



TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI
STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI

ON İKİNCİ KALKINMA PLANI
2024 - 2028

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ARZ GÜVENLİĞİ

ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU RAPORU

ANKARA 2023



**T.C. CUMHURBAŞKANLIĞI
STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI**

**ON İKİNCİ KALKINMA PLANI
(2024-2028)**

**ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE
ARZ GÜVENLİĞİ**

ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU RAPORU

ANKARA 2023

ISBN 978-625-8356-43-4

Bu yayının tüm hakları Strateji ve Bütçe Başkanlığına aittir.
Kaynak gösterilmek suretiyle alıntı yapılabilir.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
TABLolar	iii
ŞEKİLLER	iii
KISALTMALAR	iv
KOMİSYON ÜYELERİ	vi
YÖNETİCİ ÖZETİ	x
1. GİRİŞ	1
2. MEVCUT DURUM ANALİZİ	4
2.1 Dünyada Genel Durum	4
2.1.1 Dünyadaki Gelişme Eğilimleri	6
2.1.2 Uluslararası Standartlar	10
2.1.3 Başarılı Ülke Uygulamaları	10
2.2 Türkiye’de Genel Durum	11
2.2.1 Kapsam ve Mevzuat	17
2.2.2 Sorumlu Kurum ve Kuruluşlar	19
2.2.3 Ulusal Politikalar	21
2.2.4 On Birinci Kalkınma Planının Değerlendirilmesi	22
2.2.5 Hedeflere Ulaşılmasının Önündeki Başlıca Sorunlar	26
2.2.5.1 Mevzuattan Kaynaklanan Sorunlar	26
2.2.5.2 Kurumsal Yapılanmadan Kaynaklanan Sorunlar	26
2.2.5.3 İnsan Kaynaklarından Kaynaklanan Sorunlar	27
2.2.5.4 Altyapıdan Kaynaklanan Sorunlar.....	27
2.2.5.5 Halkla İlişkilerden Kaynaklanan Sorunlar.....	28
2.2.5.6 Diğer Sorunlar	28
2.2.6 Uluslararası Karşılaştırmalı Olarak Türkiye İçin Temel Göstergeler	29
2.3 İlişkili Temel Alanlardaki Gelişmelerin Rapor Konusu Alana Yansıması	30
2.4 Türkiye’deki Dinamiklerin ve Dünyadaki Eğilimlerin Muhtemel Yansımaları ..	32
3. PLAN DÖNEMİ PERSPEKTİFİ	34
3.1 Uzun Vadeli Hedefler	36

3.2 On İkinci Kalkınma Planı Hedefleri.....	38
3.3 Hedeflere Dönük Temel Amaç ve Politikalar	40
3.4 Temel Amaç ve Politikalara Dönük Uygulama Stratejileri ve Tedbirler	46
3.4.1 Mevzuat Alanında Yapılması Gereken Düzenlemeler	52
3.4.2 Kurumsal Yapıyı İyileştirmeye Yönelik Düzenlemeler	55
3.4.3 İnsan Kaynakları Alanında Yapılması Gerekenler	55
3.4.4 Altyapıyı İyileştirmeye Yönelik Yapılması Gerekenler	58
3.4.5 Halkla İlişkiler Alanında Yapılması Gerekenler	59
3.4.6 Önemli Projeler.....	60
3.4.7 Mali Yükü ve Finansmanı	61
3.5 Plan Amaç, Hedef ve Politikalarının Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleriyle	
İlişkisi.....	62
4. SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME	65
KAYNAKÇA	70

TABLolar

Tablo 1: Elektrik Kurulu Gücü ve Üretimnin Kaynaklara Göre Dağılımı.....	13
Tablo 2: Motor Tipine Göre Otomobil Satışları.....	17
Tablo 3: On Birinci Kalkınma Plan Hedefleri ve Gerçekleşme Durumu.....	23
Tablo 4: Ülkelere Göre Yenilenebilir Enerji Sektöründe Çalışan Kişi Sayısı	27
Tablo 5: Seçilmiş Göstergeler 2021	29

ŞEKİLLER

Şekil 1: Bölgelere Göre Enerji Tüketimi Payları 2021	4
Şekil 2: Kaynak Türlerine Göre Dünyada Enerji Üretim Payları 2021	5
Şekil 3: Belirtilen Politikalar Senaryosunda 2021 ve 2030 Yılları Arasında Elektrik Üretimindeki Değişim	9
Şekil 4: Kaynak Türlerine Göre Türkiye’de Enerji Tüketimi Payları 2021	12
Şekil 5: G20 Ülkelerinde Birincil Enerji Yoğunluğu, 2020 ve Yıllık İyileşme, 2010-2021 ...	30
Şekil 6: Petrol Fiyatları ve Enerji İthalatı	31
Şekil 7: Petrol ve Petrol Ürünlerindeki Fiyat Farklılıkları	31

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme
AUF	Azami uzlaştırma fiyatı
BM	Birleşmiş Milletler
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
CO ₂	Karbondioksit
EFET	Avrupa Enerji Tacirleri Federasyonu
EJ	Exajoule
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPİAŞ	Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETS	Emisyon Ticaret Sistemi
FSRU	Yüzer LNG depolama ve gazlaştırma ünitesi
GES	Güneş enerji santrali
GW	Gigawatt
HES	Hidroelektrik santrali
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
LPG	Sıvılaştırılmış petrol gazları
Mt	Milyon ton
MTEP	Milyon ton eşdeğer petrol
MW	Megawatt
NDK	Nükleer Düzenleme Kurumu
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PPA	Enerji Satın Alma Anlaşmaları
RES	Rüzgar enerji santrali
SKDM	Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması
SKH	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
STP	Sürekli Ticaret Platformu
TANAP	Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TEN	Trans Avrupa Ağları
TENMAK	Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu
TL	Türk lirası
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TWh	Terawatt saat
UEA	Uluslararası Enerji Ajansı
Ür-Ge	Ürün geliştirme
VGP	Vadeli doğal gaz piyasası
YEK	Yenilenebilir enerji kaynakları
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
YEK-G	Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Sistemi

KOMİSYON ÜYELERİ

BAŞKAN

Fakir Hüseyin ERDOĞAN

RAPORTÖR

Gökberk BİLGİN

KOORDİNATÖRLER

Hatice Hilal ŞEN

Ali YILDIRAN

Berna TUNCER

Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu (EPDK)

Enerjide Dijitalleşme Derneği (EDİDER)

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

DOĞAL GAZ PİYASALARI VE ALTYAPILARI ALT GRUBU

RAPORTÖR

Burak DEMİRCİ

ÜYELER

Alper UÇAR

Bora BUYRUK

Elif ATALAY

Erkan SÖYLEMEZ

İbrahim Faruk ADIGÜZEL

Metehan İYİGEL

Murat MISIR

Tufan Can ŞENER

Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu (EPDK)

Doğal Gaz İhracatçıları Derneği

TÜPRAŞ

Dışişleri Bakanlığı

Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ)

Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ)

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği

ELEKTRİK PİYASALARI VE ALTYAPILARI ALT GRUBU

RAPORTÖR

Erdem SEZER

ÜYELER

Başak KANAT

Berna TUNCER

Çağlar Deniz ATA

Dilek CİVAK ERDAŞ

Erbil BÜYÜKBAY

Fatih İREZ

Gamze KILINÇARSLAN

Gamze SOYLU

Gökhan Yasin UYSAL

İmge BAYSAL

Ömer DOĞAN

Selman GEZER

Türkiye Kalkınma ve Yatırım Bankası

Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPIAŞ)

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

Rekabet Kurumu

Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu (EPDK)

İstanbul Sanayi Odası

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ)

Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ)

Elektrik Üreticileri Derneği

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ)

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı

Elektrik Üreticileri Derneği

Enerji Ticareti Derneği

ENERJİ VERİMLİLİĞİ, SÜRDÜRÜLEBİLİR VE YEŞİL FİNANSMAN ALT GRUBU

BAŞKAN

Abdullah Buğrahan

KARAVELİ

RAPORTÖR

Bilal DÜZGÜN

ÜYELER

Arif KÜNAR

Aygen ERKAL

Ayşe Selin KOCAMAN

Emrah SOLAK

Gökhan KORKMAZ

Halil İbrahim

CÜNEYTOĞLU

Hilal BAŞKARAHAN

Hüseyin Namık SANDIKCI

İlkay GÜNAY

İlkgün ATIŞ

Murat Altuğ KARATAŞ

Mustafa YARDIMCI

Müge DÖNMEZÇELİK

Onur AYYVAZ

Özge CEVHER

Tolga YAKAR

Yael TARANTO

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

VENESCO A.Ş.

Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği

İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği

Türkiye İstatistik Kurumu

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Tarım ve Orman Bakanlığı

Avrupa Birliği Başkanlığı

İslam Kalkınma bankası

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi

PETROL VE KÖMÜR PİYASALARI VE ALTYAPILARI ALT GRUBU

BAŞKAN

Ömer Murat KALAY

RAPORTÖR

Bilgenur CANITEZ

GÖZÜBÜYÜK

ÜYELER

Ali YILDIRAN

Bedriye Mehtap EMRİ

Gökhan KARAN

Köksal Onur İNCİ

Mahmut Emre AKSOY

Mehmet Ali GÜLER

Mehmet Fatih İNAL

Mehtap BAKIR

Petrol ve Doğal Gaz Platformu Derneği

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı

Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

Petrol Sanayicileri Derneği

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Petrol Ürünleri İşverenleri Sendikası

TEMİZ ENERJİ VE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ ALT GRUBU

BAŞKAN

Muhammed Emin
YEMENOĞLU

RAPORTÖR

Çisem Tuba ÜNALDI

ÜYELER

Abdullah NADAR
Ali GÜNDÜZ
Asiye KÖSEOĞLU
Bülent YEŞİLATA
Can HAKYEMEZ
Emre ÇALIŞKAN
Ezgi ARSLAN ÖZTÜRK
Gökhan Özgür GÖKALP
Hakan ŞAHİN
İlhan KOCAARSLAN
Melih YETİŞ
Melih Soner ÇELİKTAŞ
Meltem KUTLU
Murat YARAT
Müdrice ÖNAL
Nurullah DOĞMUŞ
Özge ÇIRIKA
Ufuk ŞENTÜRK

Nükleer Düzenleme Kurumu

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)
KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı
İstanbul Teknik Üniversitesi
Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)
Ege Üniversitesi
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
Ticaret Bakanlığı
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
General Electric Türkiye
Jeotermal Elektrik Santral Yatırımcıları Derneği

GENEL TOPLANTILARDA YER ALAN KOMİSYON ÜYELERİ

Alp Hakan ARAZ
Alp KAFDAĞLI
Anıl ARTUNER
Ayşe Yasemin ÖRÜCÜ
Bahar ÖZAY
Banu YAĞCI
Bengisu ÖZENÇ
Berker KARAGÖZ
Bora Şekip GÜRAY
Bülent ŞEN
Büşra NERGİZ
Cengiz ÖREN
Erol ARCAKLIOĞLU
Görkem Yusuf TOPÇU
Gözde EROĞLU
Halil GÜLNAR
Hasan SARIKAYA
Mehmet Doğan UÇOK

İlbank A.Ş.
OYAK Enerji
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Dünya Bankası
Boğaziçi Üniversitesi
Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Sabancı Üniversitesi
Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Enerjisa
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi
Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü (TPAO)
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü (TPAO)
Sabancı Üniversitesi

Melik Hüseyin
HAMİDİOĞULLARI
Murtaza ATA
Musa Cem ÖNAL
Mustafa Özge ÖZDEN
Sermin ONAYGİL
Sevinç DEMİR

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Kalyon Enerji
Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği
Elektrik Dağıtım Hizmetleri Derneği
Enerji Verimliliği ve Yönetimi Derneği
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Başkanlığı

(*) Üye listesi alfabetik sıra ile sunulmuştur.

YÖNETİCİ ÖZETİ

Son dönemde iklim değişikliğinin yarattığı endişe ile artan enerjide dönüşüm ihtiyacı, 2020 yılında başlayan Covid-19 pandemisi ve 2022 yılında başlayan Rusya-Ukrayna Savaşının yarattığı enerji krizleri enerji dönüşümünün hızlandırılması konusunda devletleri hızlı çözümler aramaya ve enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye yönlendirmiştir. Bu kapsamda uluslararası finansman ve destekleme mekanizmaları ülkeleri enerji dönüşümünü destekleyecek politikalar üretme yönünde teşvik etmeye başlamıştır.

Türkiye’de son dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi, enerji verimliliği ve enerji dönüşümü üzerinde önemli adımlar atılmıştır. Yenilenebilir enerjinin gerek elektrik üretimi gerekse elektrik kurulu gücü içerisindeki payının artması, enerji verimliliğinin tüm sektörlerde artırılması yönünde uygulanan politikalarla sağlanan enerji tasarrufları, hidrojen konusunda yol haritası belirleme ve pilot çalışmaların başlatılması, yenilenebilir ve batarya teknolojilerinde yerli üretime öncelik verilmesi günümüze kadar yaşanan önemli gelişmelerdir. Ülkemiz, 2000’li yılların ortalarından itibaren özel sektörün de sisteme etkinlikle entegrasyonu ile yenilenebilir enerji kaynaklarının ve enerji verimliliğinin geliştirilmesi uygulamalarını önceleyerek enerji ithalat faturasını azaltmayı ve buradan oluşturulacak kaynağı modern enerji teknolojileri için gereken altyapının güçlendirilmesine ve ekonomik refahın yükselmesine katkı sağlayacak bir politika değişikliğine gitmiştir.

Enerji kaynaklarının teknolojiyle ilişkisinin güçlenmesi, ekonomi ve insan kaynağı gelişiminin üzerindeki rolünün de artmasını sağlamıştır. İyi tasarlanmış, kapsayıcı ve bütüncül bir enerji stratejisi yerel kaynakların etkin kullanımı, enerji ticareti yapılan ülkelerle güçlü diplomatik bağlar ve kamuoyuna ucuz ve güvenli enerji temini güçlü bir ekonomik yapı ile mümkün olabilmektedir.

Dünyada uygulanan enerji dönüşümü uygulamalarında aceleci kararlar almanın fosil yakıtları daha yoğun kullanmakla sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Ülkemizin enerji dönüşümü sürecinde önümüzdeki dönemde yerli kömür kaynaklarının ve nükleer enerjinin destekleyici rolünün süreceği öngörülmektedir. Bu sebeple kömür kaynaklarından oluşan karbon emisyonlarının en aza indirilmesi için yapılacak Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) çalışmalarının desteklenmesi önemini sürdürmektedir.

Enerji dönüşümü hedeflerine doğru politikalar ile ulaşmak güçlü bir kurumsal yapı ve nitelikli insan kaynağı ile sağlanabileceğinden ara eleman ihtiyacı da dikkate alındığında her

seviyede ve alanda nitelikli ve yetkin insan gücü yetiştirilmesi, sektörün verimli çalışması ve yüksek kalite standartlarında ve rekabetçi mal ve hizmet üretebilmesinde kritik öneme sahiptir. Benzer ülkelere kıyasla enerji sektöründe gelişim alanı bulunan ülkemizin, eğitim kurumları ve sektördeki paydaşların iş birliğiyle oluşturulacak uzun vadeli bir strateji ile genç nüfusu bu alanda çalışmaya teşvik etmesi kıymetli bir adım olacaktır.

Büyük ölçüde sermaye yoğun yapıdaki enerji sektörü, uzun vadeli yatırım planlaması gerektirmektedir. Uluslararası finansmana erişimin sağlanabilmesi için yapılacak çalışmaların gerekli standartlara sahip olması şartından dolayı yeterli finansmana erişemeyen projeler, enerji dönüşümü sürecini sektöre uğrattırırken ödeme dengesi ve enflasyon gibi makroekonomik politikaların seyrine de etki etmektedir.

Enerji ithalatımızın en önemli kalemini oluşturan doğal gaz bağımlılığımızı düşürebilmek için yapılan arama faaliyetleri Türkiye'nin enerji arz güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Karadeniz'de keşfedilen doğal gazın On İkinci Kalkınma Planı döneminde tüketilmeye devam edilmesi planlanmaktadır. Ayrıca Türkiye'nin bölgesel enerji ticaretinde önemli bir aktör haline gelmesi için doğal gaz ticaret merkezi olma planı kapsamında çalışmalar sürdürülmektedir. Doğal gazın Avrupa'ya taşınması için ülkemizin konumu stratejik öneme sahip olduğundan doğal gaz ticaret merkezi olma planı kapsamında yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir.

Ekonomi, toplum ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri üzerinde etkisini her geçen gün daha da fazla artıran enerji verimliliği ve enerji arz güvenliği çalışmaları değişen dünya koşullarında hedeflediğimiz refah seviyesine ulaşmada kilit rol oynayacaktır. İlgili alanlarda uzman, kamu kurumları, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşlarından 100 kişinin katkılarıyla hazırlanan bu rapor, enerji verimliliği ve arz güvenliği konusunda hedefleri belirlemeye yönelik politika ve tedbir önerilerini içermektedir.

1. GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan küresel gelişmeler enerji verimliliği ve arz güvenliği konularında oluşan yaklaşımların değişmesine yol açmıştır. Bu süreçte yaşanan teknolojik gelişmeler, sanayi, ulaşım ve konutlar dâhil olmak üzere çeşitli sektörlerde enerji verimliliğini artırmak için yeni fırsatlar sağlamıştır. Akıllı şebekeler, enerji tasarruflu cihazlar ve elektrikli araçlar gibi yenilikler, enerji tüketimini önemli ölçüde azaltma ve arz güvenliğini artırma potansiyeline sahiptir. Ayrıca bu yenilikler, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji karışımında giderek daha fazla pay almasını ve enerji verimliliğinin arz güvenliğini sağlamadaki rolünü daha da artırmıştır. Diğer yandan Covid-19 pandemisi ile başlayan ve Rusya-Ukrayna Savaşı ile devam eden dönemde temiz enerjiye geçiş, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımların yoğunlaşması (enerji dönüşümü) gibi konularda ciddi gelişmeler yaşanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi enerji arz güvenliğinin temel bir parçası olmasının yanı sıra iklim hedeflerine ulaşmanın da bir aracı olarak görülmektedir.

Enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla fosil yakıt tedarikçilerini çeşitlendirmenin ve yenilenebilir enerji kaynaklarını çoğaltmanın yanında en önemli konulardan biri de enerji verimliliğini artırmaktır. Arz güvenliğinin güvence altına alınması ve rekor düzeyde yüksek tüketici enerji faturaları neredeyse tüm hükümetler için acil bir siyasi ve ekonomik zorunluluk doğurmuştur. Enerji krizi olarak nitelenen bu gelişmelere yanıt olarak ülkeler, satın alabilirlik, arz güvenliği ve iklim hedeflerini aynı anda karşılama kabiliyeti nedeniyle enerji verimliliğine ağırlık vermeye başlamışlardır.

Enerji krizinin ortaya çıkmasıyla birlikte pek çok ülkenin fosil yakıtlara dönüş yapmak zorunda kalmış olması enerji dönüşümünün sekteye uğradığına dair tartışmaları beraberinde getirirse de artan temiz enerji yatırımları ve verimlilik çalışmaları uzun vadede bu krizin enerji dönüşümünü sağlamada destek olabileceğine dair kanıtlar sunmaktadır. Dünyada temiz enerji kaynakları için ayrılan bütçe taahhüdü 2030 yılı için 2 trilyon Amerika Birleşik Devletleri (ABD) dolarını aşmıştır. Fosil yakıt bağımlılığını azaltmak ve temiz enerjiye geçişi hızlandırmak için geliştirilen elektrikli araçların yaygınlaşması yönünde yapılan çalışmalar ile birlikte 2022 yılında bu araçların sayısı dünya toplamında 11 milyona yükselirken Türkiye’de de önceki yılların toplamından daha fazla satış gerçekleşmiştir.

Verimlilik yatırımları son zamanlarda yeni rekor seviyelere ulaşacak şekilde artarken, küresel enerji yoğunluğu iyileştirmelerinin hızı son on yılın ikinci yarısında belirgin bir şekilde

yavaşlamış ve Covid-19'un ilk iki yılında neredeyse durmuştur. Türkiye, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ile bu alanda yapacağı çalışmaları şekillendirmiş ve uygulamaya geçmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (UEA) nihai olarak yayımlanan Dünya Enerji Verimliliği Raporuna göre Türkiye enerji yoğunluğu alanında diğer ülkelere göre iyi bir noktada yer alsa da önceki döneme göre gelişiminde yavaşlamalar olduğu göze çarpmıştır.

Dünya enerji görünümündeki değişimler, belirli ölçüde Türkiye'de de yaşanmakta ve ülkemizi etkilemektedir. Bu raporda, enerji sektörünün dönüşümünde Türkiye'nin durumu, enerji verimliliği ve arz güvenliği bağlamında, dünyadaki gelişmeler de dikkate alınarak genel bir çerçevede sunulmaya çalışılmış ve enerji dönüşümünü sağlamaya yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Raporun ilk kısmında dünyadaki gelişim ve değişimler özetlenmekte, ikinci kısmında On İkinci Kalkınma Planına girdi oluşturmak amacıyla önerilen hedefler ve bu hedeflere ulaşabilmek için ortaya konması gereken politika, strateji ve tedbir önerileri üç ana başlıkta ortaya konmaktadır. Bu başlıklar sırasıyla enerji verimliliği, arz güvenliği ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, insan kaynakları ve eğitimidir. Bu raporda enerji dönüşümü, söz konusu üç hedefin ortak paydasını oluşturmaktadır. Enerji dönüşümü, daha verimli, çeşitlendirilmiş ve sürdürülebilir bir enerji sistemine doğru geçişi ifade etmekte olup enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin benimsenmesi, enerji verimliliği ve enerji tasarrufu önlemlerinin uygulanması ve enerji sektöründe nitelikli ve eğitilmiş bir iş gücü oluşturmayı içermektedir.

Enerji verimliliği alanında belirlenen politika, strateji ve tedbirler enerji verimliliğini artırmak ve çeşitli sektörlerde çevre bilincini teşvik etmek için gereken kapsamlı yaklaşımı vurgulamaktadır. Ulusal iklim hedeflerine ulaşmak için sanayide, binalarda, ulaşımda ve tarımda enerji verimliliğini artırmak elzemdir. Bu başlık altında geliştirilen öneriler, ısıtma ve soğutma sistemlerindeki çabaların güçlendirilmesinin yanı sıra uluslararası standartlara uygun yatırımlar için finansmana erişimin iyileştirilmesini de içermektedir. Ar-Ge projelerinin desteklenmesi ve teknolojik dönüşümün teşvik edilmesi, tüm sektörlerde enerji verimli teknolojilerin ilerletilmesi için oldukça önemlidir. Enerji verimliliğine yönelik ekipman, ulaşım ve ısıtmanın elektrifikasyonu, şebeke esnekliğinin artırılması ve dağıtık enerji kaynaklarının şebekeye entegrasyonu gibi yeni enerji teknolojilerine yapılacak yatırımlar, daha sürdürülebilir bir enerji ortamına geçişi kolaylaştırabilecektir. Ayrıca, enerji depolama teknolojilerinin,

hidrojen teknolojilerinin ve talep yanıt mekanizmalarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması enerji verimliliğini daha da artırabilecektir. Son olarak, destekleyici politikalar yoluyla toplumda enerji verimliliği bilincinin geliştirilmesi, daha sürdürülebilir ve çevreye duyarlı bir geleceğin sağlanmasına yardımcı olacaktır.

Arz güvenliği ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi alanında önerilen politika, strateji ve tedbirler güvenli bir enerji arzı sağlamanın ve enerji kaynaklarını çeşitlendirmenin önemini vurgulamaktadır. Bu, Ulusal Enerji Planında belirlenen hedeflerle uyumlu olarak yenilenebilir enerji kaynakları için kamu sektörünün yönlendirici varlığı ve destek mekanizmalarının sağlanmasıyla başarılabilir. Yüzer güneş enerjisi santrallerine yönelik araştırmaların yanı sıra hidrojen teknolojilerinin ve altyapısının geliştirilmesi enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine daha fazla katkıda bulunabilir. Tarım gibi diğer sektörlerin özellikleri göz önünde bulundurularak, jeotermal enerjinin uluslararası standartlara uygun olarak kontrollü bir şekilde yaygınlaştırılmasının sağlanması, sorumlu bir büyüme için hayati önem taşımaktadır. Yerli kömür kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmalarının artırılması ve yeni teknolojilerle nükleer enerji üretimine başlanması, dönüşüm sürecinde enerji arzının güvence altına alınmasına yardımcı olabilir. Isı pompalarına yapılacak yatırımlar, yerli üretimi de sağlayarak yaygınlaştırılması suretiyle ithal yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca, petrol ve doğal gaz arama ve üretim süreçlerinin güçlendirilmesi ve özel sektörün katılımı arz güvenliğini daha da artırabilir. Son olarak, doğal gaz ticaret merkezi olmak için gerekli yasal ve teknik düzenlemelerin tamamlanması, Türkiye'nin küresel enerji ortamındaki konumunu sağlamlaştıracaktır.

İnsan kaynakları ve eğitim alanında belirlenen politika, strateji ve tedbirler ise enerji sektöründe insan kaynaklarının ve eğitimin geliştirilmesine ve güçlendirilmesine odaklanmaktadır. Sektörün sürekli gelişen yapısına uyum sağlayabilecek dinamik eğitim programlarının oluşturulması ve desteklenmesi, nitelikli işgücünün yetiştirilmesi için elzemdir. Yurt dışına giden vasıflı profesyonelin geri dönmesi için uygun ortam sağlanması, değerli uzmanlığın ülke içinde tutulmasına yardımcı olabilir. İnsan kaynaklarının gerekli araç ve bilgilerle güçlendirilmesi, enerji sektöründe karşılaşılan zorluklara yenilikçi çözümler bulmak için daha donanımlı olmalarını sağlayacaktır. Ayrıca, kapsamlı ve kapsayıcı bir ulusal program dâhilinde Ar-Ge faaliyetlerinin güçlendirilmesi, enerji ile ilgili konuların ele alınmasında iş birliğine dayalı bir yaklaşımı teşvik edebilir ve sonuçta bu alanda ilerleme ve yeniliği teşvik edebilir.

2. MEVCUT DURUM ANALİZİ

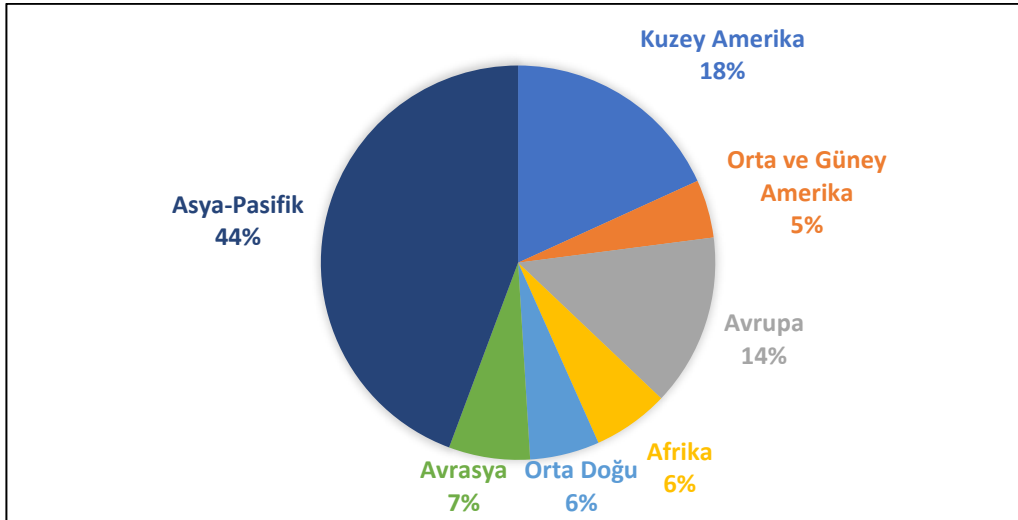
Dünya ve Türkiye'deki genel durum, kamu kuruluşları ile ulusal ve uluslararası kuruluşların hazırladığı veri setleri, raporlar, mevzuat düzenlemeleri ve diğer yayınlar incelenerek hazırlanmıştır. Enerji kaynaklarının gruplandırılması UEA Dünya Enerji İstatistikleri Raporu ile aynı şekilde gerçekleştirilmiş ve nükleer ile hidroelektrik yenilenebilir enerji kaynaklarının dışında incelenmiştir.

