



ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

2021

TSKB

KATKIDA BULUNANLAR

Dr. Kubilay Kavak – Escarus

Burcu Bektaş – Escarus

Can Hakyemez – Ekonomik Araştırmalar

Damla Özçelik Yanık – Finansal Danışmanlık

Efe Merkit – Proje Finansmanı

Emre Karakaya – Proje Finansmanı

Emre Yanık – Kalkınma Finansmanı Kurumları

Orçun Yıldızca – Mühendislik ve Teknik Danışmanlık

Sena Serhadlıoğlu – Mühendislik ve Teknik Danışmanlık

şakir Turan – Ekonomik Araştırmalar

Zümray şentürk – Kredi Analiz

Mukaddes Emecen – Danışmanlık Hizmetleri ve Pazarlama
(Grafik Tasarım)

Kasım 2021

Enerji sektörünün analizi amacıyla hazırlanmış olan bu raporda, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.ř.'nin uzman kadrosunca güvenilir olarak kabul edilen kaynaklardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Raporda yer alan görüşler ve öngörüler, rapor kapsamında belirtilen ve kullanılan yöntemler ile sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelerle üretilen sonuçları yansıtmakta olup bu verilerin tamlığı ve doğruluğundan Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.ř.'nin herhangi bir sorumluluğu bulunmamaktadır. Raporda yer verilen değerlendirme, görüş, düşünce ve öngörüler, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.ř. nezdinde açık ya da gizli bir garanti ve beklenti oluşturmaz. Diğer bir ifadeyle; bu raporda yer alan tüm bilgi ve verileri kullanma ve uygulama sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan kişilere aittir ve ortaya çıkan sonuçtan dolayı üçüncü kişilerin doğrudan ya da dolaylı olarak zarara uğramaları durumunda Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.ř. hiçbir şekilde sorumlu tutulamaz.

Bu doküman ileriye dönük tahminleri de kapsamaktadır. Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.ř., bu tahminlere ulaşılamaması ya da Rapor'daki bilgilerin tam ve doğru olmamasından sorumlu tutulamaz.

©2021 Bu raporun tüm hakları saklıdır. Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.ř.'nin izni olmadan raporun içeriği herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz.

İçindekiler

- III Grafik Listesi
- III Şekil Listesi
- IV Tablo Listesi
- V Kısaltmalar

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Giriş | 45 |
| 3 | Makro Görünüm | 47 |
| 3 | Dünya Ekonomisinde Görünüm | |
| 4 | Türkiye Ekonomisinde Görünüm | |
| 6 | 1. 2021 Yılı Enerji Sektörü Görünümü | 49 |
| 7 | 1.1. Elektrik Sektörü Görünümü | 53 |
| 8 | 1.1.1. Türkiye'de Güncel Piyasa Yapısı | 54 |
| 9 | 1.1.2. Elektrik Talebi | |
| 10 | Son Kaynak Tedarik Tarifesi (SKTT) | |
| 10 | 1.1.3. Kurulu Güç Analizi | 56 |
| 11 | 1.1.4. Elektrik Arzı | |
| 13 | 1.1.5. Teşvikler | |
| 14 | 1.1.6. Elektrik Fiyatları | |
| 16 | Vadeli Elektrik Piyasası (VEP) | |
| 16 | TSKB Fiyat Tahmin Modeli | |
| 17 | 1.2. Doğal Gaz Sektörü Görünümü | 57 |
| 18 | 1.2.1. Türkiye'de Doğal Gaz Rezervi, Üretimi ve Keşifleri | 58 |
| 19 | 1.2.2. Türkiye'de Doğal Gaz Tüketimi | 58 |
| 20 | 1.2.3. Türkiye'de Doğal Gaz Ticareti | 59 |
| 22 | 1.2.4. Türkiye'de Doğal Gaz Depolama | 60 |
| 22 | 1.2.5. Türkiye'de Doğal Gaz Fiyatları | 61 |
| 24 | Son Dönemde Küresel Doğal Gaz Fiyatları | |
| 25 | 1.3. Petrol Sektörü Görünümü | 62 |
| 26 | 1.3.1. Türkiye'de Petrol Rezervi, Petrol Üretimi Rafineriler ve Rafineri Ürünleri | 64 |
| 27 | 1.3.2. Türkiye'de Petrol Tüketimi | 66 |
| 27 | 1.3.3. Türkiye'de Petrol Ürünleri Ticareti | 66 |
| 28 | 1.3.4. Petrol Fiyatı Gelişimi | 67 |
| 29 | 1.4. Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği | 68 |
| 30 | 1.4.1. Yenilenebilir Enerji | 69 |
| 37 | 1.4.2. Enerji Verimliliği | 70 |
| 41 | Sektörler İtibarıyla Son Dönemde Yürütülen Önemli Mevzuat Değişiklikleri, Çalışmalar ve Projeler | 72 |
| 43 | 1.5. Enerji Piyasasında Trendler ve Beklentiler | 73 |
| | 1.5.1. Bazı Küresel Trendler ve Enerji Dönüşümü | 74 |
| | 1.5.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Piyasasını Derinleştirici Adımlar | 75 |
| | 1.6. Enerji Yatırımları ve Finansmanı | 76 |
| | 1.6.1. Alternatif Finansman Kaynağı Olarak Yeşil Tahviller | |
| | 1.6.2. Halka Arzlar | |
| | 2. 2021 Yılında Öne Çıkan Temalar | |
| | 2.1. Deniz Üstü RES | |
| | 2.1.1. Dünyada Deniz Üstü RES Gelişimi | |
| | 2.1.2. DRES'ler İçin Ölçüm Parametreleri | |
| | 2.1.3. Yatırım ve İşletme Giderleri | |
| | 2.1.4. Türkiye'de DRES Gelişimindeki Engeller | |
| | 2.2. Talep Tarafı Yönetimi | |
| | 2.2.1. TTY Nedir ve Nasıl İşler? | |
| | 2.2.2. Türkiye'de TTY | |
| | 2.2.3. TTY Kapsamında Gelişmiş Yapılar | |
| | 2.2.4. TTY ve İklim Değişikliği | |
| | 2.3. Hidrojen Enerjisi | |
| | 2.3.1. Hidrojen Enerjisinin Özellikleri | |
| | 2.3.2. Hidrojen Enerjisi Kaynakları | |
| | 2.3.3. Hidrojen Enerjisinin Gelişimi | |
| | 2.3.4. Türkiye'de Hidrojen Enerjisi Gelişmeleri | |
| | 2.4. Elektrikli Araçlar ve Depolama Teknolojileri | |
| | 2.4.1. Dünyada Elektrikli Araçların Gelişimi | |
| | 2.4.2. Türkiye Elektrikli ve Hibrit Otomobil Pazarı | |
| | 2.4.3. Türkiye Elektrikli Araçlar Pazarında Yapılması Gerekenler | |
| | 2.4.4. Enerji Depolama Teknolojileri | |
| | 2.4.5. Elektrikli Araçlar Pazarında Bataya Teknolojileri | |
| | 2.5. Emisyonlar ve İklim Adımları | |
| | 2.5.1. Avrupa'da İklim Politikalarının Gelişimi | |
| | 2.5.2. Türkiye'de İklim Politikalarının Gelişimi | |

Grafik Listesi

- 8 **Grafik 1:** Yıllar İtibarıyla Türkiye Kurulu Gücünün Üretici Kuruluş Payı
- 9 **Grafik 2:** Yıllar itibarıyla Toplam Elektrik Talebi Gelişimi
- 9 **Grafik 3:** Toplam Elektrik Talebi Gelişimi (10-Yıllık Hareketli Ortalama)
- 9 **Grafik 4:** Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Talebi Görünümü
- 10 **Grafik 5:** Yıllar İtibarıyla Elektrik Kurulu Güç Gelişimi
- 11 **Grafik 6:** Yıllar İtibarıyla Birincil Kaynak Bazında Brüt Elektrik Üretimi
- 11 **Grafik 7:** Aylık Brüt Elektrik Üretimi Görünümü
- 12 **Grafik 8:** Üretim Kapasitesi ve Gerçekleşen Üretim
- 12 **Grafik 9:** 2021 Yılı İlk 10 Ayı Birincil Kaynak Bazında Brüt Elektrik Üretimi (GWh)
- 13 **Grafik 10:** Lisanssız Elektrik Santrallerinin Aylık Bazda Üretim Gelişimi
- 13 **Grafik 11:** 2021 Yılı Kapasite Mekanizması Kaynaklarına Göre Kurulu Güç Dağılımı
- 15 **Grafik 12:** Aylık Ağırlıklı Ortalama PTF/SMF
- 15 **Grafik 13:** Yıllık Ağırlıklı Ortalama PTF Gelişimi
- 19 **Grafik 14:** Yıllar İtibarıyla Türkiye'nin Doğal Gaz Üretimi
- 19 **Grafik 15:** Türkiye'deki Doğal Gaz Tüketimi ve Değişimi
- 19 **Grafik 16:** Türkiye'deki Doğal Gaz Tüketiminin Sektörel Kırılımı
- 21 **Grafik 17:** Türkiye'nin Doğal Gaz İthalatında Boru Gazı ve LNG Payının Gelişimi (%)
- 22 **Grafik 18:** Yıllar İtibarıyla Ay Sonu Doğal Gaz Stok Miktarları
- 23 **Grafik 19:** Doğal Gaz Fiyatları Gelişimi
- 25 **Grafik 20:** Yıllar İtibarıyla Ham Petrol İthalatı ve Üretimi
- 27 **Grafik 21:** İran, Rusya Federasyonu ve Irak'tan İthal Edilen Petrolün Aylık Değişimi
- 28 **Grafik 22:** Brent Petrol Varil Fiyatı Gelişimi
- 28 **Grafik 23:** Türkiye'de Benzin ve Motorin Fiyatı Gelişimi
- 50 **Grafik 24:** Enerji Sektörü Sabit Sermaye Yatırımları
- 51 **Grafik 25:** Sektörel Kredi Dağılımı - Elektrik, Gaz ve Su Kaynakları Ürt. Dağıt. San.
- 52 **Grafik 26:** Takipteki Krediler Oranı
- 58 **Grafik 27:** 2020 Yılı DRES Kapasite Dağılımı
- 64 **Grafik 28:** Türkiye Ortalama Saatlik Elektrik Tüketim Miktarı
- 82 **Grafik 29:** Enerji Kaynaklı Küresel CO2 Emisyonları (1990-2021)

Şekil Listesi

- 20 **Şekil 1:** Türkiye Doğal Gaz Giriş-Çıkış Noktaları
- 37 **Şekil 2:** Enerji Verimliliği Alanındaki Başlıca Politika Belgeleri ve Mevzuat
- 63 **Şekil 3:** IRENA ve Talep Tarafı Yönetimi
- 69 **Şekil 4:** Kaynaklarına Göre Hidrojen Üretim Yöntemleri
- 77 **Şekil 5:** Enerji Depolama Yöntemleri

Tablo Listesi

- 27 **Tablo 1:** 2020 Yılı Petrol Ürünleri Satış, İthalat ve İhracat Miktarları
- 27 **Tablo 2:** 2020-2021 Ocak-Ağustos Dönemi Petrol Ürünleri Yurtiçi Satış Değerleri
- 31 **Tablo 3:** Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi
- 31 **Tablo 4:** Yenilenebilir Elektrik Üretimi Gelişimi
- 32 **Tablo 5:** YEKDEM Kapsamındaki Garantili Fiyatlar ve Yerli Aksam Teşvikleri
- 33 **Tablo 6:** YEKDEM Hesaplama Kalemlerinin Detayı
- 33 **Tablo 7:** Nihai YEK Listesi Gelişimi
- 34 **Tablo 8:** Gerçekleşen YEKA İhaleleri
- 35 **Tablo 9:** İptal Olan, Ertelenen, Başvuruları Alınacak Olan YEKA İhaleleri
- 36 **Tablo 10:** Organize YEK-G Piyasası İhraç Edilen YEK-G Belge Miktarı
- 36 **Tablo 11:** Organize YEK-G Piyasası Eşleşme Miktarları
- 36 **Tablo 12:** Organize YEK-G Piyasası Min-Max Eşleşme Fiyatları
- 38 **Tablo 13:** UEVEP: İhtiyaç Duyulan Yatırım Tutarı ve Hedeflenen Enerji Tasarrufu
- 39 **Tablo 14:** Sanayi ve Binalarda Seçilmiş Bazı Enerji Verimliliği Politikaları
- 53 **Tablo 15:** İhraç Edilen Tahviller Listesi
- 54 **Tablo 16:** 2017-2021 Dönemi Enerji Üretim Firmaları İlk Halka Arzlar
- 75 **Tablo 17:** Türkiye Otomobil Pazarınının Motor Türüne Göre Dağılımı
- 76 **Tablo 18:** Türkiye Elektrikli Otomobil Satışları

Kısaltmalar

AB: Avrupa Birliği
ABD: Amerika Birleşik Devletleri
AYM: Avrupa Yeşil Mutabakatı
BCM: Milyar Metreküp
BES: Biyokütle Enerjisi Santrali
BMDHS: Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi
BOTAŞ: Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.
BP: British Petroleum
CETC: Çin Elektronik Teknoloji Grup Şirketi
COP: Taraflar Konferansı
DRES: Deniz Üstü RES
EBRD: Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası
ECA: İhracat Kredi Kuruluşları
EDS: Enerji Depolama Sistemleri
EED: Enerji Verimliliği Direktifi
EIA : ABD Enerji Enformasyon İdaresi
EIB: Avrupa Yatırım Bankası
EPC: Mühendislik, Tedarik ve İnşaat Sözleşmesi
EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPIAŞ: Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.
EPK: Elektrik Piyasası Kanunu
ETKB: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETS: Emisyon Ticaret Sistemi
EÜAŞ: Elektrik Üretim A.Ş.
EVÇED: Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı
FED: ABD Merkez Bankası
FSRU: Yüzer Depolama ve Yeniden Gazlaştırma Ünitesi
GEPA: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GES: Güneş Enerjisi Santrali
GSYH: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
GW: Gigavat
GWh: Gigavatsaat
HES: Hidroelektrik Enerji Santrali
IEA: Uluslararası Enerji Ajansı
IMF: Uluslararası Para Fonu
İTLS: İhrakiye Teslim Lisansı Sahipleri
JES: Jeotermal Enerjisi Santrali
KFK: Kalkınma Finansmanı Kuruluşları
kW: Kilovat

kWh: Kilovatsaat
LCOE: Seviyelendirilmiş Enerji Maliyeti
LNG: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MCM: Milyon Metreküp
MTEP: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW: Megavat
MWh: Megavatsaat
OECD: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
OPEC: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
ÖTV: Özel Tüketim Vergisi
PMI: Satın Alma Yöneticileri Endeksi
PMR: Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı Programı
PTF: Piyasa Takas Fiyatı
RES: Rüzgâr Enerjisi Santrali
SKTT: Son Kaynak Tedarik Tarifesi
SMF: Sistem Marjinal Fiyatı
TANAP: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı
TBMM: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TCMB: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEP: Ton Eşdeğer Petrol
TL: Türk Lirası
TOGG: Türkiye Otomobil Girişim Grubu Sanayi ve Ticaret A.Ş.
TSKB: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.
TÜPRAŞ: Türkiye Petrol Rafineleri A.Ş.
TWh: Teravatsaat
UEVEP: Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı
VAP: Verimlilik Artırıcı Proje
VEP: Vadeli Elektrik Piyasası
WBG: Dünya Bankası Grubu
WTI: Western Texas Intermediate
YEK: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun
YEK-G: Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi
YEKA: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
YETA: Yenilenebilir Enerji Tedarik Anlaşmaları
YEKDEM: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması



Giriş

2020 yılında tüm dünyayı derinden sarsan, ekonomileri kırılganlaştıran, tedarik zincirlerinde kopmalara neden olan Covid-19 salgınının neredeyse bütün bir yılı olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. 2021 yılı genel itibarıyla 2020 yılında yaşanan zorlukların aşılması, meydana gelen hasarların onarılması ve şartların salgın öncesi duruma gelmesi için yapılan çalışmalarla geçmiştir. 2021 yılı, aynı zamanda, iklim krizinin somut yansımalarının daha fazla artan oranda, şiddetlenerek ve dünyanın hemen her coğrafyasında farklı yansımalarla görüldüğü, dolayısıyla bu krizle mücadele ekseninde yapılan çağrılarının güçlendiği ve kolektif arayışların ve iş birliği çabalarının yoğunlaştığı bir yıl olarak öne çıkmıştır.

2021 yılında dünya genelinde ekonomik faaliyetlerin yeniden güçlenmesi, doğal olarak enerjiye olan talebin artmasını ve enerji piyasalarının canlanması sonucunu doğurmuştur. Coğrafyalar itibarıyla farklılıklar bulunmakla birlikte, imalat sanayii sektörlerinde hem birincil enerji ve hem de elektrik talebinde, konutlarda ve hizmet sektöründe ise elektrik talebinde güçlü bir büyüme eğilimi ortaya çıkmıştır. İklim değişikliği kaynaklı etkilere bağlı olarak yeryüzünün belli bölgelerinde ciddi kuraklıklar yaşanması, bunun yer yer hidrolik üretimleri etkilemesi, aşırı hava olaylarının (aşırı sıcaklar ve beklenmedik soğuk hava dalgaları) enerji talebini yükseltmesi, fosil yakıtlara olan talebi de artırmıştır.

Gerek doğal afetlerin ve pandemi sonrası şartların etkisiyle gerekse birtakım teknik (ABD'deki kasırgalar, yeni sondaj yatırımı yapılmaması vb.) ve politik (Rusya'nın ihracat tercihleri vb.) sebeplerle bazı fosil yakıtların

arzında yaşanan kısıtlılıklar da 2021 yılının ilgi çekici bir başka gelişmesi olmuştur. Birincil enerji kaynaklarına olan talebin büyüdüğü ama arzın sınırlı kaldığı bir konjonktür, beraberinde anormal ve yer yer astronomik fiyat artışlarını getirmiştir. Rekor fiyat artışlarının birinci sebebi hiç şüphesiz pandemi sonrasına ertelenen talebin birdenbire yükselmesidir, ama arz tarafındaki kısıtların ve beklenmedik düşüşlerin bu fiyat artışlarını güçlendirdiğini de göz ardı etmemek gerekmektedir. Genelde emtia fiyatlarında, özelde petrol, doğal gaz ve kömür fiyatlarında yaşanan artışlar 2021 yılında küresel enerji gündeminin başat konuları arasında yer almıştır. Kasım-2020 ve Ekim-2021 aylarını kapsayan 12 aylık dönemde Avrupa kömür fiyatı %305, küresel gösterge niteliğinde olan Brent petrol fiyatı %89, Henry Hub doğal gaz fiyatı ise %91 oranında yükselmiştir. Fosil yakıtlarla ilgili sorgulamanın küresel düzeyde derinleştiği bir yıl olan 2021'de fiyatlar açısından böyle bir tablonun ortaya çıkması, bu konudaki tartışma ve arayışların uzun süre devam edeceğini göstermektedir.

Covid-19 salgınıyla alt üst olan ve yeni bir denge arayışında olan küresel emtia ve enerji piyasalarındaki çalkantılar Türkiye'yi de derinden etkilemiştir. Türkiye enerji piyasasında 2021 yılına damgasını vuran en önemli gelişmenin petrol, doğal gaz ve kömür maliyetlerinde meydana gelen artışlar olduğunu söylemek mümkündür. Hem petrol ve hem de doğal gaz üretimi bugün itibarıyla çok düşük seviyede olan Türkiye'nin dünyadaki gelişmeleri yönlendirecek büyüklükte bir alıcı pozisyonunun (küresel tüketim içinde yüksek payının) bulunmaması, sayılan gelişmeler karşısında Türkiye'yi büyük ölçüde savunmasız ve enerji fiyat şoklarına karşı kırılgan bir vaziyette bırakmaktadır.

Depolama kapasitesini büyük bir süratle artırmaya çalışan ve kaynak çeşitlendirmesine giden Türkiye'nin, ani fiyat artışlarını yastıklayacak çok fazla politika seçeneği bulunmamaktadır. Karadeniz'de keşfedilen doğal gaz sahalarında üretimin başlaması ve yerli arz kapasitesinin yükselmesi, alternatif bir güvence kaynağı olarak ufukta belirmektedir. Pandemi sonrasında ertelenmiş ekonomik aktivitenin güçlendiği Türkiye'de, enerji talebi 2020 yılında gözlenen durgunluktan sıyrılarak hareketlenmiştir. Yılın ilk üç çeyreğinde doğal gaz talebi önceki yılın aynı dönemine göre yaklaşık üçte bir oranında büyümüştür. Petrol ürünleri talebinde de benzer bir seyir söz konusudur. Ocak-Temmuz 2021 dönemi toplam petrol ürünleri yurt içi satış miktarları Covid-19 sınırlamalarının hafiflemesi ile birlikte önceki yılın aynı dönemine göre %7,1 oranında artmış ve 16,7 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu değer, pandemi öncesi baz alınabilecek 2019 yılının aynı dönemindeki 16,3 milyon tonluk satışın üzerindedir.

Türkiye'de enerji talebi güçlü şekilde büyürken, bu talebin ucuz yoldan karşılanması ise mümkün olamamıştır. BOTAŞ'ın Aralık-2020 ile Kasım-2021 tarihleri arasında ithal ettiği boru hattı gazının fiyatı, dolar cinsinden yaklaşık %60 oranında artmıştır. Döviz kurlarındaki artışlarla birlikte (aynı dönemde dolar kurundaki artış yaklaşık %25 olarak gerçekleşmiştir) düşünüldüğünde, ithal gazın maliyetinde önemli bir yükseliş meydana geldiği görülmektedir. Bu birikimli maliyet tüketiciye 2021 yılında yansıtılmıştır. Hane halklarını ifade eden konut grubunda Ocak-Kasım 2021 dönemi TL cinsinden doğal gaz satış fiyatı %17,7 oranında artarken, bu oran sanayi grubunda %147,5 ve santrallerde %182,9 olarak gerçekleşmiştir. Doğal gazda konut tüketici grubuna yapılan zam enflasyon civarında seyretmiş, buna mukabil sanayi ve özellikle santral abone gruplarında zam oranları çok yüksek seviyelere ulaşmıştır.

Elektrikte 2021 yılının ilk 9 aylık tüketim miktarı 219,9 TWh olmuştur. Bu tüketim miktarı, 2020 yılının aynı dönemindeki 199,8 TWh'lik değerın %10,1 üzerindedir. 2020 yılı yerine 2017-2019 dönemi ile karşılaştırma yapıldığında ise, 2021 yılının ilk 9 ayında ortalama %8,9'luk bir yıllık büyüme olduğu görülmektedir. Birincil enerji kaynaklarının maliyetindeki yükseliş, kademeli ve ertelemeli biçimde olsa da Türkiye'deki elektrik fiyatlarının artmasına yol açmıştır. Hidrolik üretim düşerken ithal kömür ve doğal gaza dayalı santrallerden yapılan üretimin artması, yükselen girdi maliyetleri sebebiyle elektrik üretim maliyetlerinin yükselmesini

beraberinde getirmiştir. Yaz aylarında elektrik talebinin fırlamasıyla, sistemde daha pahalı üretim yapan santraller daha fazla devreye girmiş ve bu da serbest piyasada oluşan elektrik fiyatlarının daha yukarı seviyelerde dengelenmesi sonucunu doğurmuştur.

Hem yakıtlarda hem de elektrik tarafında talebin böylesine güçlü biçimde canlandığı, ancak arz yönünün yeterince dinamik olamadığı bir konjonktürde, fiyatlar da enflasyon ve kur etkisi hariç olmak üzere yukarı yönlü bir seyir izlemiştir. Küresel piyasalara belli oranda benzer biçimde seyreden fiyat artışlarının, 2022 yılında enerji sektöründe en çok tartışılacak başlıklardan biri olacağı öngörülmektedir.

Enerji alanında özel sektörün 2010-2021 dönemi arasında sabit sermaye yatırımlarına yıllık ortalama 3,2 milyar dolar katkı sağladığı, 2019 ve 2020 yıllarında bu rakamların düştüğü, 2021 yılı sonunda ise tekrar ortalama değere yakınsayan bir sonucun ortaya çıkmasının beklendiği de ifade edilmesi gereken bir başka husustur. Bankacılık sektörünün enerji sektörüne sağladığı nakit kredi stoku 2017 yılında 37 milyar dolar seviyesine ulaşarak en üst seviyesine çıkmış, Eylül-2021 itibarıyla ise bu rakam, mevcut enerji yatırımlarının geri ödemeleri ve sektördeki yeni yatırımların da düşüşü ile 32,5 milyar dolar seviyesine gerilemiştir. Enerji sektöründeki, özellikle yenilenebilir enerji alanındaki çeşitli mevzuat düzenlemelerinin, kapasite mekanizması çerçevesinde termik santrallere verilen desteklerin, YEKA ihalelerinde oluşan fiyatların yeni yatırım kararlarını ne şekilde etkileyeceği ve yatırım ortamının güçlendirilmesinde nasıl bir rol oynayacağı da 2022 yılında öne çıkacak başlıklar arasında yer almaya adaydır. Son olarak, 2022 yılında iklim krizini hafifletmeye yönelik adımların, enerji verimliliğiyle ilgili örnek gelişmelerin ve bu yöndeki arayışların da daha önceki yıllara oranla daha fazla tartışılacağı öngörülmektedir.

"2021 Yılı Enerji Sektörü Görünümü" ve "2021 Yılında Öne Çıkan Temalar" olmak üzere iki bölüm halinde yapılandırılan bu rapor, hem yukarıda sayılan gelişmeleri sağduyulu bir yaklaşımla analiz etmeyi hem de enerji sektöründe olası yenilikçi yaklaşımlar için bir iz düşürmeyi hedeflemektedir. Teknik, ekonomik, finansal, çevresel ve sosyal bakış açılarının makro bir perspektifle bütünleştirilmeye çalışıldığı bu raporda, Türkiye enerji sektörünün 2021 yılındaki panoraması çizilirken sektördeki fırsatlar ve riskler de birlikte ele alınmaya çalışılmaktadır.

Makro Görünüm

Dünya Ekonomisinde Görünüm

COVID-19 salgınının yol açtığı sert daralmanın ardından dünya ekonomisinde 2020 yılının ikinci yarısında başlayan toparlanma genel olarak sürmektedir. Aşılamanın devam etmesine karşın farklı varyantlarla yüksek seyreden vaka sayıları salgın yönetimindeki zorlukları ve tedarik süreçlerinde aksamaları beslemektedir. Bu durum küresel büyüme görünümünü kırılgan hale getirirken, birikmiş maliyetlerle beraber enflasyondaki yüksek seviyelerin geçiciliğine dair önermenin sorgulanmasına ve ekonomi politikalarına dair belirsizliklerin artmasına yol açmaktadır.

Salgın döneminde uygulanan destekleyici para ve maliye politikaları dünya ekonomisinde hızlı bir toparlanma sağlamıştır. Uluslararası Para Fonu'nun (IMF) hesaplamalarına göre 2020 yılında %3,1 daralan küresel hasıla, 2021 yılı içinde salgın öncesi seviyesine dönmüştür. Bu süreçte uygulanan parasal ve mali destek politikalarının büyüklüğü ile salgınla mücadele başarısı ekonomilerin performanslarında belirleyici olmuştur. Aşılama için etkin ve hızlı bir şekilde yapan ülkeler görece daha hızlı toparlanırken, salgının faaliyet kollarında ve toplumun farklı kesimlerinde ayrılan etkileri gözlenmiştir.

Toplam hasıla salgın öncesine dönmesine rağmen, küresel ölçekte istihdam salgın öncesi seviyesine dönememiştir. Bununla birlikte, istihdam kayıpları gençler ve düşük nitelikli işgücünde daha keskin bir şekilde yaşanmıştır. Aşılamanın ülkeler arasında ve ülke içinde çeşitli kesimler arasında dengesiz olması nedeniyle ortaya çıkan varyantlar vaka sayılarının yüksek seyretmesine neden olmaktadır.

Covid-19 pandemisine karşı geliştirilen aşılama 2021 yılı başında uygulanmaya başlanırken, Ekim ayı sonlarına gelindiğinde dünya nüfusunun sadece %37'si tam olarak aşılanabilmiştir. Ekonomik performansta olduğu gibi aşılama seviyelerinde de belirgin ayrışma gözlenmiştir. Son dönemde Asya ve Kuzey Amerika'da toplam yeni vaka sayılarında yavaşlama devam etse de Avrupa ve Güney Amerika'da rakamlar artış eğilimine girmiştir.

Aşılama sayesinde salgının ekonomik aktivite üzerindeki etkisi sınırlı kalsa da yakın dönemdeki veri akışı küresel büyüme görünümü üzerindeki aşağı yönlü risklerin önemini koruduğuna işaret etmektedir. 2021 yılının ilk yarısında zirve yapan ekonomik aktiviteye dair öncü veriler, üçüncü çeyrekte yavaşlama sinyali vermektedir. 2021 Haziran ayında %21,2 seviyesine ulaşan dünya ticareti üç aylık ortalama yıllık büyüme hızı, Ağustos'ta %11,0'a yavaşlamıştır.

Aynı dönemde dünya sanayi üretiminde yıllık büyüme oranı %14,8'den %8,6'ya gerilemiştir. Haziran ayında 57,5 seviyesinde olan küresel hizmet sektörü satın alma yöneticileri endeksi (PMI) Eylül'de 53,4 seviyesine gerilerken, imalat sanayii PMI 55,5'ten 54,1'e inerek ılımlı bir yavaşlamaya işaret etmektedir. Bazı ürünlerdeki arz kısıtları ve birikmiş maliyetler enflasyonist riskleri artırmaktadır. Dünya ekonomisinde salgının ilk şoku geride kaldıktan sonra toplam talep hızlı bir şekilde toparlanırken, salgın tedbirleri ve iklim kaynaklı sorunlar emtia fiyatlarında artışa ve tedarik süreçlerinin uzamasına neden olmuştur.

Bununla birlikte, ülkelerin eşzamanlı toparlanamaması ile oluşan asimetrik yapı taşımacılık maliyetlerinde artışa yol açmış, tedarik zincirindeki kırılmayı ve arz-talep dengesizliklerini derinleştirmiştir. Bu koşullarda oluşan birikimli maliyetler girdi fiyatlarını artırırken, ertelenmiş talebin ortaya çıkmasıyla tüketici enflasyonunda hızlı artışlar gözlenmiştir. 2020 sonunda %1,2 olan OECD ülkeleri yıllık tüketici enflasyonu, Ağustos 2021 itibarıyla %4,3 seviyesine çıkmıştır. Aynı dönemde imalat sanayilerinde yıllık üretici enflasyonu %0,6'dan %11,8'e yükselmiştir.

Yakın dönemde enerji fiyatlarında kısa vadeli dengesizliklere bağlı gözlenen yüksek oynaklık ve iklim kaynaklı sorunlarla yaşanan arz sorunları, enflasyon görünümü üzerindeki yukarı yönlü riskleri artırmıştır. Bu nedenle enflasyonist beklentiler artarken, gelişmiş ülke tahvil faizlerinde yükselişler gözlenmektedir. Öte yandan, pek çok ülkede ekonomik aktiviteye dair açıklanan veriler beklentilerin altında kalırken, enflasyona ilişkin veriler beklentilerin üzerinde gelmektedir. Bu durum, salgın devam ettiği sürece arz yönlü sorunların devam edebileceği beklentisiyle beraber enflasyondaki yüksek seviyelerin geçiciliği önermesinin sorgulanmasına ve ekonomi

politikalarına dair belirsizliklerin yüksek seyretmesine neden olmaktadır. Gelişmiş ekonomiler tarafında ABD Merkez Bankası (Fed) varlık alımlarını yavaşlatmaya başlamıştır. Enflasyon verilerinin beklentilerin üzerinde geldiği dönemlerde faizlerin ne zaman artırılacağına dair değişen beklentiler küresel sermaye akımlarında oynaklığa yol açmaktadır.

Bununla birlikte, 2021 yılı ikinci çeyreğinde bazı gelişmekte olan ekonomilerin para politika faizlerinde görülen normalleşme adımlarına daha fazla ülkenin dahil olduğu görülmektedir.

Bu gelişmeler ışığında IMF, 2021 yılında %5,9 oranında toparlandığını hesapladığı dünya ekonomisinin 2022 yılında %4,9 büyümesini öngörmektedir. Ancak ülkelerin aşılama ve salgın yönetimindeki farklılaşan performanslarının ekonomik aktiviteye de yansıtılabileceğini düşünmektedir. IMF, 2020 yılında %8,2 daralan küresel ticaret hacminin 2021 ve 2022 yıllarında sırasıyla %9,7 ve %6,7 oranında genişlemesini beklemektedir. 2022 ortalarına kadar yüksek kalması beklenen enflasyonun, yılın ikinci yarısında geçici faktörlerin ortadan kalkmasıyla ılımlı bir hızda gerileyeceğini tahmin etmektedir.

Türkiye Ekonomisinde Görünüm

Küresel resesyona rağmen 2020 yılını büyüme ile tamamlayan Türkiye ekonomisi 2021'de hız kazanmıştır. Güçlü ihracata ek olarak aşılamadaki ilerleme turizmi desteklemiş ve dış denge toparlanmıştır. Ancak iç talepte yavaşlamanın sınırlı kalmasından dolayı makro-finansal riskler yüksek seyretmektedir.

İç talepte yavaşlama sınırlı kalırken, dış talebin gücünü koruması ile iktisadi faaliyet güçlü seyretmektedir. 2021 yılının ilk yarısında yıllık bazda %14,3'e ulaşan büyümede 2020 yılındaki parasal ve kredi genişlemesinin devam eden etkileri rol oynamaktadır. Aynı dönemde tedarik zincirindeki olumlu gelişmeler ihracatı desteklerken, net dış talep büyümeye katkı vermiştir. Öncü veriler ekonominin yılın ikinci yarısında sınırlı bir yavaşlama

gösterdiğine, ancak yıl genelinde büyümenin %8'i aşabileceğine işaret etmektedir.

Ticaret ortağı ekonomilerdeki güçlü toparlanmanın yanında turizmde kaydedilen iyileşme ile cari açık gerilemiştir. 2020 yılının ilk 8 ayında 26,0 milyar dolar olan cari açık 2021'in aynı döneminde dış ticaret açığındaki gerileme ve hizmetlerdeki toparlanma ile 14,0 milyar dolara inmiştir. Zayıf Türk lirasından (TL) gelebilecek olumlu etkiye rağmen emtia fiyatları dış ticaret dengesi ve cari işlemler hesabındaki iyileşmeyi sınırlayabilecek bir faktör olarak önemini korumaktadır.

İç talepte yavaşlama sınırlı kalırken, küresel gelişmelerin yol açtığı birikimli maliyetler ile enflasyon yükselmiştir. 2020 yılını %14,6 seviyesinde tamamlayan tüketici enflasyonu yıl genelinde artmış ve Ekim 2021 itibarıyla

%19,9 seviyesine ulaşmıştır. Bu gelişmede, ekonomik aktivitenin gücünü korumasına ek olarak aynı dönemde %25,1'den %46,3'e yükselen üretici enflasyonu rol oynamıştır. Küresel enflasyonist risklerin beslediği birikimli maliyet unsurları önümüzdeki dönemde yakından takip edilecektir.

Önümüzdeki dönemde Türkiye ekonomisinin küresel eğilimlere duyarlılığının yüksek kalması beklenmektedir. Dünya ekonomisindeki yavaşlama ile 2022 yılında büyümenin %5'e inebileceği hesaplanırken, cari dengenin milli gelire oranı ile %1,5 civarında açık verebileceği hesaplanmaktadır. Tüketici enflasyonunda iyileşmenin sınırlı kalması beklenmekte, enflasyonda iyileşmenin boyutunun ise küresel gelişmelere bağlı olduğu değerlendirilmektedir.



2021 Yılı Enerji Sektörü Görünümü

Bu rapor, TSKB Enerji Çalışma Grubu tarafından, yüksek katma değerli birçok sektörü destekleyen ve söz konusu sektörlerdeki faaliyetleri birinci dereceden etkileyen enerji sektörünün dinamiklerine, gelişmelerine ve beklentilere dair bir değerlendirme yapmak amacıyla hazırlanmıştır.

Raporun bu bölümünde, Türkiye enerji sektörünün bileşenleri, enerji piyasaları trendleri ve beklentileri ile enerji yatırımları ve finansmanı ana başlıklar itibarıyla incelenmiştir. Türkiye'deki elektrik, doğal gaz, petrol sektörlerinin incelendiği bu bölümde yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği ile enerji yatırımları ve finansmanı başlıklarına da yer verilmektedir.





2000'lerin başındaki kanuni düzenlemeler ve kararlı serbestleştirme adımlarıyla, elektrik sektörü bugünkü çok aktörlü ve faaliyetlerin ayrıştırıldığı rekabetçi modele evrilmiştir.

1.1. Elektrik Sektörü Görünümü

Türkiye elektrik sektörü, arz güvenliği ilkesini merkeze alan bir yaklaşımla, ekonomik büyüme ve ülkenin refahına katkı sağlama doğrultusunda gelişmiştir ve gelişmeye de devam etmektedir. 1990'lı yıllara kadar Türkiye'de elektrik hizmeti dikey bütünleşik bir yapı içerisinde faaliyet gösteren kamu kurumları eliyle sunulmuş, 2000'lerin başındaki kanuni düzenlemeler ve kararlı serbestleştirme adımlarıyla, elektrik sektörü bugünkü çok aktörlü ve faaliyetlerin ayrıştırıldığı rekabetçi modele evrilmiştir. Günümüzde büyük oranda özel sektör aktörlerinin faal olduğu elektrik sektörü; rekabetçi niteliği, güçlü dinamizmi, zenginleşmiş ve uzmanlaşmış insan kaynağı, derinleşen yapısıyla Türkiye enerji sektörünün en önemli bileşenlerinden birisi durumundadır.

Gerek sermaye çeşitlenmesi gerekse de tecrübe ve yönetim birikimiyle Türkiye elektrik sektörü, çağın ihtiyaçlarına uygun bir devinimle gelişmeye devam etmektedir. Geçmiş dönemlerde yaşanan sermaye ve yatırım güçlükleri, proje finansmanındaki yetersizlikler, mevzuat altyapısındaki karmaşa gibi sorunların büyük ölçüde aşıldığı sektörde, günümüzün başat konuları verimliliğin yaygınlaştırılması, enerji sepetindeki çeşitlendirme çabalarının sürdürülmesi, tüketici haklarının korunması, şebekelerin dayanıklılığının artırılması ve daha sofistike konulara (talep tarafı yönetimi, alternatif yakıt kullanımının ve hibrit üretim seçeneklerinin değerlendirilmesi, şebeke optimizasyonu vb.) odaklanılmasıdır. Emtia fiyatlarındaki değişimlere karşı duyarlılığı sürmekle birlikte, bütün olarak düşünüldüğünde elektrik sektörünün eski dönemlere kıyasla çok daha dayanıklı ve olası risklere karşı çok daha hazırlıklı olduğunu ileri sürmek mümkündür.



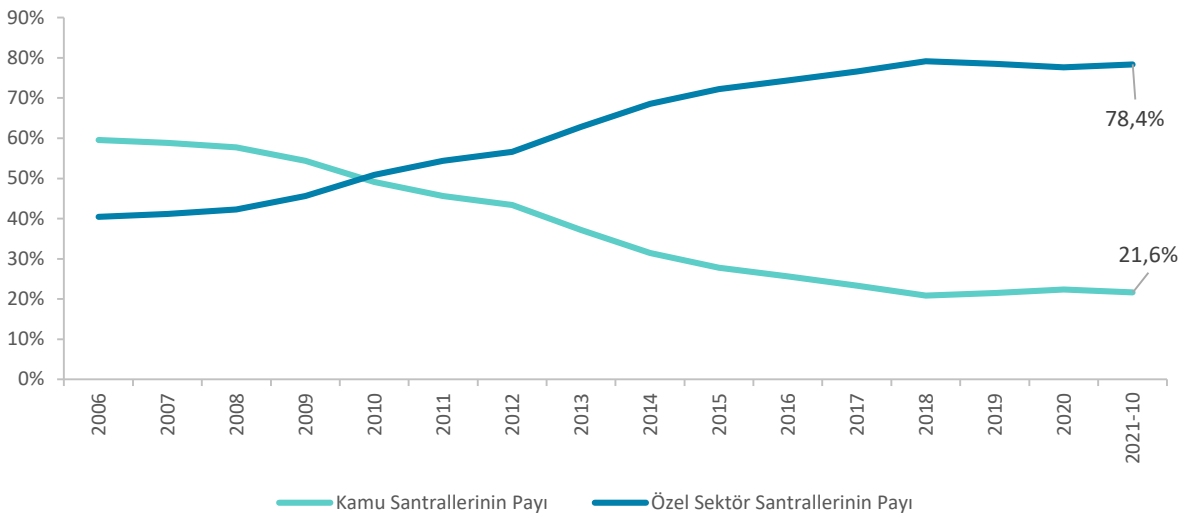
1.1.1. Türkiye’de Güncel Piyasa Yapısı

Ülkemizde elektrik piyasasının gelişmesi ve serbestleşmesi 2001 yılında 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’nun (EPK) yürürlüğe girmesiyle başlamıştır. Dikey bütünleşik yapının ayrıştırılması ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu’nun (EPDK) kurulmasıyla elektrik sektöründe serbestleştirme adımları ileri bir aşamaya taşınmıştır. Aradan geçen 19 yıl itibarıyla elektrik sektörü çok aktörlü ve rekabetçi bir forma evrilmiş, piyasa etkinliğinin öne çıktığı bir nitelik kazanmıştır.

Bugün itibarıyla üretim santrallerinin sahiplik durumu incelendiğinde, kamuya ait santrallerin

Elektrik Üretim A.Ş.’ye (EÜAŞ) bağlı olduğu, kuruluş gücü içerisindeki kamu payının ise 2021 yılı Ekim ayı sonu itibarıyla %81,7’lerden %21,6 seviyelerine gerilediği görülmektedir. Santral özelleştirmeleri biteviye devam ettiği halde EÜAŞ’ın sektör payının %20’ler bandında kalmasının sebebi, süresi dolan yap-işlet-devret kapsamındaki santrallerin sözleşmeler gereği EÜAŞ’a devredilmesidir. Elektrik dağıtımında işletme hakkı devri yöntemiyle yapılan özelleştirmeler 2013 yılında tamamlanmış olup günümüzde 21 dağıtım bölgesinin tamamı özel sektör oyuncularını tarafından işletilmekte ve yönetilmektedir.

Grafik 1: Yıllar İtibarıyla Türkiye Kurulu Gücünün Üretici Kuruluş Payı

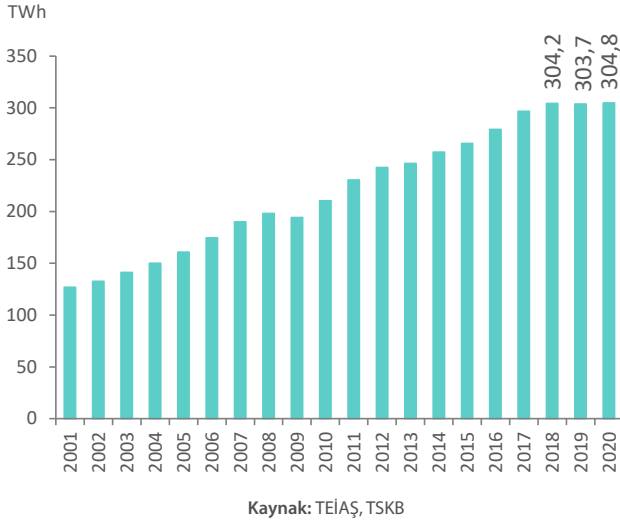


Kaynak: TEİAŞ, TSKB

1.1.2. Elektrik Talebi

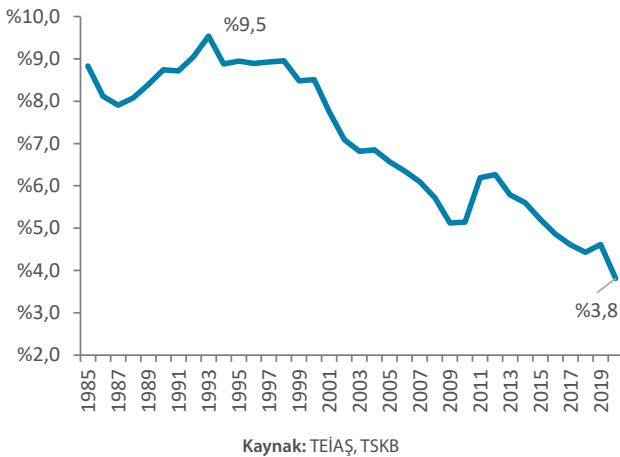
Türkiye toplam elektrik talebi 2000-2020 yılları arasında 2001, 2009 ve 2019 yılları haricinde bir düşüş göstermemiş ve artış trendini sürdürmüştür. 2018 yılında toplam elektrik talebi 304,2 teravatsaat (TWh) iken, 2019 yılı sonu itibarıyla 303,7 TWh olarak gerçekleşmiştir. Covid-19 pandemisinin ön plana çıktığı 2020 yılında ise elektrik talebi 2019 yılına göre %0,4'lük sınırlı bir artış ile 304,8 TWh'e yükselmiştir.

Grafik 2: Yıllar İtibarıyla Toplam Elektrik Talebi Gelişimi



Türkiye elektrik talebinin 1985-2019 yılları arasındaki 10-yıllık hareketli ortalama değerleri incelendiğinde 1993-2009 yılları arasında genel olarak bir azalma trendi görülürken, bu trendi 2010-2012 yıllarında bir artış ve 2013-2020 aralığında tekrar bir azalma izlemiştir. Bu değişimlerin ülkenin ekonomik büyüme performansı ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir.

