Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 6

ENERJİ POLİTİKALARININ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDEKİ YERİ

Modüller
Elektronik versiyonu için QR kodu

Enerji Modülü
Elektronik versiyonu için QR kodu

ENERJİ POLİTİKALARININ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDEKİ YERİ

Hazırlayan:
M. Tülin Keskin

2019, Ankara

ENERJİ POLİTİKALARININ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDEKİ YERİ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR....2
YÖNETİCİ ÖZETİ....3
1. TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE İKLİM DEĞİŞİMİNE ETKİSİ....6
1.1. Birincil Enerji Kaynakları ve Elektrik Enerjisi....6
1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları....8
1.2.1. Hidrolik Enerji....11
1.2.2. Rüzgâr Enerjisi....12
1.2.3. Güneş Enerjisi....15
1.2.4. Jeotermal Enerji....16
1.2.5. Biyokütle Enerjisi....17
1.2.6. Petrol Alternatifi Olarak Biyodizel ve Biyoetonol....18
1.3. Nükleer Enerji....19
1.4. Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve 2023 Hedefleri, Enerji Projeksiyonları....19
1.5. Türkiye Enerji Sektörü ve Sera Gazlarına Etkisi....23
2. TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ VERİMLİLİĞİ POTANSİYELİ: MEVCUT HEDEFLER, İYİ UYGULAMALAR, ÖNEMLİ GELİŞMELER, FIRSATLAR VE ZORLUKLAR....25
2.1. Sektörel Enerji Tüketimi....25
2.2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ VE SEKTÖREL ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMALARI....26
2.2.1. Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği....30
2.2.2. Konut ve Hizmetler Sektöründe Enerji Verimliliği....34
2.2.3. Ulaştırma Sektöründe Enerji Verimliliği....37
3. KÜRESEL ÖLÇEKTE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İLE FOSİL ENERJİ KAYNAKLARININ MALİ ANALİZLERİ....41
4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ODAKLI ENERJİ POLİTİKALARININ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDEKİ ÖNEMİ....47
5. KÜRESEL/BÖLGESEL DÜZEYDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE TÜRKİYE'NİN ENERJİ SEKTÖRÜ TAAHHÜTLERİ....54
5.1. Türkiye'de Sera Gazı Emisyonları Azaltım Politikaları ve Enerji Tüketimi....54
6. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELE AB ENERJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE'NİN KONUMU....60
6.1. AB Enerji-İklim Politikaları....60
6.2. Türkiye'nin Enerji Politikası ve AB ile İlişkiler....63
7. TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI....64
7.1. Enerji Verimliliğinde Yasal Çerçeve....64
7.2. Yenilenebilir Enerjide Yasal Çerçeve....69
8. HEM YERLİ HEM DE YENİLENEBİLİR ELEKTRİK ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME: TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNİN GELİŞMESİNİN ÖNÜNDEKİ İÇİN FIRSATLAR VE ZORLUKLAR....72
9. TÜRKİYE'DE ENERJİ SEKTÖRÜNDE İKLİM DOSTU FİNANSAL FIRSATLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ....77
9.1. Enerji Verimliliğinde Kamu Destekleri....77
9.2. Yenilenebilir Enerji Sektöründe Kamu Destekleri....78
9.2.1. Enerji Dönüşümünü Destekleyen Düzenleyici Çerçevenin Güçlendirilmesi için Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı YEKA İhaleleri....83
9.2.2. Rüzgâr Enerji Santrali (YEKA-RES) İhalesi....85
9.2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı Güneş Enerjisi Santrali (YEKA-GES) İhalesi....85
10. TÜRKİYE'DE ÇEŞİTLİ SEKTÖRLERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ UYGULAMALARI....85
11. ENERJİNİN TOPLUMSAL BOYUTU VE TÜRK HALKININ ENERJİ TERCİHLERİ (bkz. Ediger ve ark., 2019)....90
12. YENİLENEBİLİR ENERJİ SEKTÖRÜNÜN ENERJİ KOOPERATİFLERİ PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ....95
12.1. Yenilenebilir Enerji Sektöründe Dayanışma Ekonomilerinin Yaratılması:....95
12.1.1 Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri....95
12.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri....97
12.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kooperatifi Kurulma Süreci....99
KAYNAKÇA....103

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AKAKDO	Land Use, Land-Use Change and Forestry(LULUCF) *Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık*
CSP	Concentrated Solar Power *Konsantre Güneş Santralleri*
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
EPİAŞ	Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
EV	Enerji Verimliliği
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
Gton	Giga ton
IPPU	Industrial Processes and Product Use *Endüstriyel İşlemler ve Üretim*
IEA/UEA	Uluslararası Enerji Ajansı
INDC	Intended Nationally Determined Contribution *Ulusal Katkı Niyet Beyanını*
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change *Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli*
IRENA	International Renewable Energy Agency *Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı*
JES	Jeotermal Elektrik Santrallerinin
LCOE	Levelized Cost of Energy *Düzeltilmiş Elektrik Maliyetleri*
MTEP	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
RİTM	Rüzgâr Enerjisi İzleme ve Tahmin Sistemine
TURSEFF	Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansmanı Programı
TWh	Terawatsaat
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*
YE	Yenilenebilir Enerji
YEKA	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Destek Mekanizması

