, modernizasyonuna ilişkin yatırımların da tesis yatırımlarına paralel artması önem arz etmektedir.

Dünya nüfusunun yaklaşık %10'unun günümüzde elektrik enerjisine erişemediği, gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan ülkelerin kullandığı elektriğin üç katı civarında elektrik tükettiği değerlendirildiğinde “kirleten öder” çerçevesinde gelişmiş ülkelere çok daha fazla iş düşmektedir. Özellikle temiz enerjiye geçiş sürecinde net sıfır hedefleri de dikkate alındığında gerek binalardaki enerji verimliliği gerekse mesken abonelerinin temiz enerjiye geçiş süresince artan maliyetlerden korunması için teşvik ve/veya sübvansiyon ve/veya oluşturulacak bir fon vasıtasıyla desteklenmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarında özellikle orman ve tarımsal alanlarının korunması ve artan nüfusun gıdaya erişimlerini teminen hayati önem taşıyan tarımsal alanların artırılması için çalışmalara odaklanması da önem arz etmektedir.

Sektör katılımcılarının enerjinin üretim ve tüketim süreçlerinde verimlilik potansiyellerini azami ölçüde kullanılmasını teminen insan kaynaklarına ve gerek üretim gerekse tüketici alanlarında eğitim çalışmalarını geliştirmeleri önerilir.

Türkiye açısından enerji dönüşümü ihtiyacı çevresel hedefler kadar enerji arz güvenliği ile de yakından ilişkilidir. Türkiye'nin kısıtlı yerli doğal kaynaklara sahip olduğu fosil yakıtlara bağımlılık, enerji arz güvenliğinin ötesinde, Türkiye ekonomisini de olumsuz yönde etkilemekte ve cari açığa negatif etki yapmaktadır. Bu açıdan enerji üretim, iletim ve tüketiciye dağıtım noktalarında enerji kayıplarının asgari seviyelere çekilmesi için inovatif araştırmalara kaynak ayrılması ve eğitim çalışmalarının tüketim seviyesine kadar artırılması önemli görülmektedir.

Enerji dönüşümünde iklimsel anlamda yer alan sera gazı salımının üçte ikisinin enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanması nedeniyle yenilenebilir kaynakların katkısıyla elektrik üretiminde karbonsuzlaşmanın sağlanması enerji dönüşümünde birincil unsur olarak görülmekle birlikte düşük karbonlu enerji sistemine dönüşüm aşamasında ülkemizin yerli ve milli kaynaklarını azami seviyede kullanılmasını teminen termik santral yatırımcı ve işletmecilerinin net sıfır hedefleri kapsamında emisyon azaltıcı ileri teknolojilere erişim için küresel anlamda çalışmaların araştırılması ve yerli inovatif araştırmalara “AR-GE” kaynak ayrılması 30-40 yıl ekonomik ömrü olan baz yük santrallerin sistemde kalması açısından önem arz etmektedir.



MÜSTAKİL SANAYİCİ VE İŞADAMLARI DERNEĞİ
ATAKÖY 7-8-9-10 MAH. ÇOBANÇEŞME E5 YANYOL CAD. NO:4, BAKIRKÖY / İSTANBUL
T: +90 212 395 00 00 | 444 0 893 | F: +90 212 395 00 01