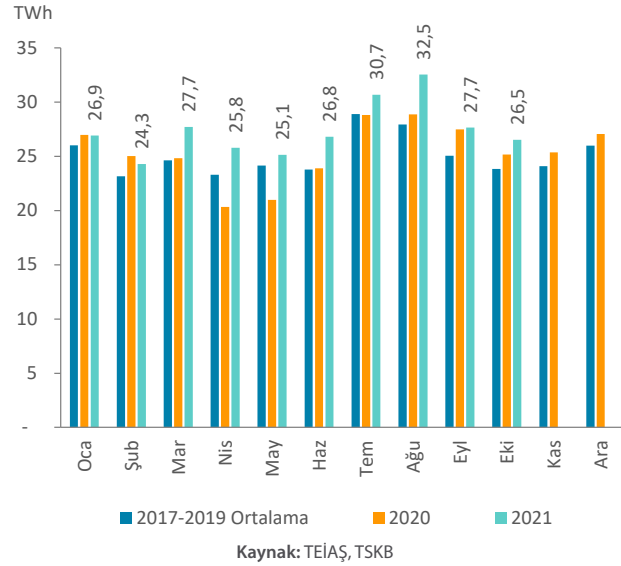
Grafik 3: Toplam Elektrik Talebi Gelişimi (10-Yıllık Hareketli Ortalama)



2020'de tüm dünyayı olduğu gibi Türkiye'yi de etkisi altına alan Covid-19 pandemisinin ardından 2021 yılı, elektrik talebinin yükseldiği bir yıl olmuştur.

TEİAŞ tarafından açıklanan aylık verilere göre, ilk 10 ay için Ocak ve Şubat ayları hariç tüm aylarda 2020 yılına göre kayda değer artışlar gözlenmiştir. Ocak ve Şubat aylarında bir önceki yıla göre sırasıyla %0,2 ve %3,0 azalan aylık elektrik talebi -baz etkisi nedeniyle de- Nisan ayında %26,9 ve Mayıs ayında %19,8 yükselmiştir. Temmuz ayında tek haneye inen aylık elektrik talebi büyümesi Ağustos ayında %12,7'lik bir artış göstermiştir. Günlük veriler itibarıyla rekorlar kaydedilen Ağustos ayında gerçekleşen 32,5 TWh'lik aylık toplam elektrik talebi en yüksek aylık talep olarak kayıtlara geçmiştir. Eylül ve Ekim aylarında ise brüt elektrik talebinin sırasıyla 27,7 TWh ve 26,5 TWh'e gerilediği gözlenmiştir. 2021 yılının ilk 10 aylık talep miktarı 274,1 TWh ile 2020 yılı toplamı olan 252,4 TWh'in %8,6 üzerinde gerçekleşmiştir.

Grafik 4: Karşılaştırmalı Aylık Elektrik Talebi Görünümü



2020 yılı yerine 2017-2019 dönemi ile karşılaştırma yapıldığında ise, 2021 yılının ilk 10 ayında ortalama %9,3'lük bir yıllık büyüme gözlenmektedir. 2021 yılının her ayında bu 3 yılın aynı dönem ortalamasına göre büyüme meydana gelmiş olup en büyük artış %16,5'lik artış ile Ağustos ayında yaşanmıştır. 2021 yılının ilk 10 ay toplamı 274,1 TWh ile 2017-2019 yılları ortalaması toplamı olan 250,8 TWh'in %9,3 üzerinde gerçekleşmiştir. Yapılan analizler çerçevesinde, elektrik talebinde 2021 yılının son 2 ayında yıllık bazda oluşacak %2'lik artışın, 2021 yılı toplam elektrik talebinin 2020 yılı seviyesinden %7,5 yüksek olması sonucunu doğuracağı değerlendirilmektedir. Son iki ayda aylık elektrik talebinin 2020 yılı son 2 ayı değerleri ile aynı olması durumunda ise, 2021 yılı toplam elektrik talebinin 2020 yılı toplam elektrik talebine göre %7,1 daha yüksek bir değere ulaşacağı öngörülmektedir. Bütün bu analizler, son 3 yıldır duraklama pozisyonunda olan ve öngörüldüğü şekilde büyümeyen elektrik talebinin 2021 yılında güçlü bir artış göstereceğine işaret etmektedir.

Son Kaynak Tedarik Tarifesi (SKTT)

Serbest tüketici, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından belirlenen elektrik enerjisi miktarından daha fazla tüketimde bulunduğu veya iletim sistemine doğrudan bağlı olduğu veya organize sanayi bölgesi tüzel kişiliğine haiz olduğu için tedarikçisini seçme hakkına sahip gerçek veya tüzel kişi olarak tanımlanmaktadır. Yıllar ilerledikçe serbest tüketici abone sayısının da artması için bir yıl içerisinde elektrik enerjisi tüketim limiti kademeli olarak düşürülmüştür. 2021 yılı için EPDK tarafından serbest tüketici olmak için belirlenen elektrik enerjisi tüketim limiti 1.200 kilovatsaat (kWh)'tir. Buna göre, bir önceki takvim yılı veya içinde bulunduğumuz yıl içinde kullanım yerindeki toplam tüketimi 1.200 kWh ve üzerinde olan tüm

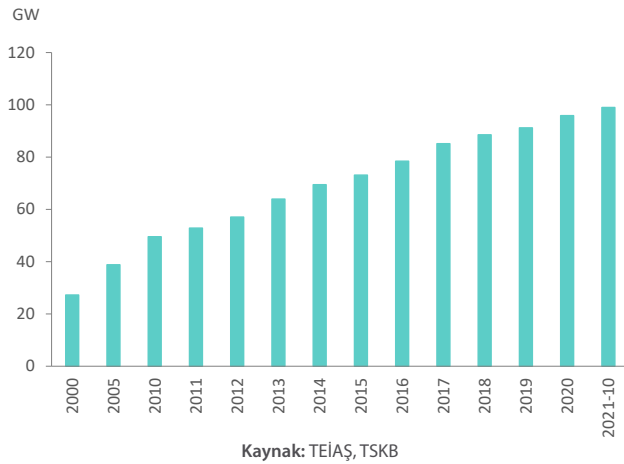
müşteriler "serbest tüketici" olarak belirlenmiştir. EPDK, serbest tüketici niteliğine sahip olduğu halde elektrik enerjisini ikili anlaşmalar ile temin etmeyen tüketicilere 01.01.2022 tarihinden itibaren uygulayacağı son kaynak tedarikinde tüketim miktarlarını belirlemiştir.

Buna göre 2022 yılı için mesken tüketici grubunda son kaynak tedarikinde tüketim miktarı değişmeyerek 50 milyon kWh/yıl ve tarımsal sulamada 7 milyon kWh/yıl olarak sabit bırakılmıştır. Diğer tüketici gruplarında ise son kaynak tedariki tüketim miktarı 7 milyon kWh/yıl'dan 3 milyon kWh/yıl'a düşürülmüştür.

1.1.3. Kurulu Güç Analizi

2000 yılı itibarıyla 27,3 gigavat (GW) civarında olan Türkiye toplam kurulu gücü 2021 yılı Ekim ayı sonunda 99,1 GW seviyesine ulaşmıştır. 2021 yılına kadar uygulanan yenilenebilir enerji kaynaklarından ve yerli kaynaklardan elektrik üreten santrallere verilen teşviklerin artması ile beraber Türkiye toplam kurulu gücünde artış eğilimi devam etmektedir.

Grafik 5: Yıllar İtibarıyla Elektrik Kurulu Güç Gelişimi



2011-2020 yılları arasındaki dönemde, yıllık kurulu güç net artışının ortalaması 4,6 GW olmuştur. Bu dönemde kurulu güçteki artışın toplam elektrik talebindeki artıştan daha yüksek olduğu görülmekte ve bunun en büyük nedenlerinden birisinin yenilenebilir enerji santrallerine verilen teşvikler olduğu değerlendirilmektedir. 2011-2020 yılları arasında devreye alınan yenilenebilir enerji

santrallerinin yıllık ortalama kurulu gücü 3,2 GW civarında gerçekleşmiştir. 2020 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam kurulu güç artışı 4,8 GW civarında seyretmiş, ancak kapanan bazı santrallerden dolayı Türkiye toplam kurulu güç artışı 4,6 GW civarında gerçekleşmiştir. 2020 yılında termik santrallerin toplam net kurulu gücü yaklaşık 0,2 GW azalırken, rüzgâr ve güneş santrallerinin toplam kurulu gücündeki artış miktarı 1,9 GW seviyesinde olmuştur.

2021 yılı ilk 10 ayı sonunda Türkiye toplam kurulu gücü 99,1 GW seviyelerine ulaşmıştır. İlk 10 ay içerisinde 3.160 megavat (MW) civarında gerçekleşen net kurulu güç artışı, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üreten santrallerden meydana gelmiştir. 485 MW'lık kurulu güç artışı hidroelektrik santrallerinden (HES) sağlanmış, toplam artışın 1.420 MW'lık kısmı rüzgâr enerjisi santrallerinden (RES), 991 MW'lık kısmı ise güneş enerjisi santrallerinden (GES) kaynaklanmıştır. İlgili dönemde doğal gaz ve çok yakıtlılar kullanarak elektrik üreten santrallerin net toplam kurulu gücü 141 MW azalmıştır.

2016-2020 yılları arasında yeni net kurulu güç artışı değerleri incelendiğinde, yıllık ortalama 4.549 MW büyüklüğünde bir kurulu gücün devreye girdiği anlaşılmaktadır. Bu yıllar arasında en yüksek net kurulu güç artışı 6.702 MW ile 2017 yılında gerçekleşmiştir. 2017 yılında devreye giren santrallerin %49,7'si RES ve GES'lerden oluşmaktadır.

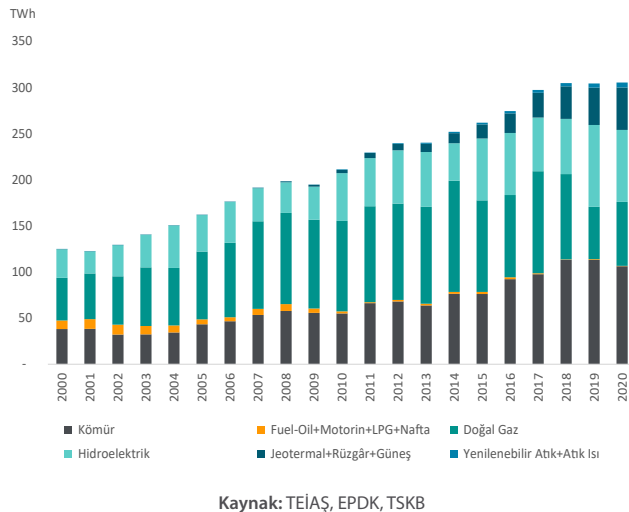
2018 yılında ise, 3.350 MW toplam kurulu güç artışının %62,7'si RES ve GES'lerden kaynaklanmıştır. 2020 yılında 4.624 MW toplam kurulu güç artışı gerçekleşirken, aynı dönemde 1.913 MW RES ve GES devreye alınmıştır.

2005 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam kurulu güçteki payı yükseliş göstermiştir. 2005 yılında %33 seviyelerinde olan HES ağırlığındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten santrallerin kurulu güçteki payı, 2020 yılı sonu itibarıyla %51,7 seviyesine yükselmiştir. Bu yükselişte Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması'nın (YEKDEM) belirleyici bir rol oynadığı değerlendirilmektedir. 2020 yılı sonunda toplam 49,6 GW'a ulaşan yenilenebilir üretim tesislerinin %62,5'i HES'lerden, %17,8'i RES'lerden ve %13,4'ü GES'lerden oluşmuştur.

1.1.4. Elektrik Arzı

Elektrik sektöründe ithalat ve ihracat miktarlarının çok düşük olması nedeniyle toplam elektrik üretimi de elektrik talebine paralel bir seyir izlemiştir. 1980'li yılların başından itibaren hızla artan elektrik ihtiyacının karşılanması amacı doğrultusunda önemli yatırımlar gerçekleştirilmiş, bu sayede Türkiye'nin toplam brüt elektrik üretiminde kayda değer bir artış meydana gelmiştir. 2001 ve 2009 yıllarında %1,8'lik bir daralma gösteren brüt elektrik üretiminde 2019 yılında %0,2'lik sınırlı bir azalma gerçekleşmiştir. 2019 yılında 304,3 TWh olan brüt elektrik tüketimi 2020 yılı sonu itibarıyla 305,4 TWh seviyesine yükselmiştir.

Grafik 6: Yıllar İtibarıyla Birincil Kaynak Bazında Brüt Elektrik Üretimi

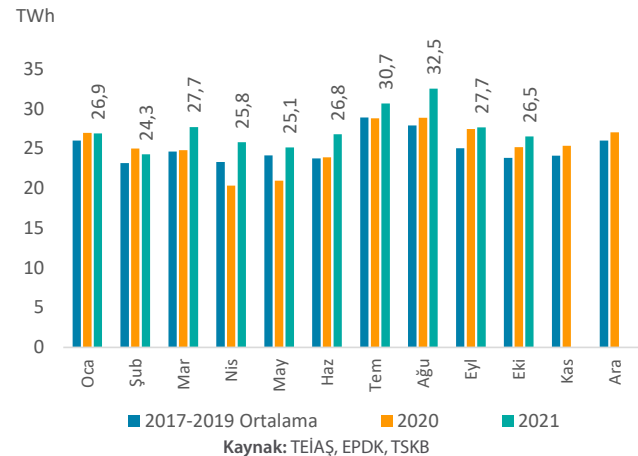


2021 yılı ilk 10 ay verileri incelendiğinde ise, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten santrallerin kurulu güçteki payının %53,4'e yükseldiği görülmektedir. Bu yükselişte Temmuz ayında son bulan dolar bazlı YEKDEM önemli bir rol oynamıştır. 2019-2023 yılları arası hedefleri içeren On Birinci Kalkınma Planı'nda, 2023 yılı itibarıyla Türkiye'nin toplam kurulu gücünün 109,5 GW'a erişeceği öngörülmüştür.¹

Piyasa gelişmeleri ve yatırım ortamı analiz edildiğinde, kalan 2 yıllık süre de dikkate alındığında, bu hedefe ulaşmanın çok kolay/mümkün olmadığı değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, kurulu güçte hedefin gerisinde kalınmasının elektrik arz güvenliğinde bir sorun teşkil etmesi beklenmemektedir.

2020 yılında Türkiye'yi de etkileyen Covid-19 pandemisi sonrasında 2021 yılı büyüme yılı olarak ön plana çıkmıştır. 2020 yılına göre aylık toplam elektrik üretiminde Mart ayından itibaren bahsedilmeye değer artışlar kaydedilmiştir. Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla %0,2 ve %2,0 daralan aylık toplam elektrik üretimi Mart ayında %13,3 artış göstermiştir. Nisan ve Mayıs aylarında %20'li büyüme oranlarının ardından Haziran ayında %13,9, Temmuz ayında %7,9 ve Ağustos aylarında %13,3 oranları ile elektrik üretimi artmaya devam etmiştir. Eylül ayında ise %1'lik sınırlı bir artış gözlenirken Ekim ayında yıllık bazda %6,6'lık bir azalma gerçekleşmiştir. İlk 10 ay toplamları dikkate alındığında ise, 2020 yılına göre %8,2'lik bir artış gerçekleşmiş ve üretimde 273,1 TWh'e ulaşılmıştır.

Grafik 7: Aylık Brüt Elektrik Üretimi Görünümü

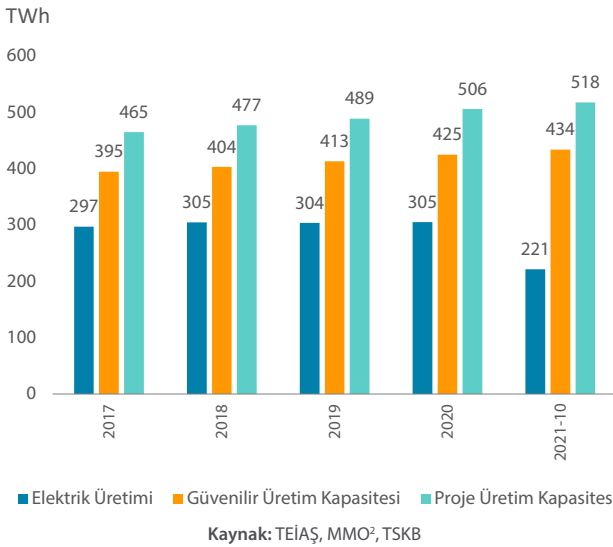


¹T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/ON_BIRINCI_KALKINMA-PLANI_2019-2023.pdf

2021 yılı ilk 10 ay toplamı 2017-2019 yılları ilk 10 ay toplamı ortalaması ile karşılaştırıldığında, 2021 yılında %8,6'lık bir artış olduğu görülmektedir.

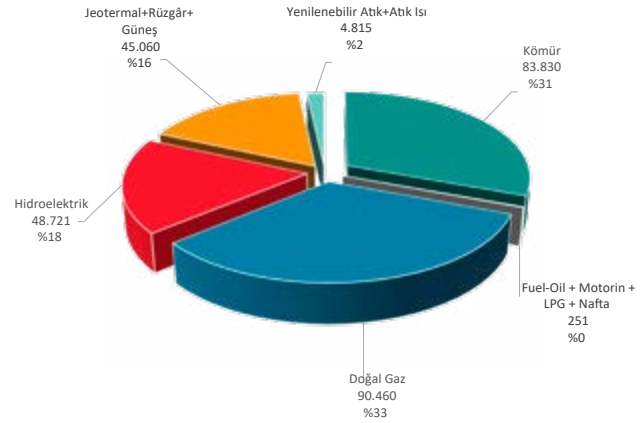
İlk 10 ayda gerçekleşen toplam brüt elektrik üretiminin %30,7'lik kısmı ithal ve yerli kömür santrallerinden sağlanırken, %33,1'lik kısmı doğal gaz santrallerinden temin edilmiştir. 2020 yılının ilk 10 ayındaki dağılım ile karşılaştırıldığında, kömür santrallerinden üretilen elektrikte 3,6 yüzde puanlık bir gerileme görülmüştür. Benzer şekilde, hidroelektrik santrallerden üretilen elektriğin payında da 10,3 yüzde puanlık bir azalma gerçekleşmiştir. Kömür santrallerinden ve hidroelektrik santrallerden kaynaklanan azalmanın %89'u (12,4 yüzde puanlık artış) doğal gaz santrallerinden karşılanmıştır. 2021 yılının ilk 10 ayındaki bu kırılım değişiminde 2021 yılında yaşanan kuraklık ve ithal kömür fiyatlarındaki artış belirleyici olmuştur.

Grafik 8: Üretim Kapasitesi ve Gerçekleşen Üretim



Türkiye toplam kurulu gücündeki yakıt kırılımı ve bu yakıtlara ait üretim kapasiteleri incelendiğinde, Türkiye'de 2020 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 506 TWh'lık yıllık proje üretim kapasitesi olduğu görülmektedir. Bu projelere ait güvenilir üretim kapasitesi çerçevesinde 425 TWh'lık bir üretim potansiyeli olduğu tahmin edilmektedir. Mevsimsel dalgalanmalar, santral arızaları ve plansız bakım ihtiyaçları, ithal yakıt kısıtlamaları gibi faktörler dışarıda bırakılarak değerlendirme yapıldığında, Türkiye'de bir arz kapasite fazlası olduğunu ve elektrik talep artışının sınırlı kalması (önceki 3 yıla benzer şekilde gelişmesi) durumunda eklenecek her yeni kapasitenin arz fazlasını artıracaklarını söylemek mümkündür.

Grafik 9: 2021 Yılı İlk 10 Ayı Birincil Kaynak Bazında Brüt Elektrik Üretimi (GWh)



Kaynak: TEİAŞ, EPDK, TSKB

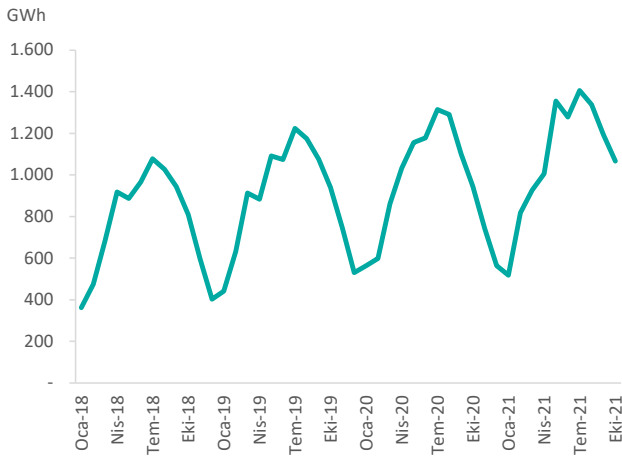
Talep ve üretim rekorlarının kırıldığı 2021 yılının ilk 10 ayı sonunda yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin payı %36,1 civarında gerçekleşmiştir. İlk 10 ayda doğal gaz santrallerinden üretilen elektriğin payındaki yüksek oranın, hidroelektrik santrallerden üretilen elektrik miktarındaki azalmadan kaynaklandığı değerlendirilmektedir. 2021 yılında hem rüzgâr hem de güneş kaynaklarından üretilen elektrik miktarı artmış olmasına rağmen kurak bir dönem geçirilmesi sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin payında azalma gerçekleşmiştir.

2010 yılının sonunda devreye giren ilk lisanssız elektrik üretim yönetmeliği, 500 kilovat (kW) üst sınırında ve ilişkili tüketim tesisinin tüketim veya gücünden bağımsız olarak lisanssız santrallerin kurulup işletilmesine imkân sağlıyordu. 2013 yılının Mart ayında üst sınır 1 MW'a çıkarılmıştır. 2019 yılı Mayıs ayında Cumhurbaşkanlığı Kararı ile lisanssız faaliyet yapabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinin kurulu güç üst sınırı 1 MW'tan 5 MW'a çıkarılmıştır. Karar kapsamında kurulu gücün tüketim tesisinin bağlantı anlaşması sözleşme gücü ile sınırlı olması ve üretim ve tüketimin aynı ölçüm noktasında bulunması esası benimsenmiştir. Karar ile birlikte kurulan çatı ve cephe uygulamalı güneş ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinde üretilen ihtiyaç fazlası elektrik için EPDK tarafından ilan edilen kendi abone grubuna ait perakende tek zamanlı aktif enerji bedelinin, tesisin işletmeye giriş tarihinden itibaren 10 yıl süreyle uygulanması kararlaştırılmıştır.

² Makine Mühendisleri Odası, 2018. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_1.pdf

2016 yılından itibaren işletmeye giren lisanssız santrallerin toplam kurulu gücü 2021 yılı Ekim ayı itibarıyla 8.463 MW'a ulaşmıştır. Bu santrallerin büyük bir kısmı GES'lerden oluşurken toplam üretime katkıları aylık olarak değişiklik göstermiştir. 2018 yılında toplam brüt elektrik üretimine %3'lük katkı sağlayan lisanssız santraller, brüt elektrik üretimi içindeki paylarını 2019 yılında %3,5'e ve 2020 yılında %3,7'ye çıkarmıştır. 2021 yılının ilk 10 ayında ise lisanssız santrallerin toplam elektrik üretimindeki payı %4,0 seviyesine yükselmiştir.

Grafik 10: Lisanssız Elektrik Santrallerinin Aylık Bazda Üretim Gelişimi



Kaynak: EPIAŞ, TSKB

1.1.5. Teşvikler

Türkiye'de elektrik sektörünün gelişimi sürecinde, elektrik arz güvenliğinin sağlanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin artırılması hedefleri kapsamında hem kısmen fosil yakıtlara hem de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik mekanizmaları geliştirilmiş ve devreye alınmıştır. Bu mekanizmalar arasında kapasite mekanizması ile YEKDEM ve Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) bulunmaktadır.

YEKDEM, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun (YEK) çerçevesinde rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, akıntı, gel-git ile kanal veya nehir veya rezervuar alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik santrallerinin faydalandığı satın alım garantisidir. YEKA ise kamu ve hazine arazilerinde elektrik enerjisi üretimine uygun

yenilenebilir enerji kaynak alanlarının belirlenmesi, derecelendirilmesi, korunması ve kullanılmasına ilişkin bir sistemdir ve asıl amacı yerli ekipman üretiminin desteklenmesidir. YEKDEM ve YEKA, bu raporun "1.4. Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği" bölümünde detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

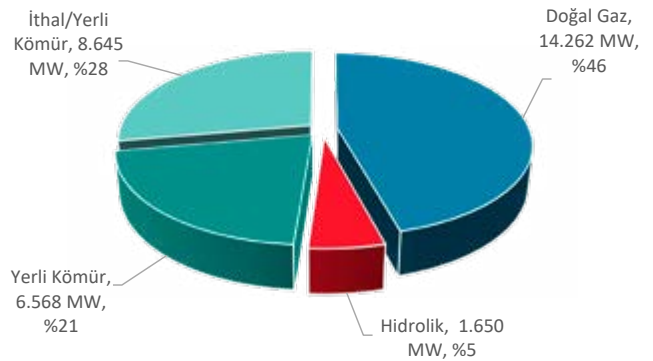
Kapasite Mekanizması

Doğal gaz ve kömür santralleri için 20.01.2018 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanan kapasite mekanizması arz ve sistem güvenliği için gerekli teşvik mekanizması olarak göze çarpmaktadır. Santrallerin sabit ve değişken maliyetleri ile piyasa takas fiyatındaki (PTF) ilişki ile hesaplanan bu teşvikten doğal gaz santralleri, yerli kömür santralleri ve ithal kömür santralleri (kullandıkları yerli kömür oranı ile orantılı olarak) faydalanmaktadır. 2018 yılında 1,4 milyar TL tutarında olan kapasite mekanizması teşvikinden toplam 20.912 MW kurulu güce sahip 28 adet termik santral yararlanmıştır.

2018 yılı Kasım ayında yapılan değişiklik ile belirtilen şartları yerine getiren hidroelektrik santraller de kapasite mekanizmasından faydalanmaya başlamıştır. Bu değişiklik ile birlikte toplam santral sayısı 43'e ve toplam kurulu güç 24.137 MW'a yükselmiştir. 2019 yılında kapasite mekanizmasında dağıtılan tutar 2 milyar TL olarak belirlenmiştir.

2020 yılında kapasite mekanizmasında dağıtılacak toplam tutar 2,2 milyar TL'ye yükseltilmiştir. 2020 yılında kapasite mekanizmasından faydalanmakta olan santrallerden 9.790 MW'lık kısmı doğal gaz, 11.616 MW'lık kısmı kömür ve 1.666 MW'lık kısmı hidroelektrik santralleridir.

Grafik 11: 2021 Yılı Kapasite Mekanizması Kaynaklarına Göre Kurulu Güç Dağılımı³



Kaynak: TEİAŞ, TSKB

³ 21.05.2021 tarih ve 31487 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan değişiklik sonrasındaki kırılımı göstermektedir.

2021 yılında ise kapasite mekanizmasından toplam kurulu gücü 25.401 MW olan 46 adet santral yararlanma hakkına sahip olmuştur. 46 adet santralin 22 adedi kömür yakıtlı termik santral olup 15 adedi yerli, kalanı ithal/yerli kaynaklara dayalıdır. EPDK Kurul Kararı ile toplam bütçe 2,6 milyar TL olarak belirlenmiştir.⁴

2021 yılında kapasite mekanizmasında bir değişiklik daha gerçekleşmiştir. 21.05.2021 tarih ve 31487 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan bu değişiklik ile yapı-şirket sözleşmesi olan ve anlaşma süresi dolmuş olsa da bu anlaşmalar kapsamında faaliyette bulunan/bulunmuş olan santraller kapasite mekanizmasına dahil edilmiştir.⁵ Ayrıca, lisansında yer alan, mevcut ve

işletmede olan, geçici kabul tarihi en eski ünitesinin geçici kabul tarihinden başlayarak hesaplanan santral yaşı 13 yıldan büyük ve yerli kaynaklara dayalı olmayan santraller mekanizma kapsamına alınmıştır. Bu çerçevede, kapasite mekanizmasına toplam kurulu gücü 5.810 MW olan 5 adet santral dahil edilmiştir.

Kapasite mekanizmasından faydalanmak için, doğal gaz santrallerinde verimliliğin %50’nin üstünde olması, ayrıca başvuruların alındığı son tarihten geriye doğru 12 aylık dönemde ağırlıklı ortalama kapasite kullanım oranının yerli kaynaklara dayalı olanlarda %10’un, diğerlerinde %15’in altında olmaması şartları aranmaktadır.

1.1.6. Elektrik Fiyatları

Türkiye’de elektrik fiyatı her bir saat için bir arz eğrisi, artan sırada listelenen ve tek bir teklifte birleştirilen fiyat-miktar çiftleri tarafından formüle edilmektedir. Talep eğrisi de aynı şekilde formüle edildikten sonra arz-talep eğrilerinin kesişim noktası ilgili saatin PTF’sini belirlemektedir. Dengeleme piyasasının fiyatı, sistemde bir enerji açığı veya enerji fazlası olup olmamasına bağlıdır. Sistemde bir enerji açığı varsa, sistemdeki azami saatlik teklif fiyatı sistem marjinal fiyatı (SMF) olarak alınmaktadır. Bir fazlalık olduğunda, kabul edilen minimum teklif fiyatı SMF olarak kabul edilmektedir. Elektrik fiyatları santral emre amadeliğine, iklim şartlarına, ekonomik ve jeopolitik etkenlere bağlı olsa da emtia fiyatlarının değişimine hemen tepki göstermektedir.

PTF’nin asgari ve azami limitleri EPDK tarafından belirlenmektedir. 2017 yılına kadar PTF’nin asgari ve azami limitleri megavatsaat (MWh) başına 0 TL ve 2.000 TL idi. 06.01.2017 tarihli EPDK kararı ile azami limit 06.01.2017 ile 01.03.2017 tarihleri arasında 500 TL/MWh olarak belirlenmiştir. Fiyatlardaki oynaklığı azaltmak için EPDK azami fiyatların belirlenmesini içeren bir metodoloji değişikliği yapmıştır. 06.10.2020 tarih ve 31266 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan EPDK kararına göre, azami fiyat limitleri içinde bulunulan takvim ayı esas alınarak iki ay önceki takvim ayından itibaren geriye dönük 12 aylık PTF ağırlıklı ortalamalarının 2 katı olarak uygulanmaya başlamıştır.⁶ Son olarak, 2021 yılı Nisan ayından itibaren küresel piyasalarda doğal gaz ve



kömür fiyatlarında meydana gelen artışlar nedeniyle bazı doğal gaz ve ithal kömür santrallerinin belirlenmiş azami limitler ile devreye girmesine izin verilmemiştir. Bu nedenle, 14.10.2021 tarihinde EPDK tarafından alınan bir karar ile azami fiyat limitleri güncellenmiş ve azami limit belirlenirken içinde bulunulan takvim ayı esas alınarak iki ay önceki takvim ayından itibaren geriye dönük 12 aylık PTF ağırlıklı ortalamalarının 3 katı olarak uygulanmaya başlanmıştır.⁷ Bu güncelleme ile devreye girmekte zorlanan doğal gaz ve ithal kömür santrallerinin sistemde kalması hedeflenmiştir.

⁴ 21.05.2021 tarih ve 31487 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan değişiklik sonrasında bu değerler güncelleneceği değerlendirilmektedir. Haziran ayında 2021 yılı başında açıklanmış olan bütçeden farklı bir ödeme yapılmıştır.

⁵ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/05/20210521.pdf>

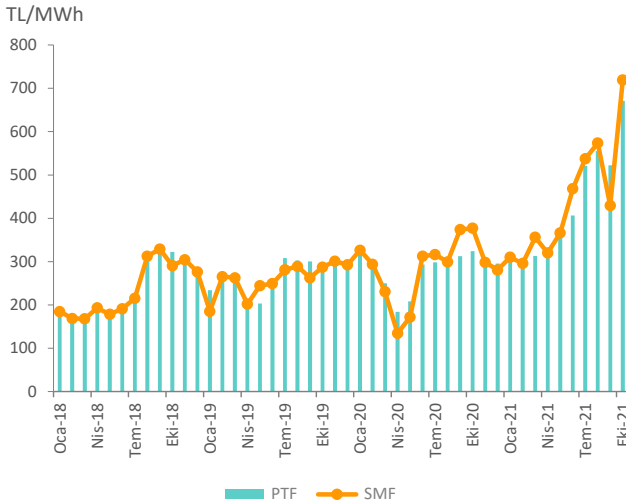
⁶ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/10/20201006.pdf>

⁷ 14 Ekim tarihinde alınan Kurul Kararı 15.10.2021 tarih ve 31629 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır. Şu adresten görülebilir: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/10/20211015.pdf>

Covid-19 pandemisinin etkileriyle 2020 yılı Mart ayından başlayarak elektrik talebinde ve emtia fiyatlarında kayda değer azalmalar meydana gelmiştir. Ağırlıklı ortalama PTF Mart ayında 250 TL/MWh'e ve Nisan ayında 184 TL/MWh'e gerilemiştir. 2020 yılı Nisan ayından itibaren kademeli olarak artan PTF, 2020 yılı Ekim ayında 324 TL/MWh seviyelerine yükselmiştir. 2020 yılı kış ayları ve 2021 yılı bahar aylarında bir miktar gerileme kaydeden PTF, 2021 yılı Nisan ayında ortalama 313,91 TL/MWh olarak gerçekleşmiştir.

Nisan ayından itibaren Türkiye'de yaşanan kuraklık, talep artışı ve küresel piyasalarda doğal gaz fiyatlarındaki artış nedeniyle PTF fiyatlarında da artışlar gözlenmiştir. Yıllık artışlar bazında Nisan ayından itibaren çift haneli artışlar gerçekleşmiş, Nisan ve Mayıs aylarında bu büyüme oranı %70'lerin üzerinde hesaplanmıştır. PTF, Haziran ayında %38,5'lik bir büyümenin ardından, Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla %74,5 ve %84,4 oranlarında artmış ve aylık ortalama 555,38 TL/MWh seviyesine ulaşmıştır. Eylül ayında ise elektrik talebindeki azalma nedeniyle ortalama 522,39 TL/MWh seviyesine gerilemiştir. Ekim ayında özellikle ithal kömür ve spot piyasadaki doğal gaz fiyatlarının da etkisi ile ortalama PTF 671,07 TL/MWh seviyesine yükselmiştir.

Grafik 12: Aylık Ağırlıklı Ortalama PTF/SMF

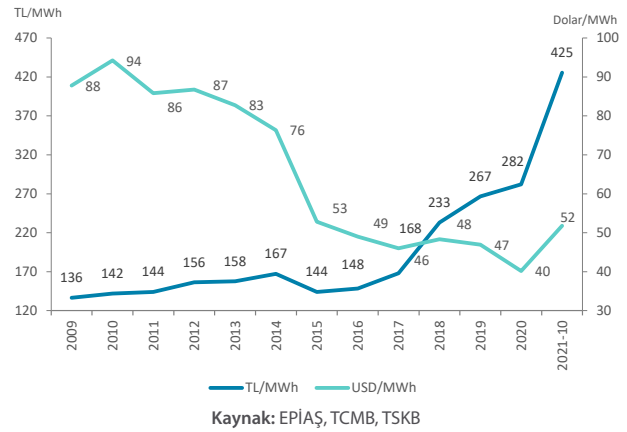


Kaynak: Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPIAŞ), Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), TSKB

2009'un sonlarında 136 TL/MWh seviyelerinde olan ağırlıklı ortalama PTF, 2015 yılına kadar kademeli olarak artış göstermiş ve 2015 yılında ortalama 144 TL/MWh seviyesine gerilemiştir. 2015 yılından sonra yine yükseliş trendini yakalayan elektrik fiyatları, 2018

yılında kayda değer bir sıçrama göstererek ortalama 233 TL/MWh seviyesinde gerçekleşmiştir. 2019 yılında 267 TL/MWh olan yıllık ortalama PTF, 2020 yılında 282 TL/MWh'e yükselmiştir. 2021 yılının ilk 10 ayında ise kuraklık ve talep artışının yanısıra küresel piyasalardaki emtia fiyatlarının artışı sebebiyle ortalama PTF 425 TL/MWh olarak gerçekleşmiştir. Ancak dolar cinsinden değerlendirildiğinde tablo biraz farklılaşmaktadır: 2010 yılında ortalama 95 dolar/MWh seviyelerine tırmanan ağırlıklı ortalama PTF, 2010 yılından sonra kademeli olarak gerilemiş ve 2019 yılında 47 dolar/MWh ve 2020 yılında 40 dolar/MWh seviyelerinde gerçekleşmiştir. 2021 yılının ilk 10 ayında bu iniş eğilimi değişmiş ve ortalama fiyat 52 dolar/MWh seviyesine yükselmiştir.

Grafik 13: Yıllık Ağırlıklı Ortalama PTF Gelişimi



TL/MWh USD/MWh

Kaynak: EPIAŞ, TCMB, TSKB

Pandeminin en aktif şekilde yaşandığı 2020 yılı sonrasında gerçekleşen sanayi üretimi artışı ve 2021 yılında yaşanan aşırı soğuk ve sıcak havalarda elektrik talebi artışına neden olurken, yaşanan kuraklık hidroelektrik santrallerden elektrik üretimini azaltmış ve fosil yakıtlı santrallerden elektrik üretimi miktarında artış meydana getirmiştir.

TEİAŞ tarafından açıklanan verilere göre, yılın ilk 9 ayında ana havza barajlarına gelen su miktarında %36'lık bir azalma gerçekleşmiştir ve bu da hidroelektrik santrallerden üretilen elektrik miktarında azalmaya yol açmıştır. Bunlara ilaveten, Nisan ayından itibaren küresel doğal gaz, petrol ve ithal kömür fiyatlarında meydana gelen artış, sistemde olan termik santrallerin bir kısmına yansımış, bu da PTF'de artışa neden olmuştur. Küresel piyasalarda emtia fiyatlarında oluşacak bir dengelenmenin Türkiye'deki fiyatlara da yansımaları olasıdır. Söz konusu dengelenmenin oluşma süresi ve oluşacağı nokta, PTF fiyatlarının yeni seviyesinde etkili olacaktır.

Vadeli Elektrik Piyasası (VEP)

Elektrik piyasalarında fiyat riskinden korunmayı ve öngörülebilirliği artırması hedeflenen Vadeli Elektrik Piyasası (VEP), EPIAŞ bünyesinde 01.06.2021 tarihinde devreye girmiştir. VEP ile, tezgâh üstü piyasalar adı verilen, organize olmayan, regüle edilmemiş, yani bir borsa yoluyla yapılmayan işlemlerden doğabilecek bütün risklerin ortadan kaldırılması

beklenmektedir. Bu çerçevede, spot piyasa (Gün Öncesi ve Gün İçi piyasaları) ve VEP, piyasa katılımcılarının farklı ihtiyaçlarına cevap vermekte ve birbirlerini tamamlamaktadır. Vadeli işlemler, organize piyasalarda yapılabildiği gibi tezgâh üstü piyasalarda ikili anlaşmalar yoluyla da yapılabilmektedir. 01.06.2021 tarihinde devreye giren VEP ile, geleceğe yönelik sağlıklı fiyat

beklentilerinin oluşması, elektrik ve elektriğe dayalı yatırımlar için fizibilite çalışmalarının kolaylaşması ve yapılacak yeni yatırımlar için güven ortamının sağlanması hedeflenmektedir.

Tüm bu gelişmelerin ardından VEP'te ilk eşleşme, 01.06.2021 saat 13.00.12'de, Ekim 2021 baz kontratı için MWh başına 405 liradan 1 lot olarak gerçekleşmiştir.⁸

TSKB Fiyat Tahmin Modeli

TSKB Enerji Çalışma Grubu bünyesinde PTF'yi tahmin etmek üzere geliştirilen TSKB Fiyat Tahmin Modeli (Model) ile kısa ve uzun vadeli elektrik fiyat tahminleri oluşturulmaktadır. Model ile her bir saat için bir arz eğrisi, artan sırada listelenen ve tek bir teklifte birleştirilen fiyat-miktar çiftleri oluşturulmakta ve talep eğrisi de benzer şekilde formüle edildikten sonra arz-talep eğrilerinin kesiştiği nokta ilgili saatin PTF'si olarak belirlenmektedir. Söz konusu tahminler küresel emtia fiyatlarındaki değişiklikleri, kuraklık ve aşırı yağış gibi iklim kaynaklı riskleri de dikkate alan farklı senaryoları içermektedir.

Model'de GSYH artış oranı, saatlik talep eğrisi, hidrolojik döngüsellik ve sezonsallık, santrallerin emre amadeliği, yeni santral ve verimlilik yatırımları, kapasite artışları, doğal gaz kısıtı, petrol, kömür ve doğal gaz fiyatları gibi parametrelere yönelik tahmin çalışmaları yürütülmekte ve her bir santral tipi için ayrı ayrı birim marjinal maliyeti hesaplanmaktadır. Emtia fiyat tahminleri oluşturulurken temel olarak uluslararası kaynakların emtia fiyatlarına yönelik yayınladığı öngörülerden yararlanılmaktadır. Özellikle doğal gaz fiyatına ilişkin tahminler elektrik fiyat tahminleri üzerinde etkili olmakta ve bu kapsamda BOTAŞ'ın fiyat politikası ve yenilenecek kontrat fiyatları yakından takip edilmektedir. Model ile saatlik, günlük, aylık ve yıllık fiyat ve talep tahminleri ile bunların maksimum, minimum ve ortalama değerleri, santral tipi bazında

kurulu güç ve elektrik üretimi gelişimi, kurulu ve emre amade güce göre yedek hesaplaması ve doğal gaz tüketimi gibi çıktılar üretilmektedir.

Model, küresel piyasalardaki ve Türkiye enerji piyasalarındaki gelişmelere, emtia piyasasındaki dalgalanmalara, enflasyon ve faiz gibi iktisadi değişkenlere bağlı olarak belirli periyotlar dahilinde güncellenmektedir. Her bir güncelleme döneminde farklı senaryolar kapsamında piyasada kısa ve uzun vadede oluşacak PTF tahmin edilmektedir. Model kapsamında 2022 yılı PTF tahminine yönelik farklı senaryolar değerlendirilmektedir. Modelde BOTAŞ'ın fiyat politikasında 2022 yılı ilk çeyreğinde indirim gitmesi durumunda PTF'nin yıl içerisinde dalgalı bir seyir göstererek 2022 yılı genelinde MWh başına ortalama 60 USD'nin üzerinde gerçekleşmesi ve MWh başına ortalama 70 USD seviyesini aşmaması beklenmektedir. BOTAŞ'ın Kasım ayında gerçekleştirdiği TL bazında %47 oranındaki zam sonrası fiyat politikasında benzer fiyat eğrisini devam ettirmesi halinde ise, PTF'nin 2022 yılı genelinde MWh başına ortalama 70 USD'nin üzerine çıkabileceği tahmin edilmektedir. PTF'nin orta vadeli dönemde emtia fiyatlarına yönelik düşüş beklentileri paralelinde gerileyeceği öngörülmekle birlikte mevzuat değişiklikleri, emtia fiyat dalgalanmaları, iklim faktörleri, arz ve talebi etkileyen uygulama ve piyasa gelişmeleri gibi etkenlerin bu seyri değiştirebileceği değerlendirilmektedir.

⁸ Dünya Gazetesi. Şu adresten görülebilir: <https://www.dunya.com/sectorler/enerji/vadeli-elektrik-piyasasi-isleme-acildi-haberi-623221#:~:text=t%C3%B6renle%20i%C5%9Fleme%20a%C3%A7%C4%B1d%C4%B1.-,VEP'te%20ilk%20e%C5%9Fle%C5%9Fme%202021%20Haziran%202021%20saat%2013.00.,y%C4%B1llara%20g%C3%B6re%20artt%C4%B1%C4%9F%C4%B1n%C4%B1%20dile%20getirdi.>



Doğal gaz, Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketiminde petrolün ardından ikinci sırada yer almaktadır ve Türkiye doğal gazda net ithalatçı konumundadır.

1.2. Doğal Gaz Sektörü Görünümü

Doğal gaz tüketimi; nüfus, sanayileşme ve kentleşme ile doğru orantılı, hava sıcaklığı ile ters orantılı bir şekilde büyümektedir. Türkiye sınırlı yer altı zenginliği sebebiyle petrole benzer şekilde doğal gazda da net ithalatçı konumundadır. Uzunca bir süredir Türkiye'de doğal gaz üretimi, tüketimin %2'si seviyesinin altında gerçekleşmektedir. Türkiye'nin doğal gazda ithalata bağımlılık oranı %99'un üzerinde olup gaz ithalatının ülkenin dış ticaret açığında önemli bir yeri bulunmaktadır. Doğal gaz, Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketiminde petrolün ardından ikinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde, küresel ölçekte yapılan enerji tüketim tahminlerine paralel biçimde kısa-orta vadede doğal gazın tüketimi artış gösterecek tek fosil yakıt olması beklenmektedir.



Son dönemde yapılan araştırmalar ile hidrojenin doğal gaz dağıtım şebekesine entegrasyonu değerlendirilmektedir. Hidrojen teknolojileri ile karbon ayak izinin azaltılması hedeflenirken, ayrıca doğal gaz ithalatının kısmen de olsa azaltılması öngörülmektedir. Doğal gaz dağıtımında önemli bir atılım yapan Türkiye’de 2019 yılı itibarıyla doğal

gaz ulaşmayan il kalmamıştır. Doğal gaz dağıtım firmalarının yatırımları ile 2020 yılı sonu itibarıyla 81 il merkezinin tamamı dahil olmak üzere toplamda 554 ilçe ve 35 beldeye doğal gaz arzı sağlanmıştır. 2010 yılında yaklaşık 1 milyon olan doğal gaz hizmeti götürülen toplam abone sayısı Temmuz 2021 döneminde 17,8 milyona yükselmiştir.