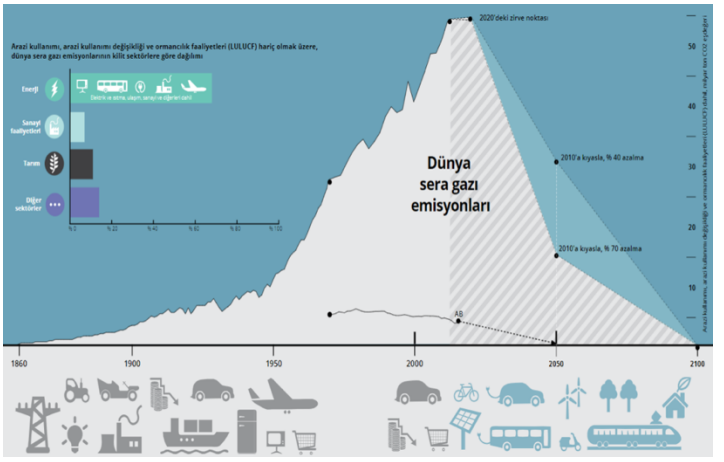
YÖNETİCİ ÖZETİ

Küresel olarak enerji kullanımı, insan faaliyetlerinden açığa çıkan sera gazı emisyonları içinde en büyük paya sahiptir ve küresel sera gazı emisyonlarının neredeyse üçte ikisi, ısınma, elektrik, ulaşım-taşıma ve sanayide üretimi için kullandığımız enerji ile ilişkilidir (Şekil 1).

1990 yılından bu yana sera gazı emisyonlarının önemli artış göstermiş olması ve **sera gazları ve özellikle** CO_2 emisyonlarındaki en büyük payı alması, "Enerji Sektörü"nün, tüm dünyada iklim politikalarının istenen yolda ilerlemesi için mercek altına alınmasına yol açmaktadır. Enerji tüketimini içeren süreçler örneğin Avrupa Birliği'nde (AB) toplam emisyonlarının %70 civarındaki bir bölümünden sorumludur. Bu nedenle enerji tüketimi, AB'de en büyük sera gazı emisyonu kaynağı olarak yakından izlenerek bu alanda en güçlü taahhütler verilmektedir. Enerji tüketimi hala büyük sorun olsa da bu konuda uygulanan politika önlemleri sayesinde miktar olarak azalma yolunda ilerlemektedir. Örneğin sadece enerji tüketiminden kaynaklanan CO_2 eşdeğeri emisyon miktarı 1990 yılında 1,8 milyon kiloton iken 2015'te 1,3 milyon kilotona inmiştir.[1]

[1] CO_2 eşdeğeri

Şekil 1: *Küresel Sera Gazı Emisyonlarının Sektörlere Dağılımı ve Gelişimi (Avrupa Çevre Ajansı, 2017: 28-29)*



Gerek enerji tüketimdeki artış hızı, gerekse enerji kaynaklarının tüketim kompozisyonu enerji sektörünün iklim değişikliği politikaları ile eşgüdümünü zorunlu hale getirmiş ve Dünya'yı mümkün olabildiğince daha az enerji tüketilmesi ve bu tüketimi de fosil yakıtlardan arındırmak üzere yeni bir yola sokmuştur. Bu önemli değişim süreci enerji sektöründe sesiz bir rönansın başlangıcıdır. Bu nedenle "İklim Değişikliği" denildiğinde enerji sektörünü ve dinamiklerini daha iyi anlamamız, analiz etmemiz ve en etkili tedbirleri bu alanda almamız gerekmektedir.

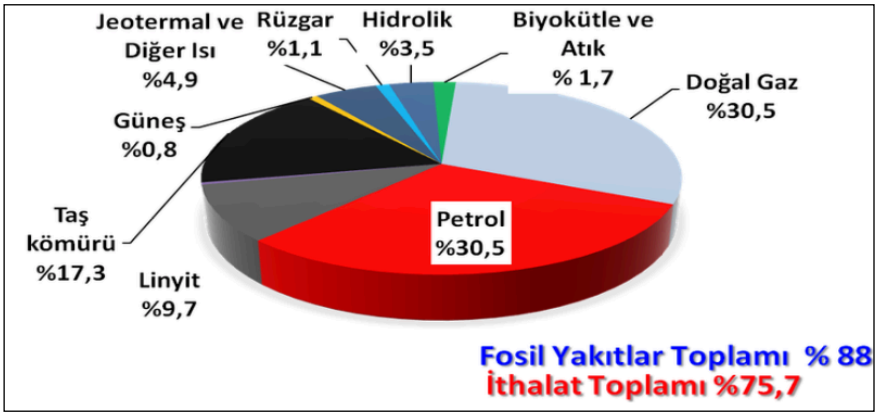
Bu raporda, Dünya'da ve Türkiye'de enerji sektörünün iklim üzerindeki etkilerinin, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji politikaları ile nasıl değişebildiğinin ve ülkemizin bu alanlardaki politikası, mevcut durumu ve imkanları ile iklim değişikliğinde nerede durduğunun daha iyi anlaşılması amaçlanmaktadır.

1. TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE İKLİM DEĞİŞİMİNE ETKİSİ

1.1. Birincil Enerji Kaynakları ve Elektrik Enerjisi

Türkiye'nin 2016'da toplam 136,2 TEP olan birincil enerji arzı 2017 yılında 145,3 milyon TEP'e yükselmiştir. Bu arzın kaynaklara dağılımında, ilk sırayı %30,5 paylar ile doğalgaz ve petrol almıştır. Bunları %27 pay ile kömür (taşkömürü ve linyit) takip etmiştir. **Sonuç olarak fosil yakıtlar toplamda Türkiye'nin birincil tüketimindem%88 pay almıştır** (Şekil 2).

Şekil 2: *2017 Yılı Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Payı (ETKB-EİGM, 2018)*

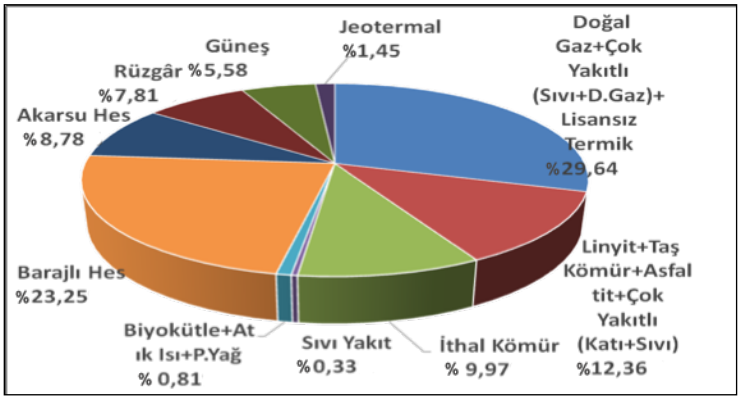


Birincil Enerji Talebi artışına bakıldığında 1990 yılında 52,7 olan talep, %176 artış ile 2017 de 145,3 milyon TEP'e ulaşmıştır. Bu talebin de büyük bir bölümü (2017 itibarı ile %75,7) fosil ithal yakıtlar ile karşılanmıştır. Bu durum iklim değişikliği konusunda elimizi zayıflatırken ülkemizdeki enerji arzının kesintisiz, ucuz ve güvenli olarak sağlanmasında da potansiyel sorun alanı olarak karşımızda durmaktadır. Özellikle birincil enerji kaynakları içinde doğalgazda yaklaşık %98, petrolde ise %91 oranında dışa bağımlılık önemli bir arz güvenliği riski oluşturmaktadır. Dahası enerji ithalatının dış ticaret açığındaki en önemli ithalat (2017 enerji ithalatı maliyeti 37 milyar dolar) kalemlerinden birisi olması enerji sektörünü ekonomi üzerinde baskı yaratan bir sektör durumuna getirmiştir.

Diğer taraftan Türkiye'nin kişi başına düşen birincil enerji arzı 1,69 TEP iken, UEA üyeleri ortalaması Kişi Başına 4,5 TEP'dir. Bir başka deyişle, Türkiye'nin üç katıdır. Refah göstergesi olarak kabul edilen "Kişi Başına Elektrik Tüketimi" hedeflerine bakıldığında da 2017 yılında 3690 kWh olan tüketimin Bakanlık (ETKB) projeksiyonlarında 2040 yılında 8000 kWh'in (UEA üyeleri 2016 yılı ortalaması 9.900 kWh) üstüne çıkması öngörülmektedir. Türkiye'nin ve UEA üyelerinin bugünkü kişi başına tüketim değerleri kıyaslandığında refah seviyesi artışı ile Türkiye'nin enerji tüketiminin er ya da geç artmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Önemli olan bu büyümenin iklim olgusu bağlamında ne kadar karbonsuz olarak başarılabileceğidir.

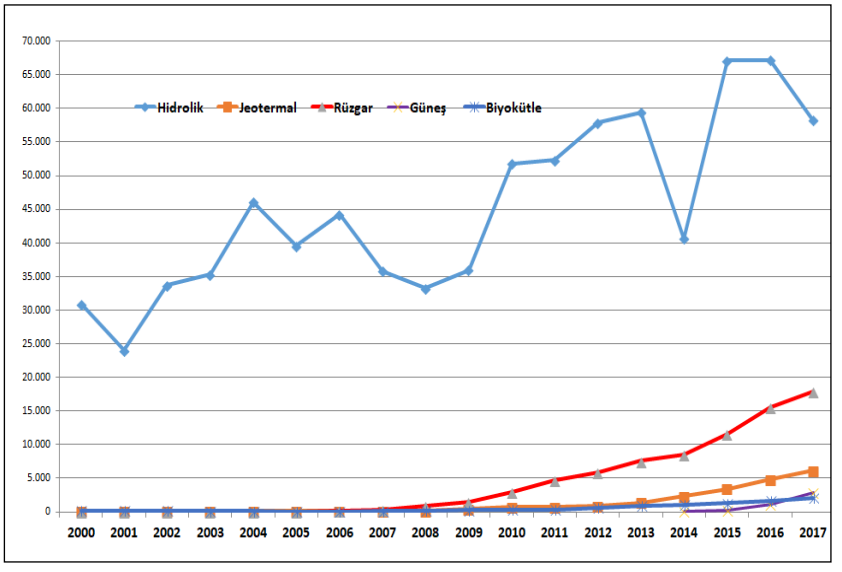
Son yıllarda ülkemizin elektrik enerjisi kurulu gücü, verilen teşvikler ve teknolojinin ucuzlaması doğrultusunda yenilenebilir enerji, özellikle rüzgâr, jeotermal ve güneş enerjisi lehine hızlı bir büyüme göstermektedir. 2017'de yenilenebilir kaynak kapasitesinde 3,2 GW artış olurken fosil yakıtlarda eklenen kapasite yarısı kadar, 1,5 GW olarak gerçekleşti (TEİAŞ, 2017a). 2018 Ekim ayı sonu itibarı ile toplam kurulu güç 88.177,7 MW'a ulaşırken yenilenebilir enerjiye dayalı kurulu gücün payı %45,8 ve termik payı %54,2'dir (Şekil 3).