2.1 Dünyada Genel Durum

Dünya nüfusu Birleşmiş Milletler (BM) verilerine göre 15 Kasım 2022 itibarıyla sekiz milyar seviyesine ulaşmıştır. Bu sayının 2030 yılında 8,5 milyara, 2050 yılında ise 9,7 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir.¹ 2022-2050 yılları için yapılan tahminler, bu dönemdeki nüfus artışının yarısından fazlasının Afrika ülkeleri ve Hindistan'dan kaynaklanacağını göstermektedir.

Her yıl UEA tarafından yayımlanan Dünya Enerji Görünümü Raporunun veri setine göre dünyadaki toplam enerji tüketimi 2021 yılında 439,15 exajoule (EJ) olarak gerçekleşmiştir. Tüketimin bölgesel dağılımı aşağıdaki şekilde görülmektedir.

Şekil 1: Bölgelere Göre Enerji Tüketimi Payları (2021)

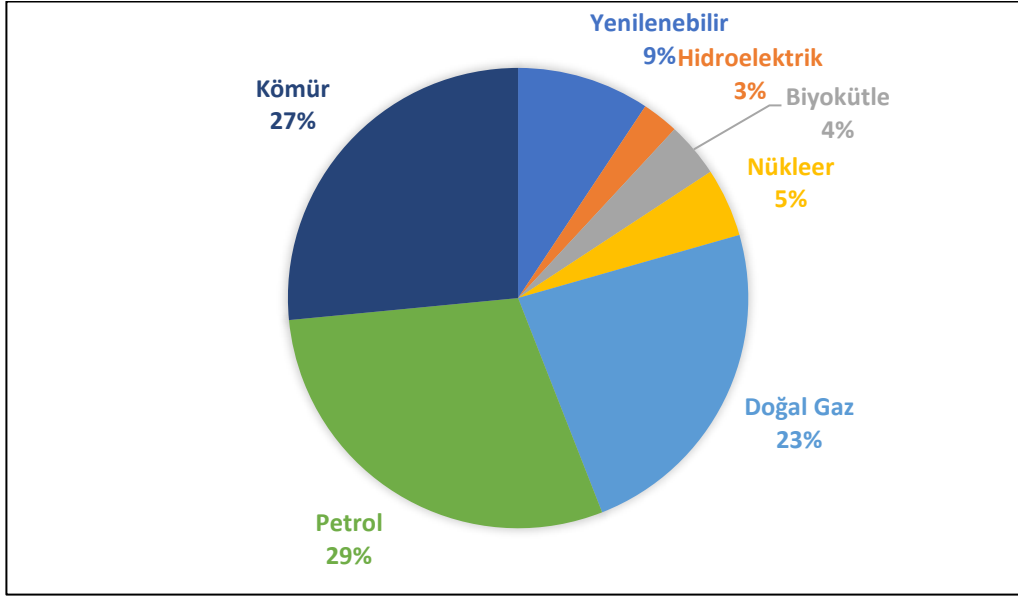


Kaynak: UEA Dünya Enerji Görünümü 2022

¹ Birleşmiş Milletler Nüfus Verileri, 2022.

Veriler incelendiğinde 2021 yılında enerji tüketiminin Asya-Pasifik, Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Toplam tüketim 2020 yılına göre %5,2 artış gösterirken Covid-19 salgını ile 2020 yılında azalan enerji talebi tekrar normal seyrine dönmüştür. Üretim verilerinin kaynak bazında dağılımı aşağıdaki grafikte görüldüğü gibidir.

Şekil 2: Kaynak Türlerine Göre Dünyada Enerji Üretim Payları 2021



Kaynak: UEA Dünya Enerji Görünümü 2022

Fosil yakıtlar 2021 yılında toplam enerji tüketiminin %79'unu oluşturmuştur. Bir önceki Kalkınma Planının baz aldığı 2016 yılı verileri ile karşılaştırıldığında:

- Son beş yıldaki enerji tüketiminin artışı yoğunluklu olarak yenilenebilir enerji kaynakları tarafından sağlanmıştır. 2016 yılında 17,57 EJ olan yenilenebilir enerji kaynaklı tüketim %127 artış göstererek 2021 yılında 39,91 EJ olarak gerçekleşmiştir.
- Petrol kaynaklı tüketim sabit kalırken kömür ve nükleer kaynaklı tüketim %2, hidroelektrik ve doğal gaz tüketimi sırasıyla %6 ve %8 olarak artış göstermiştir.

Yenilenebilir enerji kullanımındaki artışa rüzgâr ve güneş özelinde bakıldığında; 2017-2021 yılında rüzgârın kapasitesinin 514,2 GW'tan 824,9 GW'a; güneş kapasitesinin ise 390,2 GW'tan 843,1 GW'a yükseldiği görülmektedir. Bu ciddi kapasite artışı ile birlikte yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla üretilen elektrik miktarı 2016 yılına göre %67 artış göstererek 3.657,2 TWh olmuştur.

Enerji sektöründe önemi her geçen gün daha da artan verimlilik çalışmaları yine bu dönemde ivmelenen enerji dönüşümü sürecine ilaveten Rusya-Ukrayna Savaşının başlamasıyla etkisini artırmaya devam etmiştir. Rekor düzeyde yükselen tüketici faturalarını düşürmek ve tedarike güvenilir erişimi güvence altına almak tüm hükümetler için siyasi ve ekonomik bir zorunluluk haline gelmiştir. Ülkeler için mevcut krizi ele almanın birçok yolu olsa da enerji verimliliğine odaklanmanın, satın alabilirlik, arz güvenliği ve iklim hedeflerini aynı anda karşılamak için açık bir şekilde ilk ve enerji talep artışını azaltmada potansiyeli yüksek bir alan olduğu ifade edilmektedir.²

UEA tarafından yayımlanan Enerji Verimliliği 2022 Raporuna göre son on yılın ikinci yarısında yıllarca süren zayıf büyümenin veya hiç büyüme olmamasının ardından, dünyadaki enerji verimliliğiyle ilgili son kullanıcı yatırımları 2021 yılında güçlü bir şekilde artmaya başlamıştır. Bu durum, bina sektöründeki hükümet teşvik programları ve büyük oranda pandemi etkisiyle 2020 yılında yaklaşık %50 azalan ulaştırma harcamalarındaki toparlanmadan kaynaklanmıştır. 2022 yılında güçlü genel büyüme devam etmiş, artan harcamalar için ana sektör olarak ulaşım, binaları geride bırakmış ve verimlilikle ilgili toplam yatırım %16 artışla 560 milyar ABD dolarının biraz üzerine çıkmıştır.³ Küresel ölçekte artan enflasyon, artan maliyetler ve tedarik zincirindeki aksamalar nedeniyle verimlilik yatırımları gelişmekte olan ekonomilerin gelişmiş ülkelere göre daha az yatırım yapmalarına sebep olmuştur.

2.1.1 Dünyadaki Gelişme Eğilimleri

Avrupa Parlamentosu, 14 Temmuz 2021’de açıklanan 55’e Uyum (Fit for 55) paketiyle 2030 yılına kadar karbon emisyonunu %55 azaltma hedefinin detaylarını ortaya koymuştur. 55’e Uyum paketi, Avrupa Birliği (AB) politikalarının AB Konseyi ve Avrupa Parlamentosu tarafından kabul edilen iklim hedefleriyle uyumlu olmasını sağlamak amacıyla AB mevzuatının gözden geçirilmesi, güncellenmesi ve yeni girişimlerin hayata geçirilmesine yönelik bir dizi tekliften oluşmaktadır. Bu girişimler ana hatlarıyla AB içerisindeki emisyon ticaret sistemini geliştirerek 2005 yılındaki emisyon seviyesini 2030 yılına kadar en az %61 azaltmayı amaçlamaktadır. Hedefe ulaşmak için düzenlenen politikalarından biri olan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)⁴ aşağıdaki hususlardan oluşmaktadır:

² Uluslararası Enerji Ajansı, Enerji Verimliliği 2022 Raporu.

³ Uluslararası Enerji Ajansı, Enerji Verimliliği 2022 Raporu.

⁴ Uluslararası Enerji Ajansı, Enerji Verimliliği 2022 Raporu.

- 2023-2025 yılları arasında sürece geçiş dönemi boyunca demir-çelik, çimento, gübre, alüminyum ve elektrik sektörlerine uygulanacaktır.
- Geçiş dönemi boyunca AB ithalatçıları herhangi bir ödeme yapmayacak, yalnızca ithal ettikleri ürünlerdeki emisyon oranını bildireceklerdir.
- Geçiş döneminin sonunda SKDM'nin kapsamının genişletilmesi ve mekanizmasının güçlendirilmesi düşünülmektedir.
- 2026 yılında SKDM, güçlendirilmiş Emisyon Ticareti Sistemiyle (ETS) aynı tarihte yürürlüğe girecektir.
- AB ithalatçılarının ulusal makamlara kayıt yaptırmaları ve ürünlerde bulunan emisyonlara karşılık gelen sertifikalar satın almaları gerekecektir.
- Sertifikaların maliyeti, haftalık ETS fiyatlarına dayalı olarak Avro/ton CO₂ için hesaplanacaktır.

Rusya-Ukrayna Savaşının başlamasıyla birlikte AB'de Rusya'ya olan ithalat bağımlılığını azaltma çabalarının, mevcut krizde kömürün geçici olarak yeniden canlanmasına rağmen fosil yakıt talebini azaltma hedefini desteklediği ifade edilmektedir. Ulusal enerji krizi paketleri çerçevesinde yürürlüğe konan temiz enerji geçişleri lehindeki hükümet harcamalarının, AB'de 2030 yılına kadar temiz enerjiye yaklaşık 389 milyar ABD doları katkıda bulunacağı tahmin edilmektedir.⁵

ABD'de Enflasyonu Düşürme Yasası ve İki Partili Altyapı Yasası birlikte temiz enerji için yaklaşık 560 milyar ABD doları kamu desteği sağlamayı hedeflemektedir. AB ve üyesi ülkelerce eleştirel yaklaşımın Enflasyonu Düşürme Yasasının tek başına yaklaşık 370 milyar ABD doları katkıda bulunarak çok daha fazla özel yatırımı harekete geçireceği öngörülmektedir.^{6,7}

Enerji dönüşümünün önde gelen bileşenlerinden olan elektrikli araç satışları 2017 yılında sadece 1 milyon iken son iki yılda neredeyse iki katına çıkarak 2022 yılında dünya çapında yaklaşık 11 milyon adede ulaşmış olup bu durum elektrikli araçların artık dünya çapındaki yeni araç satışlarının yaklaşık %13'ünü oluşturacak seviyeye geldiğini göstermektedir. Ulaşım sektöründeki geleneksel enerji verimliliği yatırımları da güçlü bir

⁵ Uluslararası Enerji Ajansı, Dünya Enerji Görünümü, 2022.

⁶ Uluslararası Enerji Ajansı, Dünya Enerji Görünümü, 2022.

⁷ Inflation Reduction Act One Page Summary.

performans göstererek, daha verimli araçlara yapılan yatırımların etkisiyle 33 milyar ABD dolarına karşılık gelen %35'lik artışla 128 milyar ABD dolarına ulaşmıştır.⁸

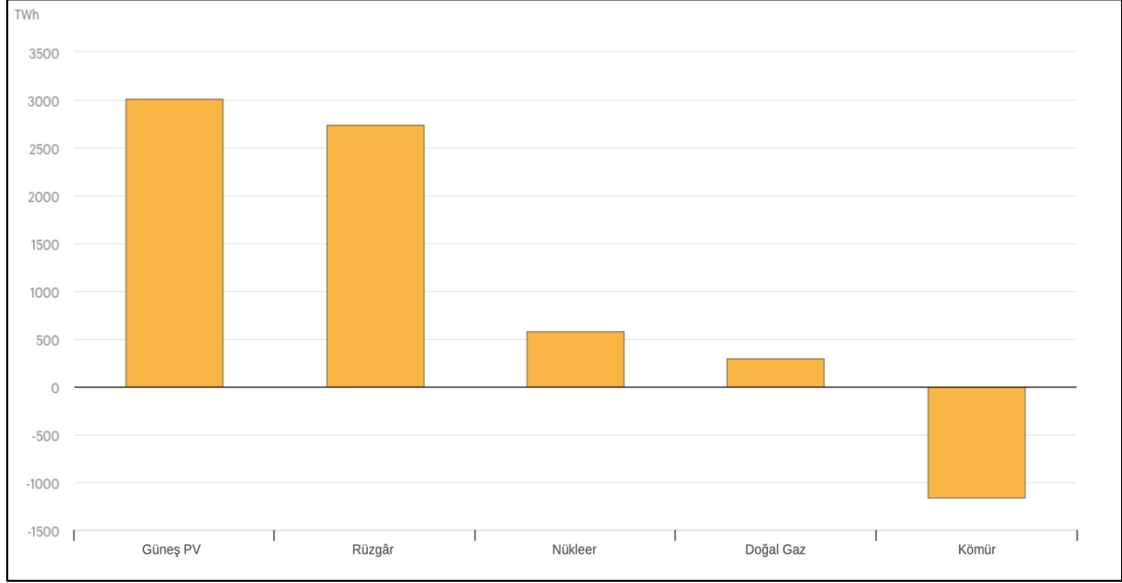
Bu rekor büyümeye rağmen, tedarik zincirindeki kısıtların daha da hızlı ilerlemeyi engellediğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Özellikle yarı iletken ve lityum işlemeden kaynaklanan aksaklıklar bu kapsamda ilk akla gelen engelleyici faktörlerdir. Birçok popüler yeni elektrikli araç modeli için artık daha uzun bekleme listeleri ve ikinci el elektrikli araçların fiyatlarının arttığı görülmektedir.

Enerji dönüşümü sürecini sekteye uğratan enerji krizinin yarattığı bir diğer önemli değişiklik nükleer enerji yatırımlarına yönelimin yeniden artmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını nükleer enerji ile destekleme politikası kapsamında pek çok ülkenin hâlihazırda var olan santrallerini yeniden aktifleştirmek ya da yeni reaktörler inşa etmek yönünde kararlar aldığı görülmektedir. Fukushima Kazası sonrasında nükleer santrallerini kapatma kararı alan Almanya bu karardan vazgeçmezken, Japonya kararını gözden geçirmiş ve 2050 yılı için belirlediği net sıfır emisyon hedefine ulaşma yolunda eski nükleer santrallerini yeniden devreye alma kararı vermiştir. Çin'de nükleer enerji teknolojisinin gelişimi ile ilgili önemli yatırımlar yapılmakta ve yeni nükleer santrallerin inşası konusunda çeşitli ülkelerle müzakereler devam etmektedir. UEA'nın hazırladığı tahminlere göre 2050 yılında toplam elektrik üretiminde nükleerin payında düşüş gözlemlenecek olsa da nükleer enerji kapasitesinin iki katına ulaşacağı ve 30 ülkenin bu alanda yatırım yapacağı öngörülmektedir. Bu alanda yapılacak yeni teknolojik gelişmelerle küçük modüler reaktörlere sahip nükleer santraller ve farklı soğutma tekniklerine sahip modeller ile nükleer enerji sektörünün gelişimini sürdüreceği ve daha güvenli hale geleceği beklenmektedir. Bununla birlikte son yıllarda füzyon araştırmalarında kaydedilen ilerleme çok umut vericidir. Nihai olarak ABD'de yapılan deneylerde, füzyon tepkimesi için sisteme verilen enerjiden daha fazlasının üretilebildiği görülmüştür.⁹ Füzyon teknolojisindeki araştırma-geliştirme çabalarının hız kesmeden devam etmesi halinde, kimi uzmanlarca önümüzdeki on yıl içinde füzyon tepkimesinin ticari elektrik üretimi için kullanılabileceği ifade edilmektedir.

⁸ Uluslararası Enerji Ajansı, Enerji Verimliliği Raporu, 2022.

⁹ Lawrence Livermore National Labrotary, Nuclear Ignition Facility experiment puts researchers at threshold of fusion ignition, 2021.

Şekil 3: Belirtilen Politikalar Senaryosunda 2021 ve 2030 Yılları Arasında Elektrik Üretimindeki Değişim



Kaynak: UEA

Ülkelerin belirledikleri mevcut politikaları başarıyla uygulamaları halinde 2030 yılında güneşte 3.008 TWh, rüzgârda 2.773 TWh, nükleerde 575 TWh, doğal gazda 275 TWh elektrik üretiminde artış olması beklenirken kömür kaynaklı elektrik üretiminin 1.157 TWh azalacağı öngörülmektedir.

Uluslararası iklim hedeflerine ulaşılabilmesini teminen enerji depolamasında kullanılması amaçlanan hidrojen ve özellikle yeşil hidrojen alanında çalışmalar dünyada hız kazanarak devam etmektedir. 2021 yılında 94 milyon tona ulaşan hidrojen talebi, Çin, ABD, Orta Doğu ve Avrupa ülkelerinde yoğunlaşmaktadır. Hidrojenin mevcut kullanım alanları daha çok kimya sektöründe olsa da karbon emisyonunu azaltmak için özellikle rafinerilerde kullanılan hidrojenin yeşil hidrojene dönüşümünde aşama kaydedilmektedir. UEA'nın yayımladığı Küresel Hidrojen Görünümü 2022 raporuna göre günümüzde hidrojenin küresel sanayi sektöründeki ana kullanım alanları amonyak üretimi (34 Mt), metanol üretimi (15 Mt) ve çelik endüstrisinde doğrudan indirgenmiş demir üretimi (5 Mt) olarak sıralanmaktadır. Nispeten küçük hacimlerde hidrojenin yerinde üretildiği veya ticari bir tedarikçiden ithal edildiği diğer endüstriyel uygulamalar arasında elektronik, cam yapımı ve kimya endüstrilerindeki çeşitli işlemler yer almaktadır.¹⁰ COP 27 toplantısında yeşil hidrojen ihracatı

¹⁰ UEA, Küresel Hidrojen Görünümü, 2022.

konusunda Mısır, Uganda, Moritanya ve Kazakistan gibi ülkelerin AB ülkeleri ile anlaşmalar yaptığı gözlemlenmiştir.

2.1.2 Uluslararası Standartlar

AB, Trans Avrupa Ağları (TEN) politikası ile ulaştırma, enerji ve telekomünikasyon olmak üzere üç alanda Avrupa çapında altyapı entegrasyonunu amaçlamakta, bu çerçevede teknik standartlar belirlemektedir. Ortak çıkar projeleri için finansman sağlanırken, bu projelerde söz konusu standartlara uygunluk aranmaktadır.

Avrupa genelinde elektrik ve bir ölçüde doğal gaz ticaretinde ağırlıklı olarak standart Avrupa Enerji Tacirleri Federasyonu (EFET) sözleşmeleri kullanılmaktadır. Sözleşme hükümlerinin standart olması, bu sözleşmelerin hızlı bir şekilde el değiştirebilmesine imkân tanımaktadır. Sözleşme hükümlerini peşinen bilen piyasa katılımcıları, sadece teslimat noktası, dönem, miktar ve fiyat konularında aldıkları kararlarla, hızlı bir şekilde alım ya da satım kararı verebilmekte ve kararlarını, zaten kayıtlı oldukları vadeli işlem platformlarından işlem limitleri dâhilinde hızlı bir şekilde icra edebilmektedirler.

Akaryakıt ürünlerinin piyasaya arzında uyulması gereken teknik kriterlere dair standartlar, akaryakıt kalitesinin güvence altına alınmasının yanı sıra etkin bir piyasa ve ürün denetimi açısından da gereklidir. Bu kapsamdaki standartlar Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından ilgili mevzuatta tanımlanmaktadır.

2.1.3 Başarılı Ülke Uygulamaları

ABD-Çin ticaret savaşı, Covid-19 pandemisi, iklim krizi, enerji dönüşümü ve Rusya-Ukrayna Savaşı gibi küresel ölçekte etkisi olan ve öngörülemeyen pek çok olayın arka arkaya gerçekleşmesi sebebiyle 2017-2022 yılları arası, uzun dönemli tasarlanan politikaların revize edilmesine ihtiyaç duyulan bir dönem olmuştur.

Bu dönemde enerji sektöründe en çok dikkat çeken ülke Çin olmuştur. Çin, Eylül 2020'de emisyonlarının 2030 yılından önce zirve yapacağını belirterek 2060 yılından önce karbon nötr bir ekonomi olacağını taahhüt etmiştir. Bu hedef, karbonsuzlaşma için orta ve uzun vadeli politika çerçevelerini formüle etmek ve hedeflere ulaşmaya yardımcı olacak umut verici temiz enerji teknolojilerini belirlemek için ülke çapında çabaları harekete geçirmiştir. Glasgow'da düzenlenen COP 26 toplantısında uluslararası kömür projelerini bundan sonra finanse etmeyeceğini açıklayan Çin Hükümeti, yaptığı yatırımlarla 2011 yılında 3,1 GW olan

güneş kapasitesini 2017 yılında 130,8 GW'a, 2021 yılında ise 306,4 GW'a yükseltmiştir. Benzer yatırımları rüzgâr enerjisi alanında da gerçekleştiren Çin, 2011 yılında 46,4 GW olan rüzgâr kapasitesini 2017 yılında 164,4 GW'a ve 2021 yılında ise 329 GW'a yükselterek bu iki kaynakta açık ara lider ülke konumuna gelmiştir.¹¹

Enerjiyi ucuz ve güvenilir bir şekilde tedarik etmek Çin'in enerji politikası için değişmez bir öncelik olmuştur. Günümüzde Çin nükleer enerji, güneş enerjisi, kara ve deniz rüzgârı ve hidroelektrik teknolojilerinde açık ara en fazla yatırım yapan ülke konumundadır. Çin'in temiz enerji teknolojilerine verdiği destek sadece çevresel ve endüstriyel strateji kaygılarını değil, aynı zamanda ithal yakıtlara artan bağımlılığını azaltma arzusunu da yansıtmaktadır.¹² Günümüzde birincil enerjisinin %85'inde fosil yakıtlara bağımlı olan Çin'in bu denli büyük bir atılım yapması enerji dönüşümü tarihinde önemli bir yapıtaşını oluşturmaya adaydır.

Genel olarak küresel enerji yoğunluğu iyileştirme oranı 2010-2015 döneminde %2,2'den 2015-2020 döneminde %1,4'e gerilerken, dört ülke ilerlemeyi hızlandırmayı başarmıştır. Fransa, 2010-2015 döneminde yıllık %1,8'den 2015-2020 döneminde %2,6'ya, Güney Kore ise aynı dönemde %1,3'ten %1,8'e yükselmiştir. Brezilya, 2010-2015 yılları arasında yılda %1 oranında daha enerji yoğun hale gelen bir ekonomiden, 2015-2020 yılları arasında yılda %0,2 oranında hafif bir iyileşme ile enerji yoğunluğunun dengelendiği bir ekonomiye dönüş yapmıştır.¹³

2.2 Türkiye'de Genel Durum

Türkiye'de 2017 yılından bu yana nüfus 3 milyon 869 bin 748 kişi artarak 2022 yılının başında 84 milyon 680 bin 273 kişiye ulaşmıştır. Nüfus artış hızı önceki yıllarla benzer bir seyir izleyerek binde 12,7 seviyesinde gerçekleşmiştir.

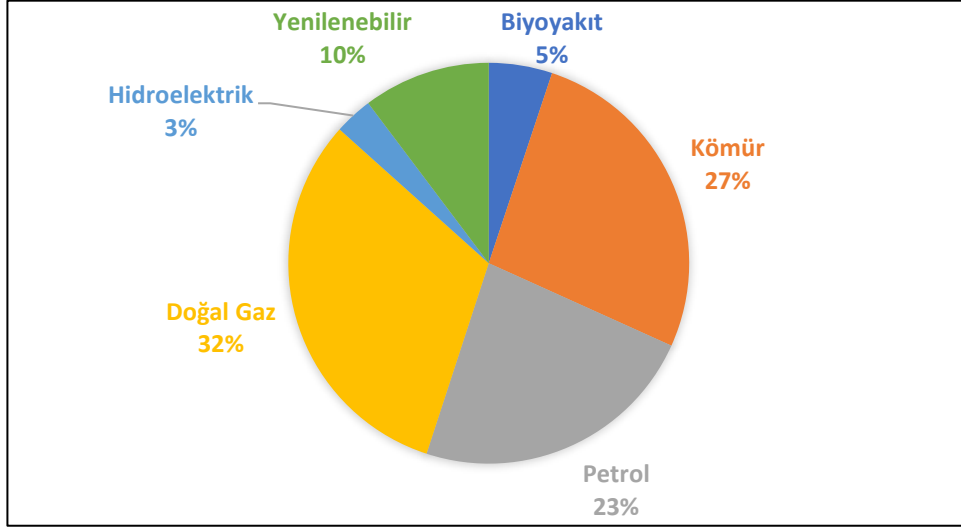
Türkiye'de birincil enerji arzı 2021 yılında 159 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Toplam nihai enerji tüketimi ise 123,9 milyon TEP olmuştur. Tüketimin kaynak türüne göre dağılımı aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.

¹¹ BP, Dünya Enerji İstatistikleri İncelemesi, 2022.

¹² UEA, Dünya Enerji Görünümü, 2022.

¹³ UEA, Enerji Verimliliği Raporu, 2022.

Şekil 4: Kaynak Türlerine Göre Türkiye’de Enerji Tüketimi Payları (2021)



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ulusal Enerji Dengesi Tablosu

Fosil yakıtlar, 2021 yılında Türkiye’de toplam enerji tüketiminin %82’sini oluşturmuştur. On Birinci Kalkınma Planının baz aldığı 2016 verileri incelendiğinde enerji kaynaklarının üretim miktarlarındaki değişim aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir:

- Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yenilenebilir enerji kaynaklarının payında ciddi bir artış gözlemlenmiştir. 2016 yılına göre Türkiye’de yenilenebilir enerjinin toplam tüketimdeki payı %180 artış göstererek dünya ortalamasının üzerinde gelişim göstermiştir.
- Bununla beraber doğal gaz tüketimi beş yıl öncesine göre %30 artış göstererek %8 olan dünya ortalamasının oldukça üzerinde seyretmiştir.

Elektrik kurulu güç ve üretim miktarı incelendiğinde 2022 yılında toplam kurulu gücün 103,8 GW’a yükseldiği, toplam üretimin ise 324,3 TWh olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu dönemde kurulu gücün %54’ünü oluşturan yenilenebilir enerji kaynakları toplam elektrik üretiminin %42,5’ini sağlamıştır.