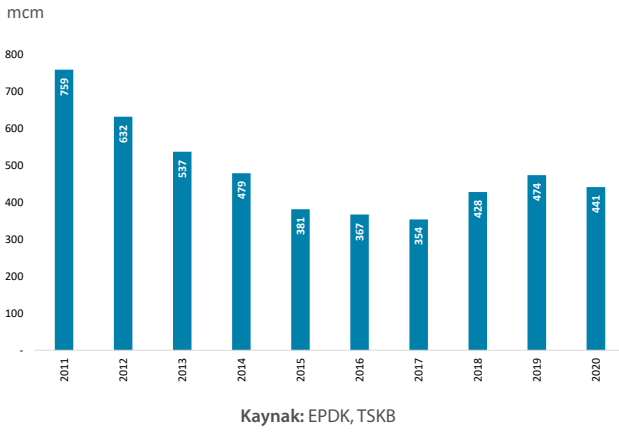
1.2.1. Türkiye’de Doğal Gaz Rezervi, Üretimi ve Keşifleri

Akdeniz ve Karadeniz’de açıklanan ve olası rezervler hariç, Türkiye’nin kalan üretilebilir yaklaşık 4,2 milyar m³’lük (bcm) doğal gaz rezervi mevcuttur. Bu rezervlerdeki sınırlı üretim, yıllık toplam tüketiminin ancak %1’ini karşılayabilmektedir.⁹ Yurt içi doğal gaz üretimi, 2008 yılında gerçekleşen 969 milyon m³ (mcm) seviyesini sonraki dönemlerde yakalayamamış, 2008 sonrasında 2011, 2018 ve 2019 yılları dışında azalma eğiliminde olmuştur. Türkiye doğal gaz üretim miktarı 2020 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %7 azalarak 441 mcm seviyesinde gerçekleşmiştir.



⁹BOTAŞ. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/sikca-sorulan-sorular/92>

Grafik 14: Yıllar İtibarıyla Türkiye'nin Doğal Gaz Üretimi



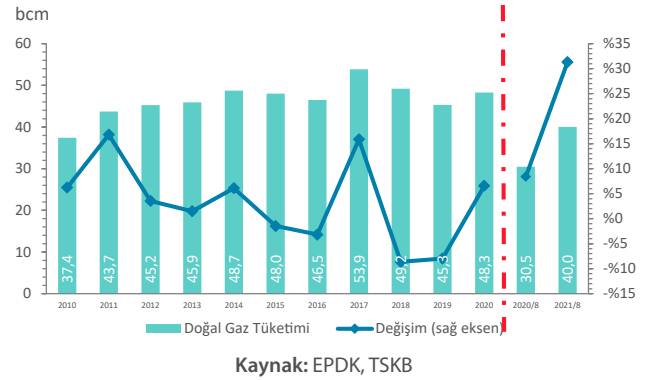
Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan tarafından 21.08.2020'de yapılan açıklamaya göre, Karadeniz'de Fatih sondaj gemisi ile yapılan derin deniz sondajında, Sakarya Gaz Sahası'nda (Tuna-1 Bölgesi) 320 bcm büyüklüğünde doğal gaz rezervi keşfedilmiştir. 17.10.2020 tarihinde yine Tuna-1 Bölgesi'nde ilave 85 bcm doğal gaz rezervi bulunduğu, böylece bulunan doğal gaz rezervinin 320'den 405 bcm'e yükseldiği açıklanmıştır. 04.06.2021'de yapılan açıklamaya göre ise, Kuzey Sakarya Gaz Sahası'nda yer alan Amasra-1 kuyusunda 135 bcm'lik doğal gaz keşfi daha yapılmıştır. Son keşif ile Tuna-1 ve Amasra-1 kuyularında keşfedilen rezerv miktarı toplam 540 bcm olmuştur. Son dönemde gündeme gelen keşifler ve devam eden sismik ve derin sondaj çalışmaları, önümüzdeki dönemde Türkiye'nin doğal gaz üretimindeki artış potansiyeline işaret etmektedir.

1.2.2. Türkiye'de Doğal Gaz Tüketimi

2017 yılında 53,9 bcm ile tarihinin en yüksek seviyesini gören Türkiye doğal gaz tüketimi, söz konusu seviyeyi sonraki yıllarda yakalayamamıştır. 2018 ve 2019 yıllarında sırasıyla %8,6 ve %8 oranlarında gerileme seyrini sürdüren doğal gaz tüketimi, Covid-19 pandemisine rağmen 2020 yılında %6,6 seviyesinde artış ile 48,3 bcm olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılının ilk 7 ayı bir önceki yılın aynı dönemine göre kıyaslandığında ise doğal gaz tüketiminde artışın yaklaşık %30 seviyelerinde sürdüğü izlenmektedir. Öyle ki, 2021 yılının ilk 7 ayındaki toplam tüketim, rekor olarak anılan 2017 yılı aynı döneminin %13 üzerinde gerçekleşmiştir. 2021 yıl sonunda olası bir rekor gaz tüketimi için yılın geri kalanındaki hava durumu, elektrik üretiminde doğal gazın payı ve ithal edilebilecek doğal gaz miktarı gibi değişkenlerin etkili olacağı düşünülmektedir.

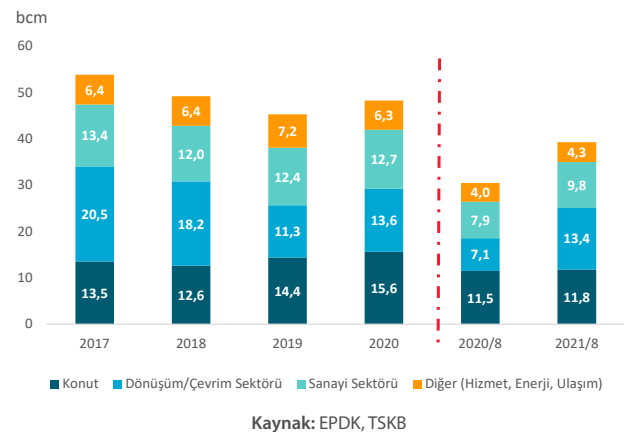
2021 yılındaki söz konusu artış trendinde, doğal gazdan elektrik üretimi yapan santrallerin üretimindeki yükseliş ve sıcaklıkların etkili olduğu değerlendirilmektedir. Herhangi bir tedarik sıkıntısı olmaması, elektrik üretiminde doğal gaz santrallerinin payı ve hava durumundaki gelişmelere bağlı olarak 2021 yılında yaklaşık 55-60 bcm doğal gaz tüketimi ile rekor kırılacağı değerlendirilmektedir.

Grafik 15: Türkiye'deki Doğal Gaz Tüketimi ve Değişimi



2020 yılında, dönüşüm/çevrim sektörleri (elektrik ve ısı santralleri) ile Covid-19 pandemisi kaynaklı evden çalışma uygulamalarının sürmesi ve artan abone sayısının konutlardaki doğal gaz tüketimine katkısı ile söz konusu dönemde doğal gaz tüketimi artış göstermiştir. Dönüşüm/çevrim sektörlerindeki gaz tüketimi, 2020 yılında 13,6 bcm ile önceki yıla kıyasla %21 artış gösterse de 2017 ve 2018 yıllarına ait sırasıyla 20,5 ve 18,2 bcm'lik değerlerin altında kalmıştır. Ancak ilk 8 aylık performans, bu sektördeki tablonun 2021 yılında radikal biçimde değişeceğini göstermektedir. 2020 yılında konutlarda tüketilen doğal gaz ise 15,6 bcm olarak gerçekleşerek bir önceki yıla kıyasla %8 artış göstermiştir. Sanayi sektöründeki tüketim 2019 yılına göre sınırlı artarak 12,7 bcm'e yakın bir miktarda olurken, petrol rafinerileri başta olmak üzere enerji sektöründeki tüketim 1,6 bcm'e gerilemiştir.

Grafik 16: Türkiye'deki Doğal Gaz Tüketiminin Sektörel Kırılımı



Covid-19 pandemisinin etkisinin görece daha sınırlı kaldığı 2021 yılının ilk 8 aylık döneminde ise doğal gaz tüketimi önceki yılın aynı dönemine kıyasla yaklaşık %31 artış göstermiştir. Söz konusu artışta dönüşüm/çevrim sektörü sektörleri ile sanayi ve konutlar başta olmak üzere hemen hemen tüm sektörlerde izlenen talep artışı etkili olmuştur. 2021 yılında doğal gaz tüketiminin, bütün sektörlerde bir önceki yıla kıyasla artışla sonuçlanacağı tahmin edilmektedir.

1.2.3. Türkiye’de Doğal Gaz Ticareti

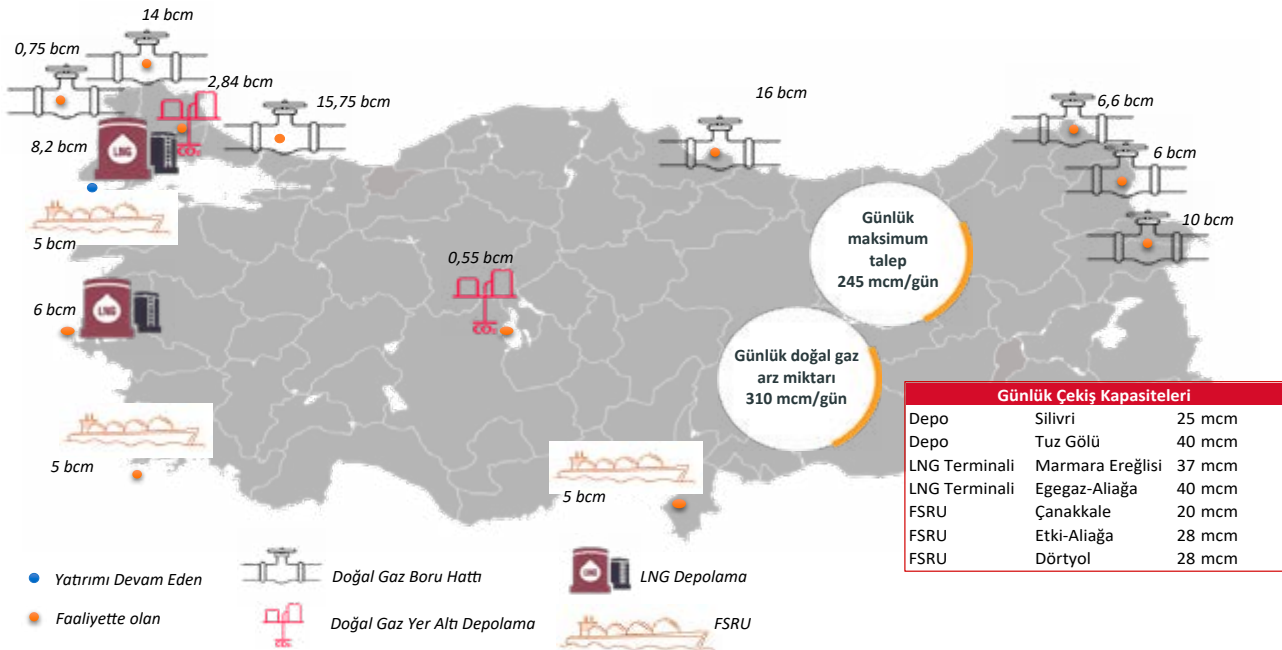
Türkiye, doğal gaz tüketiminin tamamına yakını ithalat yoluyla karşılamaktadır. 2020 yılında 48,1 bcm ithalat yapılmış olup ithalat miktarı bir önceki yıla göre baz etkisiyle %6,4 artmış, ancak 2017 ve 2018 yıllarının altında kalmıştır. 2021 yılının ilk 8 ayında ise, 38,5 bcm ithalat yapılırken, bir önceki yılın aynı dönemine kıyasla ithalat %33’ün üzerinde artmıştır. 2020 yılında yapılan doğal gaz ihracatı 578 bcm ile 2008’den beri en düşük seviyeye gerilerken, 2021 yılının ilk 8 ayında önceki yılın aynı döneminin altında seyretmektedir.

Doğal gaz arz güvenliğinin ve çeşitliliğinin sağlanması kapsamında oldukça kritik bir rolü olan yeraltı depolama faaliyetlerinde son yıllarda ciddi gelişmeler izlenmiş ve 2020 yılı sonunda yaklaşık 3,7 bcm’lik fiili yeraltı depolama kapasitesine ulaşılmıştır. Ayrıca, sıvılaştırılmış doğal gazın (LNG) depolanması, gazlaştırılması ve iletim hattına gönderilmesi üzerine kurulan ve faaliyette olan dört adet LNG terminalinin depolama kapasitesi 0,96 bcm seviyesine yükselmiştir.

Bunlar; Marmara Ereğlisi LNG Terminali (1994-BOTAŞ), Ege Gaz A.Ş. LNG Terminali (2006-Ege Gaz), Etki Liman LNG Tesisi (2016-Etki Liman) ve 2017 yılında devreye giren BOTAŞ Dörtyol Yüzer Depolama ve Yeniden Gazlaştırma Ünitesi’dir (FSRU).

Söz konusu tesislere ek olarak, Türk bayrağına sahip ilk FSRU gemisi olma özelliği taşıyan ve 170 bin m³ LNG (yaklaşık 0,102 bcm’lik doğal gaz) depolama kapasitesine sahip Ertuğrul Gazi gemisi BOTAŞ filosuna 2021 yılında eklenmiştir. FSRU sayısında, LNG depolama tesislerinde ve yer altı depolama kapasitelerinde sağlanan artışla birlikte kısa ve orta dönem arz güvenliği sağlanması konusunda önemli bir gelişme kaydedilmiştir. 2022 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı’na göre, Saros FSRU tesisinin tamamlanarak işletmeye alınacağı ve yeni bir FSRU temin edileceği ifade edilmiştir.¹⁰ Söz konusu gelişmelere ek olarak, doğal gaz piyasasında ürün çeşitliliği ve alternatif ticaret kanalı imkânı sağlaması hedeflenen Vadeli Doğal Gaz Piyasası 01.10.2021 itibarıyla EPIAŞ bünyesinde açılmıştır.

Şekil 1: Türkiye Doğal Gaz Giriş-Çıkış Noktaları

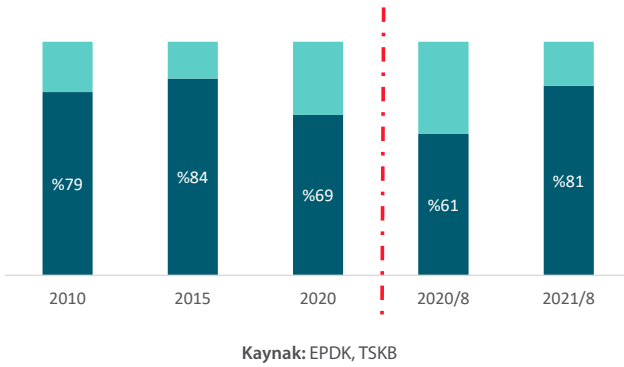


Kaynak: EPDK, TSKB

¹⁰ T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/10/2022-Yili-Cumhurbaşkanlığı-Yıllık-Programı-26102021.pdf>

Türkiye doğal gaz tüketimini karşılamak için hem boru gazı hem de LNG yöntemlerini kullanmaktadır. EPDK verilerine göre, Türkiye'nin doğal gaz ithalat miktarlarında LNG'nin payı her geçen yıl büyümekte olup 2020 yılında yaklaşık %19 artışla 15,1 bcm seviyesine yükselmiştir. 2020 yılında hem miktar hem de oran olarak tarihi yüksek seviyesine (%31) yükselen LNG'nin Türkiye doğal gaz ithalatındaki payının, 2021 yılının ilk 8 ayında %19 seviyesinde gerçekleştiği izlenmektedir (2020/8: %40). Yükselen talep ve boru hatlarındaki kapasite sınırları nedeniyle bu oranın yıl sonunda yükseleceği tahmin edilmektedir. Yıllar itibarıyla LNG ithalatının belirli bir seviyenin üzerinde seyretmesi LNG'nin gelecekte Türkiye'nin gaz ticaretinde önemli bir rol üstleneceğini göstermektedir.

Grafik 17: Türkiye'nin Doğal Gaz İthalatında Boru Gazı ve LNG Payının Gelişimi (%)



2010-2018 yılları arasında ortalama %54 seviyesinde gerçekleşen Rusya'nın doğal gaz ithalatındaki payının, 2013 yılında %58 seviyesini gördükten sonra 2020 yılına kadar gerilediği izlenmektedir. Türkiye'nin doğal gaz ithalatında Rusya'nın payı, son dönemde yapılan kaynak çeşitlendirme çalışmaları ve Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) gibi boru hatları projelerinin tamamlanması ile 2019 ve 2020 yıllarında %33,6'ya kadar gerilemiştir. Ancak 2021 yılının ilk 8 ayında artış gösteren talebe bağlı olarak Rusya'dan ithal edilen doğal gazın payı %49 olmuş, 2019 (%36) ve 2020 (%24) yıllarının aynı dönemlerinin üzerinde gerçekleşmiştir.

2020 yılında toplam 5,3 bcm doğal gaz ithal edilen İran'ın toplam doğal gaz ithalatındaki payı %11 iken 2021 yılının ilk 8 ayında, İran'dan toplam 6,5 bcm doğal gaz ithal edilmiş ve bu ülkenin toplam doğal gaz ithalatındaki payı yaklaşık %17'ye yükselmiştir (2020/8: %11).

Azerbaycan ve LNG ticareti yapılan ülkelerin hem toplam arz içindeki payları hem de arz ettikleri gaz miktarları 2020 yılına kadar büyümüştür. Azerbaycan, 2020 yılında 10,8 bcm doğal gaz sağlayarak Türkiye'ye bugüne kadarki en yüksek doğal gaz ihracatını gerçekleştirmiştir. 2021 yılının ilk 8 ayında ise doğal gaz ithalatında Azerbaycan'ın payı azalmasına rağmen, miktar olarak ithalat, rekor kırılan 2020 yılının aynı döneminin ardından en yüksek ikinci dönem olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu seyir çerçevesinde Türkiye gaz ithalatı pazarında 2019 yılında %21,2 ve 2020 yılında %24 paya sahip olan Azerbaycan, 2021'nin ilk 8 ayında ise %15,5'lik bir payda kalmıştır (2020/8: %26).

Türkiye'nin doğal gaz kontratlarının Katar ile imzalanan yıllık 2,1 bcm miktarlı kontrat dahil yaklaşık 18 bcm'lik bölümü 2021 yılı içerisinde sona ermektedir. Söz konusu 2021 miktarlarının yanı sıra 2024 yılında 4,4 bcm'lik Cezayir LNG kontratı, 2025 yılında ise 16 bcm'lik Mavi Akım kontratı sona erecektir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Fatih Dönmez'in yaptığı açıklamaya göre, Azerbaycan ile 2024 sonuna kadar geçerli olacak ve Bakü-Tiflis-Erzurum Hattı'ndan gelecek 11 bcm'lik ilave doğal gaz ticaret anlaşması yapılmıştır.¹¹ Azerbaycan Enerji Bakanı Parviz Shahbazov, Şah Deniz-1 sahasından Türkiye'ye doğal gaz satışı için yeni bir anlaşma imzaladığını ifade etmiştir.



Bakan Shahbazov, Şah Deniz-1 sahasından gelecek yıl Türkiye'ye 2,5 bcm, 2023'te 3,5 bcm doğal gaz sevkiyatı yapılacağını açıklamıştır.¹² Reuters'da yer alan habere göre BOTAŞ, Azerbaycan ile süresi biten 6,6 bcm'lik gaz yerine 6 bcm'lik üç yıllık anlaşma yapmıştır.¹³ Söz konusu anlaşmada, ithalat fiyatları eski sözleşmelerde yer alan petrol ürünleri endeksi yerine İtalya'nın PSV hub fiyatlarına endeksli olarak belirlenecektir.

¹¹ Petrotürk, "Azerbaycan'la 11 milyar metreküplük ilave doğal gaz ticaret anlaşması yapıldı", 15.10.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.petroturk.com/dogalgaz/bakan-donmez-azerbaycanla-11-milyar-metrekupluk-ilave-dogal-gaz-ticaret-anlasmasi-yapildi>

¹² Dünya Gazetesi, "Azerbaycan, Türkiye'ye doğalgaz ihracatını artırıyor", 14.10.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.dunya.com/sectorler/enerji/azerbaycan-turkiyeye-dogalgaz-ihracatini-artiriyor-haberi-636601>

¹³ Reuters, "Turkey braced for costly winter as record gas demand and expiring contracts bite", 12.10.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.reuters.com/world/middle-east/turkey-braced-costly-winter-record-gas-demand-expiring-contracts-bite-2021-10-12/>

1.2.4. Türkiye’de Doğal Gaz Depolama

Türkiye’de doğal gaz depolama alanında gerçekleştirilen yatırımlar sonucunda hem yeraltı depolama kapasitesinde hem de LNG terminal kapasitesinde önemli artışlar izlenmiştir. Bu sebeple, yıllar itibarıyla depolanan doğal gaz miktarında kayda değer artışlar gözlenmiştir. Söz konusu artışlara rağmen, Avrupa’da depolama kapasitelerinin yıllık tüketimi karşılama oranı ortalama %20 düzeyindeyken, ülkemizde bu oran yaklaşık %8 seviyesindedir. 2014-2016 yıllarında aylık ortalama depolanan doğal gaz miktarı 2 bcm’in altında iken, en yüksek ortalama depolama yapılan 2018 yılında 3,1 bcm olarak gerçekleşmiştir. Son 2 tam yıl verilerine göre, 2019 yılında 2,5 bcm’lik ve 2020 yılında 2,3 bcm’lik aylık ortalama bir depolamanın realize edildiği görülmektedir. 2021 yılının ilk 8 ayında ise aylık ortalama 2,4 bcm’lik depolama gerçekleşmiştir.

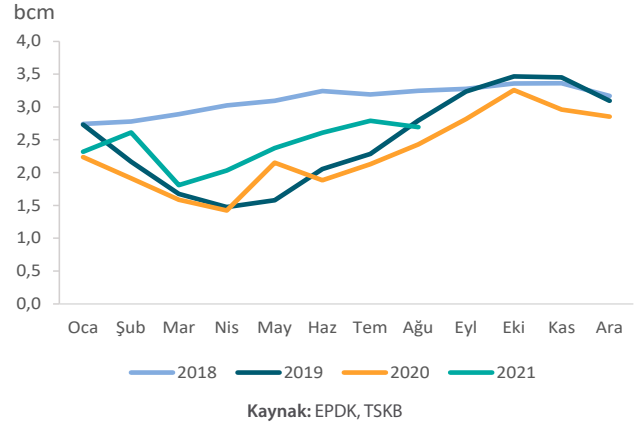
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Fatih Dönmez, 22.10.2021’de yer altı doğal gaz depolarının dörtte üçünün dolduğunu, önümüzdeki süreçte tamamının doldurulacağını açıklamıştır.¹⁴

1.2.5. Türkiye’de Doğal Gaz Fiyatları

Türkiye’de doğal gaz fiyatları BOTAŞ’ın uzun dönemli sözleşmelerindeki fiyatlara, petrol fiyatlarına ve döviz kuru hareketlerine paralel olarak hesaplanmaktadır. Geçmişte serbest bir doğal gaz piyasası olmaması nedeniyle BOTAŞ’ın serbest tüketici ve dağıtım firmalarına uyguladığı tarifeler, toptan satış aşında referans fiyat olarak değerlendirilmekteydi.

2017 yılı içerisinde benzer seyreden elektrik üretimi amaçlı ve amacı dışındaki doğal gaz fiyatlarının son dönemde birbirinden farklılaştığı izlenmektedir. 2020 yılında elektrik üretimi dışındaki doğal gaz fiyatları stabil seyretmiş, elektrik üretimi amaçlı kullanımdaki doğal gaz fiyatlarında Temmuz ayında gerçekleşen %14’lük bir indirimin ardından sene sonuna kadar bir güncelleme yapılmamıştır.

Grafik 18: Yıllar İtibarıyla Ay Sonu Doğal Gaz Stok Miktarları



Bakan Dönmez, ayrıca Silivri Doğal Gaz Yer Altı Depolama Tesisi’nde depolanan doğal gazın 3,14 bcm seviyesine ulaştığını, 2023’te tamamlanması planlanan Tuz Gölü Doğal Gaz Yer Altı Depolama Tesisi’nde depolanan doğal gazın ise 1 bcm seviyesinde bulunduğunu belirtmiştir.

2022 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı’na göre, Tuz Gölü Doğal Gaz Yer Altı Depolama Projesi ile Kuzey Marmara Doğal Gaz Depolama Tevsi Projeleri tamamlanarak toplam doğal gaz yeraltı depolama kapasitesinin 10 bcm’e çıkarılması hedeflenmektedir.¹⁵



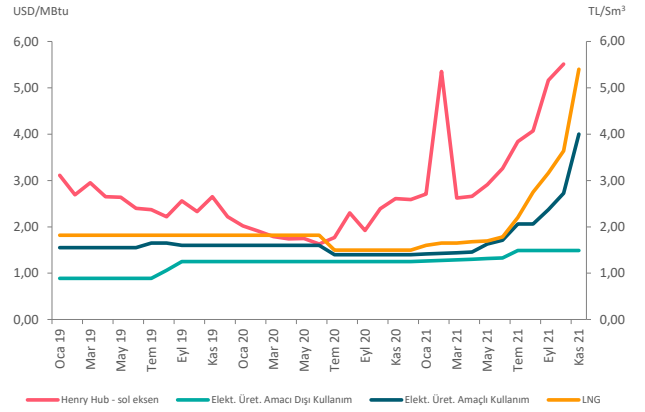
¹⁴ BloombergHT, "Yer altı doğal gaz depolarımızın 4’te 3’ünü doldurduk", 22.10.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.bloomberght.com/donmez-yer-alti-dogal-gaz-depolarimizin-4-te-3-unu-doldurduk-2290306>

¹⁵ T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/10/2022-Yili-Cumhurbaşkanlığı-Yıllık-Programı-26102021.pdf>

2021 yılı ise stabil geçen 2020 yılına kıyasla hareketli başlamış, TL cinsinden doğal gaz fiyatlarında artış eğilimi ortaya çıkmıştır. Elektrik üretimi dışındaki doğal gaz fiyatlarında yılın ilk 6 ayında üst üste %1'lik artış izlenmiş, Temmuz ayında ise konutlarda %12'lik sanayide ise %20'lik fiyat artışı yapılmıştır.

Sonraki dönemde konutlarda fiyat artışı izlenmezken, Eylül-Kasım döneminde sanayinin tükettiği doğal gaz fiyatlarında toplam %96 seviyesinde fiyat artışı gerçekleşmiştir.

Grafik 19: Doğal Gaz Fiyatları Gelişimi



Kaynak: BOTAŞ, ABD Enerji Enformasyon İdaresi (EIA), TCMB, TSKB

Elektrik üretimi amaçlı kullanımdaki doğal gaz fiyatlarında ise Ağustos ayı dışında tüm aylarda fiyat artışı meydana gelmiştir.

Kasım 2021 itibarıyla 2020 yıl sonuna kıyasla yaklaşık %186 seviyesinde bir fiyat artışı meydana gelmiştir. Aynı dönemde LNG fiyatları ise %260 artış göstermiştir. Isınma ihtiyacı sebebiyle talebin özellikle artacağı kış dönemi öncesinde küresel piyasalarda gözlenen doğal gaz fiyat hareketlerinin, kısa-orta vadede BOTAŞ tarafından sübvans edilen Türkiye doğal gaz piyasası fiyatlarına yukarı yönlü baskı yaratabileceği değerlendirilmektedir. Orta-uzun vadede ise süresi biten ikili doğal gaz anlaşmalarının seyri ve fiyatlaması önem arz edecektir.

Mevcut durumda doğal gaz ithalat anlaşmalarının ağırlıklı kısmı uzun dönem boru hattı alım sözleşmelerinden, geriye kalan kısım LNG sözleşmelerinden oluşmaktadır. Söz konusu anlaşmaların yanı sıra, spot LNG ithalatı da gerçekleştirilmektedir.

Türkiye, son dönemde arz güvenliğini artırmak ve kaynak çeşitliliğini sağlamak için gerçekleştirilen TANAP, FSRU gibi altyapı yatırımları ile en yakını 2021 yılında Rusya, Cezayir ve Katar ile bitecek doğal gaz alım sözleşmelerinde elini güçlendirmiştir. Ancak ülkemizin, son dönemde küresel düzeyde gerek boru gazı arz kısıtlamalarına ve gerekse spot LNG piyasalarındaki yükselişlere bağlı olarak artan fiyatlardan olumsuz yönde etkilenmesi mümkün görünmektedir. Türkiye'nin yaptığı yatırımlar ile doğal gazı hem daha ucuz hem de daha kısa vadeli sözleşmeler ile tedarik etme imkânı artmıştır, ancak küresel piyasalardaki gelişmeler ve gaz fiyatlarındaki dalgalanmanın nasıl bir bantta seyredeceği söz konusu sözleşmelerin yenilenmesinde etkili ve belirleyici olacaktır.



Son Dönemde Küresel Doğal Gaz Fiyatları

Küresel olarak doğal gaz fiyatlarında 2021 yılı Nisan ayından itibaren önemli bir yükseliş eğilimi görülmektedir. 2020 yılındaki ılıman hava koşulları ile küresel çapta etkilere yol açan pandemi, enerji talebinin azalmasına yol açmış, bu nedenle 2020 yılında enerji piyasalarında arz fazlası meydana gelmiş ve fiyatlar genellikle düşmüştür. 2021 yılında ise hem Avrupa'da hem Asya'da hem de Amerika'da sert soğuklar yaşanmıştır. Ocak ayında İspanya'da görülen "Filomena" kar fırtınası¹⁶, Şubat ayında ABD'nin Teksas eyaletinde görülen kar fırtınası¹⁷, Çin'in başkenti Pekin'de on yıllardır izlenen en soğuk sabah¹⁸ ve Nisan ayında Avrupa'da 2003 yılından beri görülen en soğuk Nisan'ın yaşanması öne çıkan örneklerdir.¹⁹ Söz konusu hava koşulları gaz tüketimlerini yükseltmiştir. Diğer yandan, gaz piyasalarında çeşitli teknik ve siyasi etkilere bağlı olarak meydana gelen arz kısıtları, bir yandan fiyatların kademeli olarak yükselmesi sonucunu doğurmuş, diğer yandan özellikle Avrupa'nın doğal gaz stoklarının erimesine neden olmuştur.

Pandemide uygulanan önlemlerin azaltılması ile sanayide doğal gaz talebi büyürken, elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların katkısının sınırlı kalması elektrik üretiminde doğal gaza olan talebi artırmıştır. Ayrıca, Avrupa'daki karbon fiyatlarının artışı elektrik üretiminde kömürden doğal gaza geçişi hızlandırmıştır. 2020 yılı Kasım ayında ton başına ortalama 25 euro civarında olan karbon fiyatları, 2021 yılı Ekim ayında 64 euro seviyesine kadar yükselmiştir. Asya'da meydana gelen enerji talep artışı nedeniyle Avustralya kömürüne talep de artmış, bu da küresel düzeyde kömür fiyatlarında

yükselişe neden olmuştur. Karbon fiyatlarının yanı sıra, piyasada doğal gazın ikamesi konumundaki kömürün fiyatlarında izlenen artışlar, sadece doğal gaza olan talebi değil, spot doğal gaz fiyatlarının yükselişini tetiklemiştir. Söz konusu etkenlere ilave olarak Türkiye ve Brezilya gibi elektrik üretiminde hidroelektrik yoğunluğu olan ülkelerde izlenen uzun süreli kuraklıklar da doğal gaz talebinin artışında rol oynamıştır.

Avrupa'da Nisan ayı itibarıyla başlayan doğal gaz sıkıntısı, boru hatları ile temin edilebilecek doğal gaz miktarının belli/sınırlı olması nedeniyle, daha da derinleşerek LNG talebinde artışa yol açmıştır. Fazladan talep edilen doğal gaz için spot piyasa ve LNG seçeneği devreye girmiştir. Bu da LNG fiyatlarının beklenenden daha çok artmasına neden olmuştur. Doğal gaz talebindeki artış sadece Avrupa ile sınırlı kalmamıştır. Eylül'de ABD'de görülen kasırgalar yurt içi üretimi sınırlandırmış, Asya'da da doğal gaz talebinde artış yaşanmış, bütün bunlar Avrupa'ya gelen LNG'de bir rekabet doğurmuş ve fiyat artışına neden olmuştur. Dolayısıyla, Avrupa'da meydana gelen fiyat artışları, dengeli bir enerji arzı için temiz enerji alternatiflerinin önemini ortaya çıkarmıştır.

Doğal gazla ilgili küresel niteliğe sahip bütün bu etkiler beklendiği şekilde Türkiye'ye de sirayet etmiştir. Önümüzdeki kış döneminde Türkiye'de elektrik üretimindeki doğal gaz payı, sanayideki gaz tüketimi, depolardaki gaz miktarı ve hava sıcaklıklarının gelişimi doğal gaz fiyatlarının seyrinde önemli olacaktır.



¹⁶ The Guardian, "Storm Filomena brings record snowfall to Spain, 21.01.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.theguardian.com/weather/2021/jan/21/storm-filomena-brings-record-snowfall-to-spain>

¹⁷ Texas Tribune, "At least 57 people died in the Texas winter storm, mostly from hypothermia", 15.03.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.texastribune.org/2021/03/15/texas-winter-storm-deaths/>

¹⁸ The Straits Time, "Beijing records coldest morning in more than five decades", 07.01.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/beijing-records-coldest-morning-in-more-than-five-decades>

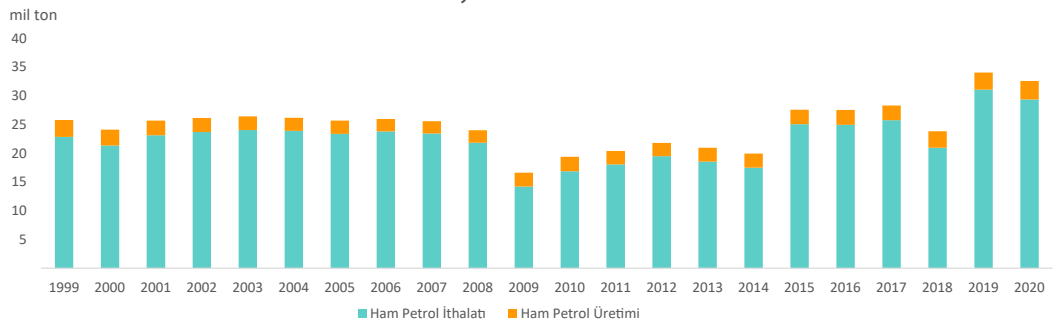
¹⁹ Copernicus. <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-april-2021>



1.3. Petrol Sektörü Görünümü

Petrol, Türkiye'nin hem enerji ürünleri arzı hem de nihai enerji tüketiminde önemli bir yer tutmaktadır. Yıllar içerisinde Türkiye'nin ham petrol üretimi artmasına rağmen talebin daha yüksek oranda büyümesi nedeniyle üretimin talebi karşılama oranı düşük kalmaktadır. Doğal kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle Türkiye, petrol ihtiyacının %90'dan fazlasını ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu durum dış ticaret açığını besleyen önemli nedenlerden biri olarak görülmektedir. Türkiye'de petrol sektörü faaliyetleri geçmiş dönemlere kıyasla hız kazanmış, petrol ve doğal gaz arama projeleri artarak devam etmiştir.

Grafik 20: Yıllar İtibarıyla Ham Petrol İthalatı ve Üretimi



Kaynak: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG), TSKB

1.3.1. Türkiye’de Petrol Rezervi, Petrol Üretimi, Rafineriler ve Rafineri Ürünleri

2020 yılı Türkiye üretilebilir petrol rezervi 340 milyon varil olarak kaydedilmiş olup rezervlerin ağırlıklı kısmı Türkiye’nin güneydoğusunda yer almaktadır. Türkiye’deki çoğu petrol sahası yaşlı sahalardır ve kuyu verimleri giderek düşmektedir. Bu nedenle, yeni teknolojiler ve üretim verimini artırmaya yönelik uygulamalar büyük önem taşımaktadır. 2020 yılında ülke çapında 58 adet arama ve tespit kuyusu, 48 adet üretim kuyusu olmak üzere toplam 106 adet kuyu açılmıştır. Bu kuyulardan 78’i Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı tarafından, 28’i ise sektörde faaliyet gösteren diğer şirketler tarafından açılmıştır.²⁰

2020’den önceki on yıllık döneme bakıldığında ham petrol üretiminin ortalama 2,5 milyon ton seviyesinde olduğu görülmektedir. 2020 yılında ise Türkiye’de günlük ortalama 61.700 varil ham petrol üretimi gerçekleştirilmiştir. 2020 yılı toplam ham petrol üretimi yaklaşık 3,2 milyon ton olarak kaydedilmiştir. 2020 yılında ham petrol üretiminde 2019 yılına göre %7,3 artış gerçekleşmiş, 1999 yılı sonrası en yüksek ham petrol üretim değerine ulaşılmıştır.

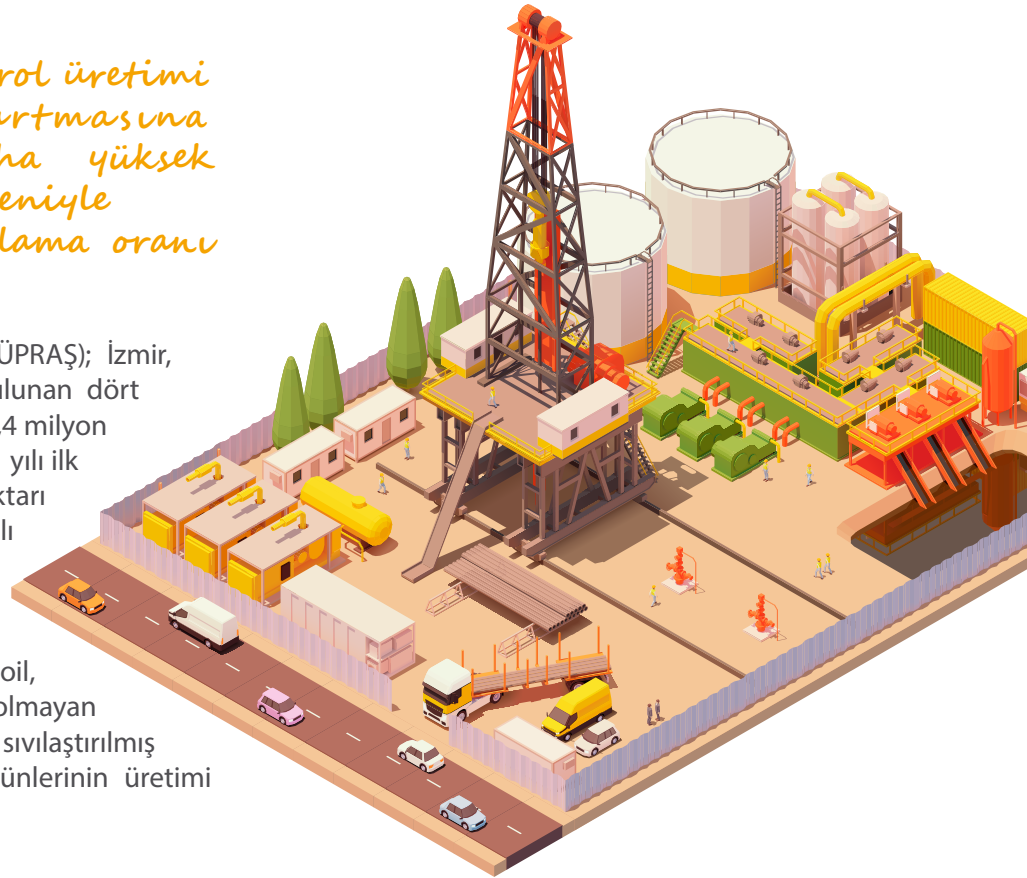
Türkiye’nin ham petrol üretimi yıllar içerisinde artmasına rağmen talebin daha yüksek oranda büyümesi nedeniyle üretimin talebi karşılama oranı düşük kalmaktadır.

Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. (TÜPRAŞ); İzmir, İzmit, Kırıkkale ve Batman’da bulunan dört petrol rafinerisi ile 2020 yılında 23,4 milyon ton üretim gerçekleştirmiştir. 2021 yılı ilk 6 aylık döneminde ise üretim miktarı 11,1 milyon ton olmuştur. 2018 yılı Ekim ayında devreye giren STAR Rafinerisi’nde, 2020 yılında, motorin, yüksek kükürlü motorin, yüksek kükürlü fuel-oil, jet yakıtı, nafta, petrokok, sıvı olmayan rafineri gazı, denizcilik yakıtı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) gibi petrol ürünlerinin üretimi yapılmıştır.

STAR Rafinerisi’nde 2020 yılında toplam akaryakıt üretim miktarı 6,8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir, akaryakıt kapsamında olmayan ürünlerin toplam üretim miktarı ise 3,9 milyon tondur.

2020 yılında Türkiye toplam rafineri üretimi 2019 yılına göre %4,03 azalarak 33 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılı Ocak-Ağustos ayları arasında gerçekleşen toplam rafineri üretimi 22,9 milyon tondur.

2020 yılında 2019 yılına göre motorin türleri ithalatı %21, fuel oil türleri ithalatı %39, havacılık yakıtları ithalatı %64, diğer petrol ürünlerinin ithalatı %0,04 azalmış, yalnızca denizcilik yakıtları ithalatı %296 oranında artmıştır. 2021 yılı Ağustos ayında ise toplam ithalat, 2020 yılı Ağustos ayına göre %38,9 artarak 4,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Diğer yandan, toplam ihracat 2020 yılında 2019 yılına göre %37 oranında azalarak yaklaşık 9 milyon ton olmuştur. 2021 yılı Ağustos ayında toplam ihracat 2020 yılı Ağustos ayına göre %60,9 artmış ve 780 bin ton olarak gerçekleşmiştir.²¹



²⁰ Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı.

²¹ EPDK, Petrol Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu. Şu adresten görülebilir: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-107/yillik-sektor-raporu>

1.3.2. Türkiye’de Petrol Tüketimi

2017 yılına kadar artış trendi gösteren petrol ve petrol ürünleri tüketimi 2018 ve 2019 yıllarında azalmış, 2020 yılında da azalma eğilimini sürdürmüştür. Bu dönemde, Covid-19 pandemisi karşısında alınan tedbirler doğrultusunda uygulanan seyahat kısıtlamalarına bağlı olarak havacılık yakıtları ve fuel-oil türlerinin tüketiminin belirgin ölçüde düşmesiyle toplam petrol tüketiminin azaldığı görülmektedir.

Tablo 1: 2020 Yılı Petrol Ürünleri Satış, İthalat ve İhracat Miktarları

| Ürün Türü (milyon ton) | Üretim | İthalat* | İhracat** | Yurtiçi Satışlar*** | Toplam Arz (Rafineri Üretimi + İthalat) | Toplam Talep (Yurtiçi Satışlar + İhracat) |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|---|---|
| Benzin Türleri | 4,17 | - | 1,87 | 2,34 | 4,17 | 4,21 |
| Motorin Türleri | 16,70 | 8,64 | 2,68 | 22,66 | 25,34 | 25,34 |
| Fuel Oil Türleri | (0,04) | 0,34 | - | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Havacılık Yakıtları | 2,92 | 0,13 | 2,43 | 0,70 | 3,05 | 3,13 |
| Denizcilik Yakıtları | 0,52 | 0,12 | 0,60 | 0,04 | 0,64 | 0,64 |
| Toplam | 24,27 | 9,23 | 7,58 | 26,04 | 33,50 | 33,62 |

*Rafineri ithalatı ile Dağıtıcı ve İTLS (İhracat Teslim Lisansı Sahipleri) ithalatı toplamıdır.

**Rafineri ihracatı ile Dağıtıcı ve İTLS ihracatı toplamıdır.

***Rafineri Satışları, Dağıtıcı Akaryakıt Satışları, Dağıtıcı ve İTLS İhracatı Satışları toplamıdır.

Kaynak: EPDK, TSKB

Ocak-Ağustos 2021 dönemi toplam petrol ürünleri yurt içi satış miktarları Covid-19 sınırlamalarının hafiflemesi ile birlikte önceki yılın aynı dönemine göre %6,5 oranında artmış ve 19,6 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu değer, pandemi öncesi baz alınabilecek 2019 yılının aynı dönemindeki 16,3 milyon tonluk satışın üzerindedir.

Tablo 2: 2020-2021 Ocak-Ağustos Dönemi Petrol Ürünleri Yurtiçi Satış Değerleri

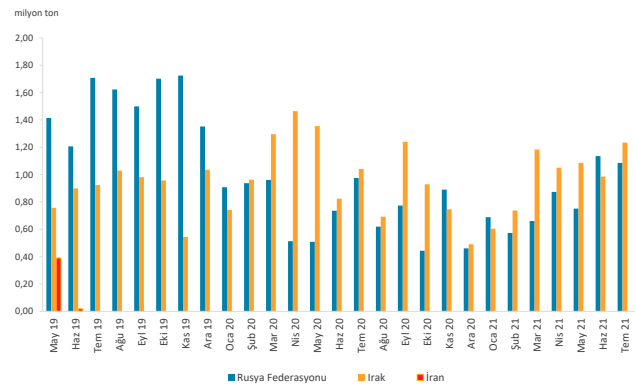
| Ürün Türü (milyon ton) | Yurt İçi Satış (Tüketim) | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 2020 Ocak-Ağustos Dönemi | 2021 Ocak-Ağustos Dönemi |
| Benzin Türleri | 1,55 | 1,84 |
| Motorin Türleri | 15,90 | 16,85 |
| Fuel-Oil Türleri | 0,18 | 0,14 |
| Havacılık Yakıtları | 0,48 | 0,61 |
| Denizcilik Yakıtları | 0,03 | 0,03 |
| Gazyağı | 0,01 | 0,01 |
| Diğer Ürünler | 0,28 | 0,14 |
| Toplam | 18,41 | 19,60 |

Kaynak: EPDK, TSKB

1.3.3. Türkiye’de Petrol Ürünleri Ticareti

Türkiye’nin 2019 yılı ham petrol ithalatı 31 milyon tondur. 2020 yılında ham petrol ithalatında bir önceki yıla göre %5,5’lik bir azalma meydana gelmiş ve ithalat 29,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılı Ocak-Ağustos döneminde ise bir önceki yılın aynı dönemine göre ithalat %13,5 oranında artmıştır. 2019 yılının son altı ayından itibaren İran’dan petrol ithal edilmemiştir. 2020 yılı toplam ihracat miktarı 2019 yılına kıyasla %37,4 azalarak yaklaşık 9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2020 Ağustos ayında 485 bin ton olan ihracat miktarı, 2021 Ağustos ayında %61 oranında artarak 780 bin ton olmuştur. 2020 yılı petrol ürünleri ihracatında TÜPRAŞ rafinerilerinin payı %48,1, STAR Rafinerisi’nin payı %17,3 olarak gerçekleşmiştir.