Şekil 3: *2018 Ekim Sonu İtibarıyla Kurulu Gücün Kaynaklara Dağılımı (88.177 MW) (TEİAŞ, 2018)*

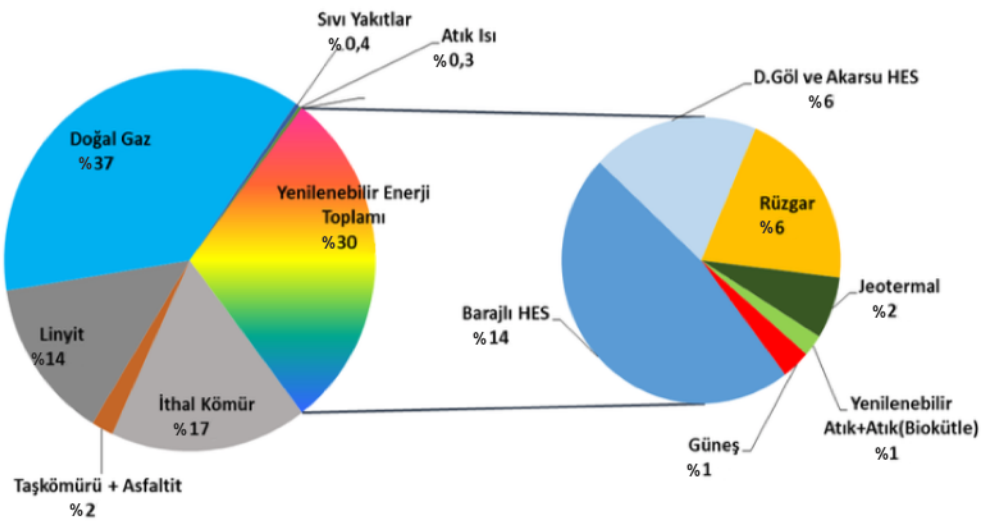


Kurulu güçte olduğu gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki payı 2009 yılından itibaren artmaya başlamış ve 2017 yılında **295.511 GWh** olan elektrik üretiminde; yenilenebilir enerji payı yaklaşık %30 'a ulaşmıştır (Şekil 4 ve 5).

Şekil 4: *Yenilenebilir Enerjinin GWh olarak Üretime Katkısının Gelişimi (TEİAŞ, 2017a)*



Şekil 5: *2017 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Kaynakların Payı (TEİAŞ, 2017b)*



Ülkemizde üretilen **295.511 GWh** elektrik, çeşitli kayıplar ve küçük bir miktar da ihracaat sonucunda **245.515 GWh olarak tüketilmektedir**. Tüketimde en büyük payı %47 ile sanayi alırken onu %26 ile Ticaret ve Kamu ve %22 ile mesken takip etmektedir.

1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları[2]

Yenilenebilir enerji kaynakları son yıllardaki teknolojik gelişmelerle artık bütün dünyada fosil yakıtların önemli bir rakibi haline gelmiştir. Ayrıca bu kaynakların dünyanın her bölgesinde kullanılabilir olması enerji bağımsızlığının yolunu açarak dünyanın her bölgesinde enerji tüketimini mümkün kılmıştır. Diğer yandan yenilenebilir enerji teknolojisinin birkaç ülkenin elinde olması, ithal enerji bağımlılığından teknoloji bağımlılığına dönüşerek yeni bir dış bağımlılık olarak da karşımıza çıkmaktadır. Teknoloji geliştirmek için yakın geçmişte yatırım yapan ülkeler bu durumu fırsata çevirerek küresel ekonomide rekabet üstünlüğü sağlayacaktır. Sonuç olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını kendi teknolojisi ile kullanabilecek ülkeler önümüzdeki dönemin öne çıkan ekonomilerinden olmaya aday ülkeler arasındadır. Bu nedenle yenilebilir enerji potansiyeline ve teknolojisine sahip, uzun erimli akıllı politikalar geliştirebilen ve uygulayabilen ülkeler çok önemli fırsatlara sahip olacaktır.