Tablo 1: Elektrik Kurulu Gücü ve Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı

Kaynak Türü	Kurulu Güç (MW)				Elektrik Üretimi (MWh)			
	2021	Pay (%)	2022	Pay (%)	2021	Pay (%)	2022	Pay (%)
Hidrolik	31.492,56	31,55	31.571,48	30,41	55.926.681,35	16,83	67.195.890,20	20,72
Rüzgâr	10.606,98	10,63	11.396,17	10,98	31.432.854,72	9,46	35.140.533,84	10,84
Güneş	7.815,63	7,83	9.425,44	9,08	13.458.137,35	4,05	15.360.298,47	4,74
Jeotermal	1.676,17	1,68	1.691,34	1,63	10.793.227,53	3,25	10.918.764,88	3,37
Biyokütle	1.644,52	1,65	1.921,31	1,85	7.530.762,39	2,27	9.079.420,96	2,80
Yenilenebilir	53.235,86	53,33	56.005,73	53,95	119.141.663,34	35,85	137.694.908,4	42,46
Doğal Gaz	25.964,56	26,01	25.732,79	24,79	109.492.663,16	32,95	70.685.717,01	21,80
Linyit	10.119,92	10,14	10.191,52	9,82	42.983.332,24	12,94	44.745.695,96	13,80
İthal Kömür	8.993,80	9,01	10.373,80	9,99	54.948.416,86	16,54	63.259.657,34	19,51
Taş Kömürü	840,77	0,84	840,77	0,81	3.077.253,53	0,93	3.242.363,27	1,00
Asfaltit	405,00	0,41	405,00	0,39	2.373.076,70	0,71	1.568.085,50	0,48
Fuel Oil	251,93	0,25	251,93	0,24	280.834,14	0,08	718.653,16	0,22
Nafta	4,74	0,00	4,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LNG	1,95	0,00	1,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Motorin	1,04	0,00	1,04	0,00	654,03	0,00	2.385.741,41	0,74
Termik	46.583,71	46,67	47.803,53	46,05	213.156.230,66	64,15	186.605.913,7	57,54
Toplam	99.819,57	100,00	103.809,26	100,00	332.297.894,00	100,00	324.300.822,0	100,00

Kaynak: EPDK Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu, Aralık 2022

2021 yılında ithal edilen toplam 2,3 TWh elektriğin %53,79'u Gürcistan'dan, %45,33'ü Bulgaristan'dan, %0,88'i Yunanistan'dan ve %0,01'i Irak'tan ithal edilmiştir. 2021 yılında 4,2 GWh'lik toplam elektrik ihracatının %69,38'i Yunanistan'a, %15,49'u Irak'a, %6,27'si Bulgaristan'a, %4,96'sı Suriye'ye ve kalan %3,9'u Gürcistan'a yapılmıştır.¹⁴

2021 yılında Türkiye'de petrol ve doğal gaz sektöründeki faaliyetler bir önceki yıla göre artış göstererek devam etmiştir. 2021 yılı boyunca TPAO tarafından 112'si kara, 7'si deniz olmak üzere toplam 119 sondaj yapılmıştır.¹⁵ Enerji bağımsızlığını sağlamak amacıyla Akdeniz, Ege ve Karadeniz'de doğal gaz aramalarına başlayan Türkiye, Karadeniz'deki Sakarya Gaz Sahası'nda 710 milyar m³ doğal gaz keşfetmiştir.

2021 yılında, Türkiye'de günlük ortalama 69 bin varil ham petrol üretimi, 631 bin varil ham petrol ithalatı ve 260 bin varil işlenmiş ürün ithalatı gerçekleştirilmiştir. 2020 yılında, yurt

¹⁴ EPDK, Elektrik Piyasası Yıllık Sektör Raporu, 2021.

¹⁵ TPAO, Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, 2021.

içi ham petrol üretiminin, toplam petrol arzına oranı %7,3 iken, 2021 yılında bu oran %7,2 olmuştur. Diğer bir ifadeyle, 2021 yılında ülkemizin petrolde ithalata bağımlılığı %92,8 olmuştur.¹⁶ Türkiye'nin 2022 yılında yurt içi doğal gaz üretimi 380 milyon m³ olarak gerçekleşmiştir. Doğal gaz tüketimi ise 2022 yılında toplam 53,5 milyar m³ olurken, doğal gaz ithalatı yaklaşık 54,6 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin doğal gaz arzında ithalata bağımlılığı geçen yıla göre artarak %97,9 olmuştur.¹⁷ Geçtiğimiz on yılda hidrokarbon arama-üretim faaliyetlerinde kamunun payı artarken, özel sektör payı giderek azalmış ve yabancı yatırımın ülkemize olan ilgisi durağanlaşmıştır.

Küresel gelişmelerle uyumlu olarak iklim değişikliği ile mücadelede Türkiye'de de hidrojenin önemli bir alternatif olduğu değerlendirilmekte olup yapılan çalışmalarda özellikle yeşil hidrojen ihracatında ülkemizin önemli bir potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Güney Marmara Kalkınma Ajansı koordinatörlüğünde geliştirilen ve yenilenebilir enerjiden hidrojen üretilmesini teminen bir tesis kurulumunu da içeren Güney Marmara Hidrojen Vadisi Projesi, Ufuk Avrupa (Horizon Europe) programı dâhilinde AB'nin desteğini almıştır. Ayrıca, doğal gaz altyapısının geliştirilerek ilerleyen dönemde doğal gaza hidrojen karıştırılması yönündeki Ar-Ge çalışmaları da sürdürülmektedir.

Ülkemizin elektrik ihtiyacının bir kısmını karşılamak amacıyla nükleer enerji kullanımına yönelik çalışmalar devam etmektedir. İnşası sürmekte olan Akkuyu Nükleer Güç Santralinde nükleer yakıt 2023 yılında sahaya ulaştırılmış olup santralin 1.200 MW kapasiteli ilk ünitesinin bu tarihi izleyen azami iki yıl içerisinde devreye girmesi beklenmektedir. Bununla birlikte farklı bölgelerde yeni nükleer santraller kurulması amacıyla çalışmalar sürdürülmektedir.

Ülkemizde son yıllarda yenilenebilir enerji alanında önemli gelişmeler kaydedilmiş, özellikle rüzgâr ve güneş enerjisi alanlarında yapılan yatırımlarla önemli kapasite artışları sağlanmıştır. 2010 yılında yürürlüğe giren ve 2021 Haziran ayında uygulaması sonlanan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasının (YEKDEM 1.0) yerini alan olan YEKDEM 2.0, 29 Ocak 2021'de Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Yeni mekanizmada, eskisinde olduğu gibi baz tarifedeki garantili fiyatlar tesisin işletmeye alındığı ilk on yılda, yerli katkı payı ise ilk beş yılda geçerli olacaktır. İki tarife arasındaki başlıca farklar ise YEKDEM

¹⁶ TPAO, Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, 2021.

¹⁷ EPDK, Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu.

2.0'da garantili tarifenin ABD doları üzerinden değil, Türk lirası (TL) bazında belirlenmesi yönünde olmuştur.¹⁸ 1 Mayıs 2023 yılında yürürlüğe giren YEKDEM 3.0'da ise TL olarak uygulanan YEK destekleme fiyatı için ABD dolarına endeksli taban ve tavan fiyatlar belirlenmiş ve destekleme fiyatının güncellenmesi ilkelerinde değişikliğe gidilmiştir. Ayrıca, pompaj depolamalı HES ile batarya depolamalı RES ve GES projeleri için YEK destekleme fiyatı belirlenmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla faydalanılması amacıyla 11 Ağustos 2022 tarihinde Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliğinde bir takım değişiklikler yapılmış, böylece üretim tesisinin, tüketim tesisinin bulunduğu dağıtım bölgesinde olma zorunluluğunun kaldırılmasına karar verilmiştir. Benzer şekilde Organize Sanayi Bölgesi (OSB) tüketicilerinin kuracakları üretim tesisinin de aynı OSB dağıtım bölgesi içerisinde bulunma şartı kaldırılmıştır. Ayrıca, 28/2/2019 tarihli ve 30700 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 7164 sayılı Kanun kapsamında, 6446 sayılı Kanuna eklenen 7'nci maddenin 8'inci fıkrası hükmü çerçevesinde birden çok kaynaklı elektrik üretim tesislerinin kurulabilmesinin önü açılmıştır.

Yenilenebilir enerjiden elektrik üretiminin giderek arttığı Türkiye'de bu kaynaklardan üretimin kontrollü bir şekilde şebekeye verilmesinde depolama tesislerinin önemli bir rol oynayacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca elektrik depolama tesislerinin yaygınlaşması, şebekelerin ihtiyacı olan esneklik kabiliyetinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği 9/5/2021 tarihli ve 31479 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. TEİAŞ tarafından teknik kriterlerin 21/9/2021 tarihinde açıklanmasını müteakip, EPDK tarafından 21/10/2021 tarihi itibarıyla elektrik depolama tesisleri için başvurular alınmaya başlanmıştır.

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun 7'nci maddesine 5/7/2022 tarihli ve 31887 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 7417 sayılı Kanun kapsamında; elektrik depolama tesisi kurmayı taahhüt eden tüzel kişilere, kurmayı taahhüt ettikleri elektrik depolama tesisinin kurulu gücüne kadar EPDK tarafından rüzgâr veya güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi kurulmasına ilişkin önlisans verilmesi ile kısmen veya tamamen işletmede olan üretim tesislerinden elektrik depolama tesisi kurmayı taahhüt eden rüzgâr veya güneş enerjisine dayalı elektrik üretim lisansı sahibi tüzel kişilere, kurmayı taahhüt ettikleri elektrik depolama tesisinin

¹⁸ SHURA, Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü, 2021.

kurulu gücüne kadar kapasite artışına izin verilmiştir. Bu kapsamda depolamalı elektrik üretim tesislerinin kurulumu için yapılan önlisans başvuruları EPDK tarafından değerlendirilerek 2023 Nisan ayından itibaren önlisanslar vermeye başlanmıştır.

Ulusal veya uluslararası piyasalarda elektrik enerjisi üretimine girdi olan emtia fiyatlarının ve kaynak maliyetleri arasındaki farkların makul olmayan artışları nedeniyle arz güvenliğinin ve tüketicilerin korunması amacıyla EPDK'nın 17/03/2022 tarihli ve 10866 sayılı Kurul Kararı ile onaylanan, 18/03/2022 tarihli ve 31782 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Kaynak Bazında Destekleme Bedelinin Belirlenmesine ve Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar" ile 01/04/2022 tarihinden itibaren Azami Uzlaştırma Fiyatı (AUF) mekanizması uygulanmaya başlanmıştır. Enerji tedarikçilerinin ve enerji üreticilerinin, belirli bir üst sınırın üzerinde fiyatlarla işlem yapmasını önlemeyi amaçlayan ve bu şekilde enerji piyasasındaki fiyat oynaklığı ve manipülasyon riskini azaltıp tüketicilere daha istikrarlı enerji fiyatları sunan AUF Mekanizması 6 ay süreyle uygulamaya konulmuştur. 2022 Eylül ayında doğal gaz ve kömür fiyatlarının hala yüksek seyretmesi nedeniyle AUF mekanizmasındaki uygulamanın 6 ay daha uzatılmasına karar verilmiş olup azami uzlaştırma fiyatları; doğal gaz santralleri için 2.550 TL/MWh, kömür santralleri için 1.800 TL/MWh, yenilenebilir kaynaklar için 1.700 TL/MWh olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda serbest piyasada oluşan bedeller ile azami uzlaştırma fiyatları arasındaki farkın 'destekleme bedeli' olarak kaynak bazlı destekleme havuzunda toplanması; bu havuzda oluşan gelirin, düzenlemeye tabi bütün tüketicilerin elektrik tüketimleri için kullanılarak tüketicilerin piyasada oluşan artışlardan korunması hedeflenmiştir.

Türkiye'de son yıllarda elektrikli araç ve şarj istasyonları piyasasında önemli gelişmeler yaşanmış, küresel seviyede artış gösteren elektrikli araç satışları ülkemizde de 2022 yılında ciddi artış göstermiştir. 2022 yılında yapılan elektrikli araç satışları önceki yılların tamamının toplamının neredeyse iki katı olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2: Motor Tipine Göre Otomobil Satışları

Yıllar	Elektrikli	Hibrit	Dizel	Benzinli	Otogazlı (LPG)
2022	7.733	64.387	103.311	408.920	8.309
2021	2.846	49.493	110.525	373.406	25.583
2020	844	24.131	240.819	317.630	26.685
2019	222	11.974	201.487	155.042	18.531
2018	155	3.899	282.482	183.223	16.562
2017	76	4.507	440.890	277.286	
2016	44	1.038	465.152	290.704	

Kaynak: Otomotiv Distribütörleri Derneği (ODD)

Ayrıca Aralık 2021’de 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununda yapılan değişikliklerle elektrikli araçlar ve şarj istasyonları hukuki bir temele kavuşturulmuş ve 2 Nisan 2021 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanan Şarj Hizmeti Yönetmeliği ile şarj ünitesi ve şarj istasyonlarının kurulması ve işletilmesi, şarj ağının oluşturulması, şarj ağı işletmecilerinin lisanslandırılması ve faaliyetlerinin düzenlenmesi, şarj ağı işletmecileri ve şarj istasyonu işletmecileri ile kullanıcıların hak ve yükümlülükleri, serbest erişim platformunun kurulması ve işletilmesine ilişkin usul ve esasları belirlenmiştir.

2.2.1 Kapsam ve Mevzuat

Enerji sektörüne ilişkin mevzuatı kurumsal, piyasalar, hidrokarbon arama ve üretimi, yenilenebilir enerji kaynakları, nükleer enerji ve enerji verimliliği olmak üzere altı başlık altında sınıflandırmak mümkündür.

Kurumların teşkilat ve görevlerini düzenleyen 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 166’ncı maddesi gereğince, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının (ETKB) enerji ve tabii kaynakların ülke yararına, teknik icaplara ve ekonomik gelişmelere uygun olarak araştırılması, işletilmesi, geliştirilmesi, değerlendirilmesi, kontrolü ve korunması amacıyla genel politika esaslarının tespit ve tayinine yardımcı olma, gerekli programları yapma görevleri bulunmaktadır. Teşkilat ve görevleri düzenleyen diğer kanunlar kapsamında 4628 sayılı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu öne çıkmaktadır.

Piyasaların işleyişine ilişkin mevzuat 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu ve 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları Piyasası Kanunu ile bu kanunlara dayanılarak çıkarılan ikincil mevzuattan oluşmaktadır. Piyasaların işleyişine ilişkin kanunların ortak amacı, enerjinin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilere sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine tabi, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf enerji piyasalarının oluşturulması ve bu piyasalarda bağımsız düzenleme ve denetimin sağlanmasıdır.

Hidrokarbon arama ve üretimi 6491 sayılı Türk Petrol Kanunu kapsamında ele alınmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti petrol kaynaklarının millî menfaatlere uygun olarak hızlı, sürekli ve etkili bir şekilde aranması, geliştirilmesi ve üretilmesi amacıyla çıkarılan 6491 sayılı Kanun kapsamında Türkiye’de petrol arama ve üretim faaliyetlerinin düzenlenmesi, yönlendirilmesi, teşvik edilmesi, denetlenmesi, arama ve üretim için gerekli bilgilerin ve verilerin toplanması, değerlendirilmesi ve kullanıma sunulmasına ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi ve geliştirilmesine ilişkin mevzuatın dayandığı iki kanuni düzenleme bulunmaktadır. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesine yönelik düzenlemeler yer almaktadır. 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununda ise belirlenmiş veya belirlenecek jeotermal ve doğal mineralli su kaynakları ile jeotermal kökenli gazların arama ve işletme dönemlerinde, kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması, devredilmesi, terk edilmesi, kaynak kullanımının ihale edilmesi, sona erdirilmesi, denetlenmesi, kaynak ve kaptajın korunması ile ilgili usul ve esaslar düzenlenmiştir.

Nükleer Düzenleme Kanunu, barışçıl kullanım ilkesi esas alınarak, nükleer enerji ve iyonlaştırıcı radyasyona ilişkin faaliyetlerin yürütülmesi sırasında çalışanların, halkın, çevrenin ve gelecek nesillerin iyonlaştırıcı radyasyonun olası zararlı etkilerinden korunmasına yönelik uygulanması gereken ilke ve esaslar ile tarafların sorumluluklarını, bu faaliyetler üzerinde

düzenleyici kontrol yetkisini haiz Nükleer Düzenleme Kurumunun (NDK) yetki ve sorumluluklarını ve nükleer hadiselerden kaynaklanan nükleer zararlar hakkındaki hukuki sorumluluğu belirlemektedir.

5627 sayılı 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. Kanunda, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarından oluşan tüm değer zincirinde; başta yoğun enerji tüketimi olan endüstriyel işletmelerde, binalarda, şebekelerde ve ulaşırmada enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine yönelik usul ve esaslar belirlenmiştir.

2.2.2 Sorumlu Kurum ve Kuruluşlar

Enerji politikasının belirlenmesi ve uygulanmasında asli sorumluluk ETKB'ye aittir. 29 Ekim 2021 tarihli ve 85 numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile adı değiştirilen Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye'nin iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum çalışmaları kapsamında ulusal ve uluslararası düzeyde politika, strateji ve eylemleri belirlemekten, müzakere süreçlerini yürütmekten, kurum ve kuruluşlarla koordinasyonu sağlamaktan sorumludur. Bahse konu Bakanlık ayrıca, Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon ve yeşil kalkınma hedefleri doğrultusunda iklim değişikliğine uyum ve emisyon azaltım için gerekli her tür çalışmayı yapmak, toplumun her kesimine insan ve doğa dostu bir yaklaşımla iklim değişikliği farkındalığı kazandırmakla görevlidir.

EPDK, elektrik, doğal gaz, petrol ve sıvılaştırılmış petrol gazları (LPG) piyasalarının düzenlenmesi ve denetlenmesinden sorumludur. Bu kapsamda aşağıdaki faaliyetler yerine getirilmektedir:

- Gerçek ve tüzel kişilerin yetkili oldukları faaliyetlerden kaynaklanan hak ve yükümlülüklerini tanımlayan lisansların verilmesi ve ilgili diğer işlemlerin yapılması,
- İkincil mevzuatın hazırlanması, geliştirilmesi ve uygulanmasının gözetilmesi,
- Lisans sahibi gerçek ve tüzel kişilerin denetlenmesi,
- Düzenlemeye tabi tarifelerin hazırlanması, tadili ve uygulanmasının sağlanması; düzenlemeye tabi olmayan fiyat ve tarifelerin izlenmesi,

- Elektrikli araçlara şarj hizmeti sunulmasıyla ilgili piyasa düzenlemelerinin yapılması ve icrası.

NDK, barışçıl kullanım ilkesi esas alınarak nükleer enerji ve iyonlaştırıcı radyasyona ilişkin faaliyetlerin yürütülmesi sırasında çalışanların, halkın, çevrenin ve gelecek nesillerin iyonlaştırıcı radyasyonun olası zararlı etkilerinden korunmasına yönelik uygulamaları gerçekleştirmesi amacıyla 05/03/2022 tarihli ve 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu ve 08/03/2022 tarihli ve 31772 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 95 sayılı Nükleer Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile oluşturulmuştur.

Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK), 4 ve 57 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnameleri ile 2020 yılında kurulmuştur. TENMAK, enerji, maden, iyonlaştırıcı radyasyon, parçacık hızlandırıcıları ve nükleer teknoloji alanlarında araştırma, geliştirme ve üretim faaliyetlerini yürütmektedir.

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), 13/03/2003 tarihinde EPDK’dan aldığı iletim lisansı çerçevesinde yeni piyasa yapısına uygun olarak merkez birimleri ve yurt geneline yayılmış proje, tesis, kontrollük, işletme, bakım ve yük dağıtım merkezleriyle faaliyetlerini sürdürmektedir. Ülkemizde TEİAŞ tarafından yürütülen iletim faaliyeti, üretilen elektriğin tüketiciye dağıtımını sağlayan ve dağıtım şebekesine aktarımından sorumlu kritik faaliyeti ifade etmektedir.

Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ), Türkiye Cumhuriyeti ile Irak Cumhuriyeti Hükümetleri arasında 27 Ağustos 1973 tarihinde imzalanan Ham Petrol Boru Hattı Anlaşması çerçevesinde Irak ham petrolünün İskenderun Körfezi’ne taşınmasını gerçekleştirmek üzere, 7/7871 sayılı Kararnameye istinaden 15 Ağustos 1974 tarihinde kurulmuştur. Başlangıçta sadece boru hatları ile petrol taşımacılığı yapan BOTAŞ, ülkemizin artan enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla 1986 yılından itibaren doğal gazın ticareti ve taşımacılığı ile ilgili faaliyetlerine de başlamıştır.

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) 1954 yılında kamu adına hidrokarbon arama, sondaj, üretim, rafineri ve pazarlama faaliyetlerinde bulunmak amacıyla kurulmuştur. 1983 yılına kadar bütünleşmiş bir petrol şirketi olarak arama, üretim, rafinaj, pazarlama ve taşımacılık gibi sektörün pek çok alanında faaliyetlerde bulunurken, 1983 yılında yapılan yasal

düzenlemeler sonunda, günümüzde sadece hidrokarbon arama ve üretim projeleri yürüten petrol şirketi olarak faaliyetlerine devam etmektedir.

Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ), Türkiye'nin "enerji ticaretinde merkez ülke olma" hedefi doğrultusunda; enerji piyasalarının etkin, şeffaf, güvenilir, öngörülebilir ve sürdürülebilir biçimde işletilmesi ve geliştirilmesi için çalışmaktadır. Enerji borsası olarak EPIAŞ, piyasa katılımcılarına enerji alış-satış taleplerinde bulunabilecekleri ortamları sunmaktadır. Görevi, piyasa alış-satış işlemlerinin şeffaf, düzenlemelere uygun bir şekilde yürütülmesi ve referans fiyat oluşturulmasıdır.

2.2.3 Ulusal Politikalar

Enerji, toplumun refah seviyesine ve ülkelerin kalkınmasına doğrudan etki etmekte olup çevreci, güvenli, yeterli miktarda ve katlanılabilir maliyetli enerji arzı sağlamak, ekonomik ve sosyal hayatın temel ihtiyaçları arasında yer almaktadır. Sanayisi, ekonomisi ve nüfusu ile büyümekte olan ülkemizde enerji talebi sürekli artış göstermektedir.

ETKB tarafından oluşturulan 2019-2023 Stratejik Planı, "Daha Çok Yerli, Daha Çok Yenilenebilir" hedefi doğrultusunda başta yerli kömür olmak üzere rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal gibi yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımızın enerji portföyündeki payının artırılmasını hedeflemektedir.

2019-2023 Stratejik Planı 7 amaç etrafında oluşturulan 31 farklı hedefe ulaşmak için uygulanacak ulusal politikayı ortaya koymuştur. İlk amaç olan sürdürülebilir enerji arz güvenliğini sağlamak ile yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik kurulu gücünün toplam kurulu güce oranının %59'dan %65 seviyesine yükseltilmesi; nükleer enerjinin arz kaynaklarına dâhil edilmesi; doğal gaz ve elektrik altyapısının güçlendirilmesi; petrol ve doğal gaz arama ve üretim faaliyetlerinin başta denizlerde olmak üzere hızlandırılarak sürdürülmesi ve elektrik sektöründe teknolojik dönüşüm uygulamalarına ağırlık verilmesi hedeflenmiştir.

İkinci olarak enerji verimliliğini artırmak için elektrik ve doğal gazda talep tarafı katılımı uygulamasına yönelik piyasa altyapısının oluşturulması, enerji verimliliğine yönelik kamuoyunu bilgilendirecek faaliyetler düzenlenmesi ve elektrikli araçlara yönelik enerji sistemi planlamasının yapılması hedeflenmiştir.

Bu hedeflere daha hızlı ulaşabilmek adına kurumsal ve sektörel kapasitenin geliştirilmesi, uzmanlaşmanın desteklenmesine yönelik kariyer yönetim sisteminin oluşturulması, altyapının tümleşik olarak geliştirilmesi ve kamuoyunun nükleer enerji, yerli kömür ve madencilik konusunda bilgilendirilmesi planlanmıştır. İlgili sektörlerde faaliyet göstereceklerin gerekli yetkinlikleri hızla kazanması için gerekli desteklerin sağlanması amaçlanmaktadır.

Stratejik planın bir diğer amacı ülkemizin enerji (elektrik ve doğal gaz) ticaret merkezi olmasına yönelik çalışmalara devam edilmesi ve öncelikli alanlarda, hedef ülkelerle iş birliğini ve yatırım fırsatlarını geliştirmeye yönelik stratejilerin desteklenmesidir. Cumhurbaşkanlığınca 12 Ekim 2022 tarihinde yapılan açıklamayla, Avrupa'yı kuzeyden besleyen doğal gaz boru hatlarının devre dışı kalmasıyla, Avrupa'nın ihtiyaç duyduğu doğal gazın Türkiye'de oluşturulacak doğal gaz ticaret merkezi üzerinden aktarılması gündeme gelmiştir. Bu kapsamda ETKB'nin Türkiye'nin bölgesel doğal gaz ticaret merkezi olmasına yönelik hedefleri kapsamında EPIAŞ, EPDK ve BOTAŞ tarafından süreç yürütülmektedir. EPIAŞ, spot ve vadeli gaz piyasalarını sunduğu 24 adet farklı ürün grubu üzerinden işletmekte ve merkezi karşı taraf hizmeti sağlayarak risk yönetimi gerçekleştirmektedir. EPIAŞ'ın sahip olduğu bilgi birikimi ve teknik altyapısının bu hususta önemli bir unsur olduğu değerlendirilmektedir.

Son olarak Ar-Ge çalışmalarının artırılması ile sektörde kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi, yerleştirilmesi ve enerji altyapılarımızda milli sistemlerin kullanılmasının sağlanması amaçlanmıştır. Dijital teknolojilerin sektörde yaygınlaşması ile piyasalardaki öngörülebilirliği artırmak, bürokratik süreçleri kısaltmak, orta ve uzun vadeli talep projeksiyonları ile arz planlamasının yapılması ve piyasalarda şeffaflık ve finansal öngörülebilirliğin sağlanması hedeflenmiştir.

Stratejide yer alan amaç ve hedefler aynı zamanda On Birinci Kalkınma Planı hedefleriyle de uyum gözetilerek hazırlanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmaların değerlendirilmesi bir sonraki bölümde yapılmaktadır.

2.2.4 On Birinci Kalkınma Planının Değerlendirilmesi

On Birinci Kalkınma Planında enerji sektörü için öngörülen temel amaç “enerjinin nihai tüketiciye sürekli, kaliteli, güvenli, asgari maliyetlerle arzını ve enerji temininde kaynak çeşitlendirmesini esas alarak; yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını mümkün olan en üst düzeyde değerlendiren, nükleer teknolojiyi elektrik üretiminde kullanmayı öngören,

ekonominin enerji yoğunluğunu azaltmayı destekleyen, israfı ve enerjinin çevresel etkilerini asgariye indiren, ülkenin uluslararası enerji ticaretinde stratejik konumunu güçlendiren rekabetçi bir enerji sistemine ulaşılması” olarak belirlenmiştir. Bu temel amaç On İkinci Kalkınma Planı dönemi için de esas alınabilir.

On Birinci Kalkınma Planında, plan dönemi için öngörülen başlıca büyüklükler ile güncel durum aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Tablodan da görüleceği üzere birincil enerji ve elektrik enerjisi talebine ilişkin hedeflerin tutturulabilmesi için birincil enerji talebinin 2022 ve 2023 yılında her yıl ortalama %5 mertebesinde; elektrik enerjisi talebinin ise 2022 ve 2023 yıllarında ortalama %6 mertebesinde artması gerekmektedir. Tarihsel veriler incelendiğinde, birincil enerji talebi için yıllık %3,3 ve elektrik enerjisi talebi için yıllık %3,8 artış trendi olduğu görülmektedir.