Grafik 21: İran, Rusya Federasyonu ve Irak’tan İthal Edilen Petrolün Aylık Değişimi

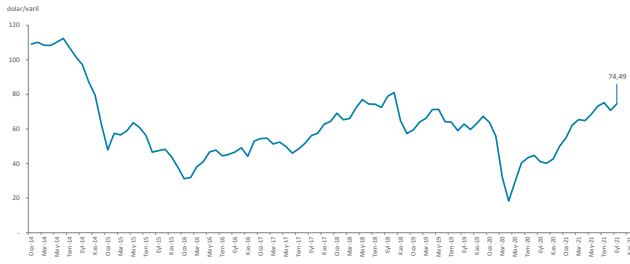


Kaynak: EPDK, TSKB

1.3.4. Petrol Fiyatı Gelişimi

Covid-19 pandemisi küresel düzeyde ulaşım sektörünü etkilemeye devam etmektedir. Artan hareketliliğe bağlı olarak petrol talebi 2021'de artış göstermiş olsa da salgın öncesi döneme göre hâlâ daha düşük bir düzeydedir. Havacılık yakıtlarının tüketimi; uluslararası seyahat kısıtlamaları, gelişmekte olan ülkelerde aşılama oranlarındaki sınırlı ilerleme ve değişen hava yolculuğu modelleri gibi nedenlerle pandemi öncesi seviyelerin oldukça altındadır. Hem dizel hem de benzin talebinin 2022'nin başlarında pandemi öncesi seviyelere geri dönmesi beklenmektedir, ancak devam eden halk sağlığı riskleri, uzaktan çalışma modellerinin özellikle gelişmiş ekonomilerde yaygınlaşması, elektrikli araç satışlarının yükselmesi gibi nedenler büyümeyi kısıtlamaktadır.²²

Grafik 22: Brent Petrol Varil Fiyatı Gelişimi



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), TSKB

2020 yılı itibarıyla arz fazlalığı, doların değerindeki artış, hızla yayılan Covid-19 pandemisi ve zayıf ekonomik görünüm gibi nedenlerle dünyada zaten düşük olan petrol talebi daha da zayıflamış ve referans niteliğindeki Brent petrolünün ortalama varil fiyatı 20 dolar seviyelerine kadar düşmüştür. Amerikan Batı Teksas tipi (WTI) ham petrolün varil fiyatı ise tarihte ilk defa -kısa süreliğine de olsa- negatife inmiştir. Petrol fiyatlarının düşmesinde Covid-19 pandemisinin hatırı sayılır bir rolü bulunmakla birlikte Rusya ve Suudi Arabistan arasında 2020 yılının ilk aylarında yaşanan anlaşmazlığın da etkisi olmuştur.

2020 Mayıs ayından itibaren artış trendi gösteren Brent petrol fiyatı, Haziran-Ekim 2020 döneminde 40-45 dolar/varil bandında seyretmiştir. 2021 yılı Ocak ayında 55 dolar olan Brent petrol fiyatı yıl içerisinde artmaya devam etmiş, Eylül ayında 75 dolar mertebesine ulaşmıştır. Ham petrol fiyatlarındaki bu artış döviz kurundaki artışın çarpan etkisiyle birleştiğinde, iç piyasadaki akaryakıt fiyatlarının artışı da kaçınılmaz hale gelmektedir.

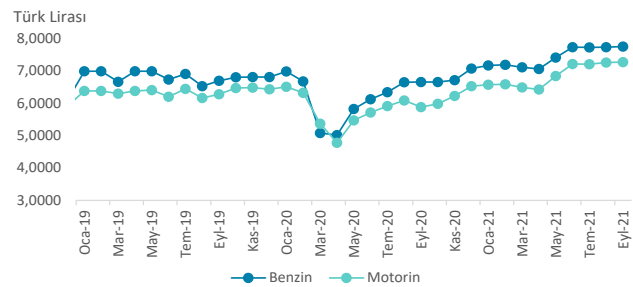
Nitekim uluslararası piyasalardaki ham petrol fiyat artışlarının birkaç ay gecikmeyle yurt içi akaryakıt fiyatlarına yansdığı, fiyatların kademeli bir artış trendi içinde olduğu izlenmektedir.

Türkiye petrol ürünleri fiyatları; ham petrol fiyatlarındaki değişim, döviz kurundaki hareketlilik ve vergilerden etkilenmektedir. Hem motorin hem de benzin fiyatları Brent petrol fiyatlarına benzer şekilde 2020 yılının ilk yarısında genel olarak aşağı yönlü seyretmiş, ikinci yarısında ise artış eğilimi göstermiştir. 2020 yılı boyunca uluslararası piyasadaki fiyatlara bağlı olarak benzin ve motorin fiyatları ülkemizde de değişim göstermiş ve vergisiz bayi satış fiyatı ortalaması yıl boyunca 95 oktan kurşunsuz benzin için litre (lt) başına 2,87 TL, motorin için ise 3,02 TL olarak gerçekleşmiştir.

Gösterge niteliğinde olması açısından, İstanbul Avrupa Yakasında oluşan benzin ve motorinin vergili nihai fiyat içerisindeki payların dağılımı incelendiğinde, 2020 yılı ortalaması 6,689 TL/lt düzeyinde olan 95 oktan kurşunsuz benzin nihai fiyatının %50'lik kısmının vergi ve gelir payından, %39'luk kısmının ürün maliyetinden, %11'lik kısmının ise piyasada faaliyet gösteren şirketlerin brüt kâr marjından oluştuğu görülmektedir. 2020 yılı ortalaması 5,935 TL/lt düzeyinde olan motorin ürünleri nihai fiyatında %49'luk kısım vergi ve gelir payı, %37'lik kısım ürün maliyeti, %14'lük kısım ise piyasada faaliyet gösteren şirketlerin brüt kâr marjıdır.

2021 yılı Ocak ayından itibaren Türkiye'de hem motorin hem de benzin satış fiyatları yükselmeye başlamıştır. 2021 yılı Nisan ayında İstanbul Avrupa Yakasındaki ortalama litre satış fiyatı 7,06 TL olan 95 oktan kurşunsuz benzinin 2021 yılı Eylül ayı ortalama litre satış fiyatı 7,75 TL'dir. 2021 yılı Nisan ayında İstanbul Avrupa Yakasındaki ortalama litre satış fiyatı 6,42 TL olan motorinin 2021 yılı Eylül ayı ortalama litre satış fiyatı ise 7,27 TL'ye yükselmiştir.

Grafik 23: Türkiye'de Benzin ve Motorin Fiyatı Gelişimi



Kaynak: EPDK, TSKB

²²Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Küresel Enerji Görünümü, 2021.



Yeşil büyümenin en önemli bileşenleri arasında yer alan yenilenebilir enerji yatırımları ile enerji verimliliği çalışmaları, uzunca bir süredir Türkiye'nin de gündemindedir.

1.4. Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği

Enerjide sürdürülebilir bir gelişme rotası oluşturulabilmesi, düşük karbonlu bir enerji sistemine geçişin desteklenmesi ve temiz enerjinin yaygınlaştırılması için dünyanın birçok ülkesinde yenilenebilir enerjiye ve enerji verimliliğine büyük önem verilmektedir. Yeşil büyümenin en önemli bileşenleri arasında yer alan yenilenebilir enerji yatırımları ile enerji verimliliği çalışmaları, uzunca bir süredir Türkiye'nin de gündemindedir. Yenilenebilir enerjide 2000'lerin ortasında hidroelektrik santral seferberliği ile güçlendirilen çalışmalar zamanla diğer santral türleriyle zenginlik kazanmış ve Türkiye son 10 yılda bu alanda muazzam bir gelişim göstermiştir.



Türkiye rüzgâr ve güneş başta olmak üzere yenilenebilir alanındaki bu ivmeyi sürdürecektir. Kararlı adımları attığında, bilhassa şebeke emisyon faktörünün düşmesi vesilesiyle dekarbonizasyon yolunda kritik bir eşiği aşma yoluna girecektir. Şüphesiz götürmez biçimde en temiz enerji kaynağı olan “enerji verimliliği” ise, makro çapta etkiler yaratma bağlamında Türkiye’de henüz istenilen seviyeye ulaşabilmiş değildir. Yaklaşık son 5-10 yıldır önemli politika ve mevzuat güçlendirmelerinin yapıldığı, çok sayıda yabancı fon destekli projenin

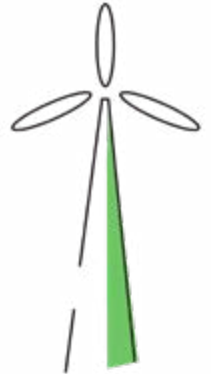
yürütüldüğü enerji verimliliği sektöründe, çabaların harmonize edilmesine ve diğer enerji/kalkınma politikalarına bütünleşik hale getirilmesine yönelik ihtiyaçlar sürmektedir. Bu alanda tıpkı yenilenebilir enerji sektöründeki gibi güçlü finansman mekanizmalarına ve iddialı destek programlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Raporun bu bölümünde Türkiye’de yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanındaki gelişme ve faaliyetlere ana hatlarıyla yer verilecektir.

1.4.1. Yenilenebilir Enerji

Enerji sektörünün arz tarafını kaynak tiplerine göre sınıflandırmak ve üç başlıkta (fosil yakıtlar, nükleer enerji ve yenilenebilir kaynaklar) konsolide etmek mümkündür. Enerji sisteminin daha esnek bir yapıya kavuşturulması amacıyla üretim ve tedarik kaynaklarının çeşitlendirilmesi, ülkemizin temel arz güvenliği politikaları arasındadır.

Bu bağlamda yenilenebilir enerji hem kaynakların çeşitlendirilmesi hem yerli kaynakların daha çok değerlendirilmesi hem de enerji talebinin daha yeşil seçeneklerle karşılanması açısından ayrı bir öneme sahiptir.



1.4.1.1. Kurulu Güç Analizi

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kurulu gücü yıllar itibarıyla artan bir trend izlemektedir. 2013 yılında 25,6 GW olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç, yıllık ortalama %10 oranında artarak 2021 yılı Eylül ayı itibarıyla yaklaşık 53 GW düzeyine ulaşmış, 2013 yılında %40 olan toplam kurulu güç içerisindeki yenilenebilir payı ise 2021 yılı Eylül ayı itibarıyla %53,2 seviyesine yükselmiştir. 2013 yılı ile 2021 yılı Eylül ayı arasındaki dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç artışında en büyük pay 9,2 GW'lık artış ile HES'lere aittir. HES'leri sırasıyla 7,5 GW'lık artış ile GES, 7,4 GW'lık artış ile RES, 1,6 GW'lık artış ile biyokütle enerjisi santralleri (BES) ve 1,3 GW'lık artış ile jeotermal enerjisi santralleri (JES) izlemektedir.

Tablo 3: Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (MW)

| Kaynak | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021/9 |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Hidroelektrik | 22.289 | 23.643 | 25.868 | 26.682 | 27.273 | 28.291 | 28.503 | 30.984 | 31.447 |
| Rüzgâr | 2.760 | 3.630 | 4.498 | 5.751 | 6.516 | 7.005 | 7.591 | 8.832 | 10.168 |
| Güneş | 0 | 40 | 310 | 833 | 3.421 | 5.063 | 5.995 | 6.667 | 7.534 |
| Biyokütle | 224 | 288 | 345 | 467 | 575 | 739 | 1.163 | 1.485 | 1.782 |
| Jeotermal | 311 | 405 | 624 | 821 | 1.064 | 1.283 | 1.515 | 1.613 | 1.650 |
| Yenilenebilir Toplam | 25.583 | 28.006 | 31.645 | 34.554 | 38.849 | 42.381 | 44.768 | 49.581 | 52.581 |

Kaynak: TEİAŞ, TSKB

2013 yılında HES'ler yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü içerisinde %87'lik paya sahipken, bu pay yıllar itibarıyla özellikle RES ve GES'lerdeki artışlara bağlı olarak düşmüştür. Buna rağmen 2021 yılı Eylül ayı itibarıyla HES'ler yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü içerisinde %60'lık oran ile en büyük paya sahiptir. Son yıllarda lisanssız santrallerdeki yatırımların hızla artması ile birlikte RES ve GES'lerin yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücündeki payı sırasıyla %19 ve %14 seviyesindedir. BES'lerin yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü içerisindeki payı %3,4, JES'lerin ise %3,1 dolayındadır.

1.4.1.2. Elektrik Üretim Analizi

2015 yılında 261,8 GWh olan Türkiye geneli toplam elektrik üretimi yıllık ortalama %4 oranında artmış, 2020 yılı itibarıyla 306,7 GWh seviyesine ulaşmıştır. 2015 yılında 84,2 GWh olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimi ise 2020 yılı itibarıyla 129,6 GWh seviyesine yükselmiştir. Tüm yenilenebilir enerji santrallerinde izlenen üretim artışının etkisi ve doğal gaz santrallerinde üretimin gerilemesi ile 2015-2018 yılları arasında ortalama %31,8 olarak gerçekleşen yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam üretim miktarı içerisindeki payı, 2020 yılında %42,3 seviyesine yükselmiştir. 2021 yılının ilk 9 ayında ise bu oran %36,7 seviyesinde gerçekleşmiştir.

2015 yılında HES'ler yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi içerisinde %79,8 pay sahibi iken, yıllar itibarıyla söz konusu payda bir azalma yaşanmıştır. 2021 yılının ilk 9 ayında toplam brüt elektrik üretimi içerisindeki payı %32 olan doğal gaz santrallerini; %31,1'lük pay ile ithal ve yerli kömür santralleri, %18,4'lük pay ile HES'ler, %9'luk pay ile RES'ler, %4,4'lük pay ile GES'ler, %3'lük pay ile JES'ler, %2'lik pay ile BES'ler takip etmektedir. Türkiye rüzgâr, jeotermal ve güneş enerjisi açısından önemli kaynaklara sahiptir. Bu kaynakların geliştirilmesi gerek iklim değişikliğiyle mücadele gerekse enerjide ithal ve fosil yakıt bağımlılığının azaltılması açısından hayati önem arz etmektedir.

Tablo 4: Yenilenebilir Elektrik Üretimi Gelişimi

| Kaynak | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021/9 |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| Hidroelektrik | 67.146 | 67.231 | 58.219 | 59.939 | 88.886 | 78.095 | 45.481 |
| Rüzgâr | 11.653 | 15,517 | 17.904 | 19.949 | 21.515 | 24.513 | 22.286 |
| Güneş | 194 | 1.043 | 2.889 | 7.800 | 10.542 | 11.977 | 10.755 |
| Jeotermal | 3.425 | 4.819 | 6.128 | 7.431 | 8.230 | 9.316 | 7.406 |
| Biyokütle | 1,758 | 2.372 | 2.972 | 3.623 | 4.524 | 5.737 | 4.834 |
| Yenilenebilir Toplam | 84.175 | 90.981 | 88.111 | 98.741 | 133.697 | 129.638 | 90.762 |

Kaynak: TEİAŞ, TSKB

1.4.1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

5346 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun (YEK Kanunu) çerçevesinde rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, akıntı, gel-git ile kanal veya nehir veya rezervuar alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik santralleri YEKDEM'den 10 yıl süre ile faydalanabilmektedir. YEK Kanunu'nun yürürlük tarihi olan 18.05.2005 tarihinden 30.06.2021 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek olan tesisler bu kapsam dahilinde tutulmuştur. YEK Kanunu kapsamındaki alım garantileri 2020 yılı sonuna dek devreye alınan tesisler için 2022 yılından itibaren 10 yıl, 01.01.2021 ile 30.06.2021 tarihleri arasında geçici kabulünü yaptırarak işletmeye giren tesisler için ise 2022 yılından itibaren 9 yıl geçerlidir.

30.06.2021 tarihinden sonra devreye giren santraller için yeni şartlar içeren YEKDEM mekanizması 30.01.2021 tarih ve 31380 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan Cumhurbaşkanlığı Kararı ile belirlenmiştir. Buna göre 01.07.2021'den 31.12.2025'e kadar işletmeye girecek olan YEK belgeli üretim tesisleri için uygulanacak garantili satış fiyatları ve yerli aksam teşvikleri ile dolar cent üst sınırları ve 30.06.2021 tarihine kadar devreye giren santraller için mevcut YEKDEM kapsamındaki garantili satış fiyatları ve yerli aksam teşvikleri tabloda gösterildiği gibidir:

Tablo 5: YEKDEM Kapsamındaki Garantili Fiyatlar ve Yerli Aksam Teşvikleri

| Tesis Türü (30.06.2021'e kadar devreye giren santraller) | Garantili Fiyat (dolar cent/kWh) | Yerli Aksam Teşviki (dolar cent/kWh) |
|--|----------------------------------|--|
| Hidroelektrik üretim tesisi | 7,3 | 1,0—2,3 |
| Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi | 7,3 | 0,6—3,7 |
| Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi | 10,5 | 0,7—2,7 |
| Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil) | 13,3 | 0,4—5,6 |
| Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi | 13,3 | 0,5—6,7 |
| 01.07.2021'den sonra devreye giren santraller | | |
| Yenilenebilir Santral Türü | Yerli Katkı (kuruş/kWh) | Yeni Üst Sınır (dolar cent/kWh) |
| Hidroelektrik üretim tesisi | 8 | 6,4 |
| Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi | 8 | 5,1 |
| Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi | 8 | 8,6 |
| BES | Çöp Gazı/Atık Lastik | 8 |
| | Biyometanizasyon | 8 |
| | Termal Bertaraf | 8 |
| Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi | 8 | 5,1 |

Kaynak: EPDK, TSKB

01.07.2021'den 31.12.2025'e kadar işletmeye girecek YEK Belgeli üretim tesisleri için belirlenen fiyatlar 01.01.2021'den itibaren başlamak ve kaynak bazında olmak üzere üçer aylık dönemler halinde ve ilki 01.04.2021'de olmak üzere her yıl Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında güncellenecektir.

30.01.2021 tarih ve 31380 sayılı Resmî Gazete'de yer alan karara ilişkin hesaplama yöntemi ve hesaplama kalemlerinin detayları aşağıdaki gibidir.

$$YEKDEM_{GD} = YEKDEM_{0GD} \times \left[\left(\frac{26}{100} \times \frac{\dot{U}FE_{A-2}}{\dot{U}FE_{A-5}} \right) + \left(\frac{26}{100} \times \frac{T\dot{U}FE_{A-2}}{T\dot{U}FE_{A-5}} \right) + \left(\frac{24}{100} \times \frac{KUR_{D-A}}{KUR_{D-B}} \right) + \left(\frac{24}{100} \times \frac{KUR_{E-A}}{KUR_{E-B}} \right) \right]$$

Tablo 6: YEKDEM Hesaplama Kalemlerinin Detayı

| Hesaplama | Hesaplama Kalemleri İçerikleri |
|------------------------|--|
| YEKDEMGD ²³ | 3 aylık dönem için hesaplanan YEKDEM Fiyatı (TL kuruş/kWh) |
| YEKDEMÖGD | Bir önceki 3 aylık dönem için hesaplanan YEKDEM fiyatı (TL kuruş/kWh) |
| ÜFEA-2 | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki ikinci aya ait yurtiçi ÜFE |
| ÜFEA-5 | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki beşinci aya ait yurtiçi ÜFE |
| TÜFEA-2 | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki ikinci aya ait TÜFE |
| TÜFEA-5 | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki beşinci aya ait TÜFE |
| KURD-A | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki ikinci, üçüncü ve dördüncü aylarında TCMB tarafından yayımlanan günlük ABD doları alış kurlarının ortalaması |
| KURD-B | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki beşinci, altıncı ve yedinci aylarında TCMB tarafından yayımlanan günlük ABD doları alış kurlarının ortalaması |
| KURE-A | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki ikinci, üçüncü ve dördüncü aylarında TCMB tarafından yayımlanan günlük Euro alış kurlarının ortalaması |
| KURE-B | Güncel YEKDEM fiyatının geçerli olacağı 3 aylık dönemin ilk ayından önceki beşinci, altıncı ve yedinci aylarında TCMB tarafından yayımlanan günlük Euro alış kurlarının ortalaması |

Söz konusu alım garantilerinin ve kurdaki artışların da etkisiyle YEKDEM kapsamındaki garantili dolar fiyatlardan yararlanmak isteyen yenilenebilir enerji santrallerinin sayısı yükselmiştir. Bu kapsamda 2021 yılında YEKDEM'den yararlanacak santral sayısı 910'a, toplam kurulu güç 21.530 MW'a yükselmiştir. Lisanslı santrallerin yanı sıra lisanssız elektrik santralleri de YEKDEM'den faydalanmaktadır.

Tablo 7: Nihai YEK Listesi Gelişimi

| Kurulu Güç (MW) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Hidroelektrik | 21 | 930 | 217 | 598 | 2.218 | 9.561 | 11.096 | 11.706 | 12.588 | 12.372 | 12.221 |
| Rüzgâr | 469 | 685 | 76 | 825 | 2.775 | 4.320 | 5.239 | 6.200 | 6.496 | 6.456 | 6.702 |
| Biyokütle | 45 | 73 | 101 | 147 | 193 | 204 | 300 | 349 | 503 | 654 | 857 |
| Jeotermal | 72 | 72 | 140 | 228 | 390 | 599 | 752 | 997 | 1.253 | 1.404 | 1.462 |
| Güneş | - | - | - | - | - | - | 13 | 14 | 82 | 163 | 289 |
| Toplam | 607 | 1.760 | 534 | 1.798 | 5.575 | 14.684 | 17.400 | 19.266 | 20.921 | 21.050 | 21.530 |

Kaynak: EPDK, TSKB

19.08.2021 tarih ve 31573 sayılı Resmî Gazete'de "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" kapsamında YEKDEM kaydı için belirlenen son başvuru tarihi, 31 Ekim'den 30 Kasım'a ötelenmiştir.²⁴ Yapılan değişiklik ile yönetmeliğe uygun şekilde yapılan başvurular incelendikten sonra ön YEK listesi olarak EPDK'ya ait web sitesinde Aralık ayının ilk 10 günü içinde ilan edilecektir. YEKDEM'den yararlanabilecek olanları içeren nihai YEK listesi ise 31 Aralık tarihine kadar sonuçlandırılacaktır.

1.4.1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları

ETKB geniş ölçekli yatırımlar için 2016 yerli ekipman üretimi şartıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi için belirli alanların yatırımcılara aktarılmasına yönelik YEKA ihaleleri modelini geliştirmiştir. Türkiye'deki YEKA projeleri ülkemizin arz güvenliği ile yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları stratejisini desteklemektedir. Aynı zamanda sürdürülebilir enerji hedefleri açısından da önemlidir. İhaleler, yabancı yatırımcıların ilgisini çekmek açısından katkı sağlamaktadır.

Öte yandan bu uygulama; yerli enerji ekipmanlarının üretimi ve Ar-Ge merkezlerinin teşvik edilmesi, ülke ekonomisi açısından katma değer yaratılması, cari açığın azaltılması ve istihdam imkânlarının artırılması açısından da olumlu olarak değerlendirilmektedir. İlk YEKA ihalesi 2017 yılında Karapınar GES için yapılmış, ihaleyi Kalyon ve Güney Koreli ortağı Hanwha kazanmıştır. Hanwha, 2019 yılı Ocak ayında finansal nedenlerden dolayı ortaklıktan çekilme kararı almıştır.

²³ Virgülden sonra iki hane olacak şekilde yuvarlanarak uygulanır.

²⁴ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/08/20210819-2.htm>

2019 yılı Ekim ayında Kalyon Enerji ile Çin Elektronik Teknoloji Grup Şirketi (CETC), 500 MW'lık güneş panel fabrikası için bir anlaşma yapmıştır ve fabrika 2020 yılı Ağustos ayında üretime geçmiştir. 2021 yılı Ekim ayında ise, 1.000 MW'lık GES'in 394 MW'lık kısmı devreye alınmış ve elektrik üretimine başlamıştır.

2017 yılında gerçekleştirilen ilk 1.000 MW'lık YEKA RES-1 ihalesini ise Siemens-Türkerler-Kalyon konsorsiyumu 3,48 dolar cent/kWh fiyat teklifi ile kazanmıştır. Siemens Gamesa Yenilenebilir Enerji şirketi kurulan fabrikada nasel (gövde) üretimine 2019 yılı Kasım ayı sonunda başlanmıştır. YEKA RES-2 ihalesi 30.05.2019 tarihinde yapılmıştır. Balıkesir, Çanakkale, Aydın ve Muğla bölgelerinde 250 MW'lık RES'leri kapsayan ihalelerin ikisini Enercon, diğer ikisini EnerjiSA kazanmıştır. Enercon, Muğla bölgesini 4,00 dolar cent/kWh ve Balıkesir bölgesini 3,53 dolar cent/kWh fiyat teklifi ile, EnerjiSA ise Aydın bölgesini 4,56 dolar cent/kWh ve Çanakkale bölgesini 3,67 dolar cent/kWh fiyat teklifi ile kazanmıştır.

Tablo 8: Gerçekleşen YEKA İhaleleri

| | YEKA GES-1 | YEKA RES-1 | YEKA RES-2 | YEKA GES-3 |
|---------------------------|---|--------------------------------------|--|---------------------------------|
| Yer | Konya Karapınar | Edirne, Kırklareli, Sivas, Eskişehir | Aydın, Balıkesir, Çanakkale, Muğla | Muhtelif şehirler ²⁵ |
| Tarih | 3/20/2017 | 8/3/2017 | 5/30/2019 | 26-29/04/2021 ile 24-27/05/2021 |
| Kapasite (MW) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Kazanan Fiyat | 69,9 dolar/MWh | 34,8 dolar/MWh | 35,3-45,6 dolar/MWh | 182 TL/MWh-320 TL/MWh |
| Sponsor Şirket | Kalyon, CETC | Kalyon, Siemens Gamesa, Türkerler | EnerjiSA (Aydın, Çanakkale) Enercon (Balıkesir, Muğla) | 30 adet Firma |
| Satın Alım Garanti Süresi | 15 yıl | 15 yıl | 15 yıl | 15 yıl |
| Yerli Ekipman Oranı | İlk 500 MW için %60, ikinci 500 MW için %70 | %60 | %55 | %70 |

Kaynak: EPDK, TSKB

2018 yılında, Türkiye'nin ikinci en büyük güneş enerjisi santrali ihalesi için başvuru tarihi 2019 yılı Ocak ayı olarak açıklanmıştır. Bu ihale kapsamında Şanlıurfa-Viranşehir'de 500 MW, Hatay-Erzin'de 200 MW ve Niğde-Bor'da 300 MW kurulu güç için üç ayrı yarışma planlanmıştır. Ancak, Ocak 2019'da bu ihalenin iptal edildiği duyurulmuştur. Yine 2018 yılında YEKA ihalelerine devam edilmiş ve 21.06.2018'de 1.200 MW deniz üstü RES projesi ihalesinin duyurusu yapılmış, fakat yeterli miktarda talep gelmemesi nedeniyle bu ihale ertelenmiştir.

Rüzgâr enerjisine dayalı yenilenebilir enerji kaynak alanları ve bağlantı kapasitelerinin tahsisine ilişkin YEKA RES-3 yarışma ilanı verilmiş ve 42 bölgede 2.000 MW kurulu güç için başvuru tarihi 14.12.2021 olarak belirlenmiştir. Güneş enerjisine dayalı yenilenebilir enerji kaynak alanları ve bağlantı kapasitelerinin tahsisine ilişkin YEKA GES-5 yarışma ilanı verilmiş ve 23 bölgede 1.500 MW kurulu güç için başvuru tarihi 12.01.2022 olarak belirlenmiştir. Yine güneş enerjisine dayalı yenilenebilir enerji kaynak alanları ve bağlantı kapasitelerinin tahsisine ilişkin YEKA GES-4 yarışma ilanı verilmiş ve 3 bölgede 1.000 MW kurulu güç için başvuru tarihi 30.03.2022 olarak belirlenmiştir.



²⁵ Adıyaman, Aksaray, Ankara, Antalya, Ağrı, Batman, Bayburt, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Burdur, Bursa, Çankırı, Çorum, Diyarbakır, Elâziğ, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Hakkâri, Iğdır, Kahramanmaraş, Kars, Kilis, Kırşehir, Malatya, Mardin, Mersin, Muş, Nevşehir, Osmaniye, Siirt, Şırnak, Uşak, Van, Yozgat.

Tablo 9: İptal Olan, Ertelenen, Başvuruları Alınacak Olan YEKA İhaleleri

| | YEKA GES-2 (İptal) | YEKA DENİZ ÜSTÜ RES-3 (Ertelendi) | YEKA RES-3 (Başvuru Alınacak) * | YEKA GES-5 (Başvuru Alınacak) ** | YEKA GES-4 (Başvuru Alınacak) *** |
|----------------------------|----------------------------|---|--|--|---|
| Yer | Niğde, Hatay, Şanlıurfa | Gelibolu, Saroz, Kıyıköy | 42 bölge | 23 bölge 76 adet yarışma | Bor, Erzincan, Viranşehir |
| Kapasite (MW) | 1.000 | 1.200 | 2.000 | 1.500 | 1.000 |
| Tavan Fiyat | 65 dolar/MWh | 80 dolar/MWh | 450 TL/MWh | 400 TL/MWh | 400 TL/MWh |
| Satın Alım Garanti Süresi | 15 yıl | - | Bağlantı kapasitesinin her bir megavat değeri için santralin ilk kabul tarihinden itibaren üretilen satın alım garanti miktarı kadar | | |
| Satın Alım Garanti Miktarı | - | 50 TWh | 35 GWh | 23 GWh | 23 GWh |
| Yerli Ekipman Oranı | %60 | %60 | %55 | %75 | %75 |

*Başvurular 14 Aralık 2021 tarihinde kabul edilecektir.
**Başvurular 12 Ocak 2022 tarihinde kabul edilecektir.
***Başvurular 30 Mart 2022 tarihinde kabul edilecektir.

Kaynak: EPDK, TSKB

1.4.1.5. Yeşil Tarife (YETA) ve YEK-G Sistemi

EPDK'nın 23.07.2020 tarihli "Dağıtım Lisansı Sahibi Tüzel Kişiler ve Görevli Tedarik Şirketlerinin Tarife Uygulamalarına İlişkin Usul ve Esaslarda Değişiklik Yapılması Hakkında Karar"ı kapsamında "Yeşil Enerji Bedeli" kWh başına 69,97 kuruş olarak belirlemiş ve 2021 yılı Temmuz ayı itibarıyla 92,62 kuruşa yükselmiştir. Yeşil elektrik tarifesi, tüm nihai tüketici tiplerine uygulanmak üzere getirilen ve 01.08.2020 tarihinde uygulamaya geçen bir tarifiedir.

Yeşil elektrik tarifesinin amacı nihai tüketiciyi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik kullanımına teşvik etmektir. Dünyadaki örneklerine bakıldığında, bu tarifenin genellikle büyük ticari ve endüstriyel müşterilere sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma seçeneği sunmak için tasarlandığı görülmektedir. İlk açıklandığında yüksek olan tarife fiyatları, zamanla yenilenebilir enerji yatırımlarının artması ile düşmeye başlamıştır.

Yenilenebilir enerji konusundaki en güçlü ve bilinen destek mekanizması feed-in-tariff (FIT)'tir. Mevcut durumda Türkiye'de uygulanan YEKDEM klasik bir FIT örneğidir. Ancak, piyasa olgunlaşınca (yenilenebilir kaynaklardan elektrik üreten santrallerin artmasının ve bu santrallerin elektrik arzında belli bir paya sahip olmasının ardından), genellikle büyük bir mali yük getiren FIT'ten çıkılmakta, alternatif yaklaşımlara geçilmektedir. Yeşil elektrik tarifesi de bu alternatif destek mekanizmalarından birisidir. Dünyadaki iyi örneklerde yeşil elektrik tarifesinin genellikle "yenilenebilir enerji portföy standardı (zorunlu

kota uygulaması)" ve "yeşil sertifika sistemi" ile birlikte aktif hale getirildiği izlenmektedir. Her iki uygulamada da üretilen elektriğin yeşil olduğunun doğrulanması büyük önem taşımaktadır

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tedarik etmek isteyen tüketicilerin kullandıkları enerjinin bu kaynaklardan üretildiğinden emin olabilmeleri için, yeşil elektrik tarifesi kapsamında şeffaf ve güvenilir bir kanıtlama mekanizması olarak 14.11.2020 tarihinde Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi (YEK-G Belgesi) oluşturulmuştur. 14.11.2020 tarih ve 31304 sayılı Resmî Gazete'de; elektrik üretimi ve tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ve çevrenin korunması amaçlarıyla tüketicilere tedarik edilen elektrik enerjisinin belirli bir miktarının veya oranının, lisans sahibi tüzel kişiler tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarından üretildiğinin takip, ispat ve ifşa edilmesi ile tüketicilere yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin belgelendirilmek suretiyle tedarik edilmesine imkân sağlamak üzere "Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi (YEK-G) Yönetmeliği" yayımlanmıştır.

YEK-G Sistemi ile; üreticiler, elektrik üretim ve tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artıracaktır. Tedarik şirketleri; yükümlülükleri kapsamında, portföylerinde yenilenebilir enerji olduğunu doğrulayabilmektedir. Tüketiciler ise; iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına ve çevrenin korunmasına katkı sağlarken, satın aldıkları enerjinin kaynağı hakkında bilgi edinebilmekte, elektrik ürünleri arasında tercih imkânına sahip olabilmektedir.

Bu yönüyle YEK-G Sistemi düşük karbon ekonomisine geçiş sürecine ve sürdürülebilir geleceğe katkı sağlayan bir uygulama olarak değerlendirilmektedir.

Organize YEK-G piyasası 01.06.2021 tarihinde işleme açılmış olup EPIAŞ tarafından organize edilip işletilen ve YEK-G belgesinin piyasa katılımcıları arasında alış-satışının gerçekleştirildiği piyasadır. Organize YEK-G piyasasında, eşleşilen fiyat üzerinden eşleşme miktarı kadar YEK-G belgesi teslim alma veya teslim etme yükümlülüğü doğuran kontratlar, sürekli ticaret modeline göre EPIAŞ tarafından işleme açılmaktadır. Ayrıca YEK-G piyasasında 2021 yıl sonuna kadar piyasa işletim ücreti de alınmamaktadır.

İhraç edilen YEK-G belgelerinin 2021 yılı Ekim sonu itibarıyla karşılığı yaklaşık 8,2 milyon MWh'tır. İhraç edilen belge miktarında yenilenebilir enerji santralleri içerisinde en büyük payın %87'lik pay ile hidroelektrik santrallerde olduğu görülmektedir.

Tablo 10: Organize YEK-G Piyasası İhraç Edilen YEK-G Belge Miktarı

| (MWh) | Haz-21 | Tem-21 | Agu-21 | Eyl-21 | Eki-21 | Toplam | Pay (%) |
|---------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|---------------|
| Hidroelektrik | 5.758.768 | 391.157 | 238.827 | 313.120 | 425.234 | 7.127.106 | %87,0 |
| Jeotermal | 440.299 | 94.848 | 233.541 | 117.532 | - | 886.220 | %10,8 |
| Rüzgâr | 39.532 | 9.857 | 32.683 | 14.549 | 22.824 | 119.445 | %1,5 |
| Biyokütle | 16.739 | 12.174 | 7.087 | 7.556 | 15.001 | 58.557 | %0,7 |
| Güneş | - | - | - | - | - | - | %0,0 |
| Toplam | 6.255.338 | 508.036 | 512.138 | 452.757 | 463.059 | 8.191.328 | %100,0 |

Kaynak: EPIAŞ, TSKB

Organize YEK-G piyasası eşleşme miktarları ise 2021 yılı Ekim sonu itibarıyla toplam 25.695 MWh'tir. Eşleşme miktarında yenilenebilir enerji santralleri içerisinde en büyük payın %44,3'lük pay ile yine hidroelektrik santrallerde olduğu görülmektedir. Hidroelektrik santralleri, %36,2'lik pay ile jeotermal santraller takip etmektedir. Rüzgâr ve biyokütlenin payının ise sınırlı kaldığı görülmektedir.

Tablo 11: Organize YEK-G Piyasası Eşleşme Miktarları

| (MWh) | Haz-21 | Tem-21 | Agu-21 | Eyl-21 | Eki-21 | Toplam | Pay (%) |
|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------|---------------|---------------|---------------|
| Hidroelektrik | 2.045 | 2.779 | 18 | 26 | 6.520 | 11.388 | %44,3 |
| Jeotermal | 29 | 1 | 5.800 | - | 3.469 | 9.299 | %36,2 |
| Rüzgâr | 635 | 301 | 12 | - | 1.100 | 2.048 | %8,0 |
| Biyokütle | 1 | - | - | - | 2.959 | 2.960 | %11,5 |
| Güneş | - | - | - | - | - | - | - |
| Toplam | 2.710 | 3.081 | 5.830 | 26 | 14.048 | 25.695 | %100,0 |

Kaynak: EPIAŞ, TSKB

Organize YEK-G piyasasında kaynak bazında eşleşme fiyatları ise aşağıda verilmektedir. 21.10.2021 itibarıyla kaynak bazında eşleşme fiyatlarının min-max değerlerinin 0,20 ile 1 TL/MWh arasında değişim gösterdiği izlenmektedir.

Tablo 12: Organize YEK-G Piyasası Min-Max Eşleşme Fiyatları

| TL/MWh | 6/21/2021 | | 7/29/2021 | | 8/20/2021 | | 9/21/2021 | | 10/21/2021 | |
|---------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|------------|------|
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Hidroelektrik | 0,01 | 3,00 | 0,35 | 0,98 | 0,28 | 0,33 | 0,19 | 0,29 | 0,20 | 1,00 |
| Jeotermal | 1,90 | 5,00 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,45 | - | - | 0,20 | 0,50 |
| Rüzgâr | 0,05 | 1,99 | 0,01 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | - | - | 1,00 | 1,00 |
| Biyokütle | 5,00 | 5,00 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Kaynak: EPIAŞ, TSKB

Düşük karbonlu bir ekonomiye geçiş için yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin payının artması büyük önem arz etmektedir. Ancak kapsamlı bir dönüşüm için artık bir arz kaynağı olarak kabul edilen enerji verimliliğinin barındırdığı potansiyelin de iyi değerlendirilmesi ve sunduğu fırsatlardan mutlaka yararlanılması gerekmektedir.

1.4.2. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği, enerji kaynaklarının üretimden tüketime kadar tüm safhalarda en yüksek etkinlikte değerlendirilmesini ifade eden bir kavramdır. Bu yönüyle enerji verimliliği; ısı, gaz, buhar, basınçlı hava, elektrik gibi çok değişik formlarda olabilen enerji kayıplarının engellenmesi, ayrıca yeni ve yenilikçi teknolojilerin kullanımıyla üretimin, hizmet sunumunun, konfor standartlarının veya sosyal refahın etkilenmesine meydan vermeden enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Enerji sektöründeki diğer ulusal hedefleri tamamlayan ve düşük karbonlu ekonomiye geçişi destekleyen yatay bir alan olması itibarıyla enerji verimliliği, kalkınmanın sürdürülebilir kılınması yolundaki çabaların da en önemli sütunlarından birisidir.

Küresel bazda temiz enerji teknolojilerine ve enerji verimliliğine 2021 yıl sonuna kadar 750 milyar dolar tutarında harcama yapılması beklenmektedir. Ancak söz konusu harcamalar iklim değişikliği ile mücadele kapsamında değerlendirildiğinde düşük kalmaktadır. Yerküredeki toplam sıcaklık artışını 2 derecenin altında tutabilmek için temiz enerji yatırımlarının 2020 yılı seviyelerinin 2 katı seviyesinde, 1,5 derecenin altında tutabilmek için ise 3 katı seviyesinde olması gerekmektedir.²⁶

Dünyayı net sıfır emisyon yolunda ilerletmek için ise temiz enerji geçişiyle ilgili yatırımların 2030 yılına kadar yılda yaklaşık 4 trilyon dolara çıkması gerekmektedir.²⁷ Enerji verimliliği, bu geçiş öngörüsünde en yüksek paya sahip yatırım ve çalışma alanlarından birisidir.

1.4.2.1. Enerji Verimliliğine Yönelik Politikalar, Mevzuat ve Kurumsal Altyapı

Türkiye’de özellikle enerji verimliliğine yönelik sistemli faaliyetler 2000’li yıllardan itibaren başlamıştır. 2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” ile enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. 2012 yılında yayımlanan “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi” ile 2023 yılı enerji verimliliği hedefleri oluşturulmuştur.

Şekil 2: Enerji Verimliliği Alanındaki Başlıca Politika Belgeleri ve Mevzuat

| 2007 | 2008 2010 2011 | 2012 | 2014 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------------------------|---|---|---|--|--------------------|--|
| Enerji Verimliliği Kanunu | Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik | Enerji Verimliliği Strateji Belgesi | 10. Kalkınma Planı | Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı | 11. Kalkınma Planı | Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik |
| | KOSGEB Destek Programları Yönetmelik | | | | | Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Planı (2019-2023) |
| | Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi | Destekler, Yetki Belgesi ve Eğitim Hakkında Tebliğler | Kojenerasyon Tesislerinin Verimliliğinin Hesaplanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ | Kamu İdarelerinin Enerji Performans Sözleşmesi Yapmasına İmkân Veren Torba Kanun | | |

Kaynak: TSKB

Gelişen ihtiyaçlar doğrultusunda ve 2012 tarihli stratejiyi daha ileri bir aşamaya taşımak üzere 2017 yılında “Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP)” dünyadaki iyi uygulamalar da dikkate alınarak hazırlanmıştır. UEVEP kapsamında yatay konular, bina ve hizmetler, sanayi ve teknoloji, enerji, ulaştırma, tarım sektörleri üzerinden 2017-2023 yılları arasında uygulanacak 55 eylem ile 2023 yılında birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması (23,9 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) tasarruf) hedeflenmiştir. Bu miktarda bir tasarrufun sağlanabilmesi için 10,9 milyar dolar yatırım yapılması ve söz konusu yatırımların 7 yılda kümülatif olarak 8,4 milyar dolar getiri sağlaması öngörülmüştür. Yatırımların sonraki dönemde de uzun yıllar getiri sağlamaya devam edeceği bilinmektedir, ancak hesaplamalara bu husus dahil edilmemiştir.

²⁶IEA, Dünya Enerji Yatırımları, 2021.

²⁷IEA, Dünya Enerji Görünümü, 2021. Şu adresten görülebilir: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/88dec0c7-3a11-4d3b-99dc-8323ebfb388b/WorldEnergyOutlook2021.pdf>

Tablo 13: UEVEP: İhtiyaç Duyulan Yatırım Tutarı ve Hedeflenen Enerji Tasarrufu

| İhtiyaç Duyulan Yatırım Tutarı (000 \$) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-----------|--------|
| 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | | 2022 | | 2023 | | Toplam | |
| 958 | | 1.279 | | 1.593 | | 1.681 | | 1.748 | | 1.824 | | 1.846 | | 10.929 | |
| Enerji Tasarrufu | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | | 2022 | | 2023 | | Kümülatif | |
| kTEP | 000 \$ | kTEP | 000 \$ | kTEP | 000 \$ | kTEP | 000 \$ | kTEP | 000 \$ | kTEP | 000 \$ | kTEP | 000 \$ | kTEP | 000 \$ |
| 577 | 202 | 1.630 | 571 | 2.493 | 872 | 3.378 | 1.182 | 4.298 | 1.504 | 5.264 | 1.842 | 6.261 | 2.191 | 23.901 | 8.364 |

Kaynak: ETKB UEVEP, TSKB

UEVEP kapsamındaki eylemler çerçevesinde 2017-2020 döneminde kümülatif olarak 1,1 milyar dolar parasal karşılığı olan 3,19 MTEP enerji tasarrufu sağlandığı ETKB tarafından ifade edilmiştir. 2020 yılında enerji verimliliği için toplamda 635 milyon dolar yatırım yapıldığı ve bunun sonucunda 158 milyon dolar parasal karşılığı olan 451 bin TEP birincil enerji tasarrufu sağlandığı da aynı bildirimde açıklanmıştır. 2020 yılında Covid-19 pandemisi, UEVEP'in 2020 yılı gerçekleşme yüzdesinin %53 seviyesinde kalmasına neden olmakla birlikte, 2017-2020 yılı hedeflerinin kümülatif olarak %97 oranında gerçekleştiği ifade edilmiştir.²⁸ Gerçekleşme oranlarının nasıl hesaplandığına dair analitik bir açıklama bulunmamakla birlikte, kamusal bir eylem planının bu şekilde yakın takibinin yapılmakta ve ilerlemelerin raporlanmakta oluşu sektör açısından umut verici bir gelişmedir.

Türkiye'de 2009'dan bu yana sanayideki enerji verimliliği projelerini teşvik etmek için ayrıca destek programları uygulanmakta olup bunların arasında verimlilik artırıcı proje (VAP) destekleri bulunmaktadır. Bu kapsamda, bugüne kadar tamamlanan ve devam eden toplam 307 milyon TL tutarında 434 projeye 83 milyon TL tutarında destek sağlanarak yıllık 173 milyon TL parasal tasarruf ve 90 bin TEP kaynak tasarrufu sağlanmıştır.²⁹

2017-2020 döneminde sağlanan iyileştirmelerin seviyesi, 2020 yılında genel olarak ekonomide yaşanan sıkıntılarla birlikte düşünüldüğünde, UEVEP'de 2023 yılı için öngörülen hedefleri tutturmanın kolay olmayacağı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, konulmuş hedeflerin izlenmesi ve bulguların kamuoyuyla paylaşılması bu konudaki kararlılığı göstermesi açısından önem arz etmektedir. UEVEP'in koordinasyonu; 2019 yılının Ocak ayında enerji verimliliği, sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği konularındaki çalışmaları yürütmesi amacıyla ETKB

bünyesinde kurulan Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı (EVÇED) tarafından yürütülmektedir.