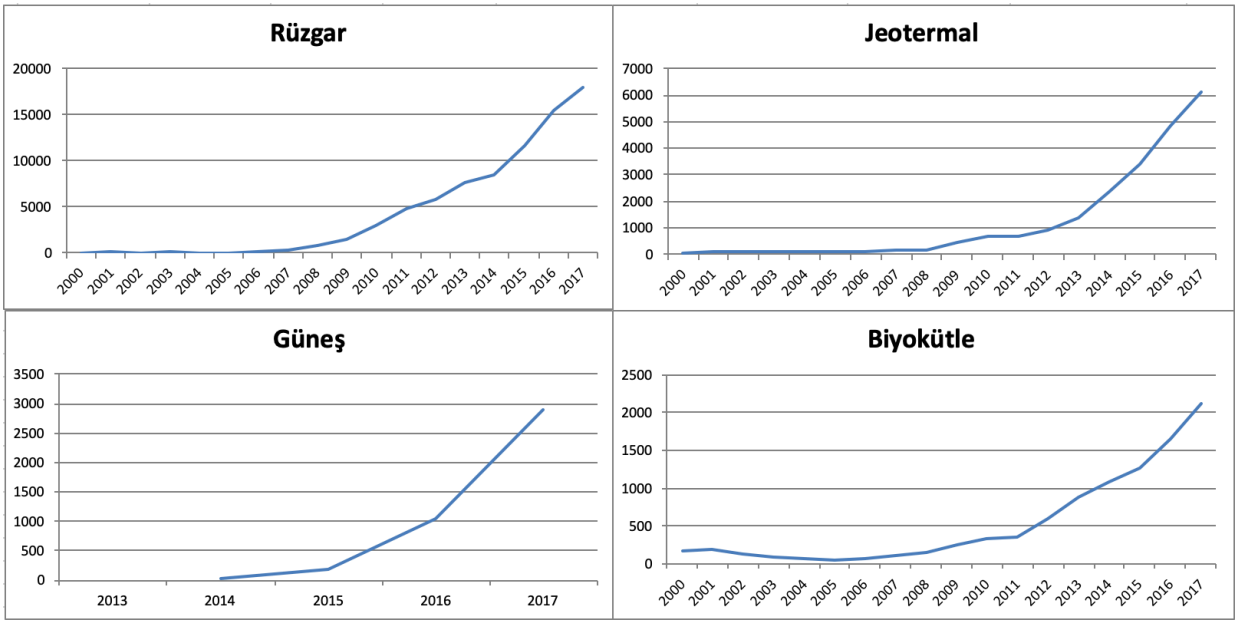
Ülkemizde ***hidroelektrik güç, rüzgâr, jeotermal güneş enerjisi ve enerjiye dönüştürülebilir tüm atıkları da kapsayan biyokütle*** ve henüz hiçbir proje geliştirilmeyen ***dalga enerjisi*** yenilenebilir enerji kaynakları olarak kabul edilmekte ve kullanılmaktadır.

Türkiye coğrafi şartları ve konumu nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları açısından şanslıdır. Bu konumunu, gerekli teknojilere sahip olmaması ve bu kaynakların kurulum maliyetlerinin yüksek olması nedeni ile HES'ler dışında henüz bir avantaja çevirememiştir. Ancak son 10 yılda bu alanda

[2] Bu bölümde verilen bilgiler ağırlıklı olarak 11. Kalkınma Planı Enerji Arz Güvenliği ve Verimliliği ÖIK, Yerli ve Yenilenebilir Enerji Alt Grubu Taslak Raporu-30.01.2018'e dayanmaktadır. Kurulu güç bilgileri https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-11/kurulu_guc_ekim_2018.pdf den alınan verilerle düzenlenmiştir.

potansiyel alan çalışmalarının yapılması, maliyetlerin düşmesi, yasal düzenlemelerin yapılması ve yeni teşviklerin getirilmesi ile bu kaynakların üretime katkısı hızla artmaktadır (Şekil 6). ETKB tarafından yenilenebilir enerjide son 16 yılda kurulu gücümüzün %245 arttırıldığı ve güneşte, rüzgârda, hidroelektrikte, biyogazda, jeotermalde kapasite artış rekorları kırıldığı belirtilmektedir (Enerji ve Çevre, 2019).

Şekil 6: *Rüzgâr, Jeotermal Güneş Enerjisi ve Biyokütle kaynaklarının GWh olarak Elektrik Üretiminin Yıllara Göre Gelişimi (TEİAŞ, 2017c)*



Yenilenebilir enerji kurulu gücünün toplam kurulu güçteki oranı %45'ler seviyesinde olmasına rağmen enerji üretimine katkısı daha azdır. Yenilenebilir kaynakların doğasından kaynaklanan bu durumun en önemli nedeni bu kaynaklardan yıllık yararlanma sürelerinin fosil yakıtlara göre düşük olmasıdır. Mevcut ekonomik teknolojilerle, ülkemizde de potansiyeli yüksek olan rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir kaynakların üretiminin büyük ölçüde rüzgârın esmesi, güneşin çıkması, gece batması ve yağışların seviyesi gibi doğal etmenlere bağlı olması sonucunda sadece yenilenebilir kaynaklarla arz güvenliğinin sağlanması mümkün değildir. Bu husus yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesinde karşılaşılan önemli engellerden biridir.