Tablo 3: On Birinci Kalkınma Plan Hedefleri ve Gerçekleşme Durumu

Göstergeler	On Birinci Plan Hedefi (2023)	Güncel Durum (2022)
Birincil Enerji Talebi (BTEP)	174.279	159.400
Elektrik Enerjisi Talebi (TWh)	375,8	329,7
Kişi Başı Birincil Enerji Tüketimi (TEP/Kişi)	2,01	1,88
Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh/Kişi)	4.324	3.921
Doğal Gazın Elektrik Üretimindeki Payı (%)	20,7	32,71
Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Üretimindeki Payı (%)	38,8	35,76
Yerli Kaynaklardan Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarı (TWh)	219,5	190,8
Elektrik Kurulu Gücü (MW)	109.474	103.809

Kaynak: 2022 yılı verileri ETKB ve TEİAŞ’a aittir. 2023 yılı verileri On Birinci Kalkınma Planı tahminleridir.

On Birinci Kalkınma Planında enerji arz güvenliği ve verimliliği konusunda belirlenen 12 hedefte aşağıdaki çalışmalar gerçekleştirilmiştir:

- Belirlenen kömür ve hidroelektrik santrallerinin bir kısmında rehabilitasyon çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.
- Akkuyu Nükleer Güç Santralının ilk ünitesinin Plan dönemi içerisinde tamamlanması çalışmaları kararlılıkla sürdürülmektedir. Yeni nükleer santraller için

müzakereler sürdürülmekte ve nükleer enerjide insan kaynağını geliştirmek adına uluslararası burs programları uygulanmaktadır.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretimi artırmayı ve şebekeye güvenli bir şekilde entegrasyonunun sağlanması ile ilgili çalışmaların yaygınlaşması için Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı benzeri modeller ve teşvik mekanizmaları oluşturması konusunda çalışmalar devam etmektedir. 19 Kasım 2022 tarihinde yürürlüğe giren mevzuat değişiklikleri ile depolama tesisi kurulması halinde, depolama tesisinin kurulu gücüne kadar rüzgâr ve güneşe dayalı üretim tesisi kurulmasında trafo bazındaki bağlantı kapasitesi doluncaya kadar başvuru sırasına göre işlem yapılması kuralı getirilmiştir. Yine yönetmelik değişikliği ile elektrik depolama tesislerinin yardımcı kaynak tesis ederek hibrit santrale dönüşümü ile ilgili olanaklar sağlanmıştır.
- Akıllı şebekelerin yaygınlaşması ile ilgili Türkiye Akıllı Şebekeler 2023 Vizyon ve Strateji Belirleme Projesi başlatılmıştır. Türkiye’de tüketicilerin elektrik piyasasına aktif katılımını sağlayacak, yenilenebilir enerjinin üretimdeki payını artırmaya yardımcı olacak, sistem verimliliğini ve enerji kalitesini iyileştirecek maliyet etkin bir akıllı şebekeye geçişte ihtiyaç duyulan metodolojiyi, süreçleri ve takvimi detaylarıyla tanımlayacak olan yol haritasının hazırlanması kapsamında her bir dağıtım şirketi için uygulama aksları belirlenmiştir.
- Daha verimli ve kendi enerjisini üreten binalarla ilgili gerekli mevzuat çalışmaları özellikle lisanssız üretim mevzuatı kapsamında geliştirilmektedir. Kamuda enerji verimliliği uygulamaları ve kamuoyu bilinç anketi gibi çalışmalarla gelecekte yapılacak projelerin temeli oluşturulmaktadır.
- Linyit rezervlerinin çevre standartlarına uygun şekilde elektrik enerjisi üretiminde kullanımının artırılması ile ilgili temiz kömür teknolojilerine yönelik Ar-Ge projeleri Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu ve TÜBİTAK özelinde yürütülmektedir. Ömerler ve Tunçbilek lavvar tesislerine ve daha sonrasında Dereköy lavvarına kurulan ince kömür kazanım üniteleri bu çalışmalara örnek verilebilir. Bu ünitelerde 2010-2022 yılları arasında toplam 2,25 milyon ton kömür geri kazanılarak yaklaşık 278 milyon TL kazanç elde edilmiştir.
- Kamu elindeki linyit sahalarının elektrik üretimi amacıyla kullanılması suretiyle ekonomiye kazandırılması sağlanarak elektrik üretiminde ithal kaynaklara

bağımlılığı azaltmak ve istihdama katkı sağlama hedefinde ilerleme sınırlı düzeyde kalmıştır.

- Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama projesi ve Kuzey Marmara Doğal Gaz Depolama Tevsii projesi ile toplam 10 milyar m³'lük depolama kapasitesine ulaşılması yönünde çalışmalar sürdürülmektedir. Türkiye ayrıca 2022 yılı sonu itibarıyla iki LNG terminali ve iki FSRU (Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesi) ile günlük 133 milyon m³ doğal gaz giriş kapasitesine ulaşmıştır.
- Uluslararası elektrik enterkoneksiyon kapasitesi artırılarak sınır ötesi ticaret imkânını geliştirmek için oluşturulan Tortum-Gürcistan enerji iletim hattı ve Türkiye ile İran arasındaki elektrik ticaretine imkân verecek Van asenkron paralel bağlantı projeleri devam etmektedir.
- Enerji altyapısının işletilmesine yönelik Siber Güvenlik Operasyon Merkezi kurma hedefi Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu bünyesinde merkezin açılmasıyla gerçekleşmiştir.
- Türkiye'nin doğal gaz ve petrol ticaretinde bölgesel bir ticaret merkezi olması hedefi TANAP ve TürkAkım boru hatlarının devreye girmesiyle yeni bir sürece girmiş olup bölgede yaşanan uluslararası krizlerin yarattığı değişim göz önüne alınarak çalışmalara devam edilmesi planlanmaktadır. Bu bağlamda, doğal gaz sürekli ticaret platformu ve gün öncesi piyasası, EPIAŞ tarafından işletilen önemli piyasa bileşenleridir. Fiziksel teslim şartlı ve ileri vadeli doğal gaz ticaretine imkân veren Vadeli Doğal Gaz Piyasası (VGP) 1 Ekim 2021 tarihi itibarıyla devreye alınmıştır. Sürekli Ticaret Platformu (STP) vasıtasıyla doğal gaz piyasasındaki oyunculara bir gaz günü için, bir gün öncesi saat 08.00'den başlayarak bir gün sonrası saat 14.00'e kadar ticaret yapma imkânı sağlanmaktadır. Ayrıca BOTAŞ, sistemin dengesini sağlama amacı ile yapacağı dengeleme gazı alış ve satışlarını öncelikli olarak STP üzerinden gerçekleştirmektedir. Gün öncesi piyasası ise doğal gaz piyasasında enerji üreticileri, ticari yapılar ve tüketicilerin bir sonraki gün için doğal gaz alım satım işlemlerini gerçekleştirdiği organize bir piyasa olup katılımcılara gelecek günün doğal gaz fiyatlarını ve taleplerini tahmin etme ve buna göre pozisyonlarını ayarlama imkânı sunmaktadır.

2.2.5 Hedeflere Ulaşılmasının Önündeki Başlıca Sorunlar

On Birinci Kalkınma Planında öngörülen hedeflerden bazılarında sapmalar olmakla birlikte Plan döneminin sonunda bazı rakamsal hedeflere ulaşılabilmesi imkân dâhilinde görülmemektedir. Bu dönemde yaşanan Covid-19 pandemisi ve arkasından gelen enerji krizi ve Rusya-Ukrayna Savaşı, plan tasarlanırken öngörülemeyecek olaylardır.

Türkiye'nin yaygınlaşan ve artan doğal gaz tüketiminin, artan fiyatlarla birlikte enerji arz güvenliği bağlamında dikkatle takip edilmesi gerekmele birlikte yaşanan kur şokları ve enflasyonist gelişmeler maliyeti artıran önemli etmenler olmuştur.

2.2.5.1 Mevzuattan Kaynaklanan Sorunlar

Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin Türk lirası olarak belirlenen fiyatlarla desteklenmesinin finans kuruluşlarınca bazı belirsizliklere yol açtığı değerlendirmelerine rastlanabilmektedir. Bu kapsamda Plan döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapılmak istenmesi halinde yenilenebilir enerji potansiyelinden azami ölçüde ve mümkün olan en az toplumsal maliyetle faydalanılması için yeni yaklaşım ve süreçlerin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Bürokratik işlemlerin sürelerinin kısaltılması ve prosedürlerin basitleştirilmesinin yatırım sürecinin hızlanmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda özellikle dijitalleşme tarafında atılan başarılı adımların sürdürülmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Son olarak dinamik bir bakış açısıyla sektörel ihtiyaçların karşılanması için gerektiğinde mevzuatta değişiklikler yapılması karşılaşılan sorunların hızla aşılmasını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, mevzuat değişikliklerinin yatırımcı açısından belirsizliklere ve yatırım kararlarının olgunlaştırılmasında duraksamaya yol açabileceği de dikkate alınmalıdır. Mevzuat oluşturulurken 2053 yılı iklim hedefleri ve On İkinci Kalkınma Planı öncelikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

2.2.5.2 Kurumsal Yapılanmadan Kaynaklanan Sorunlar

On Birinci Kalkınma Planı hedef önerileri kapsamında ilgili dönemde kurumsal yapılanma ile alakalı bir sorun tespit edilmemiştir.

2.2.5.3 İnsan Kaynaklarından Kaynaklanan Sorunlar

Ara eleman ihtiyacı, diğer sektörlerde olduğu gibi enerji sektöründe de her geçen gün daha önemli hale gelmektedir. Yeterli eğitime sahip, teknik donanımlı personel eksikliği, gerek yatırım gerekse işletme aşamasında verimsizliklere yol açabilmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji sektöründe nüfusa göre istihdama bakıldığında Türkiye'nin diğer ülkelerin gerisinde kaldığı görülmektedir.

Tablo 4: Ülkelere Göre Yenilenebilir Enerji Sektöründe Çalışan Kişi Sayısı

Ülkeler	Nüfus (2020)	Yenilenebilir Enerjide Toplam İstihdam	Toplam İstihdamın Nüfusa Oranı (%)
Almanya	83.240.000	296.784	0,36
ABD	329.500.000	838.415	0,25
Çin	1.402.000.000	4.731.574	0,34
Vietnam	97.340.000	228.706	0,23
Hindistan	1.380.000.000	725.783	0,05
Türkiye	84.340.000	109.688	0,13
Norveç	5.379.000	16.791	0,31
Danimarka	5.831.000	45.925	0,79

Kaynak: Bilkent Enerji Politikaları Araştırma Merkezi, 2021

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmada benzer hedefleri olan ülkeler arasında bu alana en düşük istihdam sağlayan ülkelerden biridir. Yeni iş modelleri, güncellenen eğitim müfredatı ve bu sektörlerle yapılacak yatırımlarla bu sorunun üstesinden gelinebileceği değerlendirilmektedir.

İnsan kaynakları ile ilgili temel problemlerden bir tanesi de Türkiye'den yurtdışına giden eğitimli insan sayısındaki artıştır.

2.2.5.4 Altyapıdan Kaynaklanan Sorunlar

On Birinci Kalkınma Planı hedeflerine ulaşılmasında altyapıdan kaynaklanan önemli sorunlar yaşanmamış olmakla birlikte Şubat 2022'de Isparta'da yaşanan kesinti nedeniyle 16 bin abonenin iki gün boyunca elektriğe erişememesi Plan dönemi içerisindeki en önemli sorun

olarak kayıtlara geçmiştir.

Enerji verimliliği ve arz güvenliği hedeflerine ulaşmada dağıtık üretim ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve akıllı şebeke dönüşümü önemli katkılar sağlayacaktır. Bu dönüşümün istenilen hızda gerçekleşmiyor olması altyapısal bir sorun olarak değerlendirilebilir.

2.2.5.5 Halkla İlişkilerden Kaynaklanan Sorunlar

Enerji yatırımlarının nitelikleri ile toplumsal fayda ve maliyetlerinin yerel halka yeterince anlatılamaması ile yatırımcıların bazı durumlarda etkin yerel özdeşlikler kuramamaları yatırımların hayata geçirilmesinde özellikle zamanın etkin kullanımı bağlamında sorunlara neden olmuştur.

Enerji verimliliği konusunda da genel olarak halkta, bina sahipleri ve kiracılarda, küçük ve orta ölçekli sanayi tesislerinde, OSB'lerin önemli bir bölümünde yeterli farkındalığın oluşmadığı, bu nedenle geri dönüş süresi çok kısa olan enerji verimliliği yatırımlarının dahi yapılamadığı gözlenmektedir. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı çerçevesinde hazırlanan Kamuoyu Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi Araştırma Raporunun bulgularına göre 100-200 puan arasında değerlendirilen enerji verimliliği bilinç endeksinde Türkiye'de enerji verimliliği konusunda bilgi boyutunda 179 puan olan verimlilik endeksi davranış tarafında 148,5 puanda kalmıştır. Sonuç olarak enerji verimliliği bilinç endeksi 163,8 ile orta-üst seviye olarak kabul edilmiştir.

2.2.5.6 Diğer Sorunlar

Türkiye'nin sınırlarının ötesindeki istikrarsızlıklarla ortaya çıkan sorunlar rekabet avantajının ve fırsatların değerlendirilmesi ile yabancı yatırımcı çekilmesinde güçlüklerle karşılaşılmasına neden olabilmektedir.

Rusya-Ukrayna Savaşı ile şiddetlenen enerji fiyatlarındaki aşırı oynaklıklar ve öngörülemeyen yükselişler, enerji talebinin yaklaşık üçte ikisini ithal eden Türkiye'nin ithalat yükünü artırmıştır. Bu dönemde petrol ve doğal gaz fiyatlarının yanı sıra petrol ürünlerinin fiyatları da rafineri marjları nedeniyle oldukça yükselmiştir.

2.2.6 Uluslararası Karşılaştırmalı Olarak Türkiye İçin Temel Göstergeler

UEA ve ETKB verilerine göre Türkiye'nin, 2021 yılında dünya enerji tüketimindeki payı %1,1'dir. Dünya enerji tüketiminin %38,6'sına sahip olan OECD ülkeleri içinde ülkemizin payı %4,2'dir. Covid-19 pandemisi sonrasında enerji talebi OECD ülkelerinde %4,4 artış gösterirken Türkiye'de %6,3 oranında artmıştır.

Tablo 5: Seçilmiş Göstergeler 2021

Göstergeler	Türkiye	AB	Dünya
Birincil Enerji Tüketimi (EJ)	5,18	60,11	439,10
Petrol Tüketimi (EJ)	1,85	21,32	166,00
Doğal Gaz Tüketimi (EJ)	2,06	14,28	72,00
Kömür Tüketimi (EJ)	1,74	6,74	53,00
Yenilenebilir Enerji Üretimi (EJ)	0,61	14,10	39,91
Hidroelektrik Tüketimi (EJ)	0,52	3,24	40,26
CO ₂ Salımı (Milyon Ton)	403,30	2.728,20	36.639,00

Kaynak: ETKB ve UEA

Türkiye beş yıl öncesine göre kömür talebini %8, petrol talebini %10 artırırken AB ülkelerinde bu kaynaklara olan talebin çok az da olsa azaldığı görülmektedir. Aynı dönemde CO₂ salımının Türkiye'de %12 arttığı görülürken, AB ülkelerinde %12 azaldığı görülmektedir. COP 27 toplantısında Türkiye'nin güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanı ile 2030 yılı için belirlediği %21 emisyon artıştan azaltım hedefinin %41'e yükseltildiği açıklanmıştır.

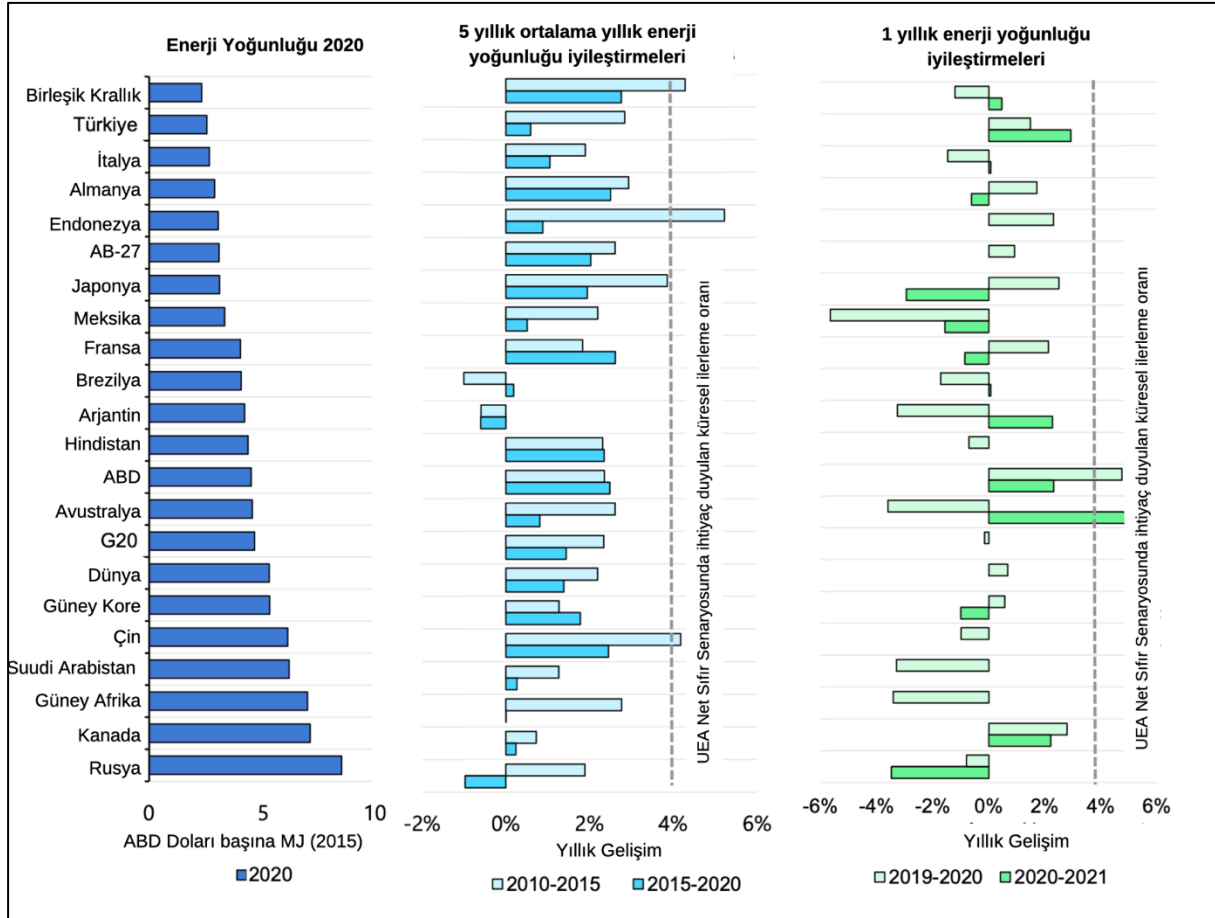
2020 ve 2021 yıllarında enerji yoğunluğundaki ilerleme, pandeminin ve buna bağlı ekonomik bozulma ve toparlanmanın etkisini yansıtan ciddi dalgalanmalar göstermiştir. Dalgalanmaların geçici nitelikte olup olmadığı hala tartışılabilir olsa da enerji dönüşümündeki genel trendin devam ettiği ve bu süreçte önümüzdeki Plan döneminde daha uzun vadeli eğilimlerin gözlemlenebileceği değerlendirilmektedir.¹⁹

Enerji yoğunluğu değerleri incelendiğinde Türkiye'nin başarılı bir performans gösterdiği görülmektedir. Türkiye geçtiğimiz yılda enerji verimliliği yoğunluğunu %3 geliştirerek bu alanda en iyi performans gösteren ülkelerden biri olmuştur. Son on yıl incelendiğinde ise Türkiye'nin 2010-2015 yılları arasında gösterdiği performansın 2015-2020

¹⁹ UEA, Enerji Verimliliği 2022 Raporu.

yılları arasında yavaşladığı görülmektedir.

Şekil 5: G20 Ülkelerinde Birincil Enerji Yoğunluğu, 2020 ve Yıllık İyileşme, 2010-2021

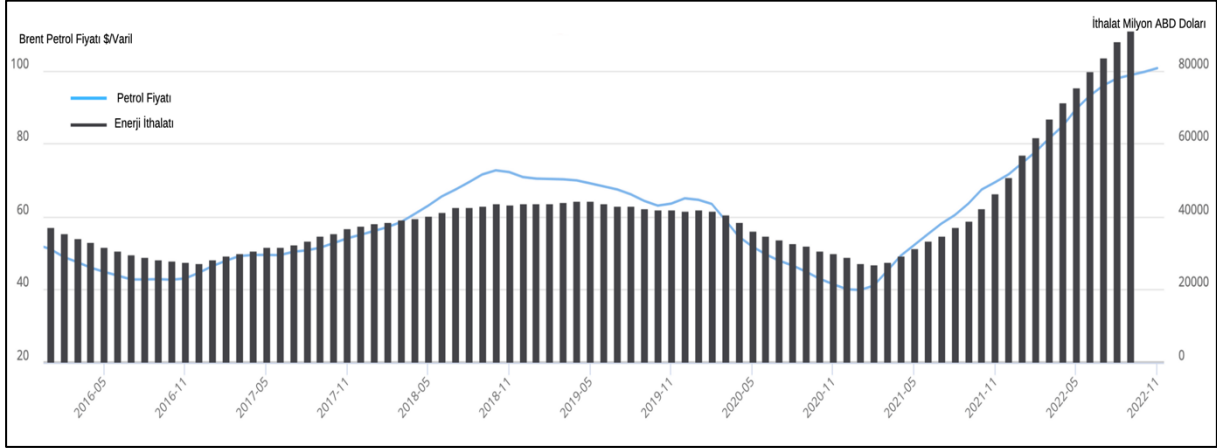


Kaynak: UEA

2.3 İlişkili Temel Alanlardaki Gelişmelerin Rapor Konusu Alana Yansıması

UEA'nın 2022 Yılı Enerji Verimliliği Raporuna göre AB ülkelerinde enerji fiyatlarındaki enflasyon oranı ortalaması bir önceki yıla göre %39 değişim gösterirken Türkiye'de %137 değişim gerçekleşmiştir. Son beş yıllık dönem incelendiğinde petrol fiyatı ile enerji ithalatı arasındaki pozitif korelasyonun devam ettiği gözlemlenmektedir. Petrol fiyatlarının 100 ABD doları/varil değerini geçmesi ile enerji ithalatında yapılan harcamaların 90 milyar ABD dolarının üzerine çıktığı görülmektedir.

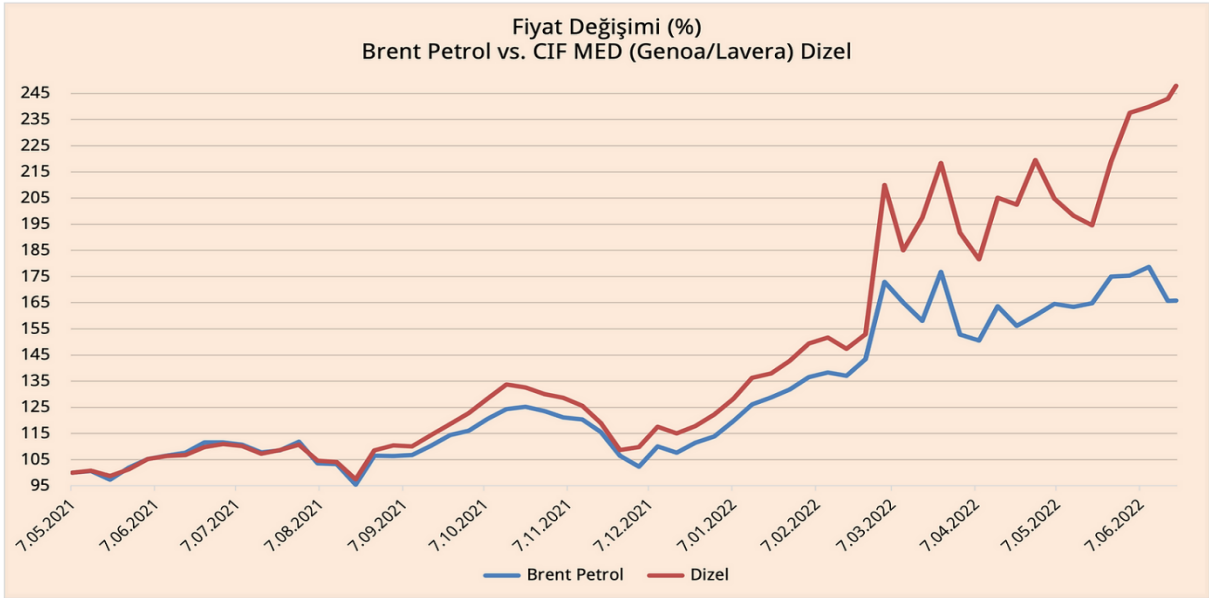
Şekil 6: Petrol Fiyatları ve Enerji İthalatı



Kaynak: TCMB

Rusya-Ukrayna Savaşı ve pandemi sonrası toparlanma ile gelen talep artışı nedeniyle petrol ürünlerinin fiyatlarında ciddi artışlar olmuştur. Rafineri marjlarının yükselmesiyle birlikte enerji ithalat maliyeti petrol fiyatlarının artışından daha hızlı bir yükseliş göstermektedir.

Şekil 7: Petrol ve Petrol Ürünlerindeki Fiyat Farklılıkları



Kaynak: Bloomberg Terminal

Şekil 7'de ABD doları cinsinden Brent petrol ile dizel fiyatları arasındaki makasın genişlediği görülmektedir. Uluslararası siyasi istikrarsızlıkların bu dönemde oluşturduğu

belirsizlikler fiyatlarda olağandışı dalgalanmalar yaratmıştır. Maliyetlerdeki belirsizliğin arttığı bu dönemde ekonomik göstergeler olumsuz yönde etkilenmektedir. 2022-2024 Orta Vadeli Programda 2022 yılı için 42,5 milyar ABD doları harcama yapılması planlanan enerji ithalatımızın 90 milyar ABD doları seviyelerine yükselmiş olması orta ve uzun vadeli hedeflerimizin başarısını olumsuz yönde etkilemektedir.

İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında alınabilecek tedbirler enerji sektörünü doğrudan etkilemektedir. Bu çerçevede, karbon fiyatlamaının enerji fiyat düzeyine etki edeceği değerlendirilmektedir. Karbon vergisi veya karbon piyasası uygulaması, fosil yakıtlar açısından dezavantaj, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından avantaj sağlayacaktır.

Önümüzdeki plan döneminde yenilenebilir enerji yatırımları için ihtiyaç duyulan ekipmanlara erişimde daha güçlü rekabet koşulları oluşacağı, dünyada uygulanmakta olan sıkı para politikalarının finansman maliyetlerinin yükselmesine yol açacağı, yetişmiş insan gücünün korunmasının güçleşebileceği konularının da önem arz edeceği öngörülmektedir.

2.4 Türkiye'deki Dinamiklerin ve Dünyadaki Eğilimlerin Muhtemel Yansımaları

Dünyadaki siyasal istikrarsızlığın sürmesi enerji fiyatlarında önemli dalgalanmalara yol açmakta ve enflasyon artışına önemli katkıda bulunmaktadır. 2021 yılı verilerine göre enerjisinin %78'ini ithal eden Türkiye de bu durumdan etkilenmektedir. İlişkili Temel Alanların Rapora Yansıması bölümünde gösterildiği üzere petrol fiyatları ile pozitif korelasyona sahip cari işlem dengesi, enerji güvenliği üzerinde belirleyici etkiye sahip olduğunu açık bir şekilde göstermektedir. Bölgemizdeki siyasi istikrarsızlıklar ve çatışma ortamı, bu konuda ilave risklerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu tür risklerin azaltılması amacıyla, hem karada hem denizde hidrokarbon arama çalışmaları kararlılıkla sürdürülmeli ve bunun için değişen koşullara uyum sağlayabilen bir strateji hayata geçirilmelidir.