Temmuz 2019 tarihinde yayınlanan On Birinci Kalkınma Planı'nda enerji arzının sürekli, kaliteli, sürdürülebilir, güvenli ve katlanılabilir maliyetlerle sağlanmasının amaçlandığı ifade edilmiştir. On Birinci Kalkınma Planı'nda enerji verimliliği ile ilgili çeşitli hedeflere yer verilmiştir. Bu hedefler sektörler arası bir içeriğe sahiptir. Santral rehabilitasyonlarından endüstriyel simbiyoz, bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinden yeşil liman sertifikalandırmasına kadar birçok başlığa değinen hedefler birbirini tamamlar bir nitelik arz etse de sayısal ve somut göstergelere bağlanmamış bu hedeflerin makro etkiler yaratabilmesi için uygulamanın güçlendirilmesi, pilot uygulamaların yaygınlaştırılması ve az sayıdaki yaygın uygulamanın etki analizlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, Plan dönemi sonunda hedeflerin en azından bir kısmının birer temenniden ibaret kalması riski mevcuttur.



²⁸ ETKB, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2020 Yılı Gelişim Raporu, Yönetici Özeti, 2021.

²⁹ Enerji Portalı, "Enerji Verimliliği İçin 2020'de 635 Milyon Dolar Yatırım Yapıldı", 07.04.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.enerjiportalı.com/enerji-verimliliği-icin-2020de-635-milyon-dolar-yatirim-yapildi/>

2008 yılında çıkarılan ve yıllar içinde gelişen ihtiyaçlar doğrultusunda birkaç kez revize edilen ikincil mevzuatın tadiline yönelik çalışmalarda bir aşama kaydedilmiş, 25.01.2020 tarih ve 31019 sayılı Resmî Gazete’de “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” yayımlanmıştır. Söz konusu Yönetmelik ile enerji verimliliği etütlerine tabi tüketicilerin sayısının artırılması, etüt süreçlerinin (başvuru, değerlendirme vb.) kolaylaştırılması, enerji yöneticisi görevlendirmekle veya enerji yönetim birimi kurmakla yükümlü olan tesisler için ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi kurma zorunluluğu getirilmesi kararları alınmış, ayrıca ölçme-doğrulama uzmanlarının mevzuatta tanımlanması gerçekleştirilmiştir. 2020 yılı Mayıs ayında ise ETKB tarafından 2019-2023 yıllarını kapsayan Stratejik Plan yayınlanmıştır. Söz konusu stratejik plana göre; enerji verimliliğine öncelik

vermek ve uygulamaları artırmak amacıyla; enerji verimliliğinin desteklenmesi için çalışmaların sürdürülmesi, elektrik ve doğal gazda talep tarafı katılımı uygulamasına yönelik piyasa altyapısının oluşturulması, enerji verimliliğine yönelik kamuoyu farkındalığını artıracak çalışmalar yapılması, elektrikli araçlara yönelik enerji sistemi planlanmasının yapılması hedeflenmektedir.

27.01.2021 tarih ve 31377 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Elektrik Piyasası Yan Hizmetler Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” ile talep tarafı yedeği hizmeti tanımlanmış ve çok önemli bir enerji verimliliği seçeneği olan talep tarafı yönetiminin başlangıç adımları atılmıştır. İlk aşamada yıllık asgari enerji tüketim miktarı 10 milyon kWh olan tüketim tesislerinin talep tarafı yedeği hizmeti vermesi öngörülmüş olup bu konudaki mevzuatın derinleşmesiyle birlikte uygulamanın yaygınlaşabileceği değerlendirilmektedir.

1.4.2.2. Enerji Verimliliğinin Sektörel Bazda Değerlendirmesi

Enerji verimliliğine yönelik çeşitli iyi uygulama örneklerine bakıldığında; binaların yalıtım ve ısı performansı açısından güçlendirilmesi, imalat sanayiinde gerek proses gerek yardımcı işletmeler bazında enerji verimliliği projelerinin uygulanması, hem sanayi hem de bina özelinde yapılacak enerji verimliliği yatırımları için yenilikçi finansman mekanizmaları oluşturulması, elektrikli cihaz ve

gereçler (transformatör, güç kaynağı, pompa, motor, klima, beyaz eşya, aydınlatma gereci, ev aletleri vb.) için minimum gereklilik ve eko-tasarım standartlarının geliştirilmesi, motorlu taşıtların performansının iyileştirilmesi ve yakıt verimliliğinin artırılması, sürdürülebilir kentsel ulaşım ve entegre taşımacılığın özendirilmesi gibi başlıkların öne çıktığı görülmektedir.

Tablo 14: Sanayi ve Binalarda Seçilmiş Bazı Enerji Verimliliği Politikaları

| Ülke | Politika/Aksiyon | Tanımı |
|-----------|---|---|
| Kanada | Enerji Verimliliği Düzenlemeleri | Enerji tüketen endüstriyel ürünlerin ithal edilmesi, satılması ve kiralanmasına dair federal standartlar getirilmesi. |
| | Kanada Daha Yeşil Evler | Binaların yenilenmesi kapsamında faizsiz kredi programları ve hibeler. Ayrıca düşük gelirli ev sahipleri için özel finansman sağlama. |
| Şili | Enerji Verimliliği Kanunu | Enerji verimliliği derecelendirmelerinin tüm yeni binalar için zorunlu olması. |
| AB | Avrupa İçin Yenileme Dalgası | 2030 yılına kadar yıllık bina yenileme oranının 2030 yılına kadar ikiye katlanması. |
| Fransa | Kapsamlı Yıllık Enerji Planı | 2030 yılına kadar enerji verimliliğinde %27 iyileşme. Bina yenilemeleri için verilen yatırım desteği sonrasında 2028 yılına gelindiğinde nihai enerji tüketiminin 269 TWh olması. |
| Hindistan | Klimalar İçin Yeni Enerji Performans Standartları | Oda klimaları için 24 °C ayarının zorunlu olması |
| Japonya | Stratejik Enerji Planı | Yeni binaların 2030'a kadar net sıfır emisyon olması. |
| Kore | Yeşil Yeni Anlaşma | Kamu binalarının ve konutların yenilenmesi için fonlama. |
| İngiltere | Endüstriyel Enerji Dönüşümü Fonu | Enerji verimliliğine yönelik yatırımların desteklenmesi ve düşük karbonlu teknolojilerin enerji yoğun endüstrilerde kullanımı. |
| | Geleceğin Evleri Standardı | 2025 yılına kadar fosil yakıtlı ısıtma sistemlerinin yasaklanması. |
| ABD | Daha Performanslı Sistemler | Enerji yönetim planları ve enerji performans takibi. |

Kaynak: ETKB, TSKB



Türkiye’de enerji verimliliği çalışmalarında uzun yıllardır önde olan iki sektör imalat sanayii ve binalardır. Bu iki alanda hem sağlanan toplam tasarruf hem yükselen bilinç düzeyi hem de yetkin beşerî kaynak ve entelektüel sermaye açısından belli bir olgunluğa erişilmiştir. Bununla birlikte, bu iki alanda hâlâ çok büyük bir enerji tasarruf potansiyeli olduğu yapılan çeşitli ulusal ve uluslararası çalışmalarla ortaya konulmuş durumdadır.

Sanayi sektöründeki yüksek enerji tüketimi bu sektörü enerji verimliliği yatırımlarının teşviki için öncelikli hedef sektör haline getirmektedir. Türkiye’de bu konuda yürütülen proje ve desteklerin etkisiyle önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Enerji etütleri, VAP’lar, ISO 50001 uygulamaları ve gönüllü anlaşmalar bu sektörde yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, sanayi sektörünün genelinde, ama özellikle KOBİ’lerde hâlen çok büyük bir iyileştirme potansiyeli mevcuttur. İmalat sanayiinde iyileştirme alanları faaliyet kolları ve prosesler itibarıyla farklılık göstermekle birlikte, hemen her alt sektörde hâlâ kazanılmayı bekleyen önemli bir potansiyel olduğu görülmektedir.

Son yıllarda yapılan hizmet amaçlı binaların bir kısmında trijenarasyon, ısı pompası, yenilenebilir enerji entegrasyonu gibi yenilikçi seçeneklere yer verildiği, bazı binalarda son derece iyi bir enerji performansına ulaşıldığı gözlenmektedir. Bununla birlikte, enerji kimlik belgesi çıkarılmış binaların büyük kısmının yüksek verimlilik düzeyinde olmadığı (enerji kimlik belgesi çıkarılmış 1 milyondan fazla

mevcut ve yeni binanın ancak üçte biri kadarının C ve üzeri sınıfında olduğu), yeni yapılan binalarda bile istenilen performans düzeylerine ulaşamadığı izlenmektedir. Eski (mevcut) binaların ise enerji verimliliği açısından genel olarak geride olduğu, bu durumun konut amaçlı binalarda daha da kötü olduğu bilinmektedir. Bu tablo, AB’deki yenileme dalgasına benzer bir girişim için Türkiye’de de önemli bir potansiyel bulunduğu işaret etmektedir.

Enerji üretim-dağıtım sistemlerinde ve tarım sektöründe de son yıllarda enerji verimliliğiyle ilişkili ya da doğrudan enerji verimliliğine yönelik kayda değer projeler yürütülmeye başlanmıştır. Büyük oranda münferit olan ve henüz bir sistematiğe bağlanmamış bulunan bu çabaların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanda bir başka önemli ihtiyaç da enerji verimliliği odağıyla yürütülen çalışmaların aynı odağa bağlı kalınarak izlenmesi, raporlanması ve veri birikiminin sağlanmasıdır.

Ulaştırma sektörü makro politikalar gerektiren, merkezî idarenin yönlendirmesi ve ulusal politika düzenlemeleri ile gelişen bir sektördür. Ancak uygulamaların bir kısmının yerel yönetimler tarafından yapılmak zorunda oluşu, kimi zaman eşgüdüm sorunlarına yol açabilmektedir. Ulaştırma sektörü ise güçlendirilmiş kent-içi toplu taşıma, modlar arası geçişkenliğe dayanan entegre taşımacılık, lojistik merkezler, hibrid ve elektrikli araçlar, yakıt verimliliği, sinyalizasyon ve trafik optimizasyonu gibi konular bağlamında enerji verimliliğinin ilgi sahasına giren bir sektördür.

Sektörler İtibarıyla Son Dönemde Yürütülen Önemli Mevzuat Değişiklikleri, Çalışmalar ve Projeler

Sanayi

- Yıllık 1.000 TEP'in üzerinde enerji tüketimi bulunan endüstriyel işletmelerin her 4 yılda bir yapmak ya da yaptırmakla yükümlü oldukları zorunlu enerji etütleri
- Sanayide yürütülen enerji verimliliği proje destek uygulamaları (VAP destekleri, gönüllü anlaşma destekleri, 5. bölge teşvikleri)
- ETKB'nin düzenlediği "Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması Proje" ve "Enerji Verimli Endüstriyel Tesis" yarışmaları
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile UNDP iş birliğinde yürütülen "Türkiye'de Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Enerji Verimli Motorların Teşvik Edilmesi Projesi"
- Seçilmiş imalat sanayii alt sektörlerinde (tekstil, çimento, demir-çelik, cam, gıda vb.) kıyaslama çalışmaları yürütülmesi
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda yürütülen Yetkinlik ve Dijital Dönüşüm Merkezleri (Model Fabrika) ile Yenilik Merkezleri kurulması faaliyetleri
- 02.03.2021 tarih ve 31411 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Enerji Etiketlemesi Çerçeve Yönetmeliği"

Binalar

- Kamu kurumlarının, binalarında yapacakları enerji verimliliği iyileştirmeleri için uzun vadeli sözleşme yapabilmelerine imkân sağlayan mevzuat düzenlemesi (27.03.2018 tarih ve 30373 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Vergi Kanunları ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun"la enerji performans sözleşmelerinin (EPS) 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na derç edilmesi ve "Kamuda Enerji Performans Sözleşmelerine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararı"nın 21.08.2020 tarih ve 31220 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanması)
- Dünya Bankası destekli "Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi"nin uygulamaya başlanması; proje kapsamında kamu binalarının enerji performanslarının iyileştirilmesine yönelik EPS uygulamalarına geçilmesi; uygulayıcı şirketlere, enerji yöneticilerine ve ETKB eğitimcilerine ölçme-doğrulama, etüt-proje, uyumsuzlukların çözümü gibi konularda eğitimler verilmesi
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Alman Uluslararası İş Birliği Kurumu (GIZ) iş birliğiyle "Bina Sektörü Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası"nın yayımlanması
- BDDK tarafından 25.01.2019 tarih ve 30666 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Bankaların Kredi İşlemlerine İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına İlişkin Yönetmelik" (7'nci madde) ile A ve B sınıfı enerji kimlik belgesine sahip binalar için kullanılacak kredi oranlarında artış sağlanması
- 16.08.2019 tarih ve 30860 sayılı Resmî Gazete'de 2019/18 "Kamu Binalarında Enerji Tasarrufu" konulu Cumhurbaşkanlığı Genelgesi'nin yayımlanması ve enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü olan kamu binalarının 2023 yılı sonuna kadar asgari %15 enerji tasarrufu sağlamanın hedeflenmesi

Santraller, İletim ve Dağıtım Altyapıları

- Kurulu gücü 20 MW ve üzeri olan termik santrallerde atık ısı potansiyelinin (öncelikle binalarda ısıtma ve soğutma amaçlı, sonrasında diğer sektörlerde) değerlendirilmesi amacıyla etüt yapma yükümlülüğü getirilmesi
- ETKB-EVÇED tarafından termik ve hidrolik santrallerde yürütülen enerji verimliliği çalışması ve 189 adet santralde yapılan alan araştırması ile santrallerde enerji verimliliği potansiyelinin belirlenmesi
- BOTAŞ'ın sahip olduğu doğal gaz iletim altyapısına yönelik sistem için enerji kullanım analizinin yapılması
- Elektrik dağıtım şirketleri tarafından hedef kayıp oranları çerçevesinde yürütülen şebeke iyileştirme ve şebeke genişleme çalışmaları

Ulaştırma

- Daha enerji verimli bir ulaştırma seçeneği olan demiryolu taşımacılığının güçlendirilmesi için yürütülen altyapı (yüksek hızlı ve hızlı demiryolu projeleri ile konvansiyonel demiryolu projeleri) çalışmaları
- Karayolu yük taşımacılığının bir kısmının demiryolu ve denizyoluna kaydırılması için lojistik merkezler ve kombine yük terminalleri kurulmasına yönelik çalışmalar
- Avrupa Bisiklet Ağı (Eurovelo) ile entegre olacak şekilde yaklaşık 3.000 km'lik bir güzergâh için "Şehirlerarası Ulaşım ve Turizm Amaçlı Bisiklet Yolları Master Planı" hazırlanması
- Bazı yerel yönetimler tarafından bisiklet ve scooter kullanımını özendirici tedbirlerin alınması ve uygulamaların yapılması
- Akıllı ulaşım sistemleri ve sürdürülebilir hareketlilik planları için çalışmalar yürütülmesi

Tarım

- Tarla içi bireysel sulama sistemlerinin modernizasyonunun sağlanması için kırsal kalkınma desteği sunulması
- Tarımsal sulama tesislerinin yenilenmesi, terfili sulama sistemindeki pompaların verimli hale getirilmesi için etüt ve uygulamalar yapılması
- Ölçek ekonomisi yaratarak toplam yakıt tüketimini azaltma hedefi doğrultusunda traktör ve biçerdöver alımı için sınırlı da olsa destek sağlanması

Diğer

- "Enerji Etiketleme Çerçeve Yönetmeliği" sonrasında yayınlanan tasarım, uygulama ve etiketleme tebliğleri
- ETKB ile Danimarka Enerji, Kamu Hizmetleri ve İklim Bakanlığı arasındaki iş birliği anlaşması kapsamında yürütülen bölgesel ısıtma sistemlerinin yaygınlaştırılmasına ve ısı piyasasının oluşturulmasına yönelik çalışmalar
- ETKB-EVÇED tarafından "Kojenerasyon Tesisi Verim Belgesi" düzenlenmesi kapsamında yürütülen çalışmalar
- Park ve bahçe aydınlatması amacıyla kullanılan aydınlatma sistemlerinde LED'li armatür kullanma zorunluluğunun getirilmesi
- Ulusal bir enerji verimliliği finansman mekanizmasının geliştirilmesi ve enerji verimliliği yarışmaları mekanizmasının kurulması amacıyla yürütülen çalışmalar
- Akılla Verimli Yaşa Projesi, Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi, Enerji Verimliliği Stratejik İletişim Planı gibi iletişim odaklı çalışmalar
- Millî Eğitim Bakanlığı tarafından müfredatta enerji verimliliği ile ilgili yapılan değişiklikler





Türkiye'de elektrik, doğal gaz ve yenilenebilir enerji piyasalarını derinleştirici adımlar atılmaktadır.

1.5. Enerji Piyasasında Trendler ve Beklentiler

İklim krizinin etkilerinin azaltılması ve küresel ısınmanın 1,5°C'yi aşmaması için yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelim gittikçe hızlanmaktadır. Ülkemizde de dünyadaki hâkim eğilimlere benzer şekilde yenilenebilir enerjiye yönelim artmış ve önceki bölümlerde de belirtildiği üzere 2021 yılı Eylül ayı sonunda toplam kurulu gücün %53,3'lük kısmını yenilenebilir enerji santralleri oluşturmuştur. Yenilenebilir enerjiye geçişte küresel olarak izlenmiş yollar incelendiğinde görülen tablo şöyledir: Öncelikle teşvik mekanizmaları geliştirilerek yenilenebilir enerji santrallerine yatırım için ortam oluşturulmuş, sonrasında ihale sistemine geçilerek rekabetçi bir piyasa sağlanmış, en son aşamada da tüketiciye yönelmiş ve tüketilen enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlandığını belgelendirecek mekanizmalar geliştirilmiştir.

Türkiye’de de benzer bir yol izlenerek önce YEKDEM teşviki geliştirilmiş, sonrasında YEKA yarışmalarının ilanı ve ilgili teknolojilerin yerli üretiminin sağlanması amaçlanmış, son olarak ise YEK-G belge sistemi geliştirilmiştir. Bu çerçevede düşünüldüğünde, temiz ve yenilenebilir enerjiye geçişte küresel çapta büyük kabul görmüş yöntemler Türkiye’de de ülkenin kendine özgü dinamikleri çerçevesinde hayata geçirilmiştir.

Türkiye’de fosil yakıtlar tarafında uygulanan politika ve yaklaşımların büyük oranda küresel trendlerle paralelsevetteğini ifade etmek mümkündür. Petrol ve doğal gaz kaynağı çok sınırlı olan Türkiye’nin esasen arama-geliştirme sondajları ile fiyat hareketlerine karşı proaktif pozisyon belirleme dışında çok fazla seçeneği de bulunmamaktadır. Doğal gaz depolama kapasitesini geliştirmeye yönelik adımlar ile Türkiye’yi bir enerji hub’ı yapmaya yönündeki arayışlar, bu kapsamda ele alınması gereken başlıklardır. Boru hattı yatırımlarında önemli bir mesafe kat edilmiş olmakla birlikte, çok taraflı iş birliği arayışlarının sürdürülmesi hâlen önemini korumaktadır. Keza bir enerji hub’ı olabilmek için gerekli hukuki ve ekonomik altyapının güçlendirilmesi çalışmalarının yapılmasına da ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyadaki gelişmiş enerji hub’larına bakıldığında ticaretin önemli bir kısmının vadeli kontratlarla yapıldığı, yüksek işlem hacimlerinin ve likiditenin vadeli kontratlarda oluştuğu görülmektedir. Bu çerçevede Türkiye’nin enerji hub’ı olma yolunda yeni bir adım, 01.10.2021 tarihinde EPIAŞ tarafından Vadeli Doğal Gaz Piyasası’nın devreye alınmasıyla atılmıştır.

Türkiye’de kömürle ilgili tutum ve eylemlerin hâkim küresel yönelimlerden bir miktar ayrıştığı ise bir vakıadır. Çin ve Hindistan gibi iki büyük emisyon kaynağı ülkenin elektrik üretiminde kömüre olan yüksek bağımlılığı terazinin bir kefesinde olanca ağırlığıyla dururken, G7 ülkelerinin 2021 yılında ilan ettikleri yeni kömür santrali finanse etmeme yönündeki deklarasyon³⁰ terazinin diğer ucunda radikal bir tutum olarak ön plana çıkmaktadır. Keza Çin Devlet Başkanı’nın BM Zirvesi’nde kendi sınırları dışındaki kömürlü santral projelerini finanse etmeyeceğini duyurması³¹ da bu radikal adıma yeni bir boyut kazandırmıştır. Sürecin nereye evrileceği ve nasıl pazarlıklara konu olacağı tam netlik kazanmasa da kömüre dayalı santral yapımının gittikçe daha az tercih edilen bir seçenek haline geleceği bugünden belli olmuştur.

Tartışmaların daha çok sistem içindeki kömürlü santrallerin hangi tarihlerde devreden çıkarılacağı odağında yürüyeceğini söylemek yanlış bir tahmin olmayacaktır.

İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında ve ülkelerin temiz kalkınma yolculuğunda “ilk yakıt” olarak değerlendirilen enerji verimliliği konusunda Türkiye’de son yıllarda önemli adımlar atılmıştır. Bir kısmı henüz olgunlaşmamış ve arzu edilen rotaya oturmamış olmakla birlikte, bu alandaki gelişmelerin küresel trendlere paralel bir seyir izlemeye gittikçe yaklaştığını söylemek mümkündür. Politika çerçevesi gayet güçlü biçimde geliştirilmiş enerji verimliliğinin müstakil bir enerji başlığı ve bütün alanları yatay kesen önemli bir politika parametresi olarak ele alınması için daha güçlü uygulama örneklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu genel trendlerin haricinde 2021 yılında belirginleşen bazı trendlere aşağıda kısa alt başlıklar halinde yer verilmektedir.



³⁰ Carbis Bay G7 Summit Communiqué, 11-13 Haziran 2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.consilium.europa.eu/media/50361/carbis-bay-g7-summit-communication.pdf>
Açıklamanın ilgili kısmında şöyle denilmektedir: "... vurgulamak isteriz ki azalmayan uluslararası kömür yatırımları hemen durdurulmalıdır ve biz azalmayan uluslararası termal kömür yatırımlarına verilen yeni doğrudan devlet desteklerini (Resmî Kalkınma Yardımı-ODA, ihracat finansmanı, yatırım desteği, mali ve ticari destek dahil olmak üzere) 2021 yılı bitmeden sonlandıracağımızı taahhüt ediyoruz."

³¹ BBC News, "China pledges to stop building new coal energy plants abroad", 22.10.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-58647481>



1.5.1. Bazı Küresel Trendler ve Enerji Dönüşümü

2021 yılı genel itibarıyla 2020 yılında dünya ekonomilerini sarsan ve tedarik zincirinde de oldukça olumsuz bir tablo çizilmesine neden olan Covid-19 salgınının yol açtığı hasarların sarılması ve şartların salgın öncesi seviyelere gelmesi için yapılan çalışmalarla geçmektedir. Bununla birlikte 2021 yılı, iklim krizinin somut yansımalarının daha fazla ve dünyanın hemen her coğrafyasında farklı yansımalarla görüldüğü, dolayısıyla bu krizle mücadele ekseninde çağrılarının güçlendiği bir yıl olarak öne çıkmaktadır.

2020 yılında dünyadaki enerji arzının kaynaklara göre dağılımının önceki yıllardan farklılaştığı gözlenmiştir. BP'nin yıllık olarak yayımladığı "Dünya Enerji İstatistikleri" raporunda işaret edildiği üzere, 2020 yılında küresel enerji talebinde yaklaşık %4,5 oranında bir düşüş yaşandığı tahmin edilmektedir.³² Bu düşüşteki en önemli etmenin, salgın sürecinde yaşanan karantinalar nedeniyle ulaşım sektörünün sekteye uğraması ve petrol talebinde azalma yaşanması olduğu değerlendirilmektedir. Petrol talebindeki azalma ile karbon yoğun yakıtların enerji arzındaki oranı azaldığından, 2020 yılında karbon emisyonlarında rekor seviye olarak tanımlanan (-%6,3) bir düşüş meydana gelmiştir.

Aynı raporda belirtildiği üzere, petrol fiyatları ise 2020 yılında varil başına ortalama 41,8 dolar seviyesine gerileyerek 2004 yılından bu yana en düşük seviyeyi görmüştür.

Petroldeki bu rekor talep gerilemesi doğal gazda daha mutedil bir seyir izlemiştir; doğal gaz talebindeki %2,3'lük düşüşe rağmen doğal gazın birincil enerji kaynaklarındaki payının %27,7 seviyelerine çıktığı izlenmiştir. Söz konusu pay artışında petrol talebinin gerilemesinin önemli bir rolü vardır. Doğal gaz talebindeki kısmi düşüşün ana nedeni ABD ve Rusya'daki talep azalmasıdır. Fakat doğal gaz talebinin 2020 yılı içerisinde özellikle Çin ve İran'daki artışı, gazın küresel enerji arzındaki payının yükselmesinde rol oynayan bir diğer faktör olmuştur.

2021 yılının dünya genelinde ekonomik faaliyetlerin yeniden canlanmaya başladığı bir yıl olması, sanayide hem birincil enerji ve hem de elektrik talebinin, konutlarda ve hizmet sektöründe ise elektrik talebinin güçlü biçimde büyümesi, iklim değişikliği kaynaklı etkilere bağlı olarak yeryüzünün belli bölgelerinde ciddi kuraklıklar yaşanması ve bunun hidrolik üretimleri etkilemesi, aşırı hava olaylarının (aşırı sıcaklar ve beklenmedik soğuk hava dalgaları) enerji talebini güçlendirmesi, fosil yakıtlara olan talebi de artırmıştır.

³² BP, Dünya Enerji İstatistikleri, 2021.

Fosil yakıtlarla ilgili sorgulamanın derinleştiği bir yıl olan 2021'de böyle bir tablonun ortaya çıkması, bu konuda tartışma ve arayışların uzun süre devam edeceğini göstermektedir.

2021 yılı trendleri ve dünya enerji dönüşümü üzerine yapılan araştırmaların bulunduğu ortak nokta ise, geçtiğimiz yıl yaşanan tüm olumsuzluklara rağmen yeşil ve temiz enerji yatırımlarının hız kazanarak devam etmiş olmasıdır.^{33,34,35} Rüzgâr ve güneş enerjisi kurulu gücü birlikte düşünüldüğünde, küresel çapta yaklaşık 238 GW ilave kapasite sisteme eklenmiş, böylece yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik kurulu gücü içindeki payı muazzam bir artış göstermiştir. 2020 yılının getirdiği tüm zorluklara rağmen büyüyen yenilenebilir enerji yatırımları, iklim krizine bağlı etkilerin azaltılması için ülkelerin "Net Sıfır Emisyon (Net Zero Emission, NZE)" hedefleri doğrultusunda hazırladıkları stratejiler ve taahhütlerin yerine getirilmesinde, cesaret verici bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Total Energies'in yayımladığı "2021 Enerji Görünümü" raporuna göre, dünya nüfusunun 2050 yılında yaklaşık 2 milyar artarak 10 milyar seviyelerine ulaşması öngörülmektedir. Nüfustaki artış ve yaşam standartlarının iyileştirilmesinin enerji talebini artırıcı bir rol oynaması beklenmektedir.

Total Energies'in yayımladığı rapora göre NZE hedefine ulaşmak için önceliklendirilmesi gereken çeşitli eylemler ve uygulamalar bulunmaktadır. Bunlar özetle:

- Ulaşım sektöründe 2035 yılı itibarıyla içten yanmalı motorlu taşıtların satışının yasaklanması,
- Hafif taşıtların elektrikli hale getirilmesi ve diğer ulaşım araçlarında hidrojen, hidrojen bazlı yakıt ve biyoenerji kullanımının artması,
- Depolama teknolojileri kullanılarak rüzgâr ve güneş enerjisinden daha fazla yararlanılmasının sağlanması,
- Özellikle enerji ve sanayi sektörlerinde geçiş yakıtı olarak doğal gaz kullanımının artması ve
- Tek kullanımlık plastik yasağının getirilmesi ve plastik geri dönüşümünün artırılması

şeklinde. NZE kriterlerinin daha ötesinde olumlu bir sonuç görülebilmesi için ise gelişmekte olan ülkelerde dekarbonizasyon hedefleri konularında bu hedefler doğrultusunda stratejiler oluşturulması, enerji verimliliğinin uygulama örneklerinin geliştirilmesi, yenilenebilir enerji teknolojileri

kullanılarak temiz enerjinin küresel enerji arzındaki oranının yükseltilmesi ve özellikle ulaşım ile sanayi sektörlerinde hidrojen kullanımının artırılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Hidrojen teknolojisinin farklı sektörlerde kullanım potansiyeli giderek artan bir oranda araştırılmaktadır. Çeşitli kaynaklardan (yenilenebilir enerji, nükleer enerji, doğal gaz vb.) hidrojen üretilebilmektedir, fakat üretilen hidrojenin taşınması ve depolanması maliyetli ve teknik açıdan zor olduğundan konu henüz sanayide yeterli düzeyde yer edinmemiştir. Yine de hidrojenin düşük karbonlu enerji kaynaklarından üretilebilir olması ve sera gazı emisyonuna yol açmadan kullanılabilmesi nedeniyle, çeşitli sanayi sektörlerinde hidrojen teknolojisi ile potansiyel olarak dekarbonizasyon sağlanması tartışılmakta ve araştırılmaktadır. AB'nin Temmuz 2020'de yeni bir Hidrojen Stratejisi açıklaması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın kilometre taşlarından biri olarak hidrojenin görülmesi de üzerinde durulması gereken gelişmelerdir. Görece eski ama muhtemel etkileriyle itibarıyla yeni bir enerji başlığı olan hidrojen, önemi dikkate alınarak bu raporun ikinci bölümünde müstakilen değerlendirilmektedir.

Bu raporun ilgili bölümde de değinildiği üzere elektrikli araçların kullanımı ve yaygınlaştırılması, özellikle ulaşım sektöründe petrole bağımlı enerji ihtiyacını azaltmak için stratejik bir noktadır. 2020 yılında elektrikli araç satışlarında yeni bir rekora imza atılmıştır. Bu alandaki büyüme eğiliminin önümüzdeki yıllarda güçlenerek süreceği değerlendirilmektedir. Beraberinde yepyeni tartışma konularını (şarj istasyonu altyapısının yaygınlaştırılması, talep yönetimi optimizasyonu, elektrik kurulu güç tahminlerinin yenilenmesi vb.) da getirmesi muhtemel olan bu başlık, raporun ikinci bölümünde müstakilen değerlendirilmektedir.



³³ BP, a.g.e.

³⁴ Total Energies, Enerji Görünümü, 2021.

³⁵ IEA, Dünya Enerji Görünümü, 2021.

1.5.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Piyasasını Derinleştirici Adımlar

07.10.2021 tarih ve 31621 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” ile Türkiye küresel sıcaklık artışının 1,5°C’de sınırlanması ve iklim krizi ile mücadele konusunda somut bir adım atmıştır.³⁶ Bu adımın; iklim projeksiyonlarının yenilenmesi, yeni bir iklim değişikliği tutum belgesinin açıklanması, buna bağlı olarak emisyon azaltıcı faaliyetlerin güçlendirilmesi gibi sonuçlar doğurmasını beklemek mümkündür. Bu yönelimle birlikte Türkiye’nin yenilenebilir enerjiye olan ilgisi artmaya devam edecektir.

Hali hazırda Türkiye’nin elektrik kurulu gücünün %53’lük bölümünü yenilenebilir enerji kaynaklı santraller oluşturmaktadır. 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu’nun çıktığı andan günümüze kadar yenilenebilir alanında yaşanan önemli gelişmelere bu raporun “1.4.1. Yenilenebilir Enerji” başlıklı alt bölümünde değinilmektedir. Bununla birlikte, bu alt bölümde de dikkat çeken birkaç noktaya temas etmek yararlı olacaktır.

Hali hazırda ihalesi tamamlanmış tüm YEKA yarışmalarında, satın alım garantisi 15 yıl gibi bir zaman dilimi olarak belirlenmiştir. Fakat, 2021 yılı son çeyreğinde ilan edilmiş YEKA GES-4, YEKA GES-5 ve RES YEKA-3 yarışmalarında satın alım garantisi, sabit bir zaman dilimi yerine bağlantı kapasitesinin her bir MW değeri için projenin ilk kabul tarihinden itibaren iletim veya dağıtım sistemine verilen standart bir elektrik miktarı olmuştur. Bu miktarlar YEKA GES’lar için MW başına 23 GWh, YEKA RES için ise 35 GWh olarak tayin edilmiştir. Mevcut durumda, elektrik üretim maliyetinin düşmesi ile YEKA’daki satın alım garanti sürelerinin, yıl bazlı olmaktan çıktığı ve üretilen elektrik enerjisi üzerinden olacak şekilde güncellendiği anlaşılmaktadır. Yeni açıklanan YEKA’larla birlikte Türkiye’de güneş enerjisine dayalı kurulu kapasitenin önümüzdeki yıllarda 10 GW’ı, rüzgâr enerjisine dayalı kurulu kapasitenin ise 14 GW’ı geçeceği değerlendirilmektedir.

08.03.2020 tarih ve 31062 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin



Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” kapsamında, “birleşik yenilenebilir enerji tesisi” ve “destekleyici kaynaklı elektrik üretim tesisi” kavramları ulusal mevzuata girmiştir.³⁷ Bu revizyonla birlikte, mevcut durumda işletmede olan ve yeni kurulacak lisanslı elektrik üretim santrallerinde, birden fazla kaynaktan elektrik üretilmesi mümkün hale gelmiştir. Kurulacak yardımcı kaynaklarla ana kaynağın iç tüketimi karşılanarak şebekeye verilecek olan elektrik miktarında artış sağlanacaktır. Bu sayede özellikle yenilenebilir enerji tesisleri kaynaklı meydana gelebilecek şebeke dengesizliklerinin bir nebze önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

Diğer ismiyle “hibrit santraller” ile ilgili düzenlemeler son dönemde güncellenmiştir. 17.04.2021 tarih ve 31457 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan EPDK’nın hibrit santral yatırımlarını içeren Kurul Kararı’na göre;

- Yardımcı kaynağı güneş enerjisi olan birden çok kaynaklı elektrik üretim tesislerinde, her 1 MW yardımcı kaynak gücüne karşılık azami 15 dönüme kadar alan santral sahası sınırlarına bütünlük olmak kaydıyla yardımcı kaynak ünite alanı olarak santral sahasına ilave edilebilecek,
- Yardımcı kaynağın elektriksel gücü; ana kaynağa dayalı ünitelerin toplam elektriksel gücü 50 MW ve altında olan elektrik üretim tesislerinde ana kaynak elektriksel gücünü, ana kaynağa dayalı elektriksel kurulu gücü 50 MW’ın üstünde olan üretim tesislerinde, 50 MW güce ana kaynağın 50 MW üstündeki gücünün yarısı ilave edilerek bulunacak gücü geçemeyecek,
- Yardımcı kaynağın toplam elektriksel gücü en fazla 100 MW olabilecektir.

³⁶ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/10/20211007-7.pdf>

³⁷ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/03/20200308-8.htm>

TEİAŞ'ın sistem dengesinin korunması için 26.08.2021 tarih ve 10375 sayılı EPDK Kurul Kararı'na göre, hibrit yatırıma tahsis edilecek açığa çıkan kapasite için ana kaynağın elektriksel gücünün %15'iyle sınırlı olacak şekilde bir kısıtlama getirilmiştir.³⁸

Şebekenin sağlıklı çalışması ve elektrik arz-talep dengesinin sağlanması açısından bir diğer önemli adım, enerji depolama sistemlerinin (EDS) kurulumu olacaktır.³⁹ Raporun "2.4. Elektrikli Araçlar ve Depolama Teknolojileri" başlıklı bölümünde değinilecek olan EDS'ler elektrik talebinin yoğun olmadığı zamanlarda arz fazlasının depolanmasında, pik yük dönemlerinde ise depolanmış bu elektriğin serbest bırakılmasıyla talep ihtiyacının karşılanmasında rol oynamaktadırlar. Böylelikle şebekenin gerilim ve frekans değerleri yönetilerek şebekenin dengesi sağlanmaktadır.⁴⁰

Türkiye'de EDS'lerin kullanımı ve sisteme entegrasyonu 19.02.2020 tarih ve 31044 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Elektrik Üretim ve Elektrik Depolama Tesisleri Kabul Yönetmeliği"⁴¹ ve 09.05.2021 tarih ve 31479 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği"nde⁴² belirlenmiştir. Bu yönetmeliklerle ülkemizde EDS'lerin üretim tesislerine eklenmesi ve depolanan enerjinin şebekeye verilmesini sağlayacak yatırımların kabul işlemlerine yönelik usul ve esaslar tanımlanmıştır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının devamlılığı açısından atılmış bu adımlara ilaveten, yeni kapasiteler ilan edilmiş ve bu kapasitelerin efektif bir şekilde kullanılması hedeflenmiştir. Bir başka ilerleme olarak "Yenilenebilir Enerji Tedarik Anlaşması" (YETA) da duyurulmuş ve 01.08.2021 tarihinde devreye alınmıştır.⁴³ YETA gönüllülük esasına bağlı olarak, elektrik üreticisi ve nihai tüketici arasında yapılan bir anlaşmadır. Nihai tüketicinin tükettiği elektriğin kaynağının yenilenebilir enerji santrallerinden sağlanması ise YEK-G belgesi ile olacaktır. Raporun "1.4.1. Yenilenebilir Enerji" başlıklı alt bölümünde değinilmekte olan YEK-G sistemi ile elektriğin üreticiden çıkıp tüketiciye ulaştığı noktaya kadarki aşamalar takip edilerek son tüketicinin kullandığı enerjinin yenilenebilir kaynaklı olduğunun tescillenmesi sağlanabilecektir.⁴⁴

Nihai enerji tüketicilerinin karbon ayak izi hesaplamaları ve sürdürülebilirlik endeksine dahil olabilmeleri için Kapsam-2 dahilinde satın aldıkları elektriğin kaynağını belirtmeleri gerekmektedir. Bu nedenle YEK-G belgelerinin de uluslararası düzeyde tanınır olması önem taşımaktadır. YEK-G belgelerinin uluslararası sürdürülebilirlik raporlamalarında kullanılması için ise çalışmaların sürdüğü belirtilmektedir.⁴⁵ YEK-G belgesinin uluslararası platformlarda tanınması ile şirketlerin sürdürülebilirlik endeksine bağlı hedeflerinin izlenmesi ve karbon vergisi yükümlülüklerine karşılık bir katkı sağlanabilmesi mümkün olacaktır.



³⁸ TEİAŞ, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/haberler/bolge-sel-kapasiteler-hakkinda-duyuru>

³⁹ TSKB, "Talep Tarafı Yönetimi Bilgilendirme Notu", 2021.

⁴⁰ Koç, İ. M. ve diğerleri, "Akıllı şebeke standartlarında enerji depolama uygulamalarının incelenmesi", 6. Enerji Verimliliği, Kalitesi Sempozyumu ve Sergisi, Sakarya, Türkiye, 2015.

⁴¹ Resmî Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/02/20200219-1.htm>

⁴² Resmî Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/05/20210509-3.htm>

⁴³ EPDK, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/2-8181/elektrik-faturalarinda-yesil-isaret>

⁴⁴ SHURA, Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Tedariki ve Belgeleneşi, 2021.

⁴⁵ EPIAŞ, <https://www.epias.com.tr/wp-content/uploads/2021/05/YEK-G-ITO-SUNUM-20.05.pdf>



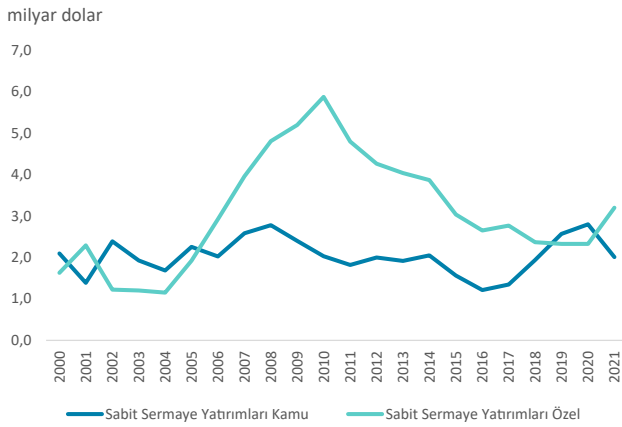
2000'li yılların başındaki kanuni düzenlemeler, kararlı serbestleştirme adımları ve özellikle 2005 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kanunu ile birlikte teşviklerin güçlenmesi sonucunda özel sektör yatırımları 2010 yılına kadar düzenli bir biçimde artış göstermiştir.

1.6. Enerji Yatırımları ve Finansmanı

2000'li yılların başındaki kanuni düzenlemeler, kararlı serbestleştirme adımları ve özellikle 2005 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kanunu ile birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarından ve yerli kaynaklardan elektrik üreten santrallere verilen teşviklerin güçlenmesi sonucunda özel sektör yatırımları 2010 yılına kadar düzenli bir biçimde artış göstermiştir. 2010 yılı 5,9 milyar dolar ile özel sektörün en yüksek enerji yatırımı gerçekleştirdiği yıl olmuştur. 2004-2010 yılları arasında özel sektör yatırımları artarken kamunun toplam enerji yatırımlarındaki payı azalmıştır.



Grafik 24: Enerji Sektörü Sabit Sermaye Yatırımları



Kaynak: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, TSKB

Özel sektörün enerji yatırımları, 2010 yılından sonra 2019 yılı sonuna kadar bir düşüş trendine girmiş olsa da özel sektörün 2010-2021 dönemi arasında

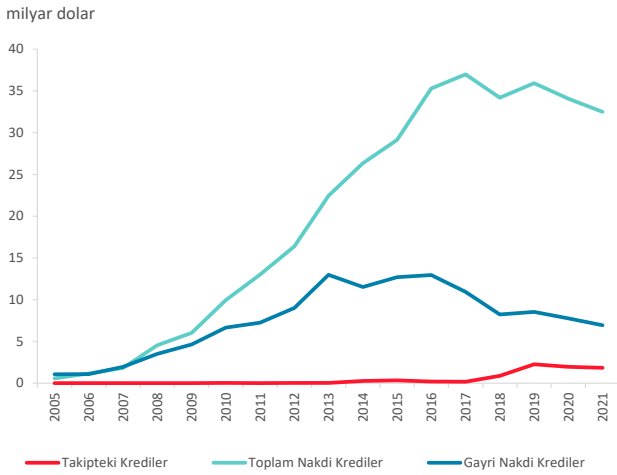
sabit sermaye yatırımlarına yıllık ortalama 3,2 milyar dolar katkı sağladığı görülmektedir.⁴⁶ Özel sektöre ait enerji yatırımları, bu raporun "1.4.1. Yenilenebilir Enerji" başlıklı alt bölümünde değinildiği üzere, dolar bazlı YEKDEM'in 30.06.2021 tarihine kadar devreye girmeyen tesisler açısından son bulacak olmasının da etkisi ile düşüş trendini kırmıştır. 2019 yılında 2,3 milyar dolara gerileyen özel sektör sabit sermaye yatırımları, 2020 yılında kısıtlı bir artış göstermiştir. Özel sektörün sabit sermaye yatırımlarının 2021 yılında artması ve yıl sonu itibarıyla 3,2 milyar dolara ulaşması beklenmektedir.

2010-2019 yılları arasında gerileyen özel sektör yatırımlarında, alt bir kalem olarak enerji yatırımlarının, YEKDEM mekanizmasının da etkisi ile ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji yatırımlarına kaydığı gözlenmektedir.

⁴⁶ T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Cari fiyatlarla hesaplanan TL cinsinden cari sermaye yatırımlarının o yıla ait TCMB USD Alış kuru üzerinden dolar karşılığı olarak hesaplanmıştır.

Bu yönelimde ve önce rüzgâr, ardından da lisanssız güneş yatırımlarının ağırlık kazanmasında, dolar bazlı YEKDEM garantili satış fiyatlarının yanı sıra yenilenebilir enerji yatırım maliyetlerindeki düşüşün de etkisi olmuştur. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) açıkladığı megavat başı birim maliyetlerine göre fotovoltaik güneş santrallerinin birim maliyetinde 2010 yılından 2020 yılına kadar %81'lik bir azalma gerçekleşirken, rüzgâr enerjisi santrallerinin birim maliyetlerinde %32'lik gerileme kaydedilmiştir.⁴⁷

Grafik 25: Sektörel Kredi Dağılımı - Elektrik, Gaz ve Su Kaynakları Ürt. Dağt. San.



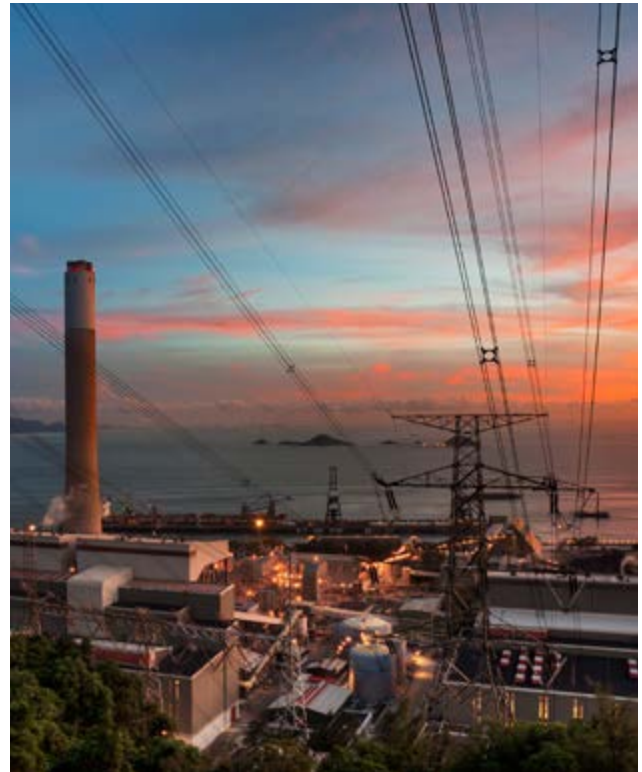
Kaynak: BDDK, TSKB

Özel sektörün enerji yatırımları içerisindeki payının artırılmasında bir diğer önemli etken finansman imkânları olmuş, finansman içerisindeki en büyük payı da bankalar almıştır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında, dolar bazlı YEKDEM garantili satış fiyatları sayesinde yatırımların öngörülebilirliği artmış, sağlanacak finansmanların uzun vade imkânı ile projeler hem yatırımcılar hem de bankalar tarafından daha kolay değerlendirilebilmiştir.