Yenilenebilir enerjinin değişkenliği probleminin giderilmesi için bütün dünya depolama teknolojileri, akıllı şebekeler gibi yeni alanlar üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Bugünkü şebeke altyapımız ile rüzgâr ve güneşin toplam elektrik üretimindeki paylarının %10'lar seviyesinin üstüne çıkması durumunda enerji arz güvenliği için yeni yatırımların mutlaka sistem arz esnekliğini geliştirecek şekilde olması ve elektrik depolama teknolojilerinden yararlanılması gerekmektedir. Ancak yeni AB stratejisi bu değeri 2030'da %15'e çıkarılması için planlama yapılmasını öngörmektedir. Küresel ölçekte bu değerin %25'e çıkarıldığı örnekler de bulunmaktadır.

SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi ve Bloomberg New Energy Finance (BNEF) tarafından hazırlanan Türkiye'nin "Uzun Dönemli Elektrik Pazarı Görünüm Raporu" Türkiye'de üretilen elektriğinin %50'sinin rüzgâr güneş ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanabileceğini ortaya koyan bir model çalışması sonuçlarına yer vermektedir. Bu rapor, Türkiye'nin yenilenebilir enerji geleceği üzerine birçok ümit vaadeden bulguyu içermektedir. Rapordaki ana vurgular aşağıda verilmektedir;

- *Türkiye'nin elektrik talebi ekonomik büyüme ve artan nüfusa bağlı olarak 2017-2050 yılı arasında %126 oranında yükselerek, 2050'de yıllık 653 TWh seviyesine ulaşacaktır.*
- *Türkiye ekonomisindeki elektrik yoğunluğu 2023'den sonra düşme eğilimine girecek ve elektrik sektörü emisyonları artan talebe rağmen gerilemeye başlayacaktır.*
- *Rüzgâr ve büyük ölçekli güneş enerjisi santrallerinin düzeltilmiş elektrik üretim maliyetleri 2023 yılında kömürle aynı seviyede yer alacaktır. Bu kaynaklar hâlihazırda doğalgaz santrallerinin gerisindedir.*
- *Rüzgâr enerjisinde 2018'de 67 ABD Dolar/Megavat-saat (MWh) seviyesinde olan maliyetler, 2050 yılında 29 Dolar/MWh seviyesine gerileyecektir.*
- *Türkiye'deki güneş enerjisi yatırımları için düzeltilmiş elektrik üretim maliyetleri 79 Dolar/MWh seviyesinde bulunmaktadır. Bu Türkiye'yi güneş enerjisi yatırım maliyetlerinde Avrupa, Ortadoğu ve Afrika bölgesinde İngiltere'den sonra en pahalı ikinci ülke yapıyor. Bununla birlikte bu maliyetler 2050'de %77 oranında gerileyecektir.*
- *Doğalgaz santrallerinin hâlihazırda 94 Dolar/MWh olan düzeltilmiş elektrik üretim maliyeti, artan yakıt fiyatlarının etkisi ile yükselmeye devam edecek ve 2023 yılından itibaren mevcut doğalgaz santrallerini işletmek, yeni büyük ölçekli güneş elektriği santralleri inşa ederek üretim yapmaktan daha maliyetli hale gelecektir.*
- *Doğalgaz fiyatları 2024-27 döneminde 7 ABD Doları/MMBtu olacak, 2050 yılında ise 6 ABD Doları/MMBtu seviyesine inecektir.*
- *Kömür 44 ABD Doları/MWh ile hâlihazırda Türkiye'de düzeltilmiş elektrik üretim maliyeti en düşük elektrik üretim kaynağıdır. Bununla birlikte rüzgâr ve güneş 2023'ten itibaren kömürü yakalayacaktır.*
- *2018 sonu itibari ile 88,5 GW olan Türkiye'nin elektrik üretim kapasitesi 2050 yılında 261 GW'a yükselecektir. Bu kapasitede kömürün payı %5'e inecek, fotovoltaik sistemler %26 ile kapasite içinde en büyük paya sahip olacaktır. Rüzgâr santrallerinin payı %24'e ulaşacaktır.*
- *Depolama birimlerinin de şebeke esnekliğine katkısı sayesinde Türkiye'nin 2050 yılı elektrik üretim kapasitesinin %88'i karbon emisyonuna yol açmayan elektrik üretim santrallerinden karşılanacaktır.*
- *Elektrik üretim sektörü kaynaklı emisyonlar 2023'de 2017'ye göre %17 oranında artarak 206 megaton (Mt) ile zirve noktasına ulaşacaktır. Daha sonra elektrik üretiminde azalan fosil yakıt paylarının da etkisi ile gerileme dönemine girecektir.*

Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının son dönemde hızla payının arttırmasındaki en önemli etken elektrik üretiminde uygulanmakta olan destek sistemidir. Bu destek *sabit fiyat ve alım garantisi* şeklinde uygulanmaktadır. Destekler Yenilenebilir Enerji kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin (YEKDEM) Yönetmeliği (EPDK, 2019) kapsamında sağlanmaktadır. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından *üretilecek elektriğin teşvikli alım fiyatı kilovatsaat başına ABD Doları ($) cent olarak yönetmeliğin Cetvel-1'inde* her kaynak için belirtilmiştir. Tarife geçerlilik süresi

1.1.2016 tarihinden 2020 yılı sonuna kadar[3] devreye girme koşuluyla 10 yıldır. Ayrıca aynı sürede yerli teknoloji oluşumunu teşvik etmek amacıyla da lisanslı tesislerde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamının en az ilgili yönetmelikte tanımlı miktar kadarının yerli üretim olması halinde üretilecek elektrik enerjisi için 5 yıl süreyle Cetvel-2'de belirlenmiş olan ilave fiyat uygulanmaktadır.[4] İlerleyen bölümlerde bu konuya daha detaylı olarak değinilecektir.

Yenilenebilir enerjinin etkin ve verimli kullanabilmesi ve enerji üretiminde değerlendirilebilmesine yönelik olarak potansiyel konusunda da önemli çalışmalar yapılmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından REPA (*Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası*), GEPA (*Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası*), BEPA (*Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası*) oluşturulmuştur. Ayrıca ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyelinden azami ölçüde yararlanmak amacıyla, daha fazla rüzgâr santralinin elektrik sistemine entegrasyonunu sağlamak ve rüzgârdan üretilecek elektriksel gücün önceden tahmin edilmesine yönelik Rüzgârdan Üretilen Elektriksel Güç için *"Rüzgâr İzleme Tahmin ve Yönetim Merkezi" (RİTM)* kurulmuştur.

1.2.1. Hidrolik Enerji

Hidroelektrik santrallerin, doğru projelendirildiğinde ve ÇED raporlarına uygun olarak işletildiğinde çevreye en az zarar veren enerji üretim yöntemlerinden biri olduğu varsayılmaktadır. İşletilmesi aşamasında herhangi bir zehirli atık oluşmamakta ve bu haliyle enerji üretiminde fosil yakıt kullanan enerji santrallerine göre sera gazı emisyon miktarı (karbondioksit CO_2) oldukça düşük bir seviyededir.

Hidroelektrik, yüzyıldan fazla bir deneyime sahip kanıtlanmış ve gelişmiş bir teknolojinin ürünüdür. Bugünkü santraller %90-95 dolayında en yüksek verimli enerji dönüşümünü sağlamaktadır. Hidroelektrik diğer büyük ölçekli enerji üretim seçenekleriyle kıyaslandığında, en düşük işletme maliyetine ve en uzun işletme ömrüne sahiptir. Hidrolik santrallerin kısa sürede devreye alınabilmeleri, ani elektrik enerjisi taleplerinin anında karşılanabilmesi açısından diğer yenilenebilir kaynaklara göre önemli bir avantaj ve stratejik yarar sağlamaktadır. Özellikle depolamalı HES'ler en fazla 3-5 dakika içerisinde devreye alınabilmekte ve devreden çıkarılabilmektedir. Enerjiye ihtiyaç olmadığı zamanlarda, kaynak kullanarak üretime devam etme dezavantajını da ortadan kaldırmaktadır. Birçok ülkede pompaj üniteleri ile HES'ler diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim yapamadığı zamanlardaki açığını kapatmak için depolama olarak da kullanılmaktadır. Bu santrallerin sistemde elektriğin bol ve ucuz olduğu saatlerde üst kottaki rezervuara alt kottaki rezervuardan su basmakta ihtiyaç olduğunda devreye girerek depolanan suyu elektriğe çevirerek sistem boşluklarını gidermektedir. Pik enerji talebinin hidroelektrik santrallerce karşılanmasında da HES'lerin önemli görevi budur.

[3] 2013/5625 Bakanlar Kurulu Kararı (5 Aralık 2013 tarihli RG) - Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Dayalı Üretim Faaliyeti Gösteren Tesisler İçin Uygulanacak Fiyat ve Süreler ile Yerli Katkı İlavesine İlişkin Kararın Yürürlüğe Konulması Hakkında Karar

[4] Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerde kullanılan yerli aksamın desteklenmesi hakkında yönetmelik, (24 Haziran 2016 tarihli RG) - Resmi Gazete Sayısı: 29752.

Elektrik arzı içinde 2017 yıllı itibarı ile %20 pay alan (geçmiş yıllarda su gelirlerinin yüksek olduğu dönemlerde %30 civarında da pay almıştı) hidroelektrik santraller Türkiye'nin en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır.