Hızla artan enerji talebinin karşılanması için gereken yatırımların finansmanında dış kredilerin payı oldukça yüksektir. Sermaye girişinde yaşanabilecek sorunlar, arz güvenliğinin sağlanması üzerinde olumsuz etkilere yol açabilecektir. Küresel iklim değişikliği ile mücadele ve rekabet üstünlüğünün korunması gibi farklı saiklerin de etkisiyle dış finansmanın daha ziyade yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile enerji verimliliğine ilişkin projelere yöneldiği görülmektedir. Bu alandaki finansmana erişimi en yüksek seviyeye çıkarabilmek için çeşitlendirilmiş araçlar ve yöntemlerden yararlanılmalı, mevzuat yeni iş modellerine imkân

verecek şekilde geliştirilmeli ve ülkemizi uzun vadeli yatırımlar için çekici bir seçenek yapma konusunda çalışmalar sürdürülmelidir.

Enerji krizinin yarattığı ekonomik darboğaz fırsat bilinerek enerji verimliliği konusunda daha ciddi düzenlemeler yapılması ve halkın bilinç düzeyinin artırılması yönünde çalışmaların hızlandırılması, uzun vadede enerji bağımlılığımızı düşürmeye katkı sağlayabileceği gibi bu alanda daha gelişmiş bir yatırım ortamına da sahip olmamıza olanak sağlayacaktır.

Doğu Akdeniz'deki hidrokarbon potansiyelinin önümüzdeki dönemde de önemli tartışma konularının başında olacağı tahmin edilmektedir. Ortadoğu ülkeleriyle ilişkilerimizin yanı sıra Kıbrıs konusuna da bağlı olarak şekilleneceği düşünülen Doğu Akdeniz'deki gelişmelerin kapsamlı, yakından ve proaktif olarak değerlendirilmesinin hayati önemde olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, Akdeniz'e kıyıdaş olan ülkelerin arama-üretim bağlamında aynı anda lisans ihalesine çıkarak yatırımcıların ilgisini cezbetmek için yarıştıkları dikkate alındığında, milli çıkarlarımızı destekleyen bir stratejiyle yatırımcıların ilgisinin ülkemizin girişim ve ihalelerine çekilebilmesi önem arz etmektedir.

3. PLAN DÖNEMİ PERSPEKTİFİ

Son dönemde yaşanan küresel krizler, emtia fiyatlarındaki dalgalanmalar, devletleri enerji maliyetlerini azaltmak ve öngörebilmek için doğal kaynakların daha etkin kullanılmasına ve enerji verimliliğine odaklanmasına yol açmıştır. Verimliliğe ulaşmanın temel araçlarından biri olan enerji teknolojilerinde son dönemde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve depolama teknolojilerinde önemli ilerlemeler gerçekleşmiştir. Örneğin, güneş enerjisi sistemlerinin verimliliği artmış ve maliyetleri önemli ölçüde azalmıştır. Benzer şekilde rüzgâr enerjisi sistemlerinin verimliliğinde de artışlar kaydedilmiştir. Ayrıca, hidrojen yakıt hücresi teknolojileri maliyetin azalmasına bağlı olarak giderek daha yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler sayesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşma hızı artarak gelişimini sürdürmüştür. Üretim tarafındaki teknolojik gelişim aynı zamanda tüketim tarafında da gerçekleşmiş ve enerji tasarruflu aydınlatma sistemleri, enerji verimli ev aletleri ve enerji verimli endüstriyel ekipmanlar son kullanıcılara sunulmuştur.

Önümüzdeki dönemde uluslararası politik istikrarsızlıkların yarattığı etkilerin en aza indirilmesi ve bunu sağlayacak teknolojik gelişim, kaynak çeşitliliği ve verimli enerji tüketimi, üzerinde yoğunlaşılacak temel alanlar olarak görülmektedir. Tarihte enerji dönüşümleri uzun yıllar alan ve siyasetten ekonomiye pek çok alanı etkileyen çok yönlü süreçlerdir. Odundan kömüre, kömürden petrole, petrolden doğal gazıya yönelik olan bu dönüşümün tamamlanması on yıllar almıştır. Şimdiye yenilenebilir enerjiyi odağına alan elektrifikasyon sürecinin önceki dönüşümlerden kolay ve kısa olamayacağı açıktır. Artan iklim değişikliği endişeleri bu dönüşüm sürecini olabildiğince kısaltmaya çalıştığı için pek çok yeni iş birliği ve çatışma alanı doğmaktadır. Burada karar alıcı mekanizmaların bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanacak politikalar geliştirmeleri, teknolojik gelişimde öncü konuma gelecek paydaşların desteklenmesi ve yeni teknolojilerin maliyetlerinin düşürülmesi enerji verimliliği ve arz güvenliği konusunda önemli rol oynayacaktır.

Günümüzde enerji dönüşümünde başarılı bir ülke olmak için yenilikçi düşünce ve sermayeye erişim önem arz etmektedir. Enerji teknolojilerinde öncü atılımlar yapabilen ülkeler uzun vadede o alandaki standartları belirleyebilmek gibi güçlü bir ayrıcalığa erişerek kendi teknolojilerini diğer ülkelere de ihraç edebilme fırsatı yakalayacaklardır. Bu durum hem uluslararası sermayenin ilgili yatırımlara çekilebilmesi ve ticaret hacminin genişlemesi hem de

Üretim maliyetlerinin düşmesi konusunda katkılar sağlayarak arz güvenliğinin temininde etkili olacaktır.

Tıpkı fosil yakıtlarda olduğu gibi yenilenebilir enerji teknolojileri de maden ve nadir toprak elementlerine ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde bu kaynakların önemli çoğunluğu az sayıda ülkede toplanmıştır. Örneğin dünya kobalt arzının %50'si Demokratik Kongo Cumhuriyeti, lityum arzının %50'si Avustralya ve nadir toprak element üretiminin %50'si Çin Halk Cumhuriyeti tarafından yapılmaktadır. Uluslararası siyasi gerilimlerin doğurduğu petrol ve doğal gaz kaynaklarının ticaretini kısıtlayan politikaların benzerlerinin bu emtialarda da yaşanmaması için diplomatik ilişkilerin dengeli sürdürülmesi, adil bir paylaşım mekanizmasının geliştirilmesi ve bu ürünlerin uygun şekilde geri dönüşümünün sağlanması gereği ne çıkmaktadır. Bu konularda gerekli Ar-Ge ve yatırım çalışmalarının desteklenmesi gerekmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti de gelişmekte olan bir ülke olarak kuruluş felsefesinde yer alan muasır medeniyetlerin üzerine çıkma hedefinin ihtiyaç duyduğu enerjinin, yerli ve yenilenebilir kaynaklarını mümkün olduğunca en etkin şekilde kullanarak dünyadaki iyi uygulama örneklerini de inceleyerek enerji dönüşümü politikalarını bütüncül bir yaklaşımla hayata geçirme çabasındadır. Çeşitli sektörlerde enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji, hidrojen ve batarya teknolojileri yoluyla enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yerli kömür kaynakları, nükleer enerji ve doğal gaz arama ve üretim yatırımları yoluyla güvenli bir enerji arzının sağlanması daha sürdürülebilir ve istikrarlı bir enerji ortamına katkıda bulunacaktır.

Enerji sektörünün sermaye yoğun yapısı ve uzun vadeli yatırım planlama gereklilikleri, finansman sağlamak için uluslararası standartlara uyulmasını gerektirmektedir. Proje finansmanı sağlayamayan projelerin desteklenmesi, enerji dönüşümü sürecini engelleyebilme veya geciktirebilme riski taşımaktadır. Dahası, maliyetlerin yükselmesine de yol açabilmekte ve böylelikle demeler dengesi ve enflasyon gibi makroekonomik göstergeleri önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu itibarla, baştan belirlenmiş standart ve etki analizi kriterlerini sağlayan yaklaşım ve projeler desteklenmelidir. Nihayetinde etkili politikalar, tedbirler ve stratejiler uygulamak için iyi işleyen bir hukuk sistemine ve bağımsız, hesap verebilir bir düzenleyici kuruma sahip olmak elzemdir. Bu unsurlar, enerji sektörünün finansman karmaşıklığını aşabilmesini, küresel standartlara uyumun sürdürebilmesini ve nihayetinde daha geniş ekonomik hedefler doğrultusunda sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın başarılabilmesini

sağlayacaktır.

Aynı zamanda, dinamik eğitim programları yoluyla nitelikli işgücünün yetiştirilmesi, yurtdışına giden profesyonelin geri dönmesinin teşvik edilmesi ve insan kaynaklarının enerji sektöründeki zorlukların üstesinden gelebilecek şekilde güçlendirilmesi, yenilikçiliği ve ilerlemeyi teşvik edecektir. Enerji verimliliği, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve insan kaynaklarının geliştirilmesini içeren kapsamlı bir yaklaşıma sahip ülkeler, daha dirençli ve çevreye duyarlı bir enerji sektörü oluşturabilecektir.

3.1 Uzun Vadeli Hedefler

Enerji sektöründe Türkiye'nin uzun vadeli hedeflerini içeren iki temel husus bulunmaktadır. Bunlar, 2035 yılı hedeflerinin belirlendiği Türkiye Ulusal Enerji Planı ve 2053 yılı net sıfır emisyon hedefidir. On İkinci Kalkınma Planı hedeflerinin bu hedeflerle uyumlu olması, kurumsal koordinasyonun sağlanması ve ortak bir yol haritasının belirlenebilmesi açısından faydalı olacaktır.

Türkiye Ulusal Enerji Planı hedeflerine göre 2035 yılında ulaşılmaması beklenen kapasiteler aşağıdaki gibidir:

- Birincil enerji tüketiminin 205,3 milyon ton eşdeğer petrole (MTEP) yükselmesi,
- Elektrik üretiminin 510,4 TWh'e ulaşması,
- Elektrik enerjisinin nihai enerji tüketimi içindeki payının %24,9'a erişmesi,
- Enerji yoğunluğunun %35,3 azalması,
- Toplamda 189,7 GW'a yükselmesi beklenen elektrik kurulu gücünde güneş enerjisinin 52,9 GW'a, rüzgâr enerjisinin 29,6 GW'a ve nükleer enerji kapasitesinin 7,2 GW'a yükselmesi.²⁰

Bu dönemde devreye alınması öngörülen kapasite 96,9 GW olarak hesaplanırken elektrik üretiminde kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %34,2'ye ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %54,7'ye yükselmesi planlanmaktadır.

2023 yılının başında yayımlanan Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası dokümanında yer alan hedeflerde hidrojen teknolojilerinin yerli ve milli kaynaklarca geliştirilmesi ve 2035 yılına kadar yeşil hidrojen üretim maliyetinin 2,4 ABD doları/kg'ın

²⁰ Türkiye Ulusal Enerji Planı, 2022.

altına, 2053 yılında ise 1,2 ABD doları/kg seviyesine düşürülmesi hedeflenmiştir.²¹ Bununla birlikte elektroliz kurulu güç kapasitesinin 2030'da 2 GW ve 2035'te 5 GW'a yükseltilmesi planlanmıştır.

AB taksonomisinde yeşil dönüşüme geçiş yakıtı olarak tanımlanan doğal gaz ve nükleer enerji Türkiye enerji sektöründe daha ileri bir çerçevede ele alınmaktadır. Doğal gaz, elektrik üretiminde halen önemli bir paya sahip olmasının ötesinde sanayi ve konutlarda ikamesi güç bir yakıt haline gelmiştir. On Birinci Kalkınma Planı döneminde gerçekleşen Sakarya Sahasındaki doğal gaz keşfi Türkiye'nin enerji arz güvenliği için önemli bir adım olmuştur. Yapılacak keşiflerle birlikte Türkiye'nin doğal gaz ithalatına olan bağımlılığının azaltılarak enerji arz güvenliğinin artırılması ve dış ticaret açığının düşürülmesi ile yerli doğal gaz üretiminin artırılarak, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlanması uzun vadeli hedefler arasında yer almaktadır.

Önümüzdeki dönemde Akkuyu Nükleer Güç Santralının ilk reaktörünün devreye girmesi ile Türkiye'de nükleer enerji kullanımı başlayacaktır. Yeni nükleer santrallerin inşası ile ilgili çalışmalar ve özellikle son yıllarda gündeme gelen küçük modüler nükleer reaktörler gibi yeni teknolojiler için yatırım imkânları araştırılmakta ve nükleer enerji yönetimini sağlayacak insan kapasitesinin gelişimi için uluslararası eğitim kurumlarına uzmanlar gönderilmektedir.

Türkiye enerji arz güvenliğinin sağlanmasına ilişkin denklemde bütün kaynaklar kendisine yer bulmaktadır. Bu denklemde, ithalat bağımlılığının kısa ve orta vadede izale edilmesi mümkün görünmemektedir. Bu çerçevede arz güvenliğinin sağlanmasında, enerji diplomasisi kadar ve hatta enerji diplomasisini besleyen iyi işleyen piyasaların varlığının altını çizmek gerekir. Türkiye'de enerji üretimi ve ticareti faaliyetlerinin, rekabetçi bir piyasa yapısı içerisinde büyük ölçüde özel sektör tarafından yürütülmesi hedeflenmiş ve bu hedef doğrultusunda önemli yasal ve idari düzenlemeler yapılmıştır. Bu yapının, arz güvenliğini sağlayarak rekabetçi bir şekilde sürdürülmesi, seçilen piyasa modeli ve kurallarının tüm yönleriyle uygulanmasına bağlıdır. Talep tarafı katılımı ve enerji depolama alanında On Birinci Kalkınma Planı döneminde yapılan mevzuat çalışmaları ile EPIAŞ'ın yetkinliğinin artırılması bu hedefin gerçekleşmesi için atılan önemli adımlardandır. Önümüzdeki Plan döneminde de teknolojik gelişmelerle uyumlu düzenleyici çerçevelerin oluşturulması, akıllı şebeke alt

²¹ Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası, 2023.

yapısının güçlendirilmesi ile dijital dönüşümün sağlanması ve enerji verimliliği standartlarının geliştirilmesi bu sürecin gelişimine katkı sağlayacaktır.

Diğer taraftan, emtia fiyatlarındaki dalgalanmalardan en az şekilde etkilenilmesi amacıyla doğal gaz depolama kapasitelerinin genişletilmesi ve yerli kömür kaynaklarının desteklenmesi, bu amaca matuf olarak sürdürülen diğer önemli çalışma alanlarıdır. Uluslararası finansman kolaylıklarının yeni kömür santrali yapımında kullanılmasının neredeyse imkânsız hale gelmekte olduğu göz önünde bulundurularak kömürün karbon emisyonlarındaki olumsuz etkisini en aza indirebilmek ve mevcut kaynaklarımızdan mümkün olduğunca istifade edilebilmesi için bu alanda Ar-Ge çalışmaları desteklenerek karbon yakalama teknolojilerinin geliştirilmesi amaçlanmalıdır.

Enerji alanında gereksiz tüketimlerden kaçınmak amacıyla kamuoyunu bilinçlendirme çalışmaları ve pilot uygulamaların kamu binalarında başlaması ile bu alanda sürdürülebilir gelişim amaçlanmaktadır. On Birinci Kalkınma Planı döneminde hazırlanan ve önümüzdeki dönemde hayata geçirilmesi beklenen binalarda enerji verimliliği sertifikaları ile kamuoyunun enerji verimliliği alanında teşvik edilmesi ve yapılacak eğitimler ile daha bilinçli hale getirilmesi hedeflenmektedir.

3.2 On İkinci Kalkınma Planı Hedefleri

On Birinci Kalkınma Planı döneminde yaşanan Covid-19 pandemisi ve enerji krizi gibi olağanüstü gelişmeler yıllık enerji ve elektrik tüketiminin uzun vadeli ortalamalardan ayrışmasına sebep olmuştur. On İkinci Kalkınma Planı hedeflerinde enerji verimliliği gerek ülkemizin iklim hedeflerine ulaşmasında gerekse arz güvenliğinin güçlendirilmesinde odaklanılması gereken temel alan olarak ele alınmalıdır. Bu kapsamda enerji verimliliğinin gelişimi amacıyla oluşturulabilecek hedefler üç ana başlık altında özetlenmiştir:

1. Enerji Verimliliği

- Ulusal iklim hedeflerine ulaşılmasına yönelik çalışmalarda enerji verimliliğine verilen önemin güçlendirilmesi ve pekiştirilmesi,
- Sanayi, binalar, ulaştırma ve tarım sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması,
- Isıtma ve soğutma sistemlerinde enerji verimliliği çalışmalarının güçlendirilmesi,
- Enerji verimliliği alanında yapılan yatırımların uluslararası standartlara uygun hale getirilerek ihtiyaç duyulan finansman kaynaklarına erişimin güçlendirilmesi,

- Tüm sektörlerde enerji verimliliğini artıracak teknolojilerin ve Ar-Ge projelerinin desteklenmesi ile teknolojik dönüşümün sağlanması yönünde çalışmalar yapılması,
 - Enerji verimliliğine yönelik ekipman üretimi, ulaştırma ve ısınma sektörünün elektrifikasyonu ile yeni enerji teknolojilerine yapılacak yatırımların güçlendirilmesi,
 - Dağıtık enerji kaynaklarının şebekeye entegrasyonu ve yatırım ortamının oluşturulması,
 - Talep tarafı katılım mekanizmalarının etkinliğinin ve kullanımının artırılması,
 - Hanehalkı Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri, Sanayi Sektörü Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri ve Ulaştırma Sektörü Nihai Tüketim İstatistiklerinin üretilerek enerji verimliliği çalışmalarında kullanılması,
 - Toplumdaki enerji verimliliği farkındalığının geliştirilmesi,
2. Arz Güvenliği ve Enerji Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi
- Yenilenebilir enerji kaynaklarında Ulusal Enerji Planında belirtilen hedeflere ulaşılabilmesi için yenilikçi destekleme mekanizmalarının oluşturulması,
 - Hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesi ve altyapının sağlanması,
 - Yüzer GES ve denizüstü RES uygulamalarının gelişimini destekleyecek çalışmaların yapılması,
 - Enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması,
 - Elektrik şebekesi esnekliğinin geliştirilmesi,
 - Jeotermal kaynakların sürdürülebilirlik ilkeleri tahtında sorumlu bir şekilde kullanımının desteklenmesi yoluyla bu kaynaklardan üretilen enerjinin kontrollü ve standartlara uygun olarak ve uluslararası iyi uygulama örneklerinden çıkarılan sonuçları gözetilen bir anlayışla yaygınlaşmasının sağlanması,
 - Kıyılarımızdaki ve Türk Boğazlarındaki dalga, gelgit ve akıntı enerjisinden yararlanma imkânı sağlayacak Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmalarının yapılması,
 - Yerli kömür kaynaklarının kullanımı ile ilgili Ar-Ge çalışmalarının artırılması ve mevcut kaynakların enerji dönüşümü sürecinde arz güvenliğinin sağlanması amacıyla değerlendirilmesi,
 - Akkuyu Nükleer Güç Santralinin tüm ünitelerinde elektrik üretimine başlanması, küçük modüler reaktörlere yönelik yasal çerçevenin oluşturulması ve yatırım olanaklarının geliştirilmesi, yeni teknolojiye sahip nükleer enerji santralleri ile ilgili yatırımların yapılması ve nükleer endüstrinin ihtiyaç duyacağı yetkinliğe sahip insan

kaynağının geliştirilmesine yönelik gerekli eğitim altyapılarının oluşturulması,

- İthal yakıtlara bağımlılığın azaltılması için ısı pompaları alanında yatırımların yapılması, yerli üretim için Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi ve konutlarda kullanımının yaygınlaştırılması,
- Petrol ve doğal gaz arama ve üretim süreçlerinin desteklenmesi ve özel sektörün bu alanda daha fazla katkı sağlamasına imkân tanınması,
- Arz güvenliğini sağlamada gerekli yatırımlar için öngörülebilirliğin ve doğru yatırım sinyalinin sağlanması için elektrik ve doğal gaz piyasalarının daha da geliştirilmesi,
- Doğal gaz ticaret merkezi olma vizyonunun hayata geçirilmesi için gereken yasal ve teknik düzenlemelerin tamamlanması,
- Enerji diplomasisi alanında uzun vadeli stratejiler geliştiren bir yaklaşım geliştirilmesi ve bu alanda belirlenen politika ve tedbirlerin uygulanmaya başlaması,

3. İnsan Kaynakları ve Eğitim

- Sektördeki dinamik gelişime uyum sağlayabilecek ve kalifiye eleman yetiştiren eğitim programlarının oluşturulması ve desteklenmesi,
- Yurtdışına giden kalifiye iş gücünün geri dönmesi için uygun ortamın sağlanması,
- İnsan kaynağının enerji alanında karşılaşılan sorunlara çözüm üretebilecek donanıma sahip olarak güçlendirilmesi,
- Ar-Ge çalışmalarının ülke çapında kapsayıcı bir yaklaşım ve program çerçevesinde güçlendirilmesi

hedeflerini kapsamaktadır.

3.3 Hedeflere Dönük Temel Amaç ve Politikalar

Bu bölümde, On İkinci Kalkınma Planı Hedefleri bölümünde yer alan hedefler için uygulanabilecek politika önerileri gruplandırılmıştır.

1. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği ve arz güvenliğinin sağlanması amacıyla üretilecek politikalar, kamu kurumlarının güçlü koordinasyonunda, özel sektör ve sivil toplumun yüksek katılımıyla başarıya ulaşabilir. Bu süreçte iş bölümünün sağlıklı yapılması ve iş birliğinin etkin bir şekilde sağlanabilmesi, tüm paydaşların katılımı ile kamunun öncülüğünde oluşturulan uzun dönemli enerji dönüşümü stratejisinin varlığına bağlıdır. 2030 ve 2053 yılı hedeflerini içeren uzun

dönemli bir yol haritasının hazırlanması, kamunun düzenleyici/denetleyici rolünün yanı sıra finansmana erişimin geliştirilmesi ve yatırımcı olarak destek sağlamaya yönelik sorumluluk üstlenmesi, enerji dönüşümü yatırım ve finansman ihtiyacının ölçek/teknoloji dikkate alınarak saptanması, enerji dönüşümü stratejisinin ana başlıkları olarak öne çıkmaktadır. Oluşturulacak böyle bir stratejide, sanayi, ulaştırma, eğitim, çevre ve finansman gibi politikalarla uyumun ve karşılıklı etkileşimin gözetilmesi ve uygulamanın eşgüdüm içerisinde yapılması başarının anahtarıdır.

Gelişmekte olan ekonomiler sınıfında yer alan Türkiye için uzun vadeli enerji arz güvenliğinin sağlanması ve enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaşması farklı alanlarda bütüncül politikalar geliştirilerek mümkün olacaktır. Türkiye'nin enerjide ithalat bağımlılığı incelendiğinde enerji ithal edilen ülkelerle olan ilişkilerin rolünün önemi dikkat çekmektedir. Bu nedenle dış ilişkilerin, ülke çıkarlarını ve saygınlığını gözeterek barışçıl ve rasyonel çerçevede sürdürülmesi enerji arz güvenliğinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Ülkemizin ortaya koyacağı stratejinin gerektirdiği adımları başarıyla hayata geçirmesi uluslararası finansman kaynaklarına erişiminin de artmasını sağlayabilecektir. Özellikle iklim değişikliği endişelerinin yarattığı etkiyle önemli miktarlara ulaşan uluslararası enerji dönüşümü finansmanında Türkiye'nin orta ve uzun dönemli hedeflerini gerçekleştirmesini sağlayacak kaynaklar ancak uygun standartlar ve kararlı bir uygulama anlayışıyla sağlanabilir.

Son dönemde yaşanan uluslararası siyasi gelişmeler, enerji kaynaklarına erişimde kısıtlamalara neden olduğundan enerji verimliliği çalışmaları dünyada önemini oldukça artırmış ve arz güvenliğinin en önemli yapıtaşlarından birisi haline gelmiştir. Türkiye'nin de güncel koşulların gerekliliklerini yerine getirebilmesi için kurumsal seviyede enerji verimliliğine ayrılan kaynaklarını güçlendirmesi gerekmektedir. Bu kapsamda ETKB'nin enerji verimliliği alanında daha etkili bir politika yapıcı ve uygulayıcısı olması için organizasyon yapısı daha da güçlendirilmeli ve uygulama araçları çoğaltılmalıdır.

Enerji verimliliği uygulamaları son dönemde dijitalleşmenin yaygınlaşmasıyla hız kazanmıştır. Özellikle nesnelerin interneti, yapay zekâ uygulamaları, büyük veri işletim sistemleri, blokzincir ve bulut depolama sistemleri aracılığıyla enerji sistemlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi, öngörücü bakımların ve bununla birlikte şebeke optimizasyonunun sağlanması gibi önemli aşamalar kaydedilmiştir. Yapay zekânın desteğiyle enerji şirketleri büyük miktarda veriyi daha hızlı işleyebilmekte ve çeşitli kararları otomatikleştirerek

verimliliği artırabilmektedir. Blokzincir uygulamaları ise enerji ticaretinin ve şebeke yönetiminin şeffaflığını sağlayarak talep tarafı katılımının gelişimine katkı sağlamaktadır. Ülkemizde bu teknolojileri destekleyecek politikalar ile enerji verimliliği önemli aşama kaydedebilecektir.

Son olarak hedef ve uygulamaların toplumun geneli tarafından benimsenmesi enerji verimliliğine önemli katkılar sağlayacaktır. Yapılan enerji verimliliği anketleri vatandaşlarımızın temel enerji verimliliği bilgileri konusunda yetkin olsa da uygulama konusunda istenilen yeterlilikte olmadığını göstermektedir. Burada gerekli teşvikin sağlanması adına konutlarda fazla tüketime sebep olabilen sübvansiyonların kaldırılması, ortalama oda sıcaklığı konusunda halkın bilinçlendirilmesi ve gereksiz tüketimlerin en aza indirilmesi amaçlanmalıdır. Bununla birlikte teknolojinin sağladığı enerji verimliliği araçlarının toplum içinde kullanımının yaygınlaşması için gerekli teşviklerin oluşturulması ile enerji maliyetinde kademeli düşüşler amaçlanmalıdır.

2. Arz Güvenliği ve Enerji Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi

Enerji ithalatının maliyeti Türkiye ve dünyadaki politik gelişmeler ve emtia fiyatlarındaki dalgalanmalardan etkilenmektedir. Bu etkinin en aza indirilmesi, rasyonel ve stratejik bir çerçevede belirlenen politikaların kararlılıkla uygulanması ile mümkündür. Birincil enerji kaynaklarında kendine yeter olmayan Türkiye'nin enerji arz güvenliğinde kaynak ve teknoloji çeşitliliğini gözetmesi elzemdir. Bu kapsamda iklim hedefleri ile uyumlu politikalar ve öngörülebilir bir hukuk sistemi ve piyasa işleyişinin rekabet, şeffaflık ve hesap verilebilirlik ilkelerinin gözetilerek oluşturulması dünyada artan enerji dönüşümü yatırımlarının bu alanda ciddi potansiyele sahip olan ülkemize yönelmesinde etkili olacaktır. AB'de bu doğrultuda bir "AB taksonomisi" oluşturulmaktadır.²² Türkiye'nin hem AB başta olmak üzere uluslararası ortak bir sınıflandırma sistemine uyumunu hem de kendi özgün ihtiyaçlarını dikkate aldığı bir taksonomi çalışması yapması, kamu politikalarının olgunlaştırılmasına ve kaynakların tahsisinin rasyonelliğine hizmet edebilecektir. Dünyada önümüzdeki dönemde uygulamaları artacak karbon vergisi gibi düzenlemelerden en az şekilde etkilenmek için özellikle Ar-Ge çalışmalarının ve kamu-özel sektör iş birliklerinin yaygınlaştırılması ile mevzuattaki güncellemelerin bu alandaki risk ve fırsatlar gözetilerek kapsayıcı bir şekilde oluşturulması, ülkemizin uzun vadeli iklim hedeflerine daha kolay ulaşabilmesi için gereken adımlardan

²² European Commission, EU Taxonomy for Sustainable Activities.

biridir.