2005 yılında enerji sektörü kredilerinin nakit kredi stoku 580 milyon dolar seviyesinde olup 2005-2021 Eylül dönemi itibarıyla enerji sektöründeki nakit kredi stok büyümesi %5400 seviyesinde gerçekleşmiştir. Bankaların aynı dönemde tüm sektörlerde kullandığı nakit kredilerin stok gelişimi ise %340 seviyesindedir ve daha sınırlı bir artış göstermiştir. 2005-2021 Eylül dönemi itibarıyla enerji sektöründeki nakit kredi stok büyümesi oranı, hem yatırımcıların hem de bankaların bu sektöre olan bakışını en net şekilde özetleyen verilerden birisidir.

Bankacılık sektörünün enerji sektörüne sağladığı nakit kredi stoku 2017 yılında 37 milyar dolar seviyesine ulaşarak en üst seviyesine çıkmıştır. 2021 Eylül ayı itibarıyla ise bu rakam, mevcut enerji yatırımlarının geri ödemeleri ve sektördeki yeni yatırımların da düşüşü ile 32,5 milyar dolar seviyesine gerilemiştir.

Enerji sektörüne verilen mevcut kredilerin ve özel sektör enerji yatırımlarının bu denli büyümesinde etkili olan dolar bazlı YEKDEM garanti fiyat mekanizması 2021 yılı Temmuz ayı itibarıyla son bulmuştur. Bu raporun "1.4.1. Yenilenebilir Enerji" başlıklı alt bölümünde detaylandırılan eskalasyon sistemi ile yürütülecek döviz ve enflasyon sepetine endeksli TL cinsinden yeni YEKDEM mekanizması, yılın ikinci yarısında devreye girmiştir. Satış fiyat garantisini formüle edilmiş bir eskalasyon sistemi ile her üç ayda bir güncellenecek olsa da TL cinsinden gerçekleşecek birim fiyatlar; uzun vadede hem yatırımcılar hem de bankalar tarafında yatırımların geri dönüşünün öngörülebilirliğini, dolar bazlı YEKDEM mekanizmasına göre azaltmıştır. Sektörde TL bazlı YEKDEM mekanizması ile yapılacak finansmanlarda, özkaynak/kredi oranında ve finansman vadelerinde dolar bazlı YEKDEM'de uygulanan finansman yapısına göre değişikliğe gidilmesi beklenmektedir.



⁴⁷ Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), "2020 Yılı Yenilenebilir Enerji Üretim Maliyetleri", 2020.



Sermaye Hareketleri Genelgesi'nde 40. maddede yapılan değişiklik ile 01.07.2021 tarihinden itibaren işletmeye girmiş ya da girecek olan lisanslı üretim tesislerinin ve 21.06.2018 tarihinden sonra bağlantı anlaşmasına çağrı mektubu almaya hak kazanan lisanssız üretim tesislerinin YEKDEM kapsamında döviz kredisi kullanma imkânı bulunmamaktadır.⁴⁸

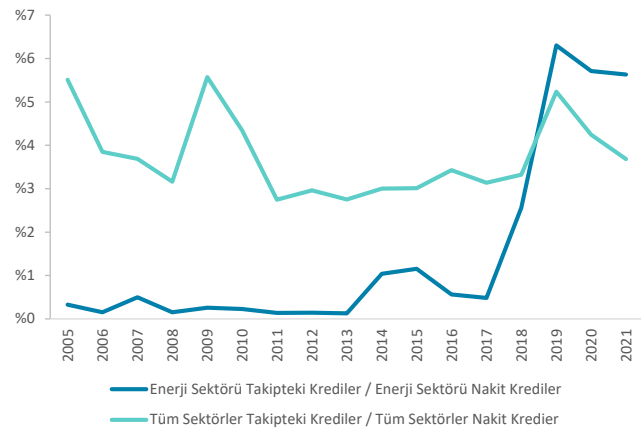
YEKDEM kapsamı dışındaki firmalara döviz geliri olmadan döviz kredisi kullanma imkânı sağlayan; 15 milyon dolar fazla risk bakiyesine sahip olunması, Genelge'ye uygun şartlarda Yatırım Teşvik Belgesi'ne sahip olunması, Genelge'nin Geçici 1. maddesi kapsamında holding bünyesinde döviz kredisi kullanılabilmesi gibi istisna hükümleri ise devam etmektedir. Bu istisnaların kapsamını belirleyen maddeler halen yürürlüktedir.

Yatırımcılar için TL bazlı YEKDEM'de uygulanan TL garantili satış opsiyonuna nazaran, mevcut tesislerde gerçekleştirilebilecek hibrit yatırımlar cazip hale gelmiştir. Hem tesislerin dengesizlik maliyetlerinin yönetilmesi hem de tesisin mevcut garanti fiyat mekanizması devam ediyorsa bu fiyattan daha verimli yararlanma şansı, hibrit yatırımların tercih edilmesinde öne çıkan faktörlerdir. Mevcut tesisin finansmanını sağlayan bankalar açısından bakıldığında da ana tesis performansının belirli hale gelmiş olması sebebiyle yardımcı kaynak ile birlikte oluşabilecek nakit akımı daha kolay ölçülebilmektedir. Diğer taraftan, mevcut tesislerde planlanan hibrit yatırımlarına ek olarak, özellikle 2021 yılının ikinci yarısından itibaren artan

PTF'nin etkisi ile kapasite artış planlamalarının olduğu yatırımcılar tarafında izlenmektedir. Bu raporun "1.4.1. Yenilenebilir Enerji" başlıklı alt bölümünde detaylandırılan YEKA ihaleleri ile GES ve RES yatırımlarına yönelik yarışmalar ve özellikle EÜAŞ bünyesindeki HES'lerin özelleştirilmesi amaçlı çıkılan ihaleler, hem sektördeki mevcut yatırımcılara ilave yatırım yapma şansı hem de enerji sektörü dışındaki yatırımcılara sektöre girme imkânı sağlamıştır.

Raporun "1.1. Elektrik Sektörü Görünümü" başlıklı bölümünde değinildiği üzere, 2010 yılında ortalama 94 dolar/MWh seviyelerine tırmanan PTF, 2010 yılından sonra kademeli olarak düşmüş ve 2020 yılında 40 dolar/MWh seviyelerine kadar gerilemiştir. YEKDEM kapsamı dışında kalan ve yüksek borç stoku bulunan bazı tesisler (özellikle verimlilikleri daha düşük olan termik santraller) borç servislerini karşılamakta yetersiz kalmışlardır.

Grafik 26: Takipteki Krediler Oranı



Kaynak: BDDK, TSKB

⁴⁸ TCMB. <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/d58bd2eb-b966-4765-a0cc-626c507449d8/Sermaye+Hareketleri+Genelgesi.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-d58bd2eb-b966-4765-a0cc-626c507449d8-n5kVw2Y>

Diğer taraftan, TL bazlı elektrik satış gelirlerine karşılık sektör kredilerin ağırlıklı kısmının döviz cinsinden olması da bu tesisleri yüksek kur riskine maruz bırakmıştır. Planlanan üretimlerin gerçekleşmemesi, serbest piyasadaki satış fiyatlarının beklenenin altında gerçekleşmesi ile enerji sektörü, takipteki krediler açısından diğer sektörlerden farklılaşmıştır.

2020 yılı itibarıyla takipteki kredi stoku 1,9 milyar dolara ulaşmış, sektörün takipteki krediler oranı %5,71 olarak gerçekleşmiştir. 2021 Eylül itibarıyla takipteki kredi stoku 1,8 milyar dolara, takipteki krediler oranı ise %5,63 seviyesine gerilemiştir. 2021 Eylül dönemi toplam sektörler takipteki krediler oranı ise %3,68 mertebesindedir.

1.6.1. Alternatif Finansman Kaynağı Olarak Yeşil Tahviller

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yatırımlarının finansmanı, önceki bölümde de bahsedildiği üzere ağırlıklı olarak bankacılık sistemi tarafından sağlanan uzun vadeli kredilerin kullanımı ile gerçekleşmiştir. Enerji verimliliği yatırımlarının da büyük çoğunluğunun özkaynak harici ağırlıklı olarak bankacılık sektörü tarafından sağlanan kredilerle finanse edildiğini ifade etmek mümkündür.

Yenilenebilir enerji finansman ihtiyacının artması, yeni finansal enstrümanlara yönelik bir arayışı da beraberinde getirmiştir. İklim değişikliğinin etkilerini hafifletmeyi, iklim değişikliğine direnç ve uyum sağlamayı amaçlayan ulusal veya uluslararası piyasalardan sağlanabilen iklim finansmanının bir bölümünü de yeşil tahviller oluşturmaktadır.



Tablo 15: İhraç Edilen Tahviller Listesi

| İhraç Tarihi | Tutar (milyon) | Vadesi | Türü | Para Birimi |
|--------------|----------------|--------|-------------------------------------|-------------|
| 18.05.2016 | 300 | 5 | Yeşil/Çevreci Tahvil | dolar |
| 28.03.2017 | 300 | 10 | Yeşil/Çevreci Tahvil | dolar |
| 30.06.2017 | 150 | 5 | Yeşil/Çevreci Tahvil | TL |
| 21.08.2019 | 50 | 10 | Yeşil/Çevreci Tahvil | dolar |
| 20.12.2019 | 50 | 5 | Yeşil/Çevreci Tahvil | dolar |
| 21.01.2020 | 50 | 5 | Yeşil/Çevreci Tahvil | dolar |
| 05.08.2020 | 50 | 5 | Yeşil/Çevreci Tahvil | dolar |
| 08.12.2020 | 750 | 5 | Sürdürülebilir Tahvil ⁴⁹ | dolar |
| 14.01.2021 | 350 | 5 | Sürdürülebilir Tahvil | dolar |
| 28.01.2021 | 600 | 5 | Sürdürülebilir Tahvil | dolar |

Kaynak: TSKB

İlk örneği 2007 yılında Avrupa Yatırım Bankası tarafından ihraç edilen yeşil tahviller, bu tarihten itibaren belirli ilkeler çerçevesinde sırasıyla önce finansal kuruluşlar, ardından reel sektör kuruluşları ve

hükümetler tarafından da ihraç edilmeye başlanmış, dolayısıyla yeşil ve sürdürülebilir tahviller sermaye piyasası aracı olarak yenilenebilir enerji finansmanı yatırımları için yeni bir kaynak alanı olmuştur.

⁴⁹ Yeşil (çevreci) ve sosyal tahvillerin bir karışımı olarak ihraç edilen sürdürülebilir tahvillerin fon sağladığı projeler hem çevreye hem de sosyal konulara olumlu katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Yeşil tahvil ülkemizde ilk olarak TSKB tarafından 2016 yılında ihraç edilmiştir. 5 yıl vadeli ve 300 milyon dolar tutarındaki ihraç 317 kurumsal yatırımcıdan 4 milyar dolar tutarında talep almıştır. Bu tarihten itibaren bankacılık sektörünün ihraç ettiği yeşil ve sürdürülebilirlik temalı tahvillerin toplamı yaklaşık 2,5 milyar dolara ulaşmıştır.

Yeni fırsatlar barındıran yeşil tahvillerde ülkemizde gerçekleştirilen uygulamalar daha çok bankalar ve birden fazla sektörde faaliyet gösteren şirket grupları tarafından yürütülmektedir. 2021 yılı ilk çeyreği itibarıyla toplamda 3 milyar doları aşan tutarda çevreci, sosyal ve sürdürülebilir tahvil ihracı gerçekleştirilmiştir. Yeşil finansman dünyasındaki ivmelenme, İslami finans dünyası ile sürdürülebilir finans uygulamalarının yakınsamasını da tetiklemiştir. İslami finansmandaki etik finansman anlayışının sürdürülebilirlik olgusu ile uyumu, İslami finansman araçlarında sürdürülebilirlik temalı ihraçların kurgulanmasının yolunu açmıştır. İslami finansa uyarlama çalışmaları "Danainfra Exchange Traded Bonds and Sukuk" programı⁵⁰ ile 2012'de başlasa da ilk yeşil sukuk 2017'de Malezya'daki bir güneş enerjisi şirketi olan Tadau Energy tarafından ihraç edilmiştir.⁵¹

1.6.2. Halka Arzlar

Enerji yatırımlarının finansmanında alternatif finansman kaynağı olması bakımından, kredi kullanmak veya tahvil ihraç etmek yerine halka açılma opsiyonu bir diğer kaynak olarak ele alınabilir. 2021 yılı, özel sektör enerji firmalarının halka açılma motivasyonu açısından farklı bir yıl olmuştur. 2017-2021 yılları arasında kapsayan 5 yıllık dönemde 56

İslami sürdürülebilir finansman alanında Türkiye'deki ilk ihraç 2020 yılında enerji alanında faaliyet gösteren bir özel sektör enerji firması adına 50 milyon TL ihraçla TSKB tarafından gerçekleştirilmiştir.⁵²

2018 yılında Uluslararası Sermaye Piyasaları Birliği'nin yayınladığı prensiplerle ihraç edilen sürdürülebilirlik odaklı tahvillerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile uyumunun değerlendirilmesi mümkün kılınmıştır. Ülkemizde henüz Sermaye Piyasası Kurulu'nda (SPK) yeşil tahvillere ilişkin ayrı bir düzenleme bulunmamaktadır. SPK, evresel sürdürülebilirliğe olumlu katkı sağlayacak yatırımların finansmanının teşvik edilmesi amacıyla bir yeşil borçlanma aracı ve kira sertifikası rehberi hazırlığı içindedir. Taslak rehber 3 Kasım 2021'de görüşe açılmıştır. Mart 2021'de yayınlanan Ekonomi Reformları Paketi'nde yer alan "SPK Yeşil Tahvil ve Yeşil Kira Sertifikası Rehberi" Eylemi hazırlıkları başlığında çevreye olumlu katkı sağlayacak yatırımların finansmanının teşvik edilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle yenilenebilir enerji projeleri yatırımlarının finansman imkânlarının çeşitlenmesi yönünde mevzuatsal açıdan düzenlemenin yolu açılmıştır.

adet halka arz gerçekleşmiş, bu halka arzların 10 adedi Borsa İstanbul Elektrik Endeksi'nde yer alarak elektrik üretimi alanında faaliyet gösteren şirketlerden olmuştur. 2021 yılına gelindiğinde elektrik üretim şirketlerinin yaptığı 7 adet halka arz, BIST Elektrik endeksinde 17 adet firma bulunduğu düşünüldüğünde dikkat çekici bir gelişme olmuştur.

Tablo 16: 2017-2021 Dönemi Enerji Üretim Firmaları İlk Halka Arzlar

| Firma | Tarih | Toplanan Fon Miktarı (dolar) |
|---|------------|------------------------------|
| Enerjisa Enerji A.Ş. | 08.02.2018 | 393.805.170 |
| Naturel Yenilenebilir Enerji A.Ş. | 08.08.2019 | 12.190.636 |
| Esenboğa Elektrik Üretim A.Ş. | 09.10.2020 | 26.394.783 |
| Naturelgaz Sanayi ve Ticaret A.Ş. | 01.04.2021 | 36.705.343 |
| Galata Wind Enerji A.Ş. | 22.04.2021 | 100.753.772 |
| Biotrend Çevre ve Enerji Yatırımları A.Ş. | 28.04.2021 | 92.100.253 |
| Aydem Yenilenebilir Enerji A.Ş. | 29.04.2021 | 155.634.024 |
| Çan-2 Termik A.Ş. | 30.04.2021 | 35.064.346 |
| Kartal Yenilenebilir Enerji Üretim A.Ş. | 16.07.2021 | 13.901.922 |
| Margün Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş. ⁵³ | - | - |

Kaynak: SPK, TSKB

⁵⁰ Naji Brazak, "The Launch Of Exchange Traded Bonds And Sukuk (ETBS) On Bursa Malaysia With The Maiden Issuance By Danainfra Nasional Berhad", 08.01.2013. Şu adresten görülebilir: <https://najibrazak.com/the-launch-of-exchange-traded-bonds-and-sukuk-etbs-on-bursa-malaysia-with-the-maiden-issuance-by-danainfra-nasional-berhad/>

⁵¹ The Sun Daily, "Edra Power's Tadau Energy issues Malaysia's first 'green' sukuk", 27.07.2017. Şu adresten görülebilir: <https://www.thesundaily.my/archive/edra-powers-tadau-energy-issues-malaysias-first-green-sukuk-CTARCH465241>

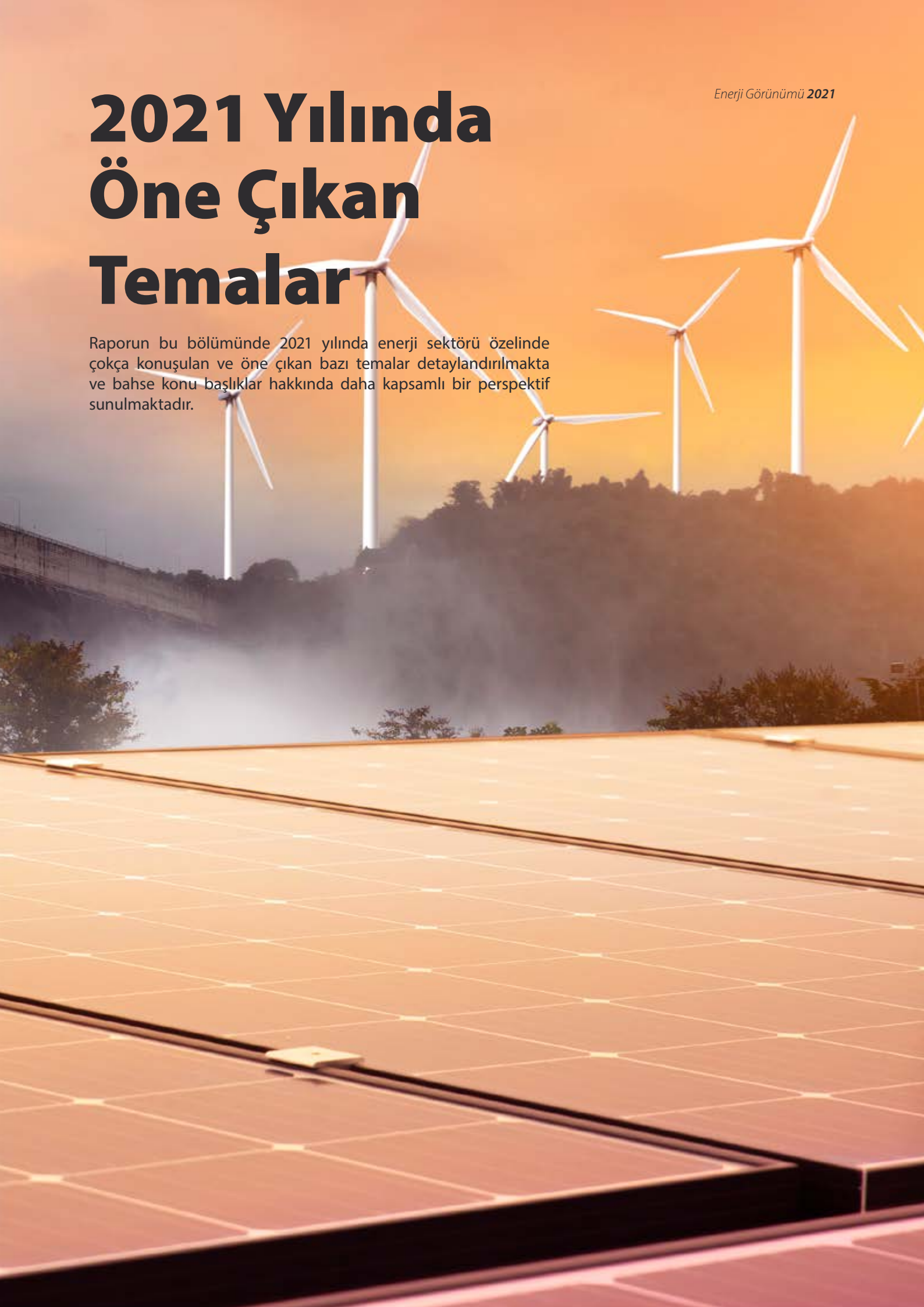
⁵² TSKB, "Türkiye'nin İlk Sürdürülebilir Kira Sertifikası İhracı TSKB'den", 05.05.2020. Şu adresten görülebilir: <https://www.tskb.com.tr/web/101-4498-1-1/tskb-site-tr/tr-hakkimizda/tskdbden-haberler/turkiyenin-ilk-surdurulebilir-kira-sertifikasi-ihraci-tskbden>

⁵³ Rapor yazım tarihi itibarıyla SPK Borçlanma Araçları özet durum tablosunda yer almadığından bilgilerine yer verilmemiştir.



2021 Yılında Öne Çıkan Temalar

Raporun bu bölümünde 2021 yılında enerji sektörü özelinde çokça konuşulan ve öne çıkan bazı temalar detaylandırılmakta ve bahse konu başlıklar hakkında daha kapsamlı bir perspektif sunulmaktadır.





Türkiye'de henüz kurulu bir DRES bulunmamakla birlikte, ilgili teknolojinin ülkemizde de kullanılması için teknik ve idari çalışmalar yürütülerek bir altyapının hazırlanması gerekmektedir.

2.1. Deniz Üstü RES

1998 yılında İzmir'de 1,5 MW kurulu güce sahip Germiyan RES ile başlayan Türkiye'nin rüzgârdan elektrik üretimi macerası, son dönemde yenilenebilir enerji santrallerine verilen teşviklerin etkisiyle hızlanarak sürmektedir. 1998 yıl sonunda 8,7 MW olan ve toplam kurulu güç içerisinde binde 4 seviyesinde pay alan RES kurulu gücü, 2020 yılı sonu itibarıyla %9'un üzerinde pay ile 8.832 MW'a yükselmiştir.⁵⁴ RES kurulu gücünde dikkat çeken diğer bir nokta ise Covid-19 pandemisi nedeniyle yurtdışı menşeli ekipman tedarikinde zorluk yaşanmasına rağmen 2020 yılının, 2016 yılı ile birlikte en yüksek yıllık kurulu güç artışı (1,2 GW) izlenen yıl olmasıdır. 2020 yılında RES kurulu gücündeki artış, Türkiye toplam kurulu gücündeki net 4,6 GW'lık artışta %27'lik pay almıştır.

⁵⁴ TEİAŞ, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/kurulu-guc-raporlari>

2021 yılı Ağustos ayında ise Türkiye'nin rüzgâr enerjisi kurulu gücü 10 GW'ı aşmıştır.⁵⁵ Türkiye'nin coğrafi konumu dolayısıyla sadece karasal rüzgâr enerjisi potansiyeli değil, deniz üstü rüzgâr enerjisi potansiyeli de dikkat çekmektedir. Dünya Bankası'nın Ekim 2019'da yayımlanmış olduğu "Küreselleşmek: Deniz Üstü Rüzgârın Büyüyen Piyasalara Genişletilmesi Raporu"na göre, Türkiye su derinliği 50 metreden az bölgelerde 12 GW, 50-1.000 metre arasındaki derinliklerde ise 57 GW olmak üzere toplamda yaklaşık 69 GW'lık deniz üstü rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir.⁵⁶ Raporda, Ege Denizi, Karadeniz ve Marmara denizlerindeki rüzgâr

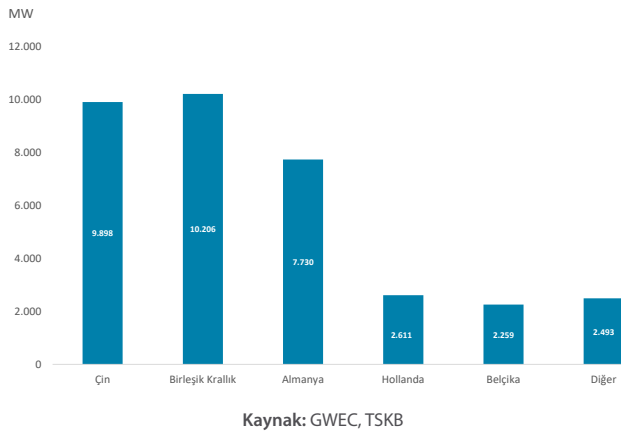
hızlarının Deniz Üstü Rüzgâr Enerjisi Santrali (DRES) yatırımları için elverişli olduğu da belirtilmiştir.

Türkiye'deki deniz üstü rüzgâr enerjisi potansiyelinden faydalanmak için Haziran 2018'de 1.200 MW DRES projesi ihalesinin duyurusu Resmî Gazete'de yapılmıştır.⁵⁷ Söz konusu deniz üstü projesi için Saros, Kiyıköy ve Gelibolu aday bölgeler olarak belirlenmiştir. Yeterli miktarda talep gelmemesi nedeniyle ihale ertelenmiştir. Bu bölümde dünyadaki DRES gelişimi, DRES'lerin teknik özellikleri ve Türkiye'de DRES gelişimindeki engeller üzerinde durulacaktır.

2.1.1. Dünyada Deniz Üstü RES Gelişimi

Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC) tarafından hazırlanan "Küresel Rüzgâr Raporu 2021"e göre 2020 yılı sonu itibarıyla dünyadaki RES'lerin toplam kurulu gücünün yaklaşık 743 GW seviyesine ulaştığı anlaşılmaktadır.⁵⁸ İlgili kurulu kapasitenin yaklaşık %95,25'inin karasal, kalan %4,75'lik kısmının ise DRES'lerden oluştuğu hesaplanmaktadır.

Grafik 27: 2020 Yılı DRES Kapasite Dağılımı



Mevcut durumda (Grafik 27), kurulu DRES'lerin büyük bir kısmı Birleşik Krallık (%29,0), Çin (%28,12) ve Almanya (%21,96)'da bulunmaktadır. 2020 yılında toplam 6,1 GW kapasitede DRES kurulumu yapılarak dünyadaki toplam kurulu güç yaklaşık 35,2 GW seviyesine ulaşmıştır.

DRES'ler toplam rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulu gücüne oranla küçük bir paya sahiptir; bununla birlikte, özellikle son 10 senede yaşanan teknolojik gelişmeler, düşen yatırım maliyetleri ve güçlü destek programları sayesinde DRES yatırımları sürekli artış göstermiştir. GWEC raporuna göre, DRES'lerin Covid-19 pandemisi diğer enerji santrallerine oranla daha az etkilenmiş olduğu da belirtilmektedir.

Küresel ısınmaya engel olmak amacıyla yenilenebilir enerji yatırımlarında artış beklentileri devam etmektedir. GWEC'in DRES'lere dair beklentileri, mevcut durumdaki DRES kapasitesine 2024 yılına kadar yeni 48 GW kapasite ekleneceği ve 2025-2030 yılları arasında ise ilave 157 GW kurulu güçte yatırımın yapılacağı yönündedir.⁵⁹

2.1.2. DRES'ler İçin Ölçüm Parametreleri

Karasal RES'lerin kurulumundan deniz üstünde kurulacak santrallere geçişi destekleyen çeşitli teknik ve sosyal faktörler bulunmaktadır. Teknik açıdan en önemli faktörler arasında ortalama rüzgâr hızlarının deniz üstünde daha yüksek ve türbinlerin maruz kaldığı türbülansların daha düşük olması sayılabilir.⁶⁰

Üretilen enerji, rüzgâr hızıyla doğrudan ilintili olduğu için, denizlerde daha yüksek bir enerji potansiyeli bulunmaktadır.

⁵⁵ Enerji Günlüğü, "Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücü 10 bin MW'ı aştı", 23.08.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.enerjigunlugu.net/turkiye-ruzgar-enerjisi-kurulu-gucu-10-bin-mwi-asti-44227h.htm>

⁵⁶ Dünya Bankası, "Going Global Expanding Offshore Wind to Emerging Markets", 2019.

⁵⁷ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/ilanlar/eskiilanlar/2018/06/20180621-4.htm#%C3%8702>

⁵⁸ Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi, Küresel Rüzgâr Raporu, 2021.

⁵⁹ Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi, "Wind power industry to install 71.3 GW in 2020, showing resilience during COVID-19 crisis", 05.11.2020. <https://gwec.net/gwec-wind-power-industry-to-install-71-3-gw-in-2020-showing-resilience-during-covid-19-crisis/#:~:text=5%20November%20%2C%202020,GWEC%3A%20Wind%20power%20industry%20to%20install%2071.3%20GW%20in%202020,crucial%20contribution%20to%20economic%20recovery>

⁶⁰ Serri, L. ve diğerleri, "Floating offshore wind farms in Italy beyond 2030 and beyond 2060: Preliminary results of a techno-economic assessment", Applied Sciences, Vol.10, No:24, 2020.

RES'lerin (ister karasal ister deniz üstü) sağlıklı bir şekilde tasarlanması ve geliştirilmesi için özellikle projenin fizibilite döneminde çeşitli teknik değerlerin yüksek bir doğruluk payıyla ölçülmüş olması gerekmektedir. DRES'lerin geliştirilmesi için yapılacak ölçümlerin hem meteorolojik (ortalama rüzgâr hızları, yönleri, sıcaklık, nem oranı vb.) hem de oşinografik (dalga boyu, ortalama dalga hızı, akım vb.) parametreleri içermesi gerekmektedir.⁶¹ Meteorolojik faktörler santralin nereye kurulması gerektiği, sahaya uygun türbin tipinin belirlenmesi, santraldeki türbinlerin dizilimi ve üretilecek potansiyel enerjinin hesaplanmasında girdi sağlamaktadır. Deniz üstü rüzgâr ölçümleri için en yaygın olarak kullanılan platformlar, denizde kurulan sabit temelli ölçüm direkleri ve yüzer ölçüm istasyonlarıdır.

Meteorolojik faktörler santralin nereye kurulması gerektiği, sahaya uygun türbin tipinin belirlenmesi, santraldeki türbinlerin dizilimi ve üretilecek potansiyel enerjinin hesaplanmasında girdi sağlamaktadır. Deniz üstü rüzgâr ölçümleri için en yaygın olarak kullanılan platformlar, denizde kurulan sabit temelli ölçüm direkleri ve yüzer ölçüm istasyonlarıdır. Sabit temelli ölçüm direklerinin ekonomik bir şekilde kurulumu deniz derinliği arttıkça azalmaktadır. Fakat yüzer sistemlere oranla, oşinografik parametrelerin de

ölçülmesine imkân sağladıklarından, özellikle uzun dönemli ölçümler için sabit temelli direkler idealdir. Sabit tabanlı ölçüm platformu ile ölçülebilecek oşinografik parametreler kapsamında dalga yüksekliği, deniz suyu sıcaklığı, basınç, iletkenlik değerleri sayılabilir.⁶² Yüzer ölçüm istasyonlarının kurulumu sabit tabanlı ölçüm direklerine oranla çok daha kolay ve daha az maliyetlidir. Daha da önemlisi, düşünülen santral sınırları içinde belirli sürelerde ölçümler tamamlandıktan sonra istasyonların farklı noktalara taşınması ile birden fazla noktada rüzgâr ölçümleri yapılarak yerel rüzgâr koşullarının daha iyi anlaşılması mümkün olabilmektedir.

Santrallerin kurulması planlanan alanlarda ölçülmek istenen oşinografik parametreler ise suyun fiziksel özellikleri (sıcaklık, yoğunluk, tuzluluk vb.), dalga, akıntı, su seviyesi gibi değerleri içermektedir. Bu özellikler incelenerek kurulacak deniz üstü türbinlerinin yapısal yüklenme hesaplamaları ve korozyon tahminleri yapılmakta, şantiye erişimi ve inşaat planlaması gibi konular için de girdi sağlanmaktadır.⁶³ Meteorolojik ve oşinografik parametrelerin yanı sıra, DRES'lerin kurulacağı denizlerdeki su derinlikleri ve deniz tabanı topografyası (batimetri) da oldukça önemli bir unsurdur. Kurulacak DRES'in temel tipi seçimi bölgenin batimetrik özellikleri dikkate alınarak yapılmaktadır.

2.1.3. Yatırım ve İşletme Giderleri

DRES'lerin yatırım maliyetlerine çeşitli faktörler etki etmektedir. Bunlardan bazıları şöyledir:⁶⁴

- Santralin büyüklüğü,
- Deniz derinliği, santralin kıyıya uzaklığı, şebekeye bağlantı, alandaki dalga yüksekliği gibi mekâna yönelik değişken koşullar,
- Tedarik zincirine bağlı kısıtlar (örneğin kurulum gemilerinin tedariki, vasıflı işçi bulmaktaki sorunlar),
- Emtia ve enerji fiyatları,
- Döviz kurları,
- Ekipman tedarikçilerinin ve kurulum şirketlerinin farklı fiyatlandırma stratejileri.

WindEurope'un hazırladığı "Avrupa'da Deniz Üstü Rüzgâr İstatistikleri 2020" raporunda belirtildiği üzere Avrupa'da 2020 yılında toplam kurulu gücü 7,1 GW olan yeni DRES yatırımı finanse edilmiştir.⁶⁵ Aynı raporda söz konusu projelerin toplam yatırım tutarının 24,2 milyon euro olduğu ve buna ilave olarak 2,1 milyon euro tutarında deniz üstü iletim sistemi

altyapısı yatırımı yapılmış olduğu belirtilmektedir. Avrupa'da 2020 yılında yapılmış DRES yatırımların ortalama yatırım harcaması 3,4 milyon euro/MW olarak hesaplanmaktadır.

İşletme maliyetleri düşünüldüğünde, santraldeki türbinlerin verimli bir şekilde çalışması için gerekli tüm türbin ve santral bakım-onarım giderleri, iletim sistemi giderleri, santralin kurulu alanı için gerekebilecek kira bedelleri ve santrale ait diğer tüm giderler dikkate alınmalıdır. Santralin işletme maliyetlerine etki eden en önemli konular; santralin limana/kıyıya olan uzaklığı, yerel meteorolojik ve oşinografik koşullar (santrale ulaşım açısından) ve santraldeki toplam türbin sayısı olarak sıralanabilir.¹⁴ İşletme maliyetleri santrallere ve kuruldukları alanlara bağlı olduğundan bu konuda belli bir mertebe zikretmek oldukça zordur, fakat sabit temelli DRES'lerin ortalama olarak 115.000 – 131.000 euro/MW/yıl mertebesinde işletme maliyetleri olduğu tahmin edilmektedir.⁶⁶

s of a techno-economic assessment", Applied Sciences., Vol.10, No:24, 2020.

⁶¹ AWS Truepower, "Metoccean data needs assessment for U.S. offshore wind energy", prepared for US Department of Energy, Contract DE-EE0005372: National Offshore Wind Energy Resource and Design Data Campaign – Analysis and Collaboration, 2015.

⁶² Durak, M., "Denizüstü rüzgâr elektrik santral (DRES) projeleri için rüzgâr ölçümleri", 5. İzmir Rüzgâr Sempozyumu, İzmir, 2019.

⁶³ AWS Truepower, a.g.r.n

⁶⁴ U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2018 Offshore Wind Technologies Market Report, 2018.

⁶⁵ WindEurope, Offshore Wind in Europe – Key trends and statistics in 2020, 2020.

⁶⁶ Serri vd. a.g.m.

2.1.4. Türkiye’de Deniz Üstü RES

Türkiye’de henüz kurulu bir DRES bulunmamakla birlikte, ilgili teknolojinin ülkemizde de kullanılması için teknik ve idari çalışmalar yürütülerek bir altyapının hazırlanması gerekmektedir.⁶⁷ DRES projelerinin kurulacakları bölgelerde çeşitli kistaslara bakılmalıdır. Bunlardan en önemlileri arasında bölgenin rüzgâr enerji potansiyeli, deniz derinliği ve taban yapısı, kıyıya uzaklığı, çevresel ve sosyal faktörler bulunmaktadır. Bunlarla birlikte kurulacak DRES projesi alanının askeri yasak bölge sahası içerisinde bulunmaması, balıkçılığı ve deniz trafiğini engellememesi ve kıta sahanlığı açısından sorun teşkil etmemesi gerekmektedir. Türkiye’de DRES gelişimi açısından topolojik ve idari engellerin aşağıdaki gibi özetlenmesi mümkündür:

Santral konumu ve yerel coğrafi özellikler:

Türkiye’deki en iyi deniz üstü rüzgâr potansiyeli Ege Bölgesi’nde, sonra da Marmara Denizi’nde bulunmaktadır. Fakat her iki bölgede de deniz derinliklerinin hızlı bir şekilde artması, sabit temelli türbinlerden daha çok yüzer temelli türbinlerin kurulumu için uygun alanların varlığını göstermektedir. Deniz üstü rüzgâr türbinlerinin kurulmasında, derinlik arttıkça yapım maliyetleri oldukça yükselmektedir. DRES’lerdeki yatırım maliyetlerinin ortalama %33’ünü türbin, %24’lük kısmını ise temel inşası oluşturmaktadır.⁶⁸ Karasal RES’lerde ise bu dağılım %68 türbin ve %9 temel inşası şeklinde gerçekleşmektedir.

Kıta sahanlığı mevzusu:

Rüzgâr potansiyeli ve deniz derinliğinin yanı sıra kıta sahanlığı konusu ülkemiz için önem arz etmektedir. Rüzgâr enerjisi potansiyeli yüksek olan Ege Denizi düşünüldüğünde, mevcut durumda hem Türkiye hem de Yunanistan karasularının genişliği 6 deniz milidir (11 km). Bu haliyle Yunanistan’ın karasuları Ege Denizi’nin %40’ını kapsamaktadır. Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (1982) Madde 3 kapsamında mevcut durumda ülkelerin yetki alanları 12 deniz mili (22 km) genişliğindedir. Bu madde kapsamında Yunanistan karasularını 12 deniz miline çıkarırsa, Yunanistan’ın karasuları yaklaşık %70’e çıkarken, Türkiye’nin karasuları Ege Denizi’nin %10’undan daha az bir orana denk gelecektir.⁶⁹ Bu nedenle, Ege Denizi’nde deniz üstü rüzgâr türbini konumlandırması yaparken kıta sahanlığı konusu mutlaka dikkate alınmalıdır.



Yasal mevzuat ve izin durumları:

Türkiye’de DRES gelişimiyle ilgili kanuni bir düzenleme henüz bulunmamaktadır. DRES projelerinde planlanmada yaşanan gecikmeler projenin yatırım maliyetlerinde ciddi artışlara neden olduğu için, ilgili yasal mevzuatın gerekli tüm izin ve lisansları içerecek şekilde düzenlenmiş olması önem arz etmektedir.⁷⁰ DRES geliştirilmesi kapsamında ihale prosedürlerinin belirlenmesi, finansal çerçevenin hazırlanması, liman altyapısının oluşturulması için Mart 2019 tarihinde Türkiye ile Danimarka arasında 3 yıl geçerli olacak bir iş birliği anlaşması imzalanmıştır.⁷¹

Finansman yapısı:

DRES yatırıma yönelik finansmanı, yatırımın kendisinden bağımsız bir şekilde değerlendirmek mümkün değildir.

WindEurope’un “Finansman ve Yatırım Trendleri – 2020’de Avrupa’da Rüzgâr Endüstrisi” adlı raporunda da belirtildiği üzere, DRES’ler karasal RES’lere oranla daha büyük projeler olduğundan, daha çok proje finansmanı ile gerçekleştirilmektedirler.⁷² Rapora göre, 2020 yılında Avrupa’da yapılmış DRES yatırımlarının %82’sine denk gelen 21,6 milyon euroluk parasal ihtiyaç, proje finansmanı ile sağlanmıştır. İlgili yatırımlarda %71 borçlanma ile proje finansmanı yapılmıştır.

Türkiye’de mevcut durumda DRES’lerle ilgili bir mevzuatın bulunmaması, yüksek yatırım maliyetleri, DRES’lerin karasal RES projelerine göre daha uzun yatırım dönemi gerektirmesi, yüksek finansman maliyetleri, döviz kurundaki oynaklıklar, ileri teknoloji ihtiyacı gibi konular yatırımcının üstleneceği riskleri artırmaktadır. Bütün bu faktörlerin, potansiyel yatırımlar için finansman temininde çeşitli engeller doğurması güçlü bir ihtimal olarak değerlendirilmektedir.

⁶⁷ Durak, a.g.b.

⁶⁸ Enerji Portalı, “Denizüstü (Offshore) Rüzgâr Enerjisi Santrali Nedir?”, 18.10.2018. Şu adresten görülebilir: <https://www.enerjiportali.com/denizustu-offshore-ruzgar-enerjisi-santrali-nedir/>

⁶⁹ Wikipedia. https://tr.wikipedia.org/wiki/Ege_sorunu

⁷⁰ EWEA, Deep water the next step for offshore wind energy, 2013.

⁷¹ Rekabet ve Regülasyon, “Mavi Vatan’da Yeni Fırsatlar: Deniz üstü (Offshore) Rüzgâr Santralleri”, 06.01.2021. Şu adresten görülebilir: <http://www.rekabetregulasyon.com/mavi-vatanda-yeni-firsatlar-deniz-ustu-offshore-ruzgar-santralleri/>

⁷² WindEurope, “Financing and investment trends – The European wind industry in 2020”, 2021.



Elektrifikasyon pek çok alanda hızlı bir gelişme kaydederken, elektrik sistem altyapısının sağlamlığı ve güvenilirliği giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

2.2. Talep Tarafı Yönetimi

Tüketici taleplerinin tam zamanlı karşılanması doğrultusunda gelişen mevcut enerji sistemi ve altyapısı; akıllı şebekeler, yapay zeka, nesnelerin interneti gibi teknolojik gelişmelerin etkisiyle değişim ve gelişim göstermektedir. Söz konusu değişim ve gelişim, elektrifikasyonun her alanda hızlı bir şekilde büyüdüğü günümüzde, önemini ve etkisini giderek artırmaktadır. Elektrifikasyon pek çok alanda hızlı bir gelişme kaydederken, elektrik sistem altyapısının sağlamlığı ve güvenilirliği giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de elektrik enerjisine olan talep, nüfus ve elektrifikasyonadaki artışa bağlı olarak büyümeye devam etmektedir.



Yükselmesi öngörülen elektrik talebi ve özellikle pik/puant talebi karşılamak için üretim kapasitesini artırmaya yönelik elektrik üretim santrali yatırımları yapılmaktadır. Talep tarafı yönetimi ("TTY" – demand-side management) ise elektrik arzındaki geleneksel çözümlere alternatif olarak gündeme gelmekte ve farklı yöntemlerle uygulanmaktadır.

2.2.1. TTY Nedir ve Nasıl İşler?

TTY, elektrik sistemi harcamaları ve karbon emisyonlarının azaltılması ile elektrik arz ve talebinin daha düşük seviyede dengelenmesi, elektrik yük eğrisinin yataylaştırılması ve tüketicinin elektrik talebinin değiştirilmesi gibi hedefler içeren bir yaklaşımdır. TTY, söz konusu hedeflere katkıda bulunmak için elektrik tüketimini yönetmeyi ve azaltmayı amaçlayan talep tarafındaki teknolojileri, teşvikleri, eylemleri ve programları kapsamaktadır. TTY, Clark W. Gellings tarafından "tüketicinin elektrik kullanımını etkileyerek, elektrik firmalarının yük eğrisinin şeklini, zaman desenini ve büyüklüğünü değiştirmek için yapılan planlama, uygulama ve izleme faaliyetleri" olarak tanımlanmıştır.⁷³ Aynı zamanda TTY, düşük maliyetli elektrik dönüşümü için kilit unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir.⁷⁴



⁷³ Gellings, C., "Evolving practice of demand-side management", Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, No:5, 2017 .

⁷⁴ Science Direct. Şu adresten görülebilir: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444642356501686>

TTY ile tüketicilerin pik/puant saatlerdeki esnek tüketimlerinin gün içine yayılması, şebekelerdeki teknik kayıpların azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve kullanıcıların faturalarının azaltılmasıyla şebekenin her iki tarafına da fayda sağlanması amaçlanmaktadır. Kısaca, TTY ile hedeflenen daha kaliteli, daha iyi tepki veren, daha esnek ve daha ekonomik bir şebeke yönetimidir. TTY'de amaç, tüketicinin şebeke operatörünün sinyallerine cevap verebilir olması ve sinyal ile birlikte esnek olan talebini⁷⁵ kaydırabilmesidir.



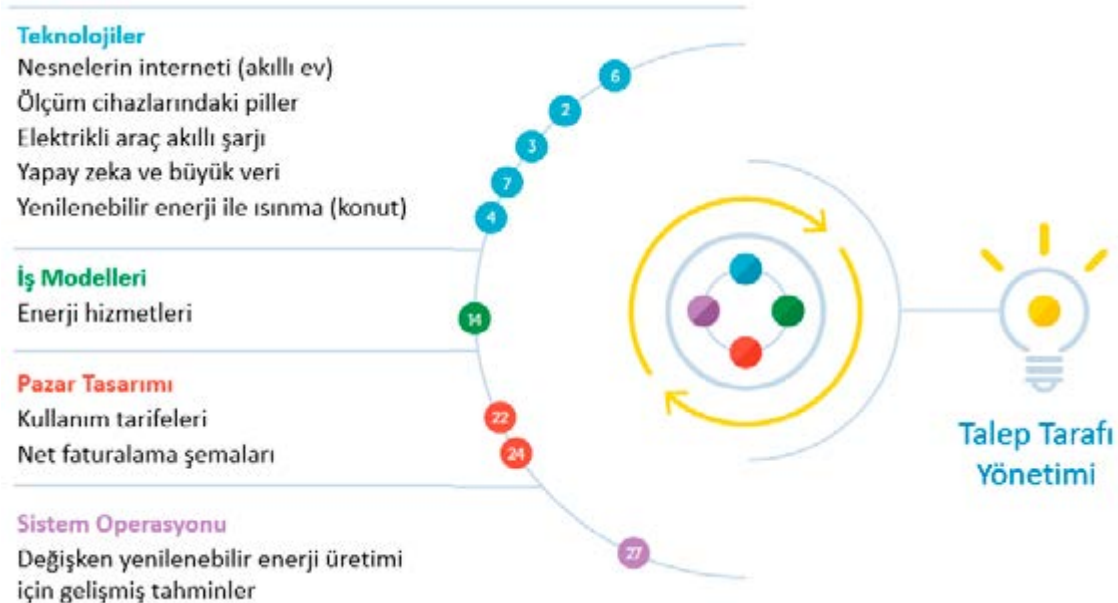
TTY, faydalı elektrik yük şeklini elde etmek için müşteri yük profilinin değiştirilmesiyle sonuçlanacak iş birliği faaliyetlerini içermektedir. TTY, tüketiciyi olumsuz yönde etkilemeyecek bir şekilde, tüketicinin gereklilik durumunda kısıtlama yapmasını ve kısıtlanan yük kadar gelir elde etmesini sağlamaktadır.