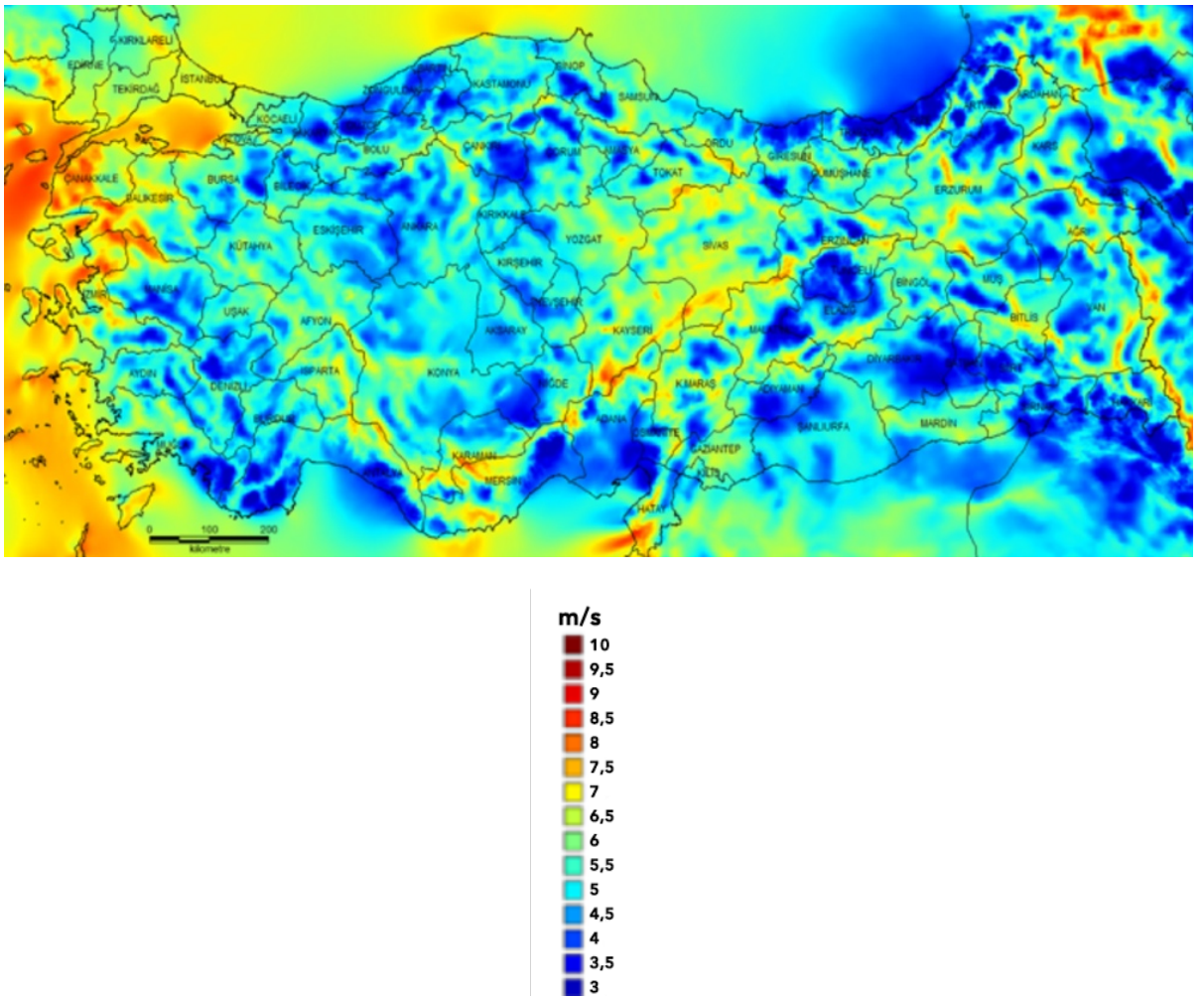
Ülkemiz teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh, değerlendirilebilir potansiyeli 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli ise 140 milyar kWh/yıldır. Hidrolik kurulu gücü 2018 yılı Ekim sonu itibariyle ile 20503,5 MW (117 adet santral) barajlı, 7.737 MW akarsu (523 adet) tipinde ve 7,4 MW(10) lisansız[5] olmak üzere toplam 28.248 MW'a ulaşmıştır. Hidrolik enerji potansiyelinin değerlendirilmesi kapsamında devrede olan HES'lere ilave yaklaşık 10 000 MW civarında da lisanslı ve ön lisanslı gibi çeşitli aşamalarda proje stoku bulunmaktadır.

1.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)'ya göre açık alan yakınlarındaki en şiddetli yıllık ortalama rüzgâr hızları Türkiye'nin batı kıyıları boyunca, Marmara Denizi çevresinde ve Antakya civarındadır (Şekil 7). Orta şiddetteki rüzgâr hızına sahip geniş bölgeler ve rüzgâr gücü yoğunluğu Türkiye'nin orta kesimleri boyunca mevcuttur. REPA'ya göre Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli rüzgâr sınıfı iyi ile sıra dışı arasında 48 bin MW olarak belirlenmiş olup bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1,3'üne denk gelmektedir.

[5] Lisansız Üretim Tesisi: Önlisans ve lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğünden muaf olarak kurulabilecek üretim tesislerini tanımlamaktadır. Kurulu gücü bir megavat ve altında olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleridir. Ayrıca Bakanlıkça belirlenecek verimlilik değerini sağlayan kategorideki kojenerasyon tesisleri, Mikrokojenerasyon tesisleri, Belediyelerin katı atık tesisleri ile arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan üretim tesisleri bu kategoridedir. Tüm hususlar