Türkiye, 2023 yılından başlayarak 2035 yılına kadar kurulu güneş enerjisi kapasitesini 52,9 GW'a ve rüzgâr enerjisi kapasitesini 29,6 GW'a çıkarmayı hedeflemektedir. Bu da güneşte yıllık 3,5 GW, rüzgârda ise yıllık 1,6 GW ek kapasite kurulumu anlamına gelmektedir. Bahse konu hedefin gerçekleştirilmesi, Türkiye'nin enerji portföyünde önemli bir çeşitlilik sağlayacak olup Türkiye'nin enerji bağımsızlığını artırırken aynı zamanda karbon emisyonlarını azaltma taahhüdüne ulaşmasını destekleyecektir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminin yanı sıra ısıtma ve soğutma amaçlı olarak da kullanımının artırılması önemlidir. Türkiye'nin enerji verimliliğini artırabilmesi için ısıtma ve soğutma kaynaklarını kullanma noktasında gerekli kanuni düzenlemelerin tamamlanmasıyla ithal ikameci bir yaklaşım benimseyebilir. Bu kapsamda alternatif finansman imkânlarını da dikkate alan olası tüm modeller değerlendirilerek yenilenebilir enerji kaynağının türüne ve bulunduğu bölgeye özgü farklılıkları göz ardı etmeyen yeni politikalar geliştirilmelidir. Ayrıca YEKA ve YEKDEM modellerinin uygulanmasında karşılaşılan güçlükler ve sorunlar göz önünde bulundurularak bunlara yönelik toplam faktör verimliliğini artıracak şekilde düzenlenmeler yapılmalıdır.

Ülkemiz için önemli bir kaynak olan jeotermal enerjinin özellikle tarımsal alanlarda yarattığı kaygılar göz önünde bulundurularak kontrollü şekilde yaygınlaşmasının sağlanabilmesi açısından güncel teknolojiler ve tecrübeler gözetilerek gerekli mevzuat düzenlemelerinin yapılması arz güvenliğini destekleyebilecektir. Bu çerçevede projelerin sürdürülebilirliğini ve yerel toplulukların desteğini sağlayacak şekilde sektörün gelişimi için ihtiyaç duyacağı destek mekanizmalarının sağlanmasına ve jeotermal projelerin kontrollü şekilde yaygınlaşması için çevresel ve sosyal etki değerlendirmelerine büyük önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Jeotermal enerji santrallerinin elektrik üretim sürecinde büyük miktarda atık ısı üretilmekte ve bu ısı genellikle atmosfere boşaltılmaktadır. Ancak bu atık ısının değerlendirilerek seraların ve mekânların ısıtılmasında kullanılması, sürdürülebilir tarım ve enerji üretimine yönelik yenilikçi ve çevreci bir çözüm olacaktır. Bu tür bir entegre sistemin, hem enerji verimliliğini artırabileceği hem de fosil yakıtların kullanımını ve dolayısıyla karbon emisyonlarını azaltabileceği değerlendirilmektedir.

Rüzgâr ve güneş enerjisi, hava koşullarına ve saatlere bağlı olarak değişken üretim kapasitesine sahip olduğundan, enerji depolama sistemleri bu değişkenliği dengelemede önemli

bir rol oynamaktadır. ETKB'nin belirlediği hedeflere göre 2035 yılında batarya kapasitesinin 7,5 GW'a, elektrolizör kapasitesinin 5 GW'a ve talep tarafı katılımının ise 1,7 GW'a ulaşması beklenmektedir. Depolamalı RES ve GES santrali kurmak amacıyla EPDK'ya yapılan başvuruların çokluğu, anılan hedeflere çok daha erken varılabileceğine işaret etmektedir. Oluşturulacak bu yeni depolama sistemi ile rüzgâr ve güneş enerjisinin kapasite faktörlerinin düşük olduğu zamanlarda daralabilecek arz-talep marjının yönetilebilmesinde esneklik seçenekleri sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Günümüzde 1 GW enerji depolama sistemi yatırımının yaklaşık olarak 500 milyon ABD doları olduğu göz önüne alındığında yalnızca depolama alanında önümüzdeki 12 yılda yaklaşık toplam 2,5-3 milyar ABD doları tutarında yatırım yapma hedefimiz olduğu anlaşılmaktadır.

Enerji dönüşümü sürecinde arz güvenliğinin sağlanabilmesi için enerji altyapılarının güçlü teknolojik kapasiteler ile desteklenmesi ve mevcut konvansiyonel ve baz yük santrallerinin devrede kalması ve rehabilitasyonlarının öncelikli şekilde tamamlanması önem arz etmektedir.

Ülkemizde enerji arz güvenliğini sağlayabilmek amacıyla enerji çeşitliliğini artırmak ve dışa bağımlılığı azaltmak yerli enerji kaynaklarını kullanmakla mümkün olabilecektir. Enerji dönüşümü uzun soluklu bir süreçtir. Nihai hedef net sıfır emisyon olmakla birlikte bu hedefe giden yolda daha uzun yıllar boyunca fosil yakıtlar kullanılmaya devam edilecektir. Ülkemizin görece daha hızlı artan enerji ihtiyacı göz önüne alındığında arz güvenliğinin tehlikeye atılmaması için azalan oranlarda da olsa fosil yakıt kullanımından vazgeçemeyeceği vurgulanmalıdır. Karadeniz bölgesinde yer alan Sakarya Gaz Sahasında keşfedilen 710 milyar m³ doğal gaz rezervi Türkiye'nin ithal doğal gaza olan bağımlılığını azaltmaya ciddi bir katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, petrol ve doğal gaz arama üretim faaliyetlerinin On İkinci Kalkınma Planı döneminde de aksatılmaması ve mevcut kömür yakıtlı termik santrallerin ve yerli kömür kaynaklarının dışsal fayda ve maliyetlerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi suretiyle kullanılması, enerji arz ve güvenliliğinin sağlanabilmesi açısından gereklidir.

Arz güvenliğine katkı sağlamak açısından önemli bir role sahip olan kaynaklardan bir tanesi de nükleer enerjidir. Akkuyu Nükleer Güç Santralinin ilk reaktörünün azami önümüzdeki iki yıl içindeki dönemde devreye girmesi planlanmaktadır. Türkiye'de Akkuyu'ya ilaveten yeni nükleer enerji santrali kurulması gündemdeki yerini korumaktadır. Nükleer enerji alanında

yaşanan teknolojik ilerlemeleri takip etmek, küçük modüler reaktörler hakkında Ar-Ge yapmak ve yatırım imkânları oluşturmak ve nükleer enerji alanında yetişen insan kaynağının gelişimini daha güçlü bir şekilde desteklemek Türkiye enerji arz güvenliğine kaynak esnekliği sağlayacaktır.

Son dönemde daha fazla gündeme gelen ve kayda değer teknolojik ve ekonomik gelişmelerin görüldüğü hidrojen, arz güvenliği denklemlerinde konuşulmaya başlanan enerji taşıyıcısı olarak dikkat çekmektedir. Bu durum ülkemiz için de geçerlidir. Yapılan çalışmalar, yenilenebilir enerji potansiyelinin bir bölümünün uygun politikalarla desteklenmesi halinde, 2050 yılı itibarıyla ülke çapında yıllık 3,4 milyon ton yeşil hidrojen üretilebileceğini, Türkiye'nin kendi talebini karşıladıktan sonra yıllık 1,5-1,9 milyon ton yeşil hidrojen ihraç edebileceğini ve 2050 yılında Türkiye ekonomisine yıllık yaklaşık 6-8 milyar ABD doları katkı sağlayabileceğini öngörmektedir.²³ Ayrıca ETKB tarafından hazırlanan senaryoda 2035 yılı itibarıyla elektrolizör kapasitesinin 5 GW'a ulaşacağı tahmin edilmekte olup söz konusu kapasitenin şebeke esnekliğinin artırılmasında önemli bir rol oynayacağı değerlendirilmektedir.²⁴

On İkinci Kalkınma Planı dönemi enerji dönüşümünün hız kazanacağı bir zaman dilimini kapsayacaktır. Enerji dönüşümünün odağında bulunan elektrifikasyonun kapsamını ve hızını, daha fazla yenilenebilir enerjiye dayalı üretim tesisinin şebekeye entegrasyonu ve batarya depolamasındaki gelişmeler belirleyecektir. Bu süreçte, geçtiğimiz yüzyılda yaşanan enerji kaynaklarına erişim mücadelesinin bir benzerinin kritik minerallere erişim konusunda yaşanacağı tahmin edilmektedir. Zira kritik mineraller sınırlı sayıda ülkeye yığılmıştır. Kritik minerallere erişimin, petrol sektöründe Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü'nün (OPEC) oynadığı role benzer bir rol üstlenecek uluslararası bir örgütün kurulmasıyla güvence altına alınması, dünya barışının bozulmamasına hizmet edeceği gibi enerji dönüşümünü de sekteye uğratmayacaktır. Bu çerçevede Türkiye'de kritik mineral ihraç eden ülkeler örgütü kurulmasının gündeme getirilebileceği düşünülmelidir.

3. İnsan Kaynakları ve Eğitim

Enerji sektörü, teknolojik yenilikler, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve artan küresel enerji talebi ile birlikte hızlı bir dönüşüm sürecine girmiştir. Bu süreç, iyi eğitilmiş ve

²³ Türkiye'nin Yeşil Hidrojen Üretim ve İhracat Potansiyelinin Teknik ve Ekonomik Açından Değerlendirilmesi Raporu.

²⁴ Türkiye Ulusal Enerji Planı, 2022.

yetenekli iş gücünün ihtiyaç duyulduğu birçok yeni fırsat ve zorluk içermektedir. Türkiye'nin genç ve dinamik nüfusunun, değişen enerji manzarasında kritik bir rol oynayacağı düşünülmektedir. Ancak, bu alandaki potansiyelin tam olarak kullanılabilmesi için uygun eğitim ve insan kaynakları stratejilerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği gibi öncelikli konularda yetkinliklerin artırılması, enerji sektöründeki mevcut ve gelecekteki iş gücü ihtiyaçlarını göz önünde bulunduracak şekilde kapsamlı bir yaklaşım gerektirmektedir. Kamu, özel sektör ve üniversitelerin birlikte çalışarak enerji sektörünün ihtiyaç duyduğu mesleki becerilerin geliştirilmesinin müfredat kapsamına alınması, enerji ve iklim hedeflerine uygun olarak işgücünün eğitime ve yeteneklerinin geliştirilmesine yardımcı olabilecektir. Bu çabalar, teknik bilgi ve becerilere sahip kişileri yetiştirebilir, enerji sistemlerini etkin bir şekilde izlemek, kontrol etmek ve yönetmek için gerekli yeteneklere odaklanabilir.

Bunun yanı sıra, uygulamalı eğitimler ve staj programları gibi teşviklerin, gençlerin bu alanda deneyim kazanmasına ve yeteneklerini geliştirmelerine imkân sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Nitelikli iş gücünün hızla geliştirilmesine yardımcı olabilecek sertifika programları ve teşvikler, gençleri enerji dönüşümüne daha fazla katkıda bulunmaya teşvik edebilecektir. Ayrıca, burs ve hibe programları gibi politikalar, enerji sektöründe kariyer yapmayı seçen öğrencilere destek olabilir. Bu durum, hukuk, işletme ve ekonomi gibi enerji değer zincirinin tüm halkalarında önemli olan disiplinlerde uzmanlaşmış kişilerin de yetiştirilmesini gerektirmektedir. Bu yetenekler, enerji politikalarının oluşturulmasına ve uygulanmasına yardımcı olacak ve Türkiye'nin enerji alanında saygın bir tahkim merkezi olma hedefine hizmet edebilecektir. Bununla birlikte, nitelikli enerji hukukçularının yetiştirilmesi ve uluslararası iş birliklerinin teşvik edilmesinin, enerji sektöründe hukuki uzlaşmazlıkların çözülmesine ve Türkiye'nin enerji politikalarının geliştirilmesine yardımcı olabileceği değerlendirilmektedir. Özetle, enerji dönüşümü sürecinde eğitim ve insan kaynakları stratejisi kapsamlı, çok disiplinli ve öğrenmeye dayalı olmalıdır. Bu strateji, genç nüfusu enerji dönüşümüne aktif olarak katılım için donatmalı ve Türkiye'nin enerji geleceğini şekillendirmeye yardımcı olmalıdır.

3.4 Temel Amaç ve Politikalara Dönük Uygulama Stratejileri ve Tedbirler

Uluslararası iklim hedeflerinin net taahhütlerle ortaya konması ve jeopolitik risklerin enerji verimliliği yatırımlarını hızlandırmasıyla birlikte enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji

kaynakları için ayrılan finansman önemli seviyede artış göstermiştir. Türkiye'nin enerji dönüşümü için 2030 yılına kadar ihtiyaç duyacağı finansman, aynı dönemde yaratılabilecek küresel kaynakların ancak %0,5'i seviyesindedir. Türkiye enerji dönüşümü ile düşük karbonlu ve yüksek katma değerli üretime yönelerek ihtiyaç duyduğu kaynaklara erişebilir. Bu stratejinin uygulanabilmesi için hedeflerle uyumlu, orta-uzun vadeli, uygun maliyetli finansmanı sağlayacak etkin bir yeşil finansman stratejisine ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye ekonomisinin yapısal dönüşüm ihtiyacıyla Yeşil Yeni Düzen gündemi güçlü bir biçimde örtüşmektedir. Finansman kısıtları başta olmak üzere gittikçe ağırlaşan zorluklar bulunmakla birlikte Avrupa Yeşil Mutabakatı başta olmak üzere uluslararası düzeyde Yeşil Yeni Düzen paradigmasının açığa çıkardığı fırsatlar, Türkiye'nin enerji dönüşümü yolculuğunda hızlı ve kapsamlı bir ilerleme yapmak için uygun bir zemin oluşturmaktadır.

Türkiye'de enerji dönüşümünün sağlanması için yapılması gereken yatırım ihtiyacı, bir düşünce kuruluşu tarafından oluşturulan senaryolara göre 2022-2030 dönemi için 135 milyar ABD doları, özkaynak dışı finansman ihtiyacı ise 107 milyar ABD doları olarak hesaplanmıştır. Bu büyüklüğün %34'ünün yenilenebilir enerjiye, %20'sinin enerji verimliliğine, %17'sinin depolamaya ve %16'sının elektrifikasyona, kalan kısmının ise şebeke ve diğer yeni teknolojilere dağıtılacağı öngörülmüştür.²⁵

Şebeke ölçeğinde yenilenebilir enerji yatırımları, finans sektörünün deneyim sahibi olduğu, gelişmiş bir yatırım alanı olarak değerlendirilebilir. Ancak, yatırımların ihtiyaç duyulan seviyede devamının sağlanabilmesi için bu alanda garantili alım tarifelerine dayalı finansmanın dışında yeni modellerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji tedarik anlaşmaları olan Enerji Satın Alma Anlaşmaları (PPA) ve PPA benzeri diğer uzun dönemli anlaşmaların daha fazla gündeme geleceği öngörülmektedir. Yeni finansman modellerinin geçmiştekine kıyasla çeşitlenen paydaş gruplarını ve yeni iş modellerini dikkate alarak uyarlanması etkileşimi artıracaktır. Bu bağlamda yeşil enerji tedarik etmek isteyen sanayi ve ticaret kuruluşları ile elektrik dağıtım ve akaryakıt dağıtım şirketlerinin, finansmanın hem talep hem arz tarafında rol alabilecek potansiyel oyuncular olarak öne çıkacağı öngörülmektedir. Bu çeşitlenme de dikkate alınarak, şebeke ölçeğinde yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında kurumsal kredi/proje finansmanına ek olarak enerji şirketlerinin uluslararası yeşil tahvil ihracı, kurumsal yatırımcı fonları ve girişim sermayesi

²⁵ SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü, 2021.

iştiraki gibi alternatif finansman yöntemlerine yönelmesi gerekeceği değerlendirilmektedir.

YEKA ihalelerinde projenin yapılmaması halinde uygulanacak yaptırımların gözden geçirilmesi ve gerektiğinde bu yaptırımların kararlılıkla uygulanması, enerji dönüşümü programındaki hedeflere ulaşmada yatırımcıları daha tedbirli ve titiz olmaya sevk edecektir. Şayet YEKA modeli sürdürülecekse, ihalelerin içeriklerinin yatırımcı ve finansör ilgisini destekleyecek şekilde düzenlenmesi önemlidir. Daha önce ihalesi yapılan ancak gerçekleştirilemeyen santral projelerinin trafo kapasitelerini bloke etmesinden dolayı yeni projelere kapasite tahsisi yapılmasında kısıtlar yaşanabilmektedir. Bundan dolayı gerçekleştirilmeyen projelerin takip edilerek belli bir zaman ölçüsünde kapasitelerinin iptal edilmesi gibi hususlar önem arz etmektedir. Böylelikle yapılması muhtemel projeler için kapasite tahsisinin önü açılacaktır.

Yeni teknolojilere yönelik yatırımların finansmanında kamunun etkinliğinin artırılması gerektiği değerlendirilmektedir. Gelişim aşamasındaki teknolojilerde hem Ar-Ge süreçlerinin desteklenmesi hem de büyük ölçekli ve/veya teknolojik ispat aşamasındaki yatırımlara iştirak edilmesi, etkinliği artıracaktır. Ülkemizin yerli ve milli teknolojiler geliştirme hedefini desteklemek amacıyla enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve ilgili sanayilerin kurulması bu finansman sayesinde mümkün olabilecektir.

Hedeflerin gerçekleşmesinde önemli olan bir diğer etken toplumun enerji verimliliği uygulamalarını sahiplenmesi ve talep tarafı katılımının şebekeye entegrasyonu sayesinde katkı sağlamasıdır. Ülkemiz açısından talep tarafı katılımına özgü olarak düzenlenen ilk piyasa bazlı program olan “Talep Tarafı Yedeği” hizmeti, 27/7/2021 tarihi itibarıyla Elektrik Piyasası Yan Hizmetler Yönetmeliğinde yapılan yeni düzenleme ile devreye alınmış olup söz konusu hizmet yalnızca iletim şebekesine bağlı olan ve serbest tüketici niteliğini haiz büyük sanayi tesislerinin (demir-çelik ve çimento gibi) doğrudan katılımına açıktır. TEİAŞ tarafından düzenlenen ihale süreçlerinde yeterli katılım teklifi gelmediği için hâlihazırda mevzuatta tanımlanan hizmette hedeflenen seviyelere ulaşamamıştır. Zira bu kategorideki tüketiciler 7/24 çalışmakta ve yük düşümü yapmaya teknik olarak uygun olmakla beraber gerek piyasa koşulları, gerek üretim süreçleri gerekse yapısal çekincelerden dolayı mevcut durum itibarıyla talep tarafı hizmetine katılım konusunda ilgili firmaların yeterli katılımları olmamaktadır. Bu kapsamda talep tarafı yedeği mekanizmasına lisanslı toplayıcı şirketlerin de dâhil edilmesinin mekanizmadaki katılımcı sayısının artırılması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Elektrik Piyasası Kanununda 22/12/2022 tarihli ve 7429 sayılı Kanunla yapılan değişikliklerle toplayıcılık faaliyeti elektrik piyasası faaliyetlerine dâhil edilmiştir. Bu kapsamda, bir veya birden fazla şebeke kullanıcısı ile söz konusu şebeke kullanıcıları adına elektrik piyasasında toplayıcılık faaliyeti yürütmek üzere anlaşma imzalamış olan toplayıcıların (toplayıcı lisansı veya tedarik lisansı sahibi tüzel kişi) küçük ölçekli üretim tesislerinin birlikte yönetilmesini sağlayarak daha verimli ve şebeke üzerinde daha az bozucu etkiye neden olacak şekilde işletmecilik yapmaları amaçlanmıştır.

EPIAŞ, Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Sistemi (YEK-G) ve Organize YEK-G Piyasasını 1 Haziran 2021 tarihinde işletmeye almıştır. YEK-G belgelerinin uluslararası raporlamalarda kabul gören bir belge haline gelmesi ile başta sınırda karbon düzenlemesi kapsamındaki yükümlülükler olmak üzere AB Yeşil Mutabakatı ve Sınırda Karbon Düzenlemesi uygulamalarının ülkemize olası etkilerinde de faydalı bir araç olacağı değerlendirilmektedir. Dünya çapında uygulanmasına başlanan uyum kapsamında demir-çelik, elektrik ve diğer karbon yoğun sektörlerin bir an önce çalışmalarına hız kazandırması önem arz etmektedir.

Bunun yanında yerli ve milli olan YEK-G'nin lisanssız elektrik santralleri dâhil olmak üzere tüm tüketicileri kapsayacak şekilde mevcut piyasa entegrasyonunun sağlanması ile sertifika ticaret hacimlerinin artması desteklenmelidir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından doğayla uyumlu ve kaynakları verimli kullanan binaların saptanması amacıyla bir Ulusal Yeşil Bina Sertifikası sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemin yaygınlaşması ve özendirilmesi, binalarda enerji verimliliği hedefi için önem arz etmektedir. Bu sertifikanın gereklerine göre inşaat malzemeleri standartları güncellenmeli ve afet yönetimi uygulamalarıyla koordinasyonlu bir çalışma yürütülmelidir. Deprem, sel, yangın gibi afetler karşısında gerekli standartlara sahip olmayan binalar incelenerek diğer tüm şartlara sahip olsa dahi sertifika alabilmelerine engel olacak düzenlemeler getirilmelidir. Ülkedeki tüm binaların ilgili mevzuata göre değerlendirilip kamuya açık bir platformda derecelendirmelerinin yayımlanmasına olanak sağlayacak adımlar atılmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki yerli üretimi artırmak için yapılan düzenlemeler ile birlikte Türkiye yıllık 7.960 MW'lık üretim kapasitesiyle güneş paneli üretiminde Avrupa'da lider dünyada ise dördüncü sırada yer alsa da panellerde kullanılan silisyum, alüminyum, bakır

ve diğer elementlerin ithal ediliyor olması bu alanda yapılan çalışmaların arz güvenliği üzerindeki katkısını azaltmaktadır. Güneş paneli hücrelerine ilişkin bilgi birikimini artırmak ve alternatif üretim yöntemleri geliştirerek dışa bağımlılığı azaltmak yerli sanayinin güçlenmesi için önemli bir adım olacaktır.

Londra Metal Borsasında yer alan bilgilere göre, kristal silisyum fotovoltaik modüllerde kilogram başına; bakır 8.359 ABD doları, alüminyum 2.390 ABD doları, nikel 28.100 ABD doları, gümüş 5.360 ABD doları değerindedir. Her bir modülde bulunan hücrelerde ortalama %5 silisyum, %1 bakır ve % 0.1 oranında gümüş bulunmaktadır. Ortalama 18 kg ağırlığa sahip modüllerden elde edilecek ekonomik fayda doğrultusunda, iş birlikleri aracılığıyla geliştirilen gerekli teşvik mekanizmaları sayesinde kısa süre içinde yatırım maliyetinin geri kazanımı ve geri dönüştürülen malzemelerin yeniden üretime kazandırılması, hammadde kaynaklarının azalmasına ve çıkarılmasından doğan ekonomik giderlerin yük olmasına engel olacaktır.

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından 2016 yılında yayımlanan gelecek projeksiyonuna göre, 2050 yılına kadar tüm dünyada 78 milyon ton fotovoltaik modül atığının meydana geleceği tahmin edilmektedir. Her yıl artan fotovoltaik sistem kapasiteleri göz önüne alındığında, 2030 yılı itibarıyla atık potansiyelinin hızla yükseleceği ve geri dönüşüm için gerekli tesislerin artacağı açıkça görülmektedir. Dünyadaki kurulumların %90'ında kullanılan kristal silisyum modül teknolojisinin içerdiği çeşitli katmanlar sebebiyle, geri dönüşümün yüksek saflıkta gerçekleştirilebilmesi için sürecin gelişmiş yenilikçi yöntemlerle yürütülmesi gerekmektedir. Atık probleminin her geçen yıl daha belirgin bir hale gelmesine paralel olarak yenilikçi yöntemler ortaya koyan bilimsel çalışmalar ve endüstriyel alanda gelişmeler artmaktadır. Dünyadaki fotovoltaik geri dönüşüm tesislerinin henüz yaygınlaşma aşamasında olduğu ve ekonomik kazançlar hakkında kısıtlı bilgiler olduğu göz önüne alındığında, bu alanda yapılan bilimsel çalışmalar ekonomik açıdan konuya ışık tutmaktadır. Fotovoltaik modüllerin içerdiği minerallerin geri dönüşümünün ekonomik değeri 13,6 ABD doları/m²'dir. Geri dönüşümün net ekonomik faydası 6,7 ABD doları/m², geri dönüşümün yapıldığı alan sınırları dışında gereken ek maliyetler göz önüne alındığında net ekonomik faydası 1,19 ABD doları/m² olarak verilmiştir.²⁶

²⁶End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels, 2016.

Tarım ve Orman Bakanlığı, tarımda yenilenebilir enerji kullanımı, tarımsal atıklardan enerji elde edilmesi ve enerji verimliliği ile ilgili araştırma projeleri yürütmekte ve aynı zamanda araştırma projelerine destek vermektedir. On Birinci Kalkınma Planı dönemi içerisinde güneş enerjili süt sağım, sulama makineleri, elektrikli araçlar, tarımsal sulamada kullanılan pompaların enerji verimliliğini tespit edecek yazılım ile ilgili enerji verimliliğini artıracak birçok proje yürütülmüştür. On İkinci Kalkınma Planında araştırmanın ve yoğun enerji tüketiminin olduğu alanlarda öz tüketimi ve enerji verimliliğini destekleyen program ve projelerin yaygınlaştırılması ve desteklenmesi tarımsal üretimin artmasına hizmet ettiği kadar enerji tasarrufunu da sağlama potansiyeli barındırmaktadır.

Arz güvenliği kapsamında altyapının (fiziki doğal gaz hatları, FSRU ve yer altı doğal gaz depoları) oluşturulmasına ve yeni doğal gaz girişlerinin sağlanmasına devam edilmesi gerekmektedir. Silivri doğal gaz depolama tesisinin günlük enjeksiyon kapasitesinin 25 milyon m³/gün'den 75 milyon m³/gün'e çıkarılması hedeflenmektedir. LNG ithalatı kapsamında mevcut FSRU'lara ek olarak Saros FSRU terminali de 2023 yılında devreye alınmıştır. Doğal gaz altyapı çalışmaları kapsamında yeni boru hatları ve kompresör yatırımlarının tüketim tahminleriyle orantılı olarak artırılması gerekecektir.