Bu kapsamda, iletim operatörü; talep toplayıcı şirketlerden ve büyük tüketicilerden yüklerini kaydırma opsiyonu olarak, gereklilik durumunda sistemde kısıtlamaya gidebilecek tüketicilerle, yıllık bazda ne kadar süre ile ve hangi şartlar altında kısıtlama yapabileceklerini taahhüt altına alan bir anlaşma yapmaktadır. TTY gelişip sistemde kendine daha çok yer buldukça, söz konusu işlemler daha küçük tüketiciler için de gündeme gelebilecektir.

TTY kapsamında tercih edilebilecek birçok yöntem bulunmakta ve farklı şekillerde sinerji oluşturulabilmektedir. Ancak TTY faaliyetleri, genel olarak üç ana kategoride sınıflandırılabilir:⁷⁷

- Elektrik azaltma programları – daha verimli süreçler, binalar veya ekipman yoluyla talebi azaltmak;
- Yük yönetimi programları – yük modelini değiştirmek ve yoğun zamanlarda talebi daha az teşvik etmek;
- Yük büyütme ve koruma programları.

Şekil 3: IRENA ve Talep Tarafı Yönetimi



Kaynak: IRENA, TSKB

⁷⁵ Esnek talep, tüketicinin, kısa süre önceden haber verilmesi halinde, belirli bir gelir karşılığı vazgeçebileceği talep miktarını ifade eder. Esnek olmayan talep ise, fiyat ve zamana bağlı olarak tüketicinin fiyat veya şebeke operatörünün sinyaline cevap veremeyeceği talep miktarıdır.

⁷⁶ Talep toplayıcı şirketler, tüketim tesisi olmayıp, kendi bünyesinde küçük tüketicileri toplayarak, yük havuzu oluşturarak talep tarafına katkı sağlayan şirketlerdir.

⁷⁷ UNIDO ve REEEP, Sustainable Energy Regulation and Policymaking for Africa. Şu adresten görülebilir: https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/training_manual_on_sustainable_energy_regulation_and_policymaking_for_Africa_0.pdf

Söz konusu yöntemler yıllardır gelişim gösterdiği gibi, teknolojik gelişmeler ile değişim de göstermektedir. TTY, IRENA tarafından yenilenebilir enerjiye dayalı bir gelecek için çözüm yaratan yenilikler kapsamında değerlendirilmektedir.⁷⁸

IRENA, teknolojilerde gelişmeler ile nesnelerin interneti, yapay zeka, akıllı şarj istasyonları gibi çeşitli TTY araçlarının kullanımının artacağını ifade etmektedir. Söz konusu gelişmeler ile tüketiciler gerçek zamanlı olarak şebeke operatörü tarafından verilen fiyat işaretlerine karşılık verebilecektir.

Teknolojideki gelişmeler ve artan bilinç ile enerji hizmet şirketleri (energy service companies-ESCO)

tarafından çeşitli iş modelleri ortaya konulmakta ve söz konusu modeller TTY ile birlikte gelişmektedir. Elektrik piyasalarının gelişmesi ile günlük, aylık, yıllık mahsuplaşma imkânları ve çeşitli tarifeler TTY'yi desteklemektedir.

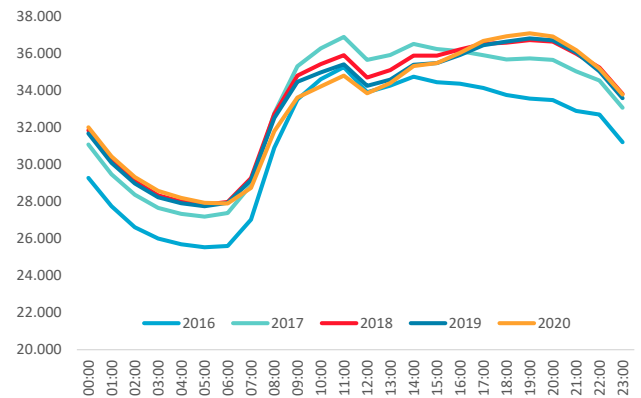
Tüm bu gelişmeler önümüzdeki dönemde sinerji oluşturarak TTY'nin faydalarını artıracaktır. Genel anlamda talep tarafı yönetimi ile elektrik fiyatlarında iyileşme, sistemin verimliliğinde artış, pik/puant talebin daha karşılanabilir bir seviyeye indirilmesi, yeni yatırım ihtiyacının azaltılması, sistem güvenliğinin artırılması, yenilenebilir kaynakların sistemdeki payının büyütülmesi ve batarya sistemlerinin kullanılması hedeflenmektedir.



2.2.2. Türkiye'de TTY

TTY ülkemizde, geçmişte daha sık gerçekleşen kesintilerle hatırlanabileceği gibi günümüzde farklı uygulamalarla kendisine alanlar bulmaktadır. Günümüzde elektrik talebi aşağıdaki grafikte de görüldüğü üzere gün genelinde dalgalı bir seyir göstermektedir. Söz konusu dalgalı seyrin azaltılması amacıyla çeşitli TTY uygulamaları söz konusu olabilmektedir. Örneğin elektrik aboneliği tek zamanlı ve üç zamanlı olmak üzere iki abonelik seçeneği sunulmaktadır. Tek zamanlı abonelikte tüketilen elektrik tek bir birim fiyat üzerinden faturalanırken, üç zamanlı abonelikte gün içerisinde farklı saat aralıklarına farklı fiyatlandırma yapılmaktadır.

Grafik 28: Türkiye Ortalama Saatlik Elektrik Tüketim Miktarı



Kaynak: TEİAŞ, TSKB

⁷⁸ IRENA, Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables, Abu Dhabi, 2019.

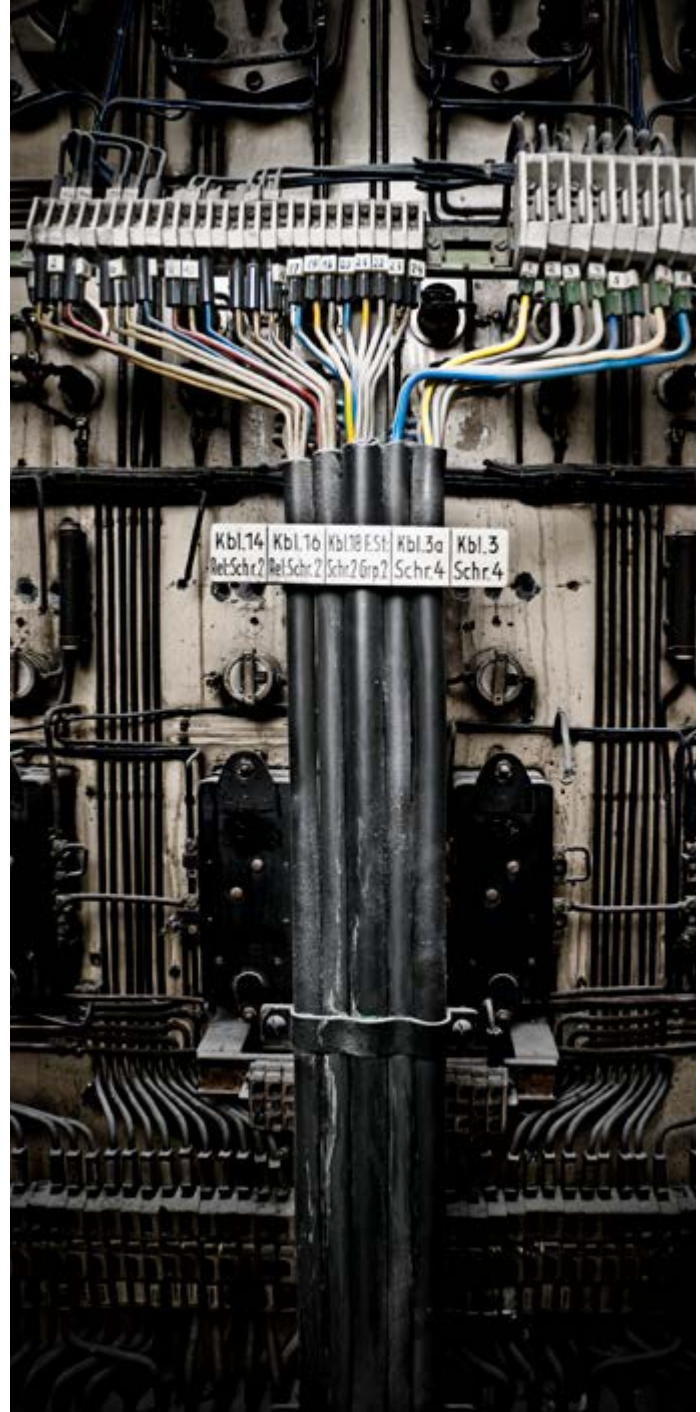
Söz konusu tarifeler mevcut durumda gündüz (06:00-17:00), pik/puant (17:00-22:00) ve gece (22:00-06:00) olarak ayrılmaktadır. Bu tarifede en pahalı fiyatlandırma pik/puant saatlerde, en ucuz fiyatlandırma ise gece saatlerinde oluşmaktadır. Söz konusu fiyatlamadan da anlaşılacağı üzere TTY ile pik/puant saatlerdeki talebin gece saatlerine kaydırılması hedeflenmektedir. Buna ek olarak, farklı araştırmalarda yaz-kış saati uygulamalarının da gün içerisindeki pik talebin kaydırılması sebebiyle bir TTY olduğu değerlendirilmektedir.⁷⁹

TTY, bahsi geçen faydalarının yanı sıra ülke ekonomisine katkıları ve dışa bağımlılığın azaltılması kapsamında da oldukça önemlidir. Söz konusu öneme istinaden TTY, kamu belgelerinde kendine yer bulmaktadır. Örneğin, 15.07.2019 tarihinde yayınlanan ve 2019-2023 yıllarını kapsayan On Birinci Kalkınma Planı'nda talep tarafı katılımının sağlanmasına yönelik piyasa altyapısı oluşturulacağı ifade edilmektedir.⁸⁰ 2017 yılında açıklanan UEVEP'de talep tarafı katılımı uygulaması, esnek/kaydırılabilir yükü olan elektrik tüketicilerinin bu esnekliğinden faydalanılarak pik/puant talebin yönetilmesini sağlayan mekanizma olarak tanımlanmaktadır. UEVEP kapsamında talep tarafı katılımı uygulaması başlığında piyasa altyapısının oluşturulması için 10 eylem belirlenmiştir.⁸¹

TTY, dünyada olduğu gibi ülkemizde de teknolojik gelişmeler ve elektrifikasyonun artışı ile daha fazla gündemde olacak ve önemi giderek artacak bir konudur. Bir örnekle açıklamak gerekirse, önümüzdeki dönemde artış göstermesi beklenen elektrikli araçların şarj talepleri şebeke ve arz güvenliği konusunda oldukça belirleyici bir role sahip olacaktır. Hedeflenen elektrikli araç satışı gerçekleştiği ve şarj altyapısının yeterli olduğu varsayımı ile, bireysel otomobil kullanımının çok yüksek olduğu bayram zamanlarında tatil öncesindeki gün (şehir içi) ile yolculuk sırasındaki (şehirlerarası ve belki de şebekeden bağımsız (off-grid)) elektrikli araçların talebini yönetmek gittikçe kritik hale gelecektir. Mevcut durumda benzinliklerde yaşanan yoğunluğun bir benzeri yaşanabilecek ve bu durum bölgenin elektrik sistemi üzerindeki yükü oldukça artıracaktır.

TTY'nin işleyebilmesi için düzenleyici mevzuat büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda Türkiye'de TTY'yi ele alan düzenlemeler yürürlüğe girmiştir. TTY ile ilgili hususları da içeren Elektrik Piyasası Yan Hizmetler Yönetmeliği (Anlık Talep Kontrol Hizmeti), Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği (Gün Öncesi Elektrik Piyasası) ve Elektrik Piyasası Tüketici Hizmetleri Yönetmeliği (Serbest Tüketici ve Serbest Tüketici Limitleri ve İkili Anlaşma) bu konuda belirleyici rolü olan düzenlemelerdir.



⁷⁹ Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), "Daylight saving all year round? Evidence from a national experiment", Working Paper 251, Aralık 2020.

⁸⁰ T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>

⁸¹ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180201M1-1.htm>



2.2.3. TTY Kapsamında Gelişmiş Yapılar

Depolama teknolojileri, dinamik elektrik fiyatlaması, nesnelerin interneti, büyük veri ve akıllı cihazlar TTY'de etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Elektrik depolama kapsamında ABD'deki 250 MW kurulu güce sahip Gateway Energy Storage ve Kaliforniya eyaletinde 20 MW kapasitesindeki lityum-iyon depolama tesisleri yer almaktadır. Değişken elektrik tarifesi ile gerçekleştirilen TTY örneklerinde ise akıllı sayaçlar ön plana çıkmaktadır. Söz konusu depolama tesisleri ile fotovoltaik güneş ve rüzgâr enerjisi santrallerinden üretilen elektriğin depolanarak günün yoğun saatlerinde ek bir güç kaynağı olarak kullanılabilmesine imkân sağlanmaktadır. 2009 yılında İsveç'te akıllı sayaçların zorunlu hale gelmesi ile birlikte kayıpların önlenmesi, daha hassas bir izleme sağlanması, sistemsel hata tespitlerinin kolaylaşması ve pik saatlerde oluşan elektrik talebinin azalması gibi avantajlar izlenmiştir. 2017 yılında Avustralya'da devreye alınan bir akıllı bina kendi elektriğini kendi üretebilmekte, depolayabilmekte ve etkin bir şekilde kullanabilmektedir. Depolama teknolojileri, dinamik elektrik fiyatlaması, nesnelerin interneti, büyük veri ve akıllı cihazlar TTY'de etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye ve dünyada örnekleri sınırlı olmakla birlikte enerji ve kaynak verimliliği gibi konuların yaygınlaşması ile birlikte TTY'nin önemi ve etkinliği artacaktır.



2.2.4. TTY ve İklim Değişikliği

Sanayideki yakma tesisleri/sistemleri de dahil olmak üzere enerji sektörü, küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %90'ını oluşturması sebebiyle, iklim değişikliğine etkisi en yüksek sektör olarak öne çıkmaktadır. Enerji sektöründe atılacak adımlar Paris Anlaşması ile ortaya konulan hedeflere ulaşılmasında önem arz etmektedir. Sağladığı faydalarla TTY'nin iklim değişikliği kapsamında belirlenen hedeflere ulaşılmasına katkısının artarak sürmesi beklenmektedir.

TTY ile tepe/pik yük kesme ile sisteme verimsiz giriş/çıkışların azalması, sistemin ve santrallerin verimliliğinin artması, üretim kayıplarının azalması beklenmektedir. Bu sayede gereksiz ve verimsiz elektrik üretiminin azalması ve toplam verimliliğin artması hedeflenmektedir. TTY ile elektrik sektörünün yeni yatırım ihtiyacının azalması/ertelenmesi sayesinde sektörün emisyonları düşebilecektir. Ayrıca sistemdeki yükün yenilenebilir kaynakların üretim yaptığı saatlere kaydırılması ile yenilenebilir enerjinin payında artış izlenmesi mümkün olacaktır. Diğer yandan, kesikli üretimleri sebebiyle dezavantajları bulunan yenilenebilir santrallerin depolama teknolojilerinde kaydedilecek gelişim ile üretim verimleri yükselebilecek ve böylece sistemlerin termik santrallere bağımlılığı azaltılabilecektir.

TTY ile ortaya çıkması beklenen söz konusu gelişmelerin, enerji sektörü kaynaklı emisyonlarının azaltılmasında önemli katkılar sunacağı değerlendirilmektedir.



Hidrojen ve yakıt hücreleri; ulaşım, sanayi ve konut başta olmak üzere neredeyse tüm sektörlerde geniş bir uygulama yelpazesinde kullanım potansiyeli ile enerji üretim alanında önemli bir role sahiptir.

2.3. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, bir proton ve bir elektrondan oluşan, dünya üzerinde en basit ve en yaygın olarak bulunan elementtir. Kararsız yapısından dolayı hidrojen dünya üzerinde serbest formda bulunmamakta, farklı bileşiklerin içinde yer almaktadır. Hidrokarbon olarak bilinen kömür, petrol ve gaz türevi organik bileşiklerin içerisinde de değişik sayılarda hidrojen atomları bulunmaktadır.

Hidrojen, bir yakıt hücresinde tüketildiğinde yalnızca su, elektrik ve ısı üreten temiz bir yakıt olarak öne çıkmaktadır. Hidrojen ve yakıt hücreleri; ulaşım, sanayi ve konut başta olmak üzere neredeyse tüm sektörlerde geniş bir uygulama yelpazesinde kullanım potansiyeli ile enerji üretim alanında önemli bir role sahiptir.

Özellikle iklim krizinin küresel piyasalarda bir politika parametresi olarak ağırlık kazandığı, hava kirliliğini ve küresel ısınmayı sınırlandırmak için temiz enerji kaynaklarının öncelikli hale geldiği bu dönemde, temiz hidrojen de alternatif bir enerji kaynağı olarak dikkat çekmeye başlamıştır. Son yıllarda çok sayıda uzman, çeşitli kaynaklardan hidrojen üretimi, taşınması ve depolanması ile emisyonuz nihai enerji arzı sağlanması için bu kaynağın kullanım potansiyelini araştırmaktadır. Hidrojenin iki özelliği, yaygın kullanımına yönelik artan ilgiyi açıklayabilmektedir.

Bu özellikler, hidrojenin doğrudan hava kirleticileri veya sera gazı emisyonları olmadan kullanılabilmesi ve düşük karbonlu enerji kaynaklarından üretilebilmesidir.

Hidrojen; taşımacılık, petro-kimya ve demir-çelik gibi emisyonları azaltmanın zor olduğu sektörlerde dekarbonizasyonu sağlayabilecek yöntemler öneren bir kaynaktır. Ayrıca, hidrojen, hava kalitesini iyileştirmeye ve enerji güvenliğini artırmaya da yardımcı olabilmektedir.

2.3.1. Hidrojen Enerjisinin Özellikleri

Hidrojen hafif bir gazdır. 21. yüzyılın enerji unsurlarından biri olarak değerlendirilen hidrojen için çeşitli Ar-Ge faaliyetleri hız kazanmaktadır. Hidrojen, doğal bir yakıt kaynağı olmamakla birlikte, birincil enerji üretiminden faydalanılarak su, biyokütle, nükleer ve hidrokarbon gibi kaynaklardan üretilerek bir enerji taşıyıcısı olarak depolanabilmekte ve böylelikle elektrik ve ısı üretmek için yakıt hücrelerinde kullanılabilir. Hidrojen, bir yakıt hücresinde tüketildiğinde yalnızca su, elektrik ve ısı üreten temiz bir yakıttır. Hidrojen ve yakıt hücreleri; ulaşım, sanayi ve konut başta olmak üzere pek çok sektörde kullanım potansiyeline sahiptir. Hidrojen ve yakıt hücreleri ile ilgili olarak aşağıda sıralanan çeşitli sektörlerde veya sistemlerde uygulamalar mevcuttur.

- Dağınık veya birleşik ısı ve güç sistemleri;
- Yedek güç sistemleri;
- Yenilenebilir enerji depolama; ve
- Hava, kara ve deniz yolu taşıma araçları için yardımcı güç.

Hidrojen, metanın buhar reformasyonu ile hidrokarbon yakıtla reaksiyona girdiği yüksek sıcaklıktaki bir işlem ile üretilebilmektedir.

Bir başka yaygın hidrojen üretim yöntemi elektroliz olarak adlandırılmaktadır. Bakteri veya mikroalg gibi mikroorganizmaların kullanıldığı biyolojik reaksiyonlar aracılığıyla da hidrojen üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu tip biyolojik işlemlerde mikroorganizmalar bitkisel ürünleri tüketerek hidrojen gazı üretmektedir. Ayrıca, güneş ışığı kullanılarak da hidrojen üretimi yapılmaktadır. Bu üretim şekilleri fotobiyolojik, fotoelektrokimyasal, fotovoltaj odaklı elektroliz ve termokimyasal yöntemlerle olabilmektedir.

Hidrojenin üretimi sonrasında depolanması ve taşınması için de çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

Taşınma işlemi, hidrojenin gaz formunda sıkıştırılması veya basınçlı ortamda sıvı forma dönüştürülmesi ve sonrasında tanklere yüklenmesiyle yapılmaktadır. Ancak, ilerleyen yıllarda artacak hidrojen ihtiyacından ötürü, hidrojenin mevcut doğal gaz boru hatları vasıtasıyla da taşınması mümkündür. Zira, özellikle ülkeler arası boru hatlarının kapasiteleri hidrojenin taşınmasına yetecek durumdadır. Depolama için ise öncelik, taşımaya imkân tanıyan yöntemlerde yoğunlaşmaktadır. Hidrojenin depolanması için taşımayı önceliklendiren yöntemler; sıvı hidrojen, gaz hidrojen, metal hidrit ve kimyasal depolamadır.



2.3.2. Hidrojen Enerjisi Kaynakları

Hidrojenin hidrokarbonlar gibi fosil yakıtlardan, biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından ve nükleer kaynaklar gibi çok çeşitli kaynaklardan üretimi mümkündür. Mevcut durumda hidrojenin çoğu fosil yakıtlardan, özellikle de doğal gazdan üretilmektedir. Fosil yakıtlar dışında, yenilenebilir kaynaklardan hidrojen üretim teknolojileri de gelişmektedir.

2.3.2.1. Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtlardan hidrojen elde edilmesi için kullanılan teknikler arasında reformasyon, kısmi oksidasyon, piroliz ve gazlaştırma gibi üretim teknolojileri öne çıkmaktadır. Fosil yakıtları oluşturan hidrokarbon molekülleri reformasyon işlemi ile yeniden biçimlendirilerek hidrojenin serbest bırakılması sağlanmaktadır. Reformasyon, reaksiyona giren gazların reaksiyon sonunda yeniden düzenlenmesi olarak özetlenebilir. Tekniklerden en önemlisi piroliz, oksijensiz ortamda 0.1-0.5 MPa'da yüksek sıcaklıklarda biyokütlelerin ısıtılarak katı organik kömür, sıvı yağ ve gaz içerikli bileşiklere dönüştürülmesi işlemidir.

Piroliz düşük piroliz ve hızlı piroliz olarak iki şekilde sınıflandırılmaktadır. Genellikle ürünler organik kömür olduğu için düşük piroliz fazla tercih edilmemektedir. Hızlı piroliz ise yüksek sıcaklıkta gerçekleşmektedir. Hızlı piroliz süreçlerinde ürünler katı, sıvı ve gaz halde bulunabilir. Hidrojen enerjisi üretimini artırabilmek için suyun gaza dönüşümü gerçekleştirilebilmektedir. Fosil kaynaklardan hidrojen elde edilmesi süreçlerinde reaksiyon sonucunda sülfür oksit (SOx), nitrojen oksit (NOx), cıva (Hg) ve diğer partiküller gibi çok sayıda kirleticinin yanı sıra karbondioksit gibi sera gazları açığa çıkmaktadır.

2.3.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Doğru akım uygulanarak suyun, hidrojen ve oksijene ayrılması işlemine elektroliz adı verilir. Elektrokimyasal hidrojen üretim tekniği olarak da tanımlanan elektroliz teknolojik açıdan oldukça gelişmiş bir yöntemdir. Elektroliz işlemi elektrolizör denilen birimlerde gerçekleştirilmektedir. Yakıt

Şekil 4: Kaynaklarına Göre Hidrojen Üretim Yöntemleri



Kaynak: Çimen T., 2006⁸²

Düşük maliyetli doğal gazın reformasyonu yakıt hücreli elektrikli araçlar için hidrojen yakıtı sağlayabilecek bir alternatif teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Uzun vadede doğal gazdan hidrojen üretiminin yenilenebilir, nükleer, kömür (karbon yakalama ve depolama ile) ve diğer düşük karbonlu enerji kaynaklarının kullanılması doğrultusunda artması beklenmektedir.



⁸² Çimen, T., Sıvı Hidrojen Tanklarının Isıl Analizi ve Optimal Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.

Yenilenebilir enerjiyi verimli bir şekilde kullanabilen sistemler ile hidrojen üretim teknolojileri ise geliştirilmeye devam etmektedir. Yenilenebilir kaynaklardan neredeyse sıfır sera gazı emisyonuna yol açan yeşil hidrojen elde etmek mümkün olabilmektedir.

Elektroliz gibi hidrojen üretim yöntemlerinin elektrik üreten sistemlere entegre edilmesi ile farklı kaynaklardan hidrojen üretilmesi mümkündür. Örneğin, rüzgâr enerjisi kullanılarak elektroliz yöntemi ile hidrojen üretilmektedir. Elektrolizörler rüzgâr enerjisi ile elektrik üretiminde yaşanan problemlerden biri olan rüzgâr hızına bağlı voltaj değişimlerine adapte olabilmeye potansiyeline sahip olduğu için rüzgâr enerjisi ile elektroliz ve hidrojen üretimi tercih edilebilen bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Diğer yandan, elektrik arz fazlası olduğunda rüzgâr türbinlerinin durdurulması yerine bu enerjiyi hidrojen üretmek için kullanabilecek hibrit rüzgâr enerjisi santrallerinin kurgulanması mümkündür. Benzer şekilde, endüstriyel ölçekte güneş enerjisini kullanan fotovoltaik paneller ile entegre hidrojen üretim sistemleri mevcuttur.

2.3.2.3. Nükleer Enerji

Mevcut nükleer santraller, doğal gaz kazanlarından daha düşük maliyetlerle yüksek kaliteli buhar üretebilir ve buhar reformasyonu dahil birçok endüstriyel işlemden kullanılabilir. Bu yüksek kaliteli buhar elektrolize edildiğinde ve saf hidrojen ile oksijene ayrıştırıldığında yüksek verimde

Elektroliz yöntemi farklı kaynaklar ile entegre çalışabileceği için avantajlı bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Mevcut elektrik arz sepetinde yenilenebilir kaynakların oranının artması ile daha yeşil hidrojen üretimi potansiyeli de artmaktadır.

Biyokütle de yenilenebilir bir kaynak olup bir dizi yöntemle hidrojene ve diğer yan ürünlere dönüştürülebilmektedir. Biyokütle kullanan hidrojen üretim süreçleri gazlaştırma, biyokütleden elde edilen sıvının reformasyonu, mikrobiyolojik biyokütle dönüşümü olarak sınıflandırılabilir. Fosil yakıtlardan hidrojen elde edilmesinde kullanılan gazlaştırma yöntemi biyokütleden hidrojen elde edilmesinde de kullanılmaktadır. Etanol gibi biyo-esaslı yakıtlar da dahil olmak üzere biyokütle kaynaklarından türetilen sıvılar, doğal gaz reformasyonuna benzer bir proses ile hidrojen üretmek için yeniden değerlendirilmektedir. Güncel araştırmalar kapsamında ise biyokütleden mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri ile doğrudan hidrojen üretimi üzerinde çalışmalar yürütülmekte, orta-uzun vadede bu teknolojilerin de ticari ölçekte uygulanabileceği öngörülmektedir.

hidrojen elde etmek mümkün olabilmektedir. Nükleer enerji santralleri karbon emisyonuna neden olmadıkları için yeşil enerji kaynağı olarak görülmekte, bu reaktörler aracılığıyla üretilen hidrojen de yeşil hidrojen statüsünde kabul edilmektedir.⁸³

2.3.3. Hidrojen Enerjisinin Gelişimi

21. yüzyılda enerji, insanlık için vazgeçilmez bir yaşam kaynağıdır. Kullanılacak olan enerji kaynağının hem yenilenebilir hem de çevre dostu olması, araştırmaları alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında bazı kısıtlı noktalar bulunması nedeniyle de hidrojenin yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte kullanımı öngörülmektedir. Üretim tipine bağlı olarak değişse de büyük oranda temiz ve çevreci bir enerji kabul edilmesi nedeniyle hidrojen enerjisinin önemi son yıllarda artmaktadır.

1970'lerde, petrol fiyatındaki artış, petroldeki kıtlık ve çevre bilincinin bir sonucu olarak hidrojene olan ilgi artmaya başlamıştır. 1970 yılında John Bockris, General Motors Teknik Merkezi'ndeki bir konuşma sırasında ilk defa "hidrojen ekonomisi" terimini ortaya atmıştır. 18-20 Mart 1974 tarihlerinde ABD-Florida'daki Miami Üniversitesi Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü'nde, Enstitü Direktörü Prof. Dr. Nejat Veziroğlu'nun başkanlığında düzenlenen "Hidrojen Ekonomisi Miami Enerji Konferansı", modern boyutta hidrojen enerjisi kullanımı için bir başlangıç noktası olmuştur.⁸⁴

⁸³ Yakıt Hücreleri & Hidrojen Enerjisi Birliği, "Using Nuclear Power to Produce Green Hydrogen", 11.05.2020. Şu adresten görülebilir: <https://www.fchea.org/in-transition/2020/5/11/using-nuclear-power-to-produce-green-hydrogen>

⁸⁴ Yumurtacı, Z., Bekiroğlu, K. N., Akaryıldız, E., "Hidrojen Enerjisi Kullanımında Temel Kriterler", TMMOB Makina Mühendisleri Odası Tesiat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 72, 2002.

1990'larda ve 2000'lerin başında, iklim değişikliği konusundaki endişelerin artması nedeniyle hidrojene yönelik ilgi dalgası tekrar yükselmiştir. 1970'lerdeki benzer şekilde, araştırma ağırlıklı olarak ulaşım sektörüne odaklanılmış, ancak bu kez karbon yakalama ve depolamaya ağırlık verilerek hidrojenin çevre dostu özellikleri daha fazla araştırılmıştır.

Hidrojen enerjisi teknolojileri günümüz koşullarında üretim maliyeti, depolama zorlukları ve taşıma maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle endüstride yeterli düzeyde yer edinememiştir. Özellikle iklim krizinin küresel düzeyde tartışıldığı, temiz enerji kaynaklarının bu krizle baş edebilmek için öncelikli görüldüğü günümüzde hidrojene olan ilgi güçlenmektedir. Hidrojen, neredeyse tüm bölgelerde giderek artan bir şekilde ana akım enerji tartışmalarının temelini oluşturmaktadır. Çeşitli ülke ve şirketler hidrojeni, enerji sektörünün geleceğinde rol oynaması muhtemel önemli bir kaynak olarak görmektedir.

Boru hatlarıyla, tankerlerle ve gemilerle sıvı halde taşınabilen hidrojen, elektriğe ve metana dönüştürülerek haneler veya üretim sektörleri için enerji olarak veya arabalarda, kamyonlarda, gemilerde ve uçaklarda yakıt olarak kullanılabilir.

Dünya genelinde tüketilen hidrojenin tamamına yakını doğal gaz ve kömür kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu çerçevede, üretilen doğal gazın %6'sı ve üretilen kömürün %2'si hidrojen üretiminde kullanılmaktadır. IEA'nın "Hidrojenin Geleceği" raporuna göre, 2018 yılında gerçekleşen 73,9 milyon tonluk saf hidrojen talebinin yanı sıra, yaklaşık 45 milyon ton hidrojen diğer gazlardan ayrışmadan demir-çelik sektöründe ve metan üretiminde kullanılmaktadır.⁸⁵ Son yıllarda, rafineri sektöründe hidrojen talebi, artan rafinaj aktivitesi ve hidro-arıtma ve hidro-kırma için artan ihtiyaçların bir sonucu olarak önemli ölçüde artmıştır. Uluslararası Denizcilik Örgütü, deniz yakıtlarının sülfür içeriğini 2020'den itibaren %0,5'ten fazla olmayacak şekilde sınırlayan yeni yakıt yönetmeliğini getirmiştir⁸⁶ ve bu yönetmeliğin denizde yakıt üretimi için hidrojen talebinde önemli bir artışa yol açması beklenmektedir.

Hidrojenin yaygınlaşmasını sağlayacak unsurlar arasında daha verimli ve düşük maliyetli enerji sağlanması ve çevreyi kirletmeyen temiz kaynak arayışları bulunmaktadır. Petrolün bugünkü ve gelecekte öngörülen durumu, ithalat bağımlılığı, fosil yakıtların yarattığı karbondioksit emisyonları ve Paris Anlaşması'nın bir gereği olarak emisyon düşürme hedefleri doğrultusunda, hidrojen çok önemli bir kaynak olarak nitelendirilmektedir. Hidrojen politikalarının geliştirilmesi enerji sektöründe ön plana çıkan konular arasında yerini almış, ülkeler nezdinde bu yönde birçok ulusal strateji ve girişim oluşturulmuştur. Haziran 2018 ve Kasım 2020 dönemleri arasında bazı ülkelerin ilan ettikleri hidrojen girişimlerine aşağıda değinilmiştir. Ulusal seviyedeki gelişmelere paralel olarak özel sektördeki girişimlerin sayısı da artış göstermiştir.

Hidrojen üretimi ve uygulamaları konusunda lider ülke konumuna gelmek isteyen Almanya 2020 yılında "Ulusal Hidrojen Stratejisi"ni yayınlamıştır.⁸⁷ Bu kapsamda Almanya, hidrojeni geleceğin sürdürülebilir enerjisi olarak hayata geçirmek için 9 milyar euroluk yatırım yapmayı planlamaktadır. Japonya, 2019 yılında yayınladığı "Hidrojen ve Yakıt Hücreleri İçin Stratejik Yol Haritası"⁸⁸ ile hidrojen toplumuna geçişi tartışmaktadır. Dünyadaki en büyük hidrojen üreticisi ve kullanıcısı konumunda olan Çin, Nisan 2020'de Enerji Kanunu'nu hidrojen enerjisini de kapsayacak şekilde genişletmiştir. Çin, hidrojen üretiminde kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil kaynakların kullanımı azaltarak güneş ve rüzgâr enerjileri gibi yenilenebilir kaynaklara odaklanacağını açıklamıştır.

AB ülkeleri arasında hidrojenin tartışılması amacıyla "Hidrojen Enerji Ağı" platformu kurulmuş ve söz konusu platform ilk toplantısını Haziran 2019'da gerçekleştirmiştir. 28 AB üyesi ülke, yaklaşık 100 işletme, çeşitli kurum ve kuruluşların yanı sıra sürdürülebilir hidrojen teknolojisi konusunda iş birliğini teşvik eden Linz Deklarasyonu "Hidrojen Girişimi"ni imzalamıştır. Avrupa Komisyonu'nun "İklim Nötr Bir Avrupa İçin Hidrojen Stratejisi" Temmuz 2020'de yayınlanmıştır. Strateji çerçevesinde 2050 yılına kadar karbon nötr hedefine ulaşmak için Avrupa enerji sisteminin gereklilikleri ele alınmakta olup hidrojen ve hidrojen bazlı sentetik yakıtlar, halihazırda enerji sistemi entegrasyon stratejisinin ilgili bir unsuru olarak değerlendirilmektedir.

⁸⁵ IEA, "Hidrojenin Geleceği", 2019.

⁸⁶ Uluslararası Denizcilik Örgütü, 2020. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>

⁸⁷ https://www.bmbf.de/files/bmwi_Nationale%20Wasserstoffstrategie_Eng_s01.pdf

⁸⁸ https://www.meti.go.jp/english/press/2019/pdf/0312_002b.pdf



2.3.4. Türkiye’de Hidrojen Enerjisi Gelişmeleri

Türkiye, 2010’lu yılların başında, İstanbul’da UNIDO öncülüğünde 2000’li yıllarda kurulan ICHET’i desteklemek suretiyle hidrojen araştırma ve geliştirmesini artırmaya çalışmıştır. Bu kapsamda, ETKB’nin de desteği ile 2011 yılında “Bozcaada Hidrojen Adası Projesi” gerçekleştirilmiştir. 07.10.2011 tarihinde devreye giren proje ile Bozcaada Kaymakamlık binası ve sağlık ocağının elektrik ihtiyacı üretilen hidrojen ile karşılanmıştır.⁸⁹ Buna rağmen projenin devamı getirilmemiştir ve hidrojen üretimi sonlandırılmıştır.

Hidrojen enerjisinin resmî belgelere ilk giriş tarihi olarak 02.05.2007 tarihi öne çıkmaktadır. 02.05.2007 tarih ve 26510 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Enerji Verimliliği Kanunu”nda hidrojen, biyoyakıt ile birlikte kullanımı özendirilmesi gereken alternatif yakıt olarak tanımlanmıştır.⁹⁰ Ayrıca, 2011 yılında hidrojen yakıtlı araçlara ilişkin bir yönetmelik çıkarılmıştır.⁹¹ Söz konusu yönetmelikle, hidrojen yakıtıyla çalışan araçların tip onayına yönelik düzenleme yapılmıştır ve bu araçların bir süre sonra gündeme olacağı beklentisiyle bir ön hazırlık gerçekleştirilmiştir. 2020 yılı Ocak ayına kadar hidrojen, Türkiye’nin enerji politikalarında ciddi bir ilgiye mazhar olmamıştır.

2000’li yılların başında ulusal program dokümanlarında kısaca da olsa kendisine yer bulan hidrojen konusu, sonraki süreçte enerji politikalarının bir parçası olarak görülmemiştir. Uzunca bir aradan sonra 15.01.2020 tarihinde ETKB’nin düzenlediği “Hidrojen Arama Konferansı” ile kamuoyuna hidrojenin önemi anlatılmıştır.⁹²

2018 yılında başlayan hidrojenin doğal gaz hatlarına katılması ve entegrasyonu çalışması ETKB tarafından Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği’ne (GAZBİR) verilmiştir. 02.04.2021 tarihinde GAZBİR’in teknik merkezi GAZBİR-GAZMER Konya’da açılmıştır. Açılışta bir konuşma yapan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Fatih Dönmez, tesisin toplamda 6 milyon lira yatırım bedeliyle tamamlandığını, Türkiye’de ilk defa doğal gazla hidrojenin karıştırılarak evsel cihazların beslenmesi projesinin hayata geçirildiğini belirtmiştir.⁹³ Laboratuvarda test amaçlı olarak ortalama %5 ila %20 oranında hidrojen ile %95 ila %80 oranında doğal gaz karıştırılırken elde edilen karışım test amaçlı olarak yakılmıştır.

Dünya bor rezervlerinin %73’üne sahip olan Türkiye, hidrojen üretimi konusunda zengin bor rezervlerini kullanabilme potansiyeline de sahiptir. Borun önemi, hidrojenle birleşerek bor hidrat şekline dönüşmesi ve istenirse, hidrojeni içine absorbe edebilmesindedir. Bor ve alüminyum gibi metallerin hidrolizi ile taşınabilir sistemlerde istenildiği zaman istenildiği kadar hidrojen üretimi sağlanabilecektir. Hidrojen enerjisinin yüksek verimle kullanılmasını sağlayan bor, sodyum borhidrüllü yakıt pillerinin geliştirilmesinde önemli hammaddeler arasında yer almaktadır.

TBMM’nin 2021 yılı Ekim ayında Paris İklim Anlaşması’nı imzalaması kararının ardından ülkenin düşük karbonlu enerji üretimi çözümlerindeki olası strateji geliştirme çalışmalarında hidrojenin de teknoloji alternatifleri arasında yer alması beklenmektedir. Bu sayede, her geçen yıl güçlenmekte olan yenilenebilir enerji altyapısı kullanılarak hidrojenin gerek elektrik arzı gerekse de sınai kullanımı için bir politika belirlenmesi, bundan sonraki süreçte Türkiye gündeminde yerini alacaktır.

⁸⁹ UNIDO, 2011. <https://www.unido.org/news/first-hydrogen-energy-production-turkish-island-has-started-bozcaada>

⁹⁰ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070502-2.htm>

⁹¹ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/06/20110607-4.htm>

⁹² ETKB. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerjide-arama-etkinlikleri-ve-belgeler>

⁹³ GAZBİR. <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Mart-Nisan-2021-Bulten.pdf>



İklim değişikliği ile mücadele ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi konularda önlem alma ihtiyacı, elektrikli araçlara olan yönelimi kuvvetlendirmektedir.

2.4. Elektrikli Araçlar ve Depolama Teknolojileri

Dünyada çevreci bakış açısının ve küresel ısınmaya karşı duyarlılığın daha geniş kitleler nezdinde karşılık bulmasının yanı sıra artan enerji ihtiyacı ve kömür, doğal gaz, petrol gibi konvansiyonel enerji kaynaklarının sınırlı olması da yeni teknoloji arayışlarında elektrikli araçların bir alternatif olarak öne çıkmasını desteklemektedir.

Dünyada dolaşımdaki elektrikli araç sayısı 2020 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 11 milyon adettir. Ülkemizde ise 2.355 adet elektrikli araç kullanımdadır.



2.4.1. Dünyada Elektrikli Araçların Gelişimi

İklim değişikliği ile mücadele ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi konularda önlem alma ihtiyacı, elektrikli araçlara olan yönelimi kuvvetlendirmektedir. Çevreci bakış açısının ve iklim değişikliği ile mücadelenin daha geniş kitlelerce benimsenmesi kadar fosil yakıtların bilinen teorik ömürlerinin azalması da elektrikli araçları öne çıkarmaktadır. 2010 yılında dolaşımdaki elektrikli araç sayısı 17 bin adet iken, 2020 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 11 milyon adete ulaşılmıştır. 2020 yılı sonu itibarıyla bölgeler bazında dolaşımdaki toplam elektrikli araç sayısına bakıldığında; Çin'in 4,5 milyon adet araç sayısı ile birinci sırada olduğu, Avrupa Bölgesi'nin 3,2 milyon adet ile ikinci sırada

ve ABD'nin ise 1,8 milyon adet ile üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir.⁹⁴

2009 yılında Çin hükümeti elektrikli araç üretiminde dünya lideri haline gelmek ve karbon emisyonunu düşürerek daha yaşanabilir bir çevreye sahip olmak hedefleri ile "10 Ülke 1000 Araç Programı"nı uygulamaya almıştır. Elektrikli araçların yaygınlaşmasının önündeki en temel engel şarj istasyonu alt yapısıdır. Şarj istasyonları da bu kapsamda ele alınarak 2015 yılında yürürlüğe konulan "Elektrikli Araçlar Şarj Altyapı Gelişim Rehberi 2015-2020" programı ile 12.000'in üzerinde şarj istasyonu ve 4,8 milyon şarj noktası kurulumu yapılması planlanmıştır. Mevcut durumda her ne kadar planlanan sayıda şarj istasyonu kurulamamış olsa da dolaşımdaki elektrikli araç sayısı bakımından Çin lider konumdadır.⁹⁵

⁹⁴ IEA, "Küresel Elektrikli Araç Görünümü", 2021.

⁹⁵ Dünya Enerji Konseyi, "Elektrikli Araçlar", 2018.

2020 yılında Almanya’da 395 bin adet, Fransa’da 185 bin adet, İngiltere’de 176 bin adet olmak üzere Avrupa Bölgesi’nde toplam 1,4 milyon adet elektrikli araç satılmıştır. Avrupa ilk defa 1,4 milyon adet satış ile Çin’den daha fazla (1,2 milyon adet) elektrikli araç satışı gerçekleştirmiş, söz konusu artışta özellikle hükümetlerin izlediği çevreci politikalar, vergi indirimleri, üretim maliyetlerinin düşmesi ve model

çeşitliliğinin artması etkili olmuştur.⁹⁶ 2020 yılı sonu itibarıyla ABD’de 1,8 milyon adet elektrikli aracın dolaşımında olduğu bilinmektedir. ABD’li elektrikli araç üreticisi Tesla sektörün öncü üretim firmalarındandır. Tesla, 2020 yılında analiz şirketlerinin 480 bin adet seviyesinde satış tahminlerine karşın, 499.550 araç satarak tahminlerin üstünde bir performans gerçekleştirmiştir.⁹⁷

2.4.2. Türkiye Elektrikli ve Hibrit Otomobil Pazarı

Gelecek nesillere sürdürülebilir bir gelecek bırakılması için diğer tüm sektörlerde olduğu gibi otomotiv sektöründe de temiz teknolojilerin kullanılması, enerji verimliliği ve emisyonların azaltılmasına katkı sağlayacak teknolojilerin desteklenmesi çok önemlidir. Bu kapsamda, birçok sektör gibi otomotiv sektörü de bir dönüşümün içerisinde girmiştir ve bu süreçte elektrikli araçlar ön plana çıkmaktadır.

2019 yılında, bir önceki yıl sonu yapılan Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) düzenlemesi ile artan araç fiyatları, diğer yandan döviz kurunun yukarı yönlü hareketi ve yılın ilk yarısına kadar taşıt kredi faizlerinin yüksek oranda seyretmesi gibi sebeplerden dolayı devletin bu dönemde yaptığı ÖTV teşviklerine rağmen Türkiye otomobil pazarında adet bazında %20,4 oranında daralma yaşanmıştır. 2019 yılında otomobil satışlarındaki daralmaya karşın satılan elektrikli ve hibrit otomobil sayıları yükselmiş ve 12.228 adet olarak gerçekleşmiştir.

Covid-19 salgını sebebiyle ertelenen taleplerin yaz aylarında yeniden başlaması, bireylerin tedbir amaçlı toplu taşımadan kaçınması ile araç kullanımına yönelmesi ve devlet bankalarının düşük faizli taşıt kredisi sunması gibi nedenlerle Türkiye otomobil pazarı 2020 yılında bir önceki yıla göre %57,5 oranında artış göstermiş, elektrikli ve hibrit otomobil satışları ise daha yüksek oranda artarak 23.116 adet seviyesinde gerçekleşmiştir.