Teknik ve ekonomik olarak uygun bölgelerde ve yerlerde ısıtma/soğutma ihtiyacının bölgesel ısıtma sistemleriyle yapılması ile enerji ithalatı faturasının azaltılmasının yanı sıra arz güvenliği pekiştirilebilecek, aynı zamanda yerel ekonomiler de desteklenebilecektir. Buna ilaveten biyogaz-sentetik gaz üretimi ve kullanımının artırılmasına yönelik politikalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Jeotermal enerjinin yaygınlaşması için özellikle tarımsal faaliyetlerin kısıtlı bir dönemde yapılabildiği Güney Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan ve artık kullanılmayan yaklaşık 2.000 adet petrol amaçlı kazılan kuyunun içinde bulunan yüksek sıcaklıklı jeotermal suyun kullanıma açılması sera, konut ısıtma, kurutma gibi faaliyetlerin daha düşük maliyetle yapılmasına ve bölgede istihdamın gelişmesine katkı sağlayacaktır. Bölgedeki kuyuların kullanılması ile en az 50.000 konutun ve aynı zamanda 50.000 dönüm seranın ısıtılması söz konusu olabilecektir. Bu kapsamda yapılacak düzenlemeler ile jeotermal enerjinin yalnızca elektrik üretimi amacıyla değil aynı zamanda ve daha çok ısıtma/soğutma amaçlı kullanılmasının sağlanmasıyla toplam verimlilik artışı sağlanabilecektir.

Isıtma cihazlarının ömrünün diğer makinelerin ömründen uzun olması sebebiyle ısı pompalarının yaygınlaştırılması adına orta ve uzun vadeli planlamalara ihtiyaç duyulmaktadır. İlgili bakanlıkların eşgüdümlü çalışmasıyla ısı pompalarına yönelik sektör temsilcilerinin de katılacağı çalıştaylar ile sektörün mevcut durum, beklenti ve önerilerini kapsayıcı bir yol haritasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin, karbon ekonomisinin yönetilebilmesindeki pozitif etkisinin yanı sıra mavi hidrojen üretimini de sağlaması nedeniyle 2053 net sıfır emisyon hedefi kapsamında ülkemiz enerji ve iklim gündeminde daha fazla yer alacağı tahmin edilmektedir. Bu doğrultuda, hidrojen üretim maliyetinin düşürülmesini de gözeterek gerekli hukuki düzenlemelerin tamamlanması önem arz etmektedir. Yapılacak düzenlemelerin boru hatlarıyla doğrudan ya da karışım olarak hidrojen naklini de destekleyeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Mevzuat, tüketicilerin fiyatların sübvansiyonuyla değil doğrudan desteklenmesini öngörmekle birlikte bu durum henüz tam olarak uygulamaya geçirilememiştir. Ülkemizdeki gelir dağılımının yapısal niteliği göz önünde bulundurulduğunda, sübvansiyon yerine doğrudan desteklerin daha verimli ve daha az maliyetli olacağı hesaplanmaktadır. Sübvansiyonların, yoksul tüketiciler haricindeki görece daha üst gelir gruplarındaki tüketicilerden sağlanabilecek enerji verimliliği kazanımlarını da berhava ettiği genel kabul görmektedir. Bu konunun karbon salımıyla da doğrudan ilgili olduğu unutulmamalıdır.

Enerji arz güvenliğine yönelik dışa bağımlılığı mümkün olduğunca azaltmayı amaç edinerek yerli kömür sahalarının kullanımının sürdürülmesi önem arz etmektedir. Türkiye'nin mevcut santrallerinin ne kadar süre daha çalıştırılacağına ve linyit rezervi yüksek olan sahaların ekonomiye kazandırılması ile ilgili bir yol haritasının oluşturulmasına ilişkin çalışmaların yapılmasına ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca temiz kömür teknolojileri ve katma değeri yüksek ürünler üretilmesi ile ilgili Ar-Ge çalışmalarının ülke genelinde yürütülmeye ve geliştirilmeye devam edilmesi ve yerli linyitlerin hidrojen, metanol ve amonyak üretiminde kullanılabilmesi için yapılacak çalışmaların desteklenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

3.4.1 Mevzuat Alanında Yapılması Gereken Düzenlemeler

Sektörün dinamik yapısı ve değişken ihtiyaçları karşısında kamu kurumları mevzuatta gerekli değişiklik ve düzenlemeleri yaparak karşılaşılan sorunların giderilmesini sağlama gayretindedir. Bununla birlikte, sık yapılan mevzuat değişikliklerinin öngörülebilirliği azalttığı

ve bunun bir risk yaratabileceği dikkate alınmalıdır. Bu çerçevede mevzuatta yapılan değişiklikler yatırım ortamını olumsuz etkileyebilmekte ve uzun proje dönemi olan enerji sektöründe ataletle yol açabilmektedir. Enerji sektörü, hem teknik hem de politik açıdan karmaşık bir alan olup her türlü mevzuatın planlanması ve oluşturulması geniş çaplı bir danışma ve değerlendirme sürecini gerektirmektedir. Bu kapsamda, sistemde önemli değişiklikler veya yenilikler içeren mevzuat taslaklarının hazırlanmasından önce konsept/danışma (konsültasyon) belgelerinin tartışmaya açılmasının, gerek geliştirilecek mevzuatın kalitesinin ve uygulama pratiğinin yükseltilmesi gerekse sektör paydaşlarının hazır bulunurluklarının pekiştirilmesine hizmet edeceği değerlendirilmektedir. İlgili kurumların, önceden geniş katılımı belirlenmiş bir çerçevede mevzuat düzenleme sürecini daha geniş bir zamana yayarak tüm paydaşların mümkün olduğunca aktif katılımlarını sağlayarak yapacakları düzenlemelerin toplam kamusal faydayı artıracığı düşünülmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji teknolojilerinde uygulanacak standartların tespit edilmesinde paydaşlarla pilot çalışmalar yapılarak sorunların erken saptanması ile değişikliklerin sıklığı azaltılmaya çalışılmalıdır.

Yenilenebilir enerji ile desteklenen enerji verimli binaların yaygınlaştırılması ile ilgili düzenlemeler yapılmasının binaların dönüşümünün hızlanmasında önemli rol oynaması beklenmektedir.

Enerji kaynaklı atıkların geri dönüştürülmesinin sağlanabilmesi için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması ve mevzuatın çevre ihtiyaçları gözetilerek hazırlanması uzun vadeli arz güvenliği açısından önemli bir adım olacaktır.

Doğal gazda konut tüketicileri için uygulanan sübvansiyonların enerji verimliliği gözetilerek yoksul tüketiciler haricinde kaldırılması kapsamında ilgili mevzuatlarda yoksul tüketici gruplarının tanımlanması ve destekleme mekanizmalarının netleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Hidrokarbon arama üretim faaliyetlerinde rekabet ve stratejik özgüllük dengesi gerekleri birlikte değerlendirilerek kamunun yanı sıra özel sektörün de oyuncu olarak yer alması belirli bir sinerjinin doğmasına hizmet edebilecektir. Bu nedenle, özellikle kara alanlarında petrol arama ve üretim faaliyetlerinde özel sektörün daha fazla yer almasını sağlamak amacıyla hukuki ve idari kısıtların gözden geçirilmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bu çerçevede, 6491 sayılı Türk Petrol Kanununda gerekli düzenlemelerin

yapılması ve tedbirlerin alınmasına yönelik çalışmalar yürütülmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesi ve elektroliz kurulumunun sağlanması ve entegrasyonu için teknik ve güvenlik kriterlerini içeren standartların geliştirilmesine ve mevcut mevzuatın güncellenmesi ve belirtilen hedeflerle uyumlu hale getirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çevre ve doğayı korumak ile ilgili mevzuatlarda yenilenebilir enerji materyallerinin geri dönüşümünü engelleyen maddelerin gözden geçirilmesinin ve bu alanda yapılacak çalışmaların çevreye en az zarar verecek şekilde desteklenmesinin maliyetlerin düşmesine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Elektrik ve doğal gaz piyasalarında talep tarafı katılımının etkin bir şekilde hayata geçirilebilmesi için öteden beri yapılagelmekte olan çalışmaların tamamlanarak uygulamaya geçilmesi verimli enerji üretimi ve tüketimini destekleyecektir. Diğer taraftan Doğal Gaz Piyasası Kanununda nihai olarak yapılan değişikliklerin gereği olarak BOTAŞ'ın yeniden yapılandırılmasının, ülkemizin uzun süredir amaçladığı doğal gaz ticaret merkezi olma hedefine ulaşmada önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

Depolama teknolojileri, dağıtık enerji kaynakları ve sanal güç santralleri gibi enerji sektörünün geleceğini şekillendirecek alanlar, mevcut teknolojik altyapının ötesine geçmek ve buna uygun yatırımların yapılabilmesi için sağlam bir yasal ve düzenleyici çerçeveye ihtiyaç duymaktadır. İkincil mevzuatlar, bu alanlarda gelişmeyi ve inovasyonu desteklemek için kritik öneme sahip olan bu çerçeveyi sağlamaktadır. Bu tür mevzuatların hazırlanması ve yayımlanması, sektörün gelişimine ve yatırımların akışına yardımcı olmakta, aynı zamanda belirsizlikleri gidererek yatırımcılar için güvenilir bir çevre oluşturmaktadır.

Bunun yanı sıra, yenilikçi enerji çözümlerinin birbirleriyle ve genel enerji şebekesiyle etkin bir şekilde haberleşebilmesi için standartlaştırılmış iletişim protokollerinin belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bu protokoller, enerji kaynaklarının birbirleriyle ve şebekeyle verimli ve güvenli bir şekilde iletişim kurmasını sağlayacaktır. Özellikle dağıtık enerji kaynakları ve sanal güç santrallerinin etkin bir şekilde koordine edilmesi ve yönetilmesi, bu kaynakların potansiyelini tam olarak ortaya çıkarmak için önemlidir.

3.4.2 Kurumsal Yapıyı İyileştirmeye Yönelik Düzenlemeler

Son dönemde yaşanan teknolojik gelişmeler enerji sektörünün kapsamını ve etkileşimde bulunduğu sektör sayısını çoğalttığı için kurumsal yapıların da bu dinamik değişime adapte olabilmeleri gereklidir. Uluslararası standartlarda rekabetçi olabilmek, ihtiyaçlara uygun politikaları, kısıtları gözeterek geliştirebilmek güçlü bir kurumsal yapı ile sağlanabilir.

Uygulanacak strateji ve yol haritalarının hazırlanarak paylaşılması ve süreçlerinin en iyi şekilde takip edilebilmesi için ilgili personelin nicel ve nitel olarak güçlendirilmesi ve bu kapsamda enerji verimliliği uygulamalarını hayata geçirecek organizasyonun yetkinliğinin ve etkililiğinin artırılması, Türkiye’de enerji dönüşümü sürecinin gelişimine katkı sağlayacaktır.

Enerji konusunda yapılan Ar-Ge faaliyetlerinin kurumlar arasında iş birliğinin artırılması ve belirlenen sorunlarla ilgili bağımsız çözümler yerine koordineli çalışılması, kaynakların daha verimli kullanıldığı bir yöntem olacaktır. Kamu ve özel sektörün hazırlayacağı kaynak ve araştırma altyapıları için bir yol haritası oluşturmak ve ilgili mekanizmaları geliştirmek, Ar-Ge faaliyetlerinin gelişimine destek olacaktır.

Kamu kurumlarının yerel yönetimlerle ortaklaşa yapacakları çalışmaları oluşturmak ve yönetmek amacıyla proje hazırlama birimlerinin kurulması belediyelerin enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji projelerini geliştirmek için ihtiyaç duyacağı teknik kapasite ihtiyacına çözüm üretecektir.

Daha sürdürülebilir ve düşük karbonlu bir enerji sistemine dönüşümün finansmanı karmaşık bir sorundur, ancak bu sorunun üstesinden gelmek için uluslararası finans sisteminde çeşitli yenilikçi finansal mekanizmalar ortaya çıkmıştır. Örneğin yeşil tahviller, yenilenebilir enerji tesisleri veya enerji verimliliği iyileştirmeleri gibi çevreye faydalı projeler için özel olarak tahsis edilmiş sermayenin artırılmasına yönelik bir borçlanma aracı sunmaktadır. Hem kamu hem de özel sermayeyi bir araya getiren karma finans stratejileri, sürdürülebilir projelere yatırım yapmakla ilişkili riskleri azaltarak bu projeleri yatırımcılar için daha cazip hale getirebilir ve ülkemizin enerji dönüşümü sürecinde ihtiyaç duyacağı gerekli sermayeyi temin etmelerini sağlayabilir.

3.4.3 İnsan Kaynakları Alanında Yapılması Gerekenler

Türkiye’nin genç nüfusunu etkin şekilde kullanabilmesi için tüm eğitim seviyelerinde iklim hedeflerine uygun ve enerji verimliliği farkındalığını artıracak düzenlemeler yapması

gerekmektedir. Raporun ilk kısmında bahsedildiği üzere yenilenebilir enerji kaynakları alanında istihdam oranı benzer ölçekli gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler nezdinde geride kalmaktadır. Gerek mavi gerekse beyaz yaka kalifiye eleman yetiştirilmesi için gereken eğitim altyapısının oluşturulması adına sektörden temsilciler, uluslararası kurumlar ve eğitimcilerin bir araya gelerek gerekli insan kaynağının yetiştirilmesi için uzun vadeli planlar yapılması gerekmektedir. 2026 yılında düzenlenecek Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP 31) için ev sahibi olmaya aday ülkelerden biri olan Türkiye'nin, ilgili toplantının temalarından biri olan eğitimin dönüşümü alanında çalışmalar yaparak uluslararası seviyede öncü bir konuma gelebileceği göz ardı edilmemelidir.

Türkiye'de enerji verimliliği ve arz güvenliği alanında yapılan çalışmalarda disiplinler arası anlayışta politika geliştirebilecek nitelikli insan sayısının artırılması için bu alanda uluslararası seviyede güncel yüksek lisans ve doktora programı olan üniversitelere destek verilmesi ve araştırmacı sayısının artırılması faydalı olacaktır. Hâlihazırda kamu tarafından sağlanan burslarla yurtdışına teknik eğitim almak için gönderilen kişi sayısının artırılması ve geri döndüklerinde etkin şekilde enerji dönüşümüne katkı sağlayabilecekleri ortamın sağlanması önemlidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli ve güvenli bir şekilde üretimi ve yönetimi için yetkin insan gücüne ihtiyaç vardır. Bu, teknoloji ve mühendislik eğitime sahip, enerji sistemlerini ve ilgili teknolojileri anlayabilen ve kullanabilen kişiler demektir. Özellikle yenilenebilir enerji sistemlerinin etkin biçimde izlenmesi, kontrol edilmesi ve yönetilmesi için gerekli olan teknik bilgi ve becerilere sahip kişilerin yetiştirilmesi önemlidir. Ayrıca enerji sistemlerinin giderek daha dijitalleşmesi ve birbirine bağlı hale gelmesi, siber güvenlik konusunun da enerji sektöründe öne çıkmasına neden olmuştur. Enerji altyapılarının siber saldırılara karşı korunabilmesi için siber güvenlik konusunda eğitilmiş ve deneyimli profesyonellere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu uzmanlar, sistemlerin siber tehditlere karşı dayanıklı hale getirilmesine yardımcı olabilir ve olası bir siber saldırı durumunda hızlı ve etkin bir şekilde müdahale edebilir.

Optimizasyon da yenilenebilir enerji sektöründe kritik bir konudur. Enerji üretiminde ve tüketiminde verimlilik sağlamak ve enerji kaynaklarını en etkin şekilde kullanabilmek için enerji sistemlerinin optimizasyonu konusunda bilgili kişilere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kişiler, enerji sistemlerinin tasarımı ve operasyonu konusunda bilgili olmalı ve enerji verimliliğini en

üst düzeye çıkaracak teknik çözümleri belirleyip uygulayabilmelidir.

Fotovoltaik modüllerin geri dönüşüm sürecinin bilimsel açıdan ele alındığında temel bilimler ve mühendislik alanlarında uzmanlaşmış kişiler tarafından yönetilmesi gerekmektedir. Endüstriyel aşamada, çeşitli mekanik, kimyasal ve termal süreçlerden geçmesi sebebiyle fotovoltaik modüllerin ayrıştırılması esnasında sürecin sorumluluğunu alabilecek yetkinlikte teknisyenler ve mühendisler gerekmektedir.

Uluslararası iş birliklerinin her geçen gün arttığı ve çok uluslu şirket ve finans kurumlarının enerji sektörüne yön verdiği bu dönemde ilgili enerji türünde uluslararası temsil yeteneğine sahip kaliteli enerji hukukçularının yetiştirilmesi, bu alanda yaşanabilecek hukuki uzlaşmazlıklarda çözüm üretebilme ve Türkiye'nin enerji alanında saygın bir tahkim merkezi olma hususunda önemli katkılar sağlayabilecektir. Dahası, enerji değer zincirinin tüm halkalarında yetkin hukukçuların yanı sıra mühendis ve işletmeci/iktisatçıların varlığı Türkiye'nin ikili ve çok taraflı enerji ilişkilerinde hak, alaka ve menfaatlerinin korunması ve geliştirilmesine hizmet edecektir. Başta Türkiye'nin taraf oldukları olmak üzere ilgili uluslararası kuruluşlarda daha fazla Türkiye Cumhuriyeti vatandaşının çalışmasının teşvik edilmesi kamusal bir politika olarak kurgulanarak hayata geçirilmelidir.

Enerjiyi ve enerji dönüşümünü kapsayan sektörlerde mavi ve beyaz yakalı personel ihtiyacının giderilmesine yönelik çalışmalarda enerji verimliliği danışmanlık şirketlerinin yetkinliğinin geliştirilmesi, bankaların enerji verimliliği finansmanının teknik değerlendirmesine yönelik enerji verimliliği danışmanlık şirketleri, meslek örgütleri ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliği geliştirilmesi, iyi uygulama örneklerinden yola çıkılarak Bankalar Birliği ile rehber ilkeler gibi kılavuz dokümanlarının hazırlanması ve farkındalık çalışmalarının yürütülmesi faydalı olacaktır.

Enerji sektörü çalışanlarının karşılaştığı sorunları tespit etmek ve iyileştirmek amacıyla Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi öncülüğünde sektör çalışanlarına yönelik kapsamlı envanter çalışmalarının yapılması insan kaynağının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Staj programlarının öğrencilerin uygulama süreçlerini deneyimleyebilecekleri şekilde yeniden düzenlenmesi, bu alanda yapılacak çalışmaların sertifika ve yeterlilik belgeleri ile desteklenerek teşvik edilmesi, nitelikli iş gücünün hızla güçlenebilmesine katkı sağlayacaktır.

İnsan kaynağını geliştirme alanında atılması gereken adımlardan biri de farklı ülkelere yerleşmiş nitelikli insan gücünün ülkeye dönüşünün sağlanması için yapılacak çalışmalardır. İş

ortamı, hukuk ve ekonomik şartların iyileştirilmesi ile bu insanların ülkeye dönmeleri ve insan kaynağının gelişimine destek olacak ortamın sağlanmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

3.4.4 Altyapıyı İyileştirmeye Yönelik Yapılması Gerekenler

Enerji dönüşümü için kritik önemde olan enerjide dijitalleşme uygulamalarının Türkiye’de en uygun şekilde yaygınlaştırılması için kamu tarafından hazırlanacak bir yol haritası özellikle dağıtık enerji teknolojileri, mevzuata giren toplayıcılık uygulaması kapsamında sanal güç santralleri ve elektrikli araçların entegrasyonu konusunda önemli bir adım olacaktır. Burada toplanacak verilerin hangi kurumlar tarafından yönetileceği ile ilgili düzenlemelerin yapılması, uygulamalar arası haberleşme protokolleri ile ilgili standartların belirlenmesi dönüşüm sürecinde sağlıklı bir altyapının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Hızlı artan yenilenebilir enerji santral kapasitesi, devreye girmesi planlanan elektrik depolama tesisleri ve elektrikli araç sayısının artmasıyla birlikte iletim ve dağıtım sistemi altyapısının güçlendirilmesi ile şebekeye entegrasyon ve güncel teknolojik araçlarla desteklenmesi ihtiyacı ortaya çıkacaktır. Bu altyapısal ihtiyacın ve toplam yatırım ihtiyacının azaltılması kapsamında, elektrikli araçların şarj hizmetleri ile ilgili olarak mevcut faal akaryakıt istasyonlarından faydalanılması yararlı olacaktır.

Doğal gaz iletim hatlarında elektrik motorlu gaz kompresörlerinin kullanılması, basınç düşürme istasyonlarında enerji üretiminin araştırılması, boru hatlarında erken teşhis ve optimizasyon yazılım sistemlerinin kullanılması gibi doğal gaz iletiminde daha verimli teknolojilerin kullanılması verim ve enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Tarımsal üretimde mekanik ve ekonomik ömrünü fazlasıyla doldurmuş makinelerle çalışılması, ülkemiz tarımında oldukça fazla ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpların başında aşırı yakıt ve yağ tüketimi gelmektedir. Eski teknoloji ürünü olmaları ve çok eskimiş bulunmaları nedeniyle, bunların çalışır durumda tutulmaları oldukça zorlaşmıştır. Ömrünü doldurmuş traktör kullanılması, anılan ekonomik kayıpların yanı sıra limitlerin çok üstünde çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu durum 2053 net sıfır emisyon hedefinden ülkemizi uzaklaştırmakta ve önemli bir enerji kaybına yol açmaktadır. Bu kapsamda bütün sektörleri içerisine alacak teknolojik dönüşümün sağlanması için destekleme politikalarının oluşturularak 2024-2028 dönemi içerisinde eyleme dönüşmesi sağlanmalıdır. Söz konusu teknolojik dönüşümün sağlanması durumunda yerli makine sanayimizde büyüme ve çiftçilerimizin

verimli ve güvenli bir üretim yapması sağlanmış olacak ve ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlanmış olacaktır.

Binalarda enerji tasarrufunun güçlendirilmesi için yalıtım ürünleri ile ilgili düzenlemeler getirilmesi, enerji verimliliği sertifikaları ile ilişkilendirilmeleri ve bu alanda ürün kalitesinin artırılması için gerekli yatırım ortamının oluşturulması, konutlardaki enerji tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Enerji üretim kaynakları ve teknoloji iç içe geçtikçe arz güvenliğinin önemli bir bileşeni de siber güvenlik olmuştur. Türkiye'nin siber güvenlik altyapısının belirlenen hedefler ile koordineli bir şekilde sürekli geliştirilmesi bu alanda yapılan çalışmaların sekteye uğramamasını sağlayacaktır.

3.4.5 Halkla İlişkiler Alanında Yapılması Gerekenler

Türkiye'nin enerji dönüşümü ve bilhassa enerji verimliliği alanında hedeflerine ulaşabilmesi için halkın süreçlere katılımının sağlanması oldukça önemlidir. Enerji verimliliği alanında bilinen uygulamaların yaygınlaşması açısından Millî Eğitim Bakanlığının ilk ve orta öğretim müfredatında uygulamalı düzenlemeler yapması, enerji verimliliği şirketlerinin yetkinliğinin geliştirilmesi, enerji verimliliğinin bir kültür olarak toplum genelinde yaygınlaşmasını destekleyecektir.

On İkinci Kalkınma Planı sürecinde seçilecek bir yılın Ulusal Verimlilik Yılı ilan edilip bilim insanı, sanatçı, sporcu gibi etki gücü yüksek kişilerin katılımıyla verimlilik uygulamalarının anlatılması ve halka aktarılması önemli bir adım olacaktır. Enerji verimliliği sertifikalarının hızlıca yaygınlaşabilmesi için kamuoyunu teşvik eden mekanizmaların oluşturulması, farkındalığın uygulamaya geçmesi noktasında süreci hızlandıracaktır.

Enerji talep tarafı katılımının sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için tüketicilerin bu mekanizmayı anlaması ve buna uyum sağlaması gerekmektedir. Tüketicilerin bu mekanizmaya katılabilmesi için enerji şirketleri tarafından bilgilendirme kampanyaları ve eğitim programları düzenlenmelidir. Bu kampanyalar, tüketicilere enerji talep tarafı yönetiminin nasıl çalıştığını ve nasıl katılacaklarını açıklamalıdır. Ayrıca, enerji şirketleri, tüketicilere enerji tüketimleri hakkında geri bildirim sağlamalı ve enerji tasarrufu sağlayacak önerilerde bulunmalıdır.

Dijital hizmetler kullanılarak Hanehalkı Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri, Sanayi Sektörü Nihai Enerji Tüketim İstatistikleri ve Ulaştırma Sektörü Nihai Tüketim İstatistiklerinin

üretilecek bu sektörlerde enerji verimliliği çalışmalarının kapsam, detay ve zamanlılığının iyileştirilmesi ve vatandaşın enerji tüketimini takip edebileceği sistem ve tasarruf yöntemlerinin anlatıldığı bir platform kurulması bu alanda yapılacak faaliyetleri sürekli hale getirecektir.

3.4.6 Önemli Projeler

Karadeniz'deki Sakarya Gaz Sahasında keşfedilen 710 milyar m³ doğal gaz rezervinin işletilebilmesini teminen “Sakarya Doğal Gaz Sahası Geliştirme” projesi 206.831.244.000 TL proje tutarı ile Yatırım Programında yer almaktadır. 2025 yılında tamamlanması hedeflenen proje ile yılda yaklaşık 14 milyar m³ doğal gaz üretilmesi planlanmaktadır.

Elektrikli araçların şarj altyapılarının geliştirilmesi ve şebekenin uyumlu hale getirilmesi için özel sektör, uluslararası finansman kaynakları aracılığıyla yatırımlarını artırmaktadır. 2022 yılı sonu itibarıyla EPDK tarafından elektrikli şarj altyapılarının geliştirilmesi için 77 adet lisans verilmiştir. Ocak 2023'te bir özel enerji tedarik şirketi, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankasından 110 milyon ABD doları tutarında kapsamlı bir kredi almıştır. Kamuda ise Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı öncülüğünde girişimcilerin hızlı şarj istasyonu yatırımını desteklemek üzere 300 milyon TL bütçeli hibe programı başlatılmıştır. Yatırımların 2030 yılında 1,5 milyar ABD doları seviyesine ulaşacağı öngörülmektedir.

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununda 2022 yılının sonunda yapılan düzenlemeyle talep toplayıcı ve toplayıcılık ile ilgili faaliyetler tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında dağıtık enerji kaynaklarının şebekeye entegrasyonu hedeflenmektedir. Bu sayede Türkiye'nin enerji kaynaklarında esnekliğin artırılması amaçlanmaktadır.

Yeni nesil girişimlerin elektrik dağıtım, üretim ve tedarik şirketleri ile iş birliklerinin desteklenmesi ülkemizin enerji dönüşüm sürecinde ihtiyaç duyacağı Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi (SCADA), talep tahmini, akıllı sayaç yönetimi, uzaktan bakım-onarım faaliyetleri gibi teknolojilerin yerli ve milli kaynaklar ile gelişmesini sağlayacaktır.

Türkiye'nin elektrik enterkoneksiyonlarını daha da geliştirmesi, arz güvenliğinin sağlanmasında bir araç olduğu kadar bölgesel ticaret merkezi hedefinin de bir gereğidir. Bu bağlamda, tüm komşularla, asenkron paralel bağlantılar da dâhil olmak üzere enterkoneksiyon kapasitesinin geliştirilmesi, Avrupa elektrik ağının bir parçası olan Türkiye elektrik sisteminin çeper ülke olmaktan kaynaklanan güçlüklerin aşılmasına hizmet edecektir. Yine bu kapsamda, Türkiye'nin komşuları ile olan elektrik ticaretinde yapay zekâ desteği de kullanılarak

geliştirilecek alternatif analizler, karar verme süreçlerini optimize ederek ve geniş veri setlerinden elde edilen bilgileri kullanarak daha etkin, verimli ve sürdürülebilir sonuçlar üretilmesini kolaylaştıracaktır.

3.4.7 Mali Yükü ve Finansmanı

Enerji verimliliği yatırımlarının finansmanında yatırımların uluslararası standartlara göre tanımlanması, performansın ölçümü, doğrulanması ve teminatlandırılması güçlük yaratmaktadır. 2022 yılı itibarıyla sıkılaştıran finansal koşullar, politika mekanizması çeşitliliği ve belirsizliği gibi nedenlerden ötürü yatırımlarda ve finansmanda yavaşlama görülmektedir. Döviz kurlarına ilişkin belirsizlikler, yatırım getirileri TL cinsinden gerçekleşirken yatırım harcamalarının ağırlıklı döviz cinsinden olması ve buna ilişkin risklerin yönetimindeki güçlükler de yavaşlamada etkili olmaktadır.

Uluslararası fonlara erişimi zorlaştıran belirsizliklerin aşılmasına yönelik olarak aşağıdaki öneriler oluşturulmuştur:

- Enerji verimliliği ve arz güvenliği yatırımlarının, ulaştırma ve ısınma elektrifikasyonu olanakları dâhil edilerek ve yenilenebilir enerji yatırımlarıyla birlikte enerji yönetimi paketi olarak finanse edilmesi,
- Taksonomi çalışmalarında enerji verimliliği, arz güvenliği ve enerji yönetimi tanımlarının geliştirilmesi, bu kapsamda enerji verimliliği yatırımlarının finansmanı için tanım getirilmesi,
- Enerji Performans Sözleşmesine dayalı anlaşmalar ve Enerji Hizmet Şirketleri modelinin yaygınlaşabilmesi için enerji verimliliği ve enerji yönetimi yatırımlarına yönelik Kredi Garanti Fonu mekanizmasının oluşturulması.

Yenilenebilir enerji sistemlerini destekleme amacıyla kurulan teşvik mekanizmalarında fiyatların uluslararası finans gelişmeleri ve Türk lirasının yabancı para birimleri karşısındaki performansı ve enflasyon değerleri dikkate alınarak belirlenmesi yatırımların sürekliliği ve uzun vadeli hedeflere ulaşmak için gerekmektedir.

Petrol sektöründe son dönemde uluslararası yatırımların azaldığı gözlemlenmektedir. Enerji dönüşümüne halel getirmeksizin petrol arzını güvenceye alacak yatırımların yapılması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve arz güvenliğinin sağlanmasında destekleyici bir rol oynayacaktır. Benzer bir durum kömür sektörü için de söz konusudur. Uluslararası anlaşmalar

ve net sıfır emisyon hedefleri nedeniyle finansman sağlanmayan kömür santrallerinin arz güvenliğini temin edebilmeleri için fayda-maliyet analizi yapılarak kamu kaynaklı fonlara erişim imkânlarının değerlendirilmesi sürdürülmelidir.

3.5 Plan Amaç, Hedef ve Politikalarının Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleriyle İlişkisi

Enerji dönüşümü, Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen sürdürülebilir kalkınma hedefleri (SKH) ile çok yakından ilişkilidir. SKH, 2015 yılında Birleşmiş Milletler üye devletleri tarafından kabul edilen, yoksulluğun, eşitsizliğin ve iklim değişikliğinin önlenmesi gibi küresel zorluklarla başa çıkmak amacıyla sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek için kabul edilmiş bir dizi küresel hedeflerden oluşmaktadır. Temiz enerji dönüşümü ve enerji verimliliğini iyileştirme, bu hedeflerin birçoğunu gerçekleştirmeye yardımcı olan önemli bir politika olup bu paralelde sera gazı emisyonlarının azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve uygun fiyatlı ve güvenilir enerjiye erişimin artırılması sağlanabilecektir.

On İkinci Kalkınma Planı hazırlıkları kapsamında hazırlanan Özel İhtisas Komisyonu Raporunda önerilen tüm politikalar, enerji dönüşümü sürecinin olgunlaştırılması, enerji verimliliğinin artırılması ve arz güvenliğinin sağlanması amacıyla SKH'leri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Bu kapsamda değinilen politika önerilerinin hangi SKH maddeleri ile uyumlu olduğu aşağıda incelenmiştir.

- SKH 4: Kaliteli Eğitim - Enerji sektörü için nitelikli personel yetiştiren eğitim programlarının oluşturulması ve desteklenmesi, herkes için kaliteli eğitimin önemini vurgulayan SKH 4 ile doğrudan uyumludur. Bu hedefler, uyarlanabilir ve dinamik bir öğrenme ortamı sağlayarak, enerji sektöründeki zorlukların üstesinden gelebilecek vasıflı bir işgücünün geliştirilmesine katkıda bulunabilecektir.
- SKH 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji - Enerji verimliliğine öncelik vererek, yeni enerji teknolojilerine yatırım yaparak, yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleyerek ve hidrojen teknolojilerini geliştirerek, enerji karışımında temiz ve yenilenebilir enerjinin payının artırılmasına doğrudan katkı sağlanabilecektir. Ayrıca, çeşitli sektörlerde enerji verimliliğinin teşvik edilmesi, jeotermal kaynakların kullanımının yaygınlaştırılması, ısı pompalarına yatırım yapılması ve ithal yakıtlara bağımlılığın azaltılması, enerjinin daha erişilebilir ve uygun fiyatlı olmasına yardımcı olarak SKH 7'nin hedefleriyle uyumludur.
- SKH 8: İnsana Yakınsır İş ve Ekonomik Büyüme - Teknolojik dönüşüm, Ar-Ge

projeleri, enerji verimli ekipman yatırımları, yenilenebilir enerji projeleri, ısı pompalarının yerli üretimi ve petrol ve doğal gaz arama ve üretim süreçlerinin desteklenmesine odaklanması, istihdam yaratılmasını teşvik etmekte ve ekonomik büyümeyi desteklemektedir. Bu çabalar aynı zamanda sektörlerin rekabetçi ve yenilikçi kalmasına yardımcı olarak insana yakışır iş fırsatlarına ve sürdürülebilir ekonomik büyümeye katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, yurtdışından nitelikli profesyonellerin geri dönüşü için elverişli bir ortam sağlanması ve insan kaynaklarının güçlendirilmesi, sürdürülebilir endüstrilerin gelişimine katkıda bulunarak ve insana yakışır iş fırsatlarını ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik ederek nitelikli işgücünü daha da besleyebilecektir.

- SKH 9: Sanayi, Yenilikçilik ve Alt Yapı - Enerji verimliliği politikaları, ileri teknolojilerin benimsenmesini teşvik ederek ve yenilikçiliği destekleyerek ulaşım, konut ve imalat gibi çeşitli sektörlerde dayanıklı, verimli ve sürdürülebilir altyapının geliştirilmesini destekleyebilecektir. Dağıtık enerji kaynaklarının entegrasyonu, enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesi, nükleer enerji üretiminin başlatılması, hidrojen teknolojileri ve yüzer güneş enerjisi santralleri, dayanıklı ve sürdürülebilir altyapının oluşturulmasına katkıda bulunabilecektir. Ar-Ge projelerinin desteklenmesi, yeni enerji teknolojilerine yatırım yapılması, yerli kömür kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik çalışmaların artırılması ve petrol ve doğal gaz aramalarının desteklenmesi, herkes için daha sürdürülebilir ve yenilikçi bir geleceği teşvik eden SKH 9'un inovasyon boyutuyla uyumludur.
- SKH 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar - Binalarda, ulaşım, ısıtma ve soğutma sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması, sürdürülebilir şehirlerin ve toplulukların gelişimine doğrudan katkıda bulunmaktadır. Kentsel alanlar dünyadaki enerji kaynaklarının önemli bir bölümünü tüketmektedir. Ulaşımın elektrikleştirilmesi ve talep tarafı katılımına odaklanması daha yeşil, daha verimli kentsel alanlar yaratılmasına yardımcı olacaktır. Enerji verimliliği politikaları enerji talebini azaltarak, hava kalitesini iyileştirerek ve daha sağlıklı ve konforlu yaşam alanları yaratarak sürdürülebilir şehirlerin gelişimine katkıda bulunabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılarak, konutlarda ısı pompalarının kullanımı yaygınlaştırılarak ve yüzer güneş enerjisi santralleri geliştirilerek sürdürülebilir şehirlerin ve toplumların gelişimine daha fazla katkıda bulunulabilir

ve daha yeşil ve enerji verimli kentsel alanlar teşvik edilebilir.

- SKH 12: Sorumlu Tüketim ve Üretim - Enerji verimliliği politikaları, enerji israfını en aza indirerek, kaynak kullanımını optimize ederek ve dögüsel ekonomi ilkelerinin benimsenmesini teşvik ederek sorumlu tüketim ve üretim modellerini destekler. Enerji verimliliğini vurgulayarak ve nihai enerji tüketim istatistiklerini izleyerek, bu hedefler çeşitli sektörlerde sorumlu tüketim ve üretim modellerini teşvik eder. Enerji verimliliğini artıran teknolojilerin desteklenmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması, ısı pompalarının yerli üretimi ve yerli kömür kaynaklarının verimli kullanımı, sorumlu tüketim ve üretim modellerine katkıda bulunur. Bu kapsamlı odaklanma, kaynak kullanımını optimize etmeye ve atıkları en aza indirmeye yardımcı olarak daha sürdürülebilir bir geleceği teşvik etmektedir.
- SKH 13: İklim Eylemi - Enerji verimliliği politikaları, enerji talebini ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olur ve iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik küresel çabalara katkıda bulunur. Enerji verimliliğine öncelik verilmesi ve hidrojen ve nükleer enerji gibi temiz enerji teknolojilerine yatırım yapılmasının yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması, hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesi ve jeotermal enerji üretiminin yaygınlaştırılması, iklim değişikliğini azaltma çabalarına katkıda bulunur. Bu kapsamlı stratejiler, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olarak SKH 13'ün hedefleriyle uyum sağlamakta ve daha sürdürülebilir bir geleceği teşvik etmektedir.
- SKH 17: Hedefler için Ortaklıklar - İnsan sermayesi gelişimine odaklanarak ve Ar-Ge faaliyetlerine yönelik kapsayıcı bir yaklaşımı teşvik ederek, bu hedefler akademi, sanayi ve hükümet dâhil olmak üzere çeşitli paydaşlar arasında iş birliğini teşvik etmektedir. Bu iş birliği, SKH'lerin daha geniş hedeflerine ulaşmak için ortaklıklar kurulmasını destekler.

Özetle, enerji verimliliği ve arz güvenliği perspektifiyle hazırlanan bu raporda On İkinci Kalkınma Planına tavsiye niteliğinde önerilen hedefler Birleşmiş Milletler tarafından ilan edilen 17 hedeften 8 tanesine doğrudan katkı sağlamaktadır.

4. SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Son yıllarda dünya genelinde yaşanan enerji krizi, birçok ülkenin enerji dönüşümüne ve enerji verimliliğine daha fazla önem vermesine yol açmıştır. Bu krize neden olan faktörler arasında artan enerji talebi, doğal kaynakların tükenmesi, iklim değişikliği ve çevre sorunları yer almaktadır. Bu süreçte enerji verimliliği, satın alabilirlik, arz güvenliği ve iklim hedeflerini aynı anda karşılama kabiliyeti nedeniyle giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu alanda sağlanan gelişmeler aynı zamanda sanayileşme, ulaşım, yeni iş modellerinin gelişimi, finansmana erişim ve diplomatik güç anlamında ülkelerin gelişimine katkılar sağlamaktadır.

Enerji kaynaklarının teknolojiyle ilişkisinin güçlenmesi, ekonomi ve insan kaynağı gelişiminin üzerindeki rolünün de artmasına neden olmuştur. İyi tasarlanmış, kapsayıcı ve bütüncül bir enerji stratejisi; yerel kaynakların etkin kullanımı, enerji ticareti yapılan ülkelerle güçlü diplomatik bağ ve güçlü bir ekonomik yapıda daha fazla uygulama alanı bulabilmektedir. Dolayısıyla bu stratejiyi geliştiren organizasyon yapısının pek çok hassas dengeyi gözeterek ve doğru adımları uygulayabilecek yetkinliğe sahip olması gerekmektedir. Bu süreçte öncü ülkeler enerji verimliliği teknolojileri ve yenilenebilir enerji kaynakları alanında önemli devrimsel nitelikte atılımlar yapmakta, yeni iş modelleri ve finansman mekanizmaları geliştirerek ekonomilerini enerji dönüşümü ekosisteminde güncellemektedirler. Bu kapsamda dünyada temiz enerji kaynakları için ayrılan bütçe 2030 yılı için 2 trilyon ABD dolarını aşmıştır. Ülkemizde de enerji dönüşümü çalışmaları bu kapsamda sürdürülmekte, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki rolü her geçen yıl artış göstermektedir. Enerji dönüşümünü dijital teknolojilerle desteklemek adına dağıtık enerji kaynaklarının oluşturulması için altyapı çalışmaları, enerji yönetim sistemleri, depolama teknolojileri, hidrojen gibi alanlarda önemli gelişmeler yaşanmıştır.

Enerji dönüşümünün çok geniş bir alana yayılması bir noktada sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik gelişimin bu alandaki başarıdan önemli şekilde etkileneceği gerçeğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle ülkemizde enerji dönüşümü sürecini yöneten güçlü bir organizasyon yapısının kurulması ve özellikle enerji verimliliği alanında kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi, sürecin başarısının kilit unsurları olarak öne çıkmaktadır. Güçlü bir organizasyon yapısı tüm süreç ve projeleri tek bir çatı altında etkin bir şekilde yönlendirip denetleyebileceği için özellikle Ar-Ge çalışmalarında kaynak ve görev dağılımını daha iyi bir şekilde yapıp daha fazla somut çıktı üretilmesini sağlayacaktır. Kamuda daha fazla yetkin

insanın istihdam edilmesi yerel, ulusal ve uluslararası seviyede politikaların daha etkin uygulanabilmesinin önünü açacaktır. Bu kapsamda eğitimde yukarıda bahsedilen alanlarda personel yetiştirilmesine ağırlık verilmesi On İkinci Kalkınma Planı dönemi için önemli bir adım olacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzındaki payı ülkemizde artışını sürdürmektedir. İlerleyen dönemlerde de bu alanda yatırımların sürdürülmesi için yenilenebilir enerji teşvik mekanizmalarının yatırımcılar için cazip ve yatırım ortamının ise öngörülebilir hale getirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda geliştirilecek proje sayısının artması ülkemizin uygun iklim ve coğrafi şartlarının sağladığı avantajlarla enerji arzına önemli katkı sağlayacaktır. Ancak yenilenebilir enerji projelerinin hayata geçirilmesinde görülen, çevresel ve toplumsal duyarlılıkları harekete geçiren, yöresel iktisadi ilişkileri dikkate almayan kimi özensiz uygulamalar, kamuoyunda yenilenebilir enerjiye olan sempatinin azalmasına yol açabilmektedir. Merkezi düzeyde hazırlanacak, verimliliği ve bölgesel kalkınmayı gözetilen bir planla yapılabilecek projelerin belirlenmesi ve etkin bir bilgilendirme yapılması, kamuoyu algısındaki olumsuzlukların giderilmesine katkı sağlayabilecektir.

Türkiye'nin artan yenilenebilir enerji kapasitesindeki artış, sistem işletmesinde mevsimsel ve saatlik farklılıkların daha basiretli yönetilmesi gereğini doğurmaktadır. Bu bağlamda, kesintili üretimin sistem işletmesi üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması, yük eğrisi optimizasyonu ve belirli ölçüde arbitraj imkânı yaratılması açısından depolama teknolojileri çözüm olarak belirlemektedir. Enerji depolama teknik ve teknolojilerindeki çeşitlilik ve gelişmelerin yakından izlenerek olası tüm seçeneklerin fayda-maliyet tahtında değerlendirilerek uygulamaya yansıtılması önem arz etmektedir.

Ülkemizde son dönemde gelişen önemli alanlardan bir tanesi de güneş ve rüzgâr paneli sanayilerinin gelişimidir. Daha önce bahsedildiği üzere güneş paneli üreticileri arasında Avrupa'da lider konuma yükselen Türkiye'nin bu alanda yapacağı atılımı bir master plan dâhilinde ve Ar-Ge çalışmaları ile destekleyerek ve ham madde ithalatını düşürerek sürdürmesi gerekmektedir. Burada yapılacak en önemli çalışmaların başında ömrünü tamamlamış yenilenebilir enerji kaynaklarının geri dönüşümü için gereken tesislerin kurulması ve yasal düzenlemelerin bu süreci mümkün kılacak şekilde düzenlenmesidir.

Enerji verimliliği için binalarda kurulması amaçlanan akıllı sayaçlar, enerji yönetimi mekanizmaları ve şebeke etkileşim sistemleri aracılığıyla enerji tasarrufunda önemli ilerlemeler kaydedilebileceği literatürde yapılan çalışmalar tarafından da desteklenmektedir.

Binalarda enerji verimliliğinin artırılmasında doğal gazda yoksul tüketiciler haricinde sübvansiyonların kaldırılması ve akıllı binaları teşvik eden ve zorunlu kılan sertifika sisteminin getirilmesinin belirleyici etki doğuracağı gözlemlenmektedir. Bu sertifikaların afet yönetimi ile ilişkili diğer sertifikalar ile bütünleşmiş hale getirilerek bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaları, binalarda kullanılacak inşaat ve yalıtım malzemelerinin standartlarını yükselteceği için enerji verimliliği ve arz güvenliğine katkı sağlaması muhtemeldir.

Yapılacak teknolojik yeniliklerin entegrasyon sürecinde kamuoyunu bilinçlendirecek faaliyetler yapılarak enerji verimliliği politikalarının topluma yayılması sağlanmalıdır. Halkın farkındalık düzeyinin artırılabilmesini teminen On İkinci Kalkınma Planı döneminde seçilecek bir yılın Ulusal Enerji Verimliliği yılı ilan edilip tüm yıla yayılan etkinlik ve organizasyonlarla halkın katılımının sağlanması amaçlanmalıdır. Bu alanda yapılacak çalışmalar talep tarafı katılımının artmasına da imkân sağlayacaktır. Ancak, enerji talep tarafı katılımının sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için tüketicilerin bu mekanizmayı anlaması ve buna uyum sağlaması gerekmektedir. Tüketicilerin bu mekanizmaya katılabilmesi için enerji şirketleri tarafından bilgilendirme kampanyaları ve eğitim programları düzenlenmelidir. Ayrıca, enerji şirketleri, tüketicilere enerji tüketimleri hakkında geri bildirim sağlamalı ve enerji tasarrufu sağlayacak önerilerde bulunmalıdır.

Doğal gazda konutlar için uygulanan sübvansiyonların belirlenecek yoksul tüketici grubu haricindekiler için kaldırılması, oda sıcaklığı ve konfor sıcaklığı uluslararası ortalamaların üzerinde olan ülkemizin gerek enerji tasarrufu gerekse cari açığın azaltılmasında gerekli adımlardan bir tanesi olacaktır. Rusya-Ukrayna Savaşının yarattığı enerji krizi sonucunda AB ülkeleri arasında yapılan çalışmalarda oda sıcaklığını 1°C düşürmenin enerji faturalarını %10 düşüreceği ortaya konmuştur. Türkiye için ulusal seviyede benzer bir uygulama sonucunda fiyatlara bağlı olarak yılda yaklaşık 5-9 milyar ABD doları tasarruf sağlanabileceği tahmin edilmektedir.

Enerji dönüşümü ve verimliliği çalışmalarının yaygınlaştırılması ve finansman kaynaklarının çeşitlendirilmesi, On İkinci Kalkınma Planı döneminde enerji arz güvenliğinin desteklenmesi bağlamında önemli adımlardan birisidir. Çeşitli kuruluşlar tarafından yapılan

çalışmalarda uluslararası sermaye bolluğuna dikkat çekilmiştir. Bu finansmana erişim için mevzuatın uluslararası standartlara uygun olması, hukuk güvenliğinin esas olduğu yatırım ortamının sağlanması ve öngörülebilir ekonomik politikalar geliştirilmesi gerektiği aşikârdır. Ancak döviz kurlarında yaşanan dalgalanmalar dövize endeksli orta ve uzun vadeli krediler ile çalışmalarını sürdüren şirketlerin ciddi ek maliyetlerle karşılaşmasına ve Türk lirası endeksli teşvik mekanizmalarının etkinliklerinin azalmasına neden olmuştur.

Tüm bu etkenler, ülkemizin yatırım çekme konusunda benzer ülkeler ile rekabet edebilmesine engel olmakta ve yüksek risk ortamı ihtiyaç duyulan finansmana erişimin sağlanamamasına neden olmaktadır. Bu durum Ar-Ge çalışmalarının istenilen hızlarda yapılamamasına, yüksek nitelikli insan kaynağımızın yurt dışına yönelmesine ve uzun vadede planladığımız hedeflerin sekteye uğramasına neden olmaktadır.

Enerji teknolojilerinin daha hızlı yaygınlaşmasını sağlayacak önemli adımlardan bir diğeri ise piyasa aktörleri ile düzenleyici kurumlar arasındaki iş birliği ve iş yapış kültürünün güçlendirilmesidir. Mevzuat düzenlemelerinin konsültasyon belgesi hazırlanması ile başlaması ve piyasa aktörlerinin görüşlerinin değerlendirilmesinden sonra geri bildirimde bulunulması ve yapılacak değişikliklerin pilot bölgelerde uygulanabilmesi şeklinde talepler piyasa aktörleri tarafından dile getirilmektedir. Son dönemde teknolojik gelişmelerin artan hızı sebebiyle hukuki düzenlemeler sürece yetişmekte zorlansa da Türkiye’de düzenleyici kurumların öncü rol üstlenerek yatırımların doğru şekilde yapılabilmesini sağlamasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda mevzuatın başat ticari ortağımız olan AB ülkeleri ile uyumlu hale getirilmesi, geliştirilecek hidrojen, depolama ve diğer enerji teknolojileri için mevzuat ve yönetmeliklerin hazırlanması ve Türkiye’nin doğal gazda ticaret merkezi olabilmesi için gereken adımların atılması mevzuat tarafındaki başlıca hedefler olarak göze çarpmaktadır.

Enerji verimliliği dışında arz güvenliğinin sağlanmasında doğal gaz ve kömürün önemli bir rolü bulunmaktadır. Keşfedilen doğal gaz kaynaklarımızın önümüzdeki dönemde kullanılmaya başlanması ve yerli kömür kaynaklarının enerji arzındaki yerinin sürdürülmesi olası krizlerde enerjinin kesintisiz sağlanmasına katkı sağlayacaktır. İklim hedefleri nedeniyle son dönemde uluslararası finans kuruluşlarınca destekleri sonlandırılan kömür kaynaklarının ülkemiz içinde finansman mekanizmalarının sürdürülmeleri gerekecektir. Bu kaynaklardan en üst şekilde verim alınabilmesi için yapılacak Ar-Ge çalışmaları ile temiz kömür teknolojileri ve karbon yakalama teknolojilerinin bu sistemler ile bütünleşik çalışma yöntemlerinin

geliştirilmesi, yerli kaynaklarımızı kullanırken karbon emisyonlarımızı en aza indirebilmemize olanak sağlayacaktır.

Nükleer enerji yatırımları güvenlik endişeleri nedeniyle geçtiğimiz yıllarda azalsa da özellikle son yaşanan teknolojik gelişmeler ve bu kaynağın AB tarafından temiz enerji kategorisinde değerlendirilmesi yatırımların çeşitli ülkelerde yeniden artmasına katkı sağlamıştır. Enerji ithalatı maliyeti oldukça yüksek olan Türkiye'nin de önümüzdeki dönemde nükleer enerji alanında yatırımlarını sürdürmesi, yeni santraller için iş birlikleri girişimlerinde bulunması ve bu teknolojiyi yönetecek insan kaynağını desteklemeyi sürdürmesi oldukça önemlidir. İyi tasarlanmış bir nükleer programı dâhilinde teknoloji transferi ve yerli üretim imkânlarının artırılması son dönemde geliştirilen küçük modüler reaktörler gibi tesislerin ülkemiz içinde de uygulanmasına imkân sağlayabilecektir.

Türkiye'nin enerji politikalarında diplomasi, uluslararası iş birliği ve diyalogun yanı sıra bölgesel ve küresel enerji politikalarına uyum sağlama ve enerji kaynaklarına erişimi güvence altına alma açısından son derece önemlidir. Türkiye, enerji politikalarında diplomasiyi etkin bir şekilde kullanarak, ülkenin enerji güvenliğini sağlamak ve sürdürülebilir enerji sistemleri oluşturmak için önemli bir adım atmaktadır. Bu kapsamda önümüzdeki süreçte konvansiyonel ve yenilenebilir enerji kaynakları için ticaret yaptığımız ülkeler ve enerji dönüşümünde ortak çalışmalar yürüttüğümüz AB ile çıkarlarımızı gözeterek olumlu diyaloglar geliştirmek ve enerji ile dış siyaset politikalarını eşgüdüm içerisinde ele almak önemli olacaktır.

KAYNAKÇA

- BP, *Statistical Review of World Energy 2022*, Londra 2022.
- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu), *Elektrik Piyasası Yıllık Sektör Raporu 2021*, Ankara, 2022.
- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu), *Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu*, Ankara, 2023.
- IEA (International Energy Agency), *Global Hydrogen Outlook 2022*, Paris, 2022c.
- IEA (International Energy Agency), *World Energy Efficiency Report*, Paris, 2022a.
- IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook 2022*, Paris, 2022b.
- IRENA (International Renewable Energy Agency), *End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels*, 2016
- SHURA, *Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü 2021*, İstanbul, 2022.
- SHURA, *Türkiye'nin Yeşil Hidrojen Üretim ve İhracat Potansiyelinin Teknik ve Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi Raporu*, İstanbul, 2021.
- TPAO (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı), *Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu 2021*, Ankara 2021.

Mevzuatlar

- 4628 sayılı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (20 Şubat 2001 tarih, 24335 sayılı T.C. Resmî Gazete).
- 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu (22 Aralık 2022 tarih, 32057 sayılı T.C. Resmî Gazete).
- 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu ve Nükleer Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (Kararname Numarası: 95, 8 Mart 2022 tarihli ve 31772 sayılı T.C. Resmî Gazete.)
- Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (10 Temmuz 2018 tarih, 30474 sayılı T.C. Resmî Gazete).
- Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği (9 Mayıs 2021 tarih, 31479 sayılı T.C. Resmî Gazete).
- Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği (11 Ağustos 2022 tarih, 31920 sayılı T.C. Resmî Gazete).

İnternet Siteleri

BLOOMBERG TERMINAL, World Currency Data 2022.

EUROPEAN COMMISSION, Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers 2021 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661

EUROPEAN COMMISSION, EU Taxonomy for Sustainable Activities 2023.

LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY, Nuclear Ignition Facility experiment puts researchers at threshold of fusion ignition 2021, <
<https://www.llnl.gov/news/national-ignition-facility-experiment-puts-researchers-threshold-fusion-ignition>>

UNITED NATIONS, World Population Prospects, (çevrim içi),
<<https://population.un.org/wpp/>>

www.sbb.gov.tr



TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI
STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI

YÖNETİM HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
BİLGİ VE BELGE YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Ankara 2023

Necatibey Cad. No: 110/A -06570 Yücetepe - ANKARA
Tel: +90 (312) 294 50 00 • Faks: +90 (312) 294 52 98

ISBN NO: 978-625-8356-43-4

STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI YAYINLARI BEDELSİZDİR, SATILAMAZ.