Tablo 17: Türkiye Otomobil Pazarının Motor Türüne Göre Dağılımı

| Adet | 2020 | Payı | 2021/6 | Payı |
|-------------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Benzin ve Dizel motorlu | 560.308 | %91,80 | 269.746 | %86,9 |
| Otogazlı | 26.685 | %4,0 | 14.569 | %4,7 |
| Hibrit | 22.272 | %3,70 | 25.119 | %8,1 |
| Elektrikli | 844 | %0,10 | 891 | %0,3 |
| Toplam | 610.109 | %100 | 310.325 | %100 |

Kaynak: Otomotiv Distribütörleri Derneği, TSKB

2020 yılı itibarıyla binde 1 olan elektrikli otomobil satışlarının otomobil pazarındaki payı 2021 yılı Ocak-Haziran döneminde binde 3’e yükselmiş olmakla hâlâ çok düşük seviyededir. Hem elektrik motorunu hem de içten yanmalı motoru bir arada bulunduran hibrit araçta, şarjın bitmesi durumunda içten yanmalı motorla yola devam edilebilmektedir ve bu nedenle hibrit elektrikli araçlar kullanıcılar tarafından daha çok ilgi görmektedir. Türkiye otomobil pazarında 2021 yılı Ocak-Haziran döneminde 310.325 adet otomobil satılmış olup bunların %8,4’ü elektrikli ve hibrit otomobillerdir.



⁹⁶ IEA, 2021, a.g.m.

⁹⁷ Indy Türk, "Elon Musk'ın Tesla'sı 2020'de satış rekoru kırdı", 03.01.2021. Şu adresten görülebilir: <https://www.indytrk.com/node/294641/ekonomi%CC%87/elon-musk%C4%B1n-teslas%C4%B1-2020de-sat%C4%B1%C5%9F-rekoru-k%C4%B1rd%C4%B1>.

Tablo 18: Türkiye Elektrikli Otomobil Satışları

| Adet | Segment | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021/6 | Toplam |
|-------------------|---------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| BMW i3 | C2 | 83 | 24 | 35 | 37 | 50 | 39 | 3 | 271 |
| BMW iX3 | * | - | - | - | - | - | - | 144 | 144 |
| DFSK SERES 3 | * | - | - | - | - | - | - | 17 | 17 |
| Jaguar I-Pace | E7 | - | - | - | 38 | 119 | 178 | 9 | 344 |
| Mercedes Benz EQC | E7 | - | - | - | - | - | 42 | 155 | 197 |
| MG ZS | * | - | - | - | - | - | - | 140 | 140 |
| Mini Cooper SE | B2 | - | - | - | - | - | 103 | 7 | 110 |
| Porsche Taycan | * | - | - | - | - | - | 303 | 234 | 537 |
| Renault Zoe | B2 | 36 | 20 | 42 | 79 | 31 | 135 | 175 | 518 |
| Smart EQ ForFour | A6 | - | - | - | 1 | 22 | 9 | - | 32 |
| Smart EQ ForTwo | A6 | - | - | - | - | - | 35 | 7 | 42 |
| XEV IEV7S | * | - | - | - | - | - | - | 3 | 3 |
| Toplam | | 119 | 44 | 77 | 155 | 222 | 844 | 894 | 2.355 |

Kaynak: TEHAD (Türkiye Elektrikli ve Hibrid Araçları Derneği), TSKB

2.4.3. Türkiye Elektrikli Araçlar Pazarında Yapılması Gerekenler

Türkiye, 2021 yılı Haziran sonu itibarıyla dolaşımda olan 2.355 elektrikli araç ile kendi piyasasını geliştirmeye henüz başlamıştır. Ancak araç sahiplik oranının artışı ve nüfusun büyümesiyle, elektrikli araç kullanımının artması yönünde önemli bir potansiyel bulunmaktadır. Bunun yanı sıra Türkiye'nin yakın zamanda yerli elektrikli araç üretimine (TOGG) başlaması beklenmektedir. Bu sayede kentlerdeki yerel hava kalitesinin iyileşmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik ile hem ulaştırma hem de elektrik sektöründe enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanan karbondioksit emisyonlarının azaltılması sağlanacaktır.

Elektrikli araçların yaygınlaşmasındaki kritik faktörler; satış fiyatı, araç markası, şarj istasyonu ağı, araç menzili ve şarj süresidir. Elektrikli araçların fiyatının benzinli araçların fiyatına göre daha uygun olması, araç marka ve modelinde bilinen markalar ve uzmanlaşmış üreticilerin bulunması, uygun ve yeterli şarj noktalarının bulunması (AVM'lerde, benzin istasyonlarında, evlere yakın yerlerde ve uzun yol güzergahlarında), şarj süresinin kısa olması ve elektrikli aracın tam şarj ile uzun mesafe gidebilme beklentisini karşılaması elektrikli araçların yaygınlaşması için kritik önceliklerdir.

Elektrikli araç talebini etkileyen önemli unsurların başında araç satış fiyatı gelmektedir.

Elektrikli araçların üretiminde, maliyeti ve satış fiyatını etkileyen en önemli bileşen ise batarya teknolojileridir. Bir elektrikli aracın maliyetinin yaklaşık %30'u batarya maliyetinden oluşmaktadır. Elektrikli araç batarya maliyetleri hâlâ yüksek seviyelerdedir, ancak gelişen teknolojilerle birlikte azalması öngörülmektedir. Bu sayede, elektrikli araç üreticileri menzil olarak daha gelişmiş araçları daha ucuz fiyatlarla piyasaya sunabileceklerdir. Bu tespit ışığında, Türkiye'nin batarya teknolojileri konusunda da mesafe katetmesi önemlidir. Çin elektrikli araç satış fiyatları konusunda yeni bir iş modeli denemektedir. Buna göre batarya ile gövde ayrılmakta, gövde satılmakta ve batarya ise kiralanmaktadır. Bazı şirketler ayrıca şarj etme konusunda boş bataryaları dolu olanla değiştirme servisi vererek hızlı şarj etme imkânı da sunmaktadır.⁹⁸

Gerek enerji verimliliğinin artırılması gerekse karbon emisyonlarının azaltılması açısından en önemli çözümlerden biri olarak görülen elektrikli araçlara yönelik olarak dünya genelinde satın alma sübvansiyonu, tescil vergisi, KDV, hurda teşviki, yıllık plaka vergisi, park ve geçiş ücretleri, özel şerit kullanımı gibi birçok farklı alanda teşvik uygulamaları bulunmaktadır. Ülkemizde ise özel tüketim vergisi gibi maliyet yaratan uygulamalarla elektrikli araçların tercih edilmesi olasılığının azalacağı öngörülmektedir.

⁹⁸ The Conversation, "What electric vehicle manufacturers can learn from China – their biggest market", 03.08.2021. Şu adresten görülebilir: <https://theconversation.com/what-electric-vehicle-manufacturers-can-learn-from-china-their-biggest-market-161536>.

2.4.4. Enerji Depolama Teknolojileri

Enerji depolama ile bir yandan enerjinin kullanıldığı alanlarda oluşan atık enerjinin depolanması, diğer yandan, yalnız belirli zamanlarda enerji verebilen yenilenebilir enerji kaynaklarının enerjisinin depolanarak enerji temin zamanı ile talebi arasında doğabilecek farkın giderilmesi amaçlanmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada kömür, doğal gaz ve petrol gibi konvansiyonel enerji kaynaklarının sınırlı olması ve artan enerji ihtiyacına bağlı olarak bu kaynakların giderek azalması sonucunda yenilenebilir enerji ve üretilen enerjinin depolanması giderek daha önemli hale gelmektedir.

Mobilitenin yakın gelecekteki dönüşümünde ve ulaşım kaynaklı karbon salımının azaltılmasında elektrikli araçların anahtar rol oynayacağı değerlendirilmektedir. Bu nedenle depolama teknolojilerinin gelişimi oldukça önemlidir. Fosil yakıtların çevresel etkileri ve dünya çapında enerji şebekelerinin kapasitesi ve esnekliği hakkında artan endişeler nedeniyle, enerji depolama çözümleri için yapılan araştırmalar 2000'lerde hız kazanmıştır.

IEA, küresel sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutmak için dünyanın 2017'deki 176,5 GW'tan 2030'da 266 GW'a yükselen bir enerji depolamaya ihtiyacı olduğunu tahmin etmektedir.⁹⁹

Neredeyse tüm formlarda bulunabilen enerji depolama için birçok olası yöntem söz konusudur. Bu yöntemler, depolama prensiplerine göre ana başlıklara ayrılmakta (Şekil 5) olup her bir depolama prensibinin de kendi alt başlıkları bulunmaktadır. Bu bölümde yaygın olarak kullanılan enerji depolama yöntemleri incelenmektedir.



Şekil 5: Enerji Depolama Yöntemleri



Kaynak: Dünya Enerji Konseyi¹⁰⁰, TSKB

⁹⁹ Çevre ve Enerji Çalışma Enstitüsü, "Enerji Depolama", 2019.

¹⁰⁰ Dünya Enerji Konseyi, "Five Steps to Energy Storage: Innovation Insights Brief | 2020", 2020.



2.4.4.1. Kimyasal Depolama

Kimyasal bileşiklerin oluşturduğu bağlar aracılığıyla yapılan depolama yöntemidir. Ekzotermik (ısı açığa çıkaran) tepkimeler yardımıyla enerjinin tekrar kazanımı da mümkün olmaktadır. Bu depolama yönteminde amonyak ve hidrojen ön plana çıkmaktadır.

Bu raporun “2.3. Hidrojen Enerjisi” bölümünde de bahsedildiği üzere, yenilenebilir kaynaklardan elektroliz yöntemiyle elde edilebilen hidrojen, tanker veya diğer depolama seçeneklerine ilave olarak boru hatlarıyla taşınabilmektedir. Ayrıca hidrojen üretimi, yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla yapıldığı takdirde, üretim sürecindeki sıfır karbon emisyonu sebebiyle yeşil hidrojen olarak da adlandırılmaktadır.



2.4.4.2. Elektriksel Depolama

Elektriksel depolama, enerjinin elektrik alanı veya manyetik alan şeklinde depolanmasını ifade etmektedir. Süperkapasitörler ve Süperiletken Manyetik Enerji Depolama Sistemleri, elektrik enerjisini doğrudan depolamakta ve pillere göre daha uygun ve daha güvenli şarj alternatifleri haline gelmektedir.

2.4.4.3. Mekanik Depolama

Mekanik enerji depolama, potansiyel enerji veya kinetik enerji depolamasıdır. Pompalı hidro (hazneli pompalı) depolama sistemleri (pompaj depolamalı hidroelektrik santraller), sıkıştırılmış hava ile depolama ve volan enerji sistemleri en bilinenleridir.

2.4.4.4. Elektrokimyasal Depolama

Elektrokimyasal depolama hem elektrik hem de kimyasal enerjinin aynı elektronu paylaşması aracılığıyla elektriği kimyasal biçimde depolama yöntemidir. Bu depolama şekli, tüm enerji depolama teknolojilerinin en geleneksellerinden biridir. Temel olarak pil hücreleri, biri negatif yüklü katot ve diğeri pozitif yüklü anot olmak üzere iki farklı kimyasaldan oluşur. Bir aygıtı bağlandığında, elektronlar aygıt aracılığıyla negatif elektrottan pozitif kutba, yani

anota akar. Katot ve anot, elektrolit adı verilen kimyasal bir ortamla çevrilidir. Günümüzde piller için yaygın olarak kullanılan kimyasallar kurşun, nikel, sodyum ve lityumdur. Gelişen teknoloji ile ortaya çıkan sıvı formdaki piller, vanadyum, krom ve demir gibi elementler aracılığıyla üretilmektedir. Her elektrik pilinin kapasitesi, enerji ve güç çıkışı, şarj/deşarj durumu, verimliliği ve kullanım ömrü gibi kendine has özellikleri vardır.

Li-ion (Lityum-iyon) Piller

Li-ion pil, lityum iyonlarını kullanan elektrokimyasal bir pil teknolojisidir. Deşarj döngüsü sırasında anottaki lityum atomları iyonize olmakta ve elektronlarından ayrılmaktadır.

Lityum iyonları anottan hareket edip elektrolitten geçerek katota ulaşana kadar elektronlarıyla yeniden birleşmekte ve elektriksel açıdan nötralize olmaktadır. Lityum iyonları, anot ve katot arasındaki mikro geçirgen bir ayırıcıdan geçebilecek kadar küçüktür. Kısmen lityumun küçük boyutu nedeniyle Li-ion piller, birim kütle ve birim hacim başına çok yüksek voltaj ve şarj depolama kapasitesine sahiptir.¹⁰¹ Günümüzde çoğu güneş enerjisi sistemi, Li-ion depolama teknolojisini kullanmaktadır.

Kurşun Asit Piller

Kurşun-asit piller, enerji depolamada kullanılan ilk pil teknolojileri arasındadır. Kurşun, kurşun dioksit ve sülfürik asitten oluşmaktadır. Ancak, düşük enerji yoğunlukları ile kısa çevrimleri ve ömürleri nedeniyle şebeke depolaması için uygun değildir. Geçmişte genellikle elektrikli araçlar için kullanılan bu piller günümüzde büyük ölçüde daha uzun ömürlü olan Li-ion pillerle değiştirilmişlerdir.

Nikel-Kadmiyum Piller

Verimlilikleri yaklaşık %75 olan nikel-kadmiyum piller çok sık kullanılmamakla birlikte şarj edilebilir olarak bilinmektedir. Bu tip pillerde nikel oksit hidroksit ve kadmiyum elektrot olarak kullanılmaktadır. Olumsuz çevresel etkileri sebebiyle kullanımını azalmış olan bu model, yerini nikel metal hibrit ve Li-ion pillere bırakmıştır.



¹⁰¹ Dünya Enerji Konseyi, 2020, a.g.m.



2.4.5. Elektrikli Araçlar Pazarında Batarya Teknolojileri

Ulaşım kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılmasında anahtar rol oynaması beklenen elektrikli araçlar, yakıt olarak kullanılan elektrik enerjisiyle daha sessiz, daha çevreci ve daha ekonomik bir ulaşım imkânı sağlamaktadır. Enerji kaynağı olarak batarya teknolojilerinin kullanıldığı hibrit araçlar ve elektrikli araçlar yaygın hale geldikçe, depolama teknolojilerine olan ihtiyaç artmaktadır. İçten yanmalı motor ve elektrikli motor tahrikli hibrit araçlarda enerji kaynağı olarak pil, süper kapasitör ve içten yanmalı üretim birimi kullanılmaktadır. Düşük emisyonlu olmasına rağmen ortalama bir menzile sahip bu teknolojinin pazar payı şimdilik sınırlıdır.

Elektrikli motor tahrikli olan elektrikli araçlarda ise enerji kaynağı olarak pil grupları, süper kapasitör veya yakıt pilleri kullanılmaktadır. Elektrikli araçlarda diğer pil teknolojilerine kıyasla Li-ion piller yüksek anma voltajı, yüksek enerji yoğunluğu, uzun ömür gibi önemli avantajlara sahip olmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir.

Elektrikli araçlarda kullanılan Li-ion bataryalar artan depolama ihtiyacı ile pazar payını sürekli yükseltmektedir. Pil maliyetlerindeki Z azalma, bununla birlikte performanslarındaki hızlı iyileşme ve gelişmelerin yanı sıra elektrikli araçlara olan talebin ve yenilebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin artış göstermesi doğrultusunda, pil depolama teknolojilerine yönelik küresel yatırımlar 2019'da 4 milyar dolara ulaşmıştır. 2019 yılında pil depolama alanına yapılan yatırımların %27'si Avrupa merkezli iken Güney Kore, ABD, Çin ve Japonya toplam yatırım büyüklüğü içerisinde sırasıyla %17, %17, %16 ve %8 pay sahibi olmuştur.¹⁰²

Elektrikli bir aracın maliyetinin %30'unu batarya maliyeti oluşturmaktadır. Batarya maliyetlerinin düşmesi, ağırlığının hafiflemesi, depolama hızının artması ve güçlü bataryaların üretilebilmesi elektrikli araçların geleceği için önem arz etmektedir.

Bataryalar, şarj ihtiyacı yenilenebilir enerji kaynağından karşılandığı takdirde mevcut dönem için maliyeti en düşük ve doğaya en az zarar veren ürün konumunda olacaktır.

¹⁰² BDO, "Batarya Depolama", Ekim 2020.



Bugün itibarıyla yeryüzündeki bütün sera gazlarının salımı durdurulsa bile, eski yılların birikimi olarak halihazırda yaşanmakta olan iklim değişikliğinin etkileri sonraki on yıllarda görülmeye devam edecektir.

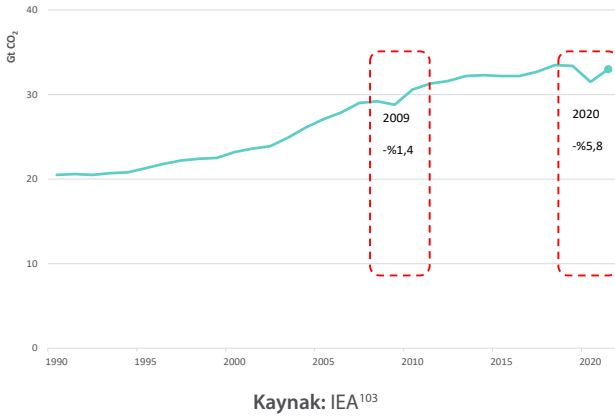
2.5. Emisyonlar ve İklim Adımları

İklim değişikliği; gıda, sağlık ve su güvenliğinin yanı sıra toplum güvenliği, geçim kaynakları, ekonomi, altyapı ve biyoçeşitlilik üzerinde çeşitli olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Tüm bu etkiler günümüzde daha gözle görünür bir hal almıştır. Bugün itibarıyla yeryüzündeki bütün sera gazlarının salımı durdurulsa bile, eski yılların birikimi olarak halihazırda yaşanmakta olan iklim değişikliğinin etkileri sonraki on yıllarda görülmeye devam edecektir.

Sera gazı emisyonları, 2020'de 2008 yılındaki küresel mali krizi takip eden 2009 yılındaki düşüşünden neredeyse dört kat fazla olacak şekilde, bir önceki yıla göre %5,8 oranında azalmıştır.

Yenilenebilir kaynakların kullanım oranı artarken, Covid-19 pandemisinin petrol ve kömür talebini diğer enerji kaynaklarından daha sert etkilemesi nedeniyle 2020'de sera gazı emisyonları enerji talebinden daha fazla düşmüştür. 2020'deki düşüşe rağmen, enerji kaynaklı küresel emisyonlar 31,5 gigaton'da kalmış ve bu da CO₂'nin atmosferde şimdiki kadar en yüksek ortalama yıllık konsantrasyonuna ulaşmasına katkıda bulunmuştur.

Grafik 29: Enerji Kaynaklı Küresel CO₂ Emisyonları (1990-2021)



Yapılan çalışmalarda, 2100 yılına gelindiğinde sıcaklıkların sanayi devrimi öncesi döneme göre 4°C artacağı tahmin edilmektedir.¹⁰⁴ Yalnızca 1,5°C'lik bir sıcaklık artışı ile birlikte yıllık ortalama kuraklık döneminin 2 ay artacağı, tüm dünyada su kıtlığı ile karşı karşıya kalacak insan sayısının 271 milyon kişiye ulaşacağı, Akdeniz'de orman yangınları sebebiyle yanan alanların %41 oranında artacağı, aşırı yağış frekansının %17 oranında yükseleceği, deniz seviyesindeki artış nedeniyle yıllık sel felaketlerinden kaynaklanan kayıpların 10,2 trilyon doları aşacağı, 2100 yılında küresel GYSH'da %8 oranında kayıp gerçekleşeceği, sıtma hastalığının bulaşma potansiyeli olan coğrafi alanların %19 oranında yaygınlaşacağı, Avrupa'da yaz sıcaklıklarının görülmemiş düzeylere çıkma olasılığının %47 oranında artacağı öngörülmektedir. 2°C ve üzerindeki artış senaryolarında ise bu etkilerin çok daha şiddetli gerçekleşeceği ifade edilmektedir. Bu durum, 4°C'lik sıcaklık artışının dünya üzerinde geri döndürülemeyecek çok yıkıcı etkilere yol açacağı anlamına gelmektedir.

Bu çerçevede, iklim değişikliğine neden olan kaynakların etkilerini bertaraf etme yönündeki azaltım ("mitigation") faaliyetleri artarak devam etmektedir. Kasım ayında Glasgow şehrinde

gerçekleşen 26. Taraflar Konferansı (UN Climate Change Conference of the Parties, COP26) etkinliğinde azaltım ve adaptasyon konuları ön planda tutulmuştur. Küresel sera gazı emisyonuna katkısı en yüksek olan Çin, ABD ve AB üyesi ülkelerin bundan sonraki süreçte atacakları adımlar ve kalkınma finansmanı kuruluşlarının geliştirmekte olan ülkelere aktaracakları fonlara ilişkin taahhütleri COP26 gündeminde önemli bir yer teşkil etmiştir.

İklim değişikliğini tetikleyen sera gazı emisyonlarının büyük oranda gelişmiş ülkelerden kaynaklandığı, ancak iklim değişikliği etkilerinin en çok görüldüğü ve iklim risklerine en açık ülkelerin ise az gelişmiş ve geliştirmekte olan ülkeler olduğu bilinmektedir. İklim değişikliğinden ilk etapta en çok etkilenecek ülkeler düşük ve orta gelir grubundaki ülkelerdir. Bu değişikliğin en belirgin sonuçlarından biri aşırı hava olaylarıdır. Dolayısıyla, geliştirmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkelerin ve kalkınma finansmanı kuruluşlarının finansal ve teknik destek isteğine olan inancını kaybederse, bu güvensizlik ortamı, COP26 sonrasında iklim değişikliği etkilerine karşı alınacak kararlardaki ilerlemeyi engelleyebilir. Bu çerçevede, iklim kriziyle mücadelede yeterli iklim finansmanının ayrılması yönündeki çabalar, önümüzdeki süreçte önem taşıyacaktır.

Dünya Bankası Grubu (World Bank Group-WBG), Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Avrupa Yatırım Bankası (EIB) gibi çok taraflı kalkınma bankaları 2020 yılında 66 milyar dolar iklim finansmanı sağlamıştır. Bu finansmanın 49,9 milyar dolarlık kısmı azaltım yatırımlarına ayrılırken 16,1 milyar dolarlık miktar ise adaptasyon yatırımlarına aktarılmıştır.¹⁰⁵ Azaltım yatırımlarında özellikle düşük karbonlu teknolojilerin geliştirilmesi ve yenilenebilir enerji projelerinin finansmanı önemli bir yer tutmuştur.

İklim değişikliği ve aşırı iklim olayları ile mücadelede, önümüzdeki 30 yıl içinde en hızlı büyüyen enerji kaynaklarının rüzgâr ve güneş enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları olması muhtemeldir. Rüzgâr ve güneş enerjisinde kapasitenin geliştirilmesi için yapılan yatırımların önemli ölçüde artması beklenmektedir. Hidrojenin kullanımı ve enerji depolama teknolojilerinin gelişimi ile birlikte bu alanlardaki maliyetlerin düşmesi ve dolayısıyla hidrojen kullanımının yaygınlaşması önümüzdeki yıllarda hız kazanacaktır.

¹⁰³ IEA, "Küresel Enerji Görünümü", 2021.

¹⁰⁴ Dünya Bankası, "Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal", 2014. Şu adresten görülebilir: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20595> License: CC BY-NC-ND 3.0 IGO.

¹⁰⁵ Dünya Bankası, "Joint Report on Multilateral Development Banks' Climate Finance", 2021.



2.5.1. Avrupa'da İklim Politikalarının Gelişimi

Birleşmiş Milletler öncülüğünde imzalanan, küresel ısınmaya yönelik hükümetler arası ilk çevre sözleşme niteliğinde olan ve 21.03.1994 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi; insan kaynaklı çevresel kirliliklerin iklim üzerinde tehlikeli etkileri olduğunu kabul ederek atmosferdeki sera gazlarının seviyesinin düşürülmesini ve bu gazların olumsuz etkilerinin en aza indirilerek belli bir seviyede tutulmasını amaçlamaktadır. Sözleşme kapsamında her yıl, "COP" olarak da adlandırılan taraflar konferansı düzenlenmektedir.

2015 yılında Paris'te düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 21. Taraflar Konferansı'nda 2020 sonrası iklim değişikliği rejiminin çerçevesini oluşturan Paris Anlaşması kabul edilmiş, bu anlaşma 04.11.2016'da yürürlüğe girmiştir. Anlaşma kapsamında ortalama küresel sıcaklık artışının sanayi öncesi döneme göre en fazla 1,5°C ile sınırlanması hedeflenmektedir. Günümüzde 1,1°C'lik sıcaklık artışına ulaşılmıştır. 1,5°C sınırını aşmamak için 2030 yılında CO₂ emisyonlarının 2010 yılına göre %45 azaltılması ve 2050 yılında net sıfır emisyonu sağlanması gerekmektedir.

Uluslararası iklim politikalarının hedefine ulaşması için ülkeler ve bölgesel iradeler farklı uygulamalar yapmaktadırlar. Bu alanda AB özellikle geçtiğimiz 5 yılda hayata geçirdiği plan ve politikalar ile öne çıkmaktadır. Mart 2020'de Avrupa Komisyonu tarafından AB'de net sıfır emisyon hedefini yasal olarak bağlayıcı kılacak İklim Yasası AB Parlamentosu'na sunulmuş ve yasa teklifi Komisyon tarafından 24.06.2021 tarihinde onaylanarak 09.07.2021'de yürürlüğe girmiştir.



Buna ek olarak, salınan sera gazı emisyon miktarının azalması, yeni iş imkânlarının gelişmesi, döngüsel ekonomi modellerinin uygulanması ve yaşam standartlarının artırılması amaçlarıyla Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) yürürlüğe girmiştir. Avrupa Komisyonu bünyesinde tasarlanan ve izlemesi yapılan AYM, AB'nin 2050'ye kadar net sera gazı emisyonlarının sıfırlanması, ekonomik büyümenin kaynak kullanımına bağlılığının sona ermesi, kimsenin ve hiçbir bölgenin geride bırakılmaması temel hedeflerini içeren yeni büyüme stratejisi olarak tanımlanmaktadır. Mutabakat yalnızca üye ülkelerde değil, AB ile ticari ve siyasi alanda yakın ilişkiler içerisinde olan tüm üçüncü taraf ülkelerce de büyük ilgiyle takip edilmektedir. İklim ve çevre ile ilgili değişiklikler, Türkiye'nin de içinde bulunduğu pek çok ülke için hem çeşitli riskler hem de fırsatlar içermektedir.

AYM hedefleri kapsamında atılacak adımlar 8 politika alanı altında gruplandırılmıştır:

1. 2030 ve 2050 iklim hedefini yükseltmek
2. Temiz, ulaşılabilir ve güvenilir enerji sağlamak
3. Temiz ve döngüsel ekonomi için sanayiye mobilize etmek
4. Enerji ve kaynak verimli inşaat ve renovasyonu gerçekleştirmek
5. "Tarladan Sofraya" yaklaşımı dahilinde adil, sağlıklı ve çevre dostu gıda sistemleri geliştirmek
6. Ekosistemleri ve biyoçeşitliliği korumak ve yenilemek
7. Temiz çevre için sıfır kirlilik hedefine yönelmek
8. Sürdürülebilir ve akıllı ulaşıma geçişi hızlandırmak

Her politika alanı kapsamında farklı hedef ve amaçlar tanımlanmış, hedeflere ulaşmak amacıyla ilgili yasal düzenlemeler ve stratejiler listelenmiştir.

Temiz enerji başlığı kapsamında yürütülmesi öngörülen çalışmaların amacı enerji verimliliğini desteklemek, enerji sektörünün çoğunluğunu yenilenebilir enerji bazlı hale getirmek, AB'nin güvenilir ve hesaplı enerji kaynaklarına erişimini sağlamak ve tamamen entegre, bağlı ve dijital bir AB enerji piyasası oluşturmaktır. Bu bakış açısıyla AB'nin mevcut enerji mevzuatının gözden geçirilerek revize edilmesi, revizyonların ise 2023 yılına kadar üye ülkelerin milli yasalarına yansıtılması söz konusudur.

Avrupa Komisyonu, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını en az %55 oranında azaltmayı ve 2050 yılında karbon nötr olmayı hedeflemektedir. Hedef kapsamında AB ekonomisinin bütün sektörleri ve toplum için katkı alanları tanımlanmakta, hedefe ulaşılması için gerekli politika eylemleri ortaya konulmaktadır.

09.07.2021'de AB Resmî Gazetesi'nde yayımlanan İklim Yasası'na göre AB kurumları ve üye devletler, 2030 yılında net emisyonların 1990 seviyesine göre %55 azaltılması hedefine ulaşmak için bir bütün olarak hem AB seviyesinde hem de ulusal düzeyde gerekli önlemleri almakla yükümlü olacaklardır. İklim Yasası'nda 2050'de iklim nötr olma hedefine ek olarak, AB'nin karbon yutaklarının geliştirilmesi, 2040 için iklim hedefi belirlenmesi, 2050'den sonra negatif emisyon taahhüdü, bilimsel tavsiye sağlayacak bağımsız bir danışma kurulunun kurulması, uyum konusunda daha güçlü hükümlerin tanımlanması, iklim nötr olma hedefiyle AB politikaları arasında güçlü uyum sağlanması, sektörler için özel yol haritaları hazırlanması gibi unsurlar da kapsamaktadır.

Avrupa İklim Yasası ile birlikte açıklanan 55'e Uyum Paketi ile AB, artan enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji uygulamaları da dahil olmak üzere tüm sektörlerde yapılması gereken eylemleri ve atılması gereken adımları belirlemiş, Temmuz 2021 tarihinden itibaren ayrıntılı yasal teklifler sunmaya başlamıştır. Paket kapsamında Komisyon, Enerji Verimliliği Direktifi ve Yenilenebilir Enerji Direktifi için yeni önerilerini görüşe sunmuştur. Enerji Verimliliği Direktifi kapsamında üye devletlerde kamu kuruluşlarına ait binaların her yıl en az %3'ünün yaklaşık sıfır enerjili binalara yenilenmesi, üye devletler için yıllık enerji tasarrufu yükümlülüğünün 2024 ile 2030 arasındaki dönem için %0,8'den %1,5'e çıkarılması, 2030 yılına kadar birincil enerji tüketiminin %39 ve nihai enerji tüketiminin %36 azaltılması gibi değişiklikler önerilmiştir.

Yenilenebilir Enerji Direktifi kapsamında ise üye devletlerin ısıtma ve soğutma sektöründeki yenilenebilir enerji payını yılda %1,1 oranında artırması, bölgesel ısıtma ve soğutma için yenilenebilir kaynaklardan ve atık ısıdan artan paylar için yıllık hedefin %1'den %2,1'e yükseltilmesi, yenilenebilir kaynaklardan ve atık ısıdan enerji sağlayan üçüncü tarafların üye devletlerin 25 MWh'ın üzerinde kapasiteye sahip ısıtma ve soğutma sistemlerine bağlanabilmelerinin sağlanması kapsamında değişiklikler söz konusudur.

Yeni düzenlemeler, AB'nin iklim nötr bir ekonomiye doğru ilerlemesini ve Paris Anlaşması kapsamındaki taahhütlerini yerine getirmesini sağlama kararlılığı taşımaktadır. Ayrıca 55'e Uyum Paketi'nin kapsamında "Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması", Avrupa Birliği "Emisyon Ticaret Sistemi"nin (ETS) yeni sektörler için genişletilmesi gibi hususlar da detaylandırılmıştır.

Birliğin 2021 yılından 2030 yılına kadar olan dönem için AB çapında politika hedeflerinin yer aldığı 2030 iklim ve enerji çerçevesi bulunmaktadır. Enerji alanındaki başlıca hedefler aşağıda sıralanmaktadır:

- Tüm enerji sistemlerini enterekte sisteme bağlamak
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını şebekelere entegre etmek
- Yenilikçi teknolojileri ve modern altyapıyı teşvik etmek
- Ürünlerin eko tasarım özelliğini ve enerji verimliliğini artırmak
- Gaz sektörünü karbondan arındırmak
- Sektörler arasında akıllı entegrasyonu teşvik etmek
- Enerji bakımından fakir olan AB üyesi devletlere yardımcı olmak
- AB enerji standartları ve teknolojilerini küresel düzeyde teşvik etmek



2020 yılında “Enerji Sistemleri Entegrasyonu Stratejisi” de kamuoyuna duyurulmuştur. Bu kapsamda enerji kaynaklarını ve altyapıyı birbirine bağlayan daha verimli bir entegre sistem tasarlandığı açıklanmıştır. Hedeflenen yeni sistemde; sanayide oluşan atık ısıların yeniden kullanımı teşvik edilecek, enerji altyapıları arasında sinerji sağlanacak, tarım artıklarının biyogaz ve biyoyakıt eldesi için kullanımı teşvik edilecek, yenilenebilir enerji üretimleri artırılacak, binalarda, ulaşımda ve sanayide ısı pompaları, elektrikli araçlar ve verimli fırınlar vb. araç ve ekipmanların kullanımı teşvik edilecek, elektrikli araçlar için şarj istasyonları kurulacak, hidrojen dahil olmak üzere düşük karbonlu yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklı yakıtların kullanımı artırılacak, çimento üretiminde karbon depolama ve kullanımı teşvik edilecek, hidrojen yakıtlı temiz demir-çelik tesisi projeleri hayata geçirilecek, enerji piyasasındaki vergi sistemi karbonsuzlaştırmaya uygun olarak

revize edilecek, binalarda dijital enerji hizmetlerinin kullanılması desteklenecektir. AB'nin enerji ile ilgili bir diğer strateji dokümanı Hidrojen Stratejisi'dir. AB'deki temiz hidrojen üretiminin hızlanması ile 2025 yılından 2030 yılına kadar entegre enerji sistemi içerisinde en az 40 GW yenilenebilir hidrojen elektrolizörü kurulması ve 10 milyon tona kadar yenilenebilir hidrojen üretilmesi hedeflenmekte, 2030 yılından itibaren ise hidrojenin tüm sektörlerde geniş ölçekte kullanılması amaçlanmaktadır.

AYM kapsamında hayata geçirilen Avrupa İklim Yasası kapsamında yer alan 2030 hedefleri, 2050 sonrasında negatif emisyonlara erişme taahhüdü ve açıklanan destekleyici nitelikteki stratejiler ile gelişmelerin Türkiye'de emisyon yoğun süreçlerle faaliyet gösteren kurumları yakından etkilemesi beklenmektedir ve somut adımlar atılmasının gerekeceği değerlendirilmektedir.

2.5.2. Türkiye’de İklim Politikalarının Gelişimi

Gelişen ekonomisi ile dünyanın önemli enerji tüketicileri arasında yer alan Türkiye'nin 2019 yılında toplam sera gazı emisyonu 506,1 milyon ton CO2 eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Bu miktar küresel emisyonların yaklaşık %1'ine karşılık gelmektedir. Türkiye'nin neden olduğu emisyonlarda da en büyük pay küresel görünüm ile paralel olarak enerji kaynaklı emisyonlara aittir (%72). Enerji kaynaklı emisyonları sırasıyla %13,4 ile tarımsal faaliyetler, %11,2 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %3,4 ile atık sektörü takip etmektedir.¹⁰⁶

Türkiye’de iklim politikaları 2000’li yıllarda gelişmeye başlamıştır. Türkiye, 2004 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne, ardından 2009 yılında Kyoto Protokolü’ne taraf olmuştur. Protokol, ülkeleri emisyonlardaki tarihsel sorumluluk ve gelişmekte olan ülkelere finansal destek sağlanmasına yönelik maddi sorumluluğa göre farklı kategorilere ayırmaktadır. Türkiye Ek-1 listesinde yer almış ve bu nedenle herhangi bir emisyon azaltım taahhüdüne tabi olmamıştır. Türkiye’de iklim politikalarını destekleyici nitelikte olan, enerji sektörüne yönelik mevzuat altyapısı ve politikalar da 2000’li yılların başından itibaren geliştirilmeye başlanmış, bu çerçevede yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi ve geliştirilmesine yönelik Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik



Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun 2005 yılında kabul edilmiştir. Dünyanın belli coğrafyalarında olduğu gibi Türkiye’de de iklim değişikliği politikaları ile paralel olarak hem kurulu güçte hem de üretimdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2009 yılından itibaren artmaya başlamıştır.

Benzer şekilde, enerji verimliliğinin etkin olarak uygulanması için 2007 yılında Enerji Verimliliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. 2012 yılında Ulusal Enerji Verimliliği Strateji Belgesi düzenlenmiştir. 2014 yılında doğrudan iklim değişikliği konulu regülasyon olan Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, takip eden yıllarda ise Yönetmeliğe ait tebliğler yayınlanmıştır. 2018 yılı başında ise Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı açıklanmıştır.

¹⁰⁶TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2019.



Türkiye ayrıca sırası ile 2010 ve 2011 yıllarında açıklanan “İklim Değişikliği Stratejisi” ve “İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı” aracılığıyla ulusal olarak belirlenmiş gönüllü azaltım taahhütlerine katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'nin ticari ilişkisi bulunan ülkeler/bölgeler arasında AB ön sıralarda yer almaktadır. Bunun önemli bir getirisi olarak AB'nin AYM kapsamında hayata geçirdiği yeni düzenlemeler ile birlikte Türkiye'de de önemli bir iç reform süreci başlamıştır. Bu kapsamda bilinçlendirme faaliyetlerini de kapsayan toplamda 9 ana başlık çerçevesinde AYM Eylem Planı taslağı oluşturulmuştur. Bu ana başlıklar aşağıdaki gibidir:

- İklim Değişikliği ile Mücadele
- Finansman
- Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması
- Yeşil ve Döngüsel Ekonomi
- Temiz, Ekonomik ve Güvenli Enerji Arzı
- Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım
- Ulaştırma
- Diplomasi ve Bilgilendirme

Yukarıda sıralanan ana başlıklar kapsamında İklim Kanunu ve ETS ile ilgili düzenlemeler ele alınmakta, Türkiye'nin uluslararası finansmana erişiminin geliştirilmesi ve ulusal finansman imkânlarının daha etkin kullanımı için çalışmaların yapılması, 2023 yılı itibarıyla Ulusal Enerji Verimliliği Finansman

Mekanizması'nın geliştirilmesi hedeflenmektedir. Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması göz önüne alınarak karbon fiyatlandırma ile ilgili Türkiye'nin durumunun belirlenmesi kapsamında hazırlıklar yapılmaktadır. 2022 yılı içinde Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, 2023'te ise AB Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol mevzuatının uygulanmasına yönelik ulusal eylem planı ve uygulama takviminin açıklanması hedeflenmektedir. Enerji alanında ise enerji verimliliği projeleri ile firmalara teknik destek sağlanması ve Yeşil Tarife ve YEK-G Belgesi ile ilgili farkındalık çalışmaları yürütülmesi planlanmaktadır.

Özellikle 55'e Uyum Paketi ile beraber açıklanan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'nın öncelikli olarak uygulanacağı sektörler içerisinde Türkiye'nin önemli bir payı bulunmakta, bu nedenle önemli yükümlülüklerin gündeme geleceği gözlenmektedir. 14.07.2021 tarihinde yayımlanan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması yasa teklifinde belirtildiği üzere, 2023-2025 yılları arası geçiş dönemi olarak değerlendirilecek ve uygulama demir-çelik, çimento, gübre, alüminyum ve elektrik sektörlerini kapsayacaktır.

Geçiş döneminde AB içindeki ithalatçıların ithal ettikleri ürünler kapsamında emisyon salımları için bildirim ya da raporlama yapmaları gerekecek, bu da menşei ülkedeki üreticiler için aynı yükümlülükleri beraberinde getirecektir.

Geçiş dönemi sonrasında başlayacak olan uygulama döneminde oluşacak maliyet ise, AB ETS fiyatlarına bağlı/dayalı olarak hesaplanacaktır.

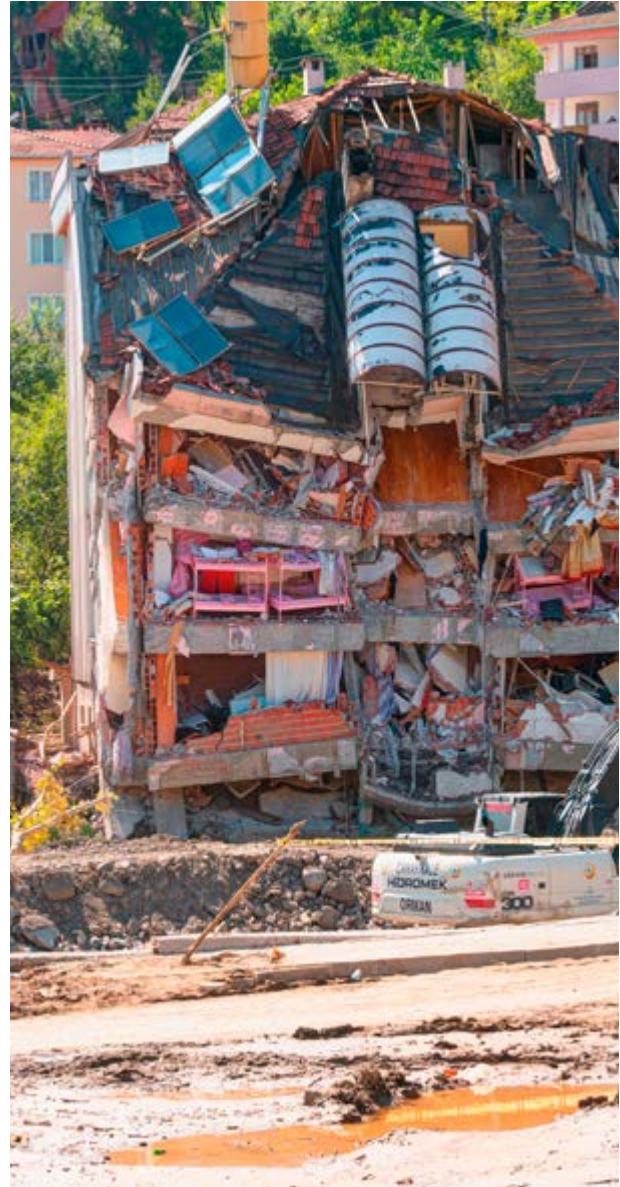
Türkiye'nin halihazırda başlattığı inisiyatif ve projeler kapsamında konuyla ilgili pek çok çalışma planlanmaktadır. 12.03.2021 tarihinde açıklanan ekonomi reformları kapsamında binalar ile tarım ve hizmet sektörlerinin de enerji verimliliği destekleri kapsamına dahil edilmesi gündemdedir. Öte yandan enerjisini kendi karşılayan ve kaynak verimliliği yüksek yeşil Organize Sanayi Bölgeleri'nin hayata geçirilmesi, elektrikli araç şarj altyapısının geliştirilmesi gibi çalışmaların yürütülmesi söz konusudur.

Türkiye'de iklim değişikliği ile mücadele ve uyum çalışmaları kapsamında yürütülen programlardan bir diğeri ise 2011'de Dünya Bankası'nın iklim değişikliği ile mücadele çerçevesinde gelişmekte olan ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmasına destek olmak amacıyla başlattığı ve Türkiye'nin 2013'te dahil olduğu Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı Programı projesidir. İlk fazı 2018 sonunda biten ve ikinci fazı fesmî olarak Şubat 2019'da başlayan proje dahilinde; emisyon sınırının tanımlanması ve ulusal tahsis planının hazırlanması, emisyon ticareti simülasyonunun gerçekleştirilmesi, Türkiye'de ETS pilot uygulaması için yasal ve kurumsal altyapı taslağının geliştirilmesi konulu çalışmalar yürütülmüştür. Şubat 2020'de Türkiye'de karbon fiyatlandırması iletişim stratejisinin ilk taslağı tamamlanmıştır. Kasım 2020'de ise Türkiye'de Pilot ETS Uygulamasına Yönelik Yasal ve Kurumsal Altyapının Geliştirilmesi Projesi'ndeki son ilerlemeler sunulmuştur.

Türkiye Paris Anlaşması'nı 2015 yılında imzalayan ülkeler arasında yer almıştır. Paris Anlaşması'nın onaylanmasına ilişkin kanun teklifi 06.10.2021'de TBMM Genel Kurulunda kabul edilmiş, Paris Anlaşması'na ilişkin kanun 07.10.2021 tarih ve 31621 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Paris Anlaşması'nın onaylanmasından önce kurumsal altyapının oluşturulması kapsamında çalışmalar yürütülmüş, küresel ölçekte kabul gören 2°C'nin oldukça altında kalma çabalarına katkı sunmak ve şimdiki ve gelecek nesillerin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden korunmasını sağlamak üzere atılacak adımlar için gerekli usul ve esasların belirlenmesi amacıyla İklim Değişikliği Kanun Tasarısı oluşturulmuştur. Kanun tasarısı kapsamında belirlenen temel başlıklar; sera gazı emisyonlarının azaltımı, iklim değişikliğinin etkilerine uyum, iklim değişikliği politikalarının

uygulanmasında görev, yetki ve sorumlukların dağılımı, piyasa temelli mekanizmaların kurulması, denetimler ve yaptırımlardır. Kanun tasarısı kapsamında izleme, raporlama doğrulama süreçleri, yasal düzenleme araçları, strateji ve eylem plan ve programları, uyum politikaları, risk değerlendirmeleri ve ülke hedefleri ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

2021 yılı Türkiye'nin iklim öncelikleri kapsamında önceki dönemlere kıyasla daha köklü adımlar atılmış olduğu bir yıl olarak değerlendirilmektedir ve genel eğilimin küresel iklim yönelimlerine paralel olduğunu söylemek mümkündür. Atık yönetiminden ormanların korunmasına ve su kaynaklarının etkin yönetimine kadar iklimle ilgili pek çok başlıkta olduğu gibi enerji sektöründe de daha yeşil ve çevreye duyarlı bir sisteme ulaşabilmek için gerekli altyapı ve destek çalışmaları devam etmektedir.





Meclisi Mebusan Caddesi No.81
Fındıklı İstanbul 34427, Türkiye
T: +90 (212) 334 50 41
F: +90 (212) 334 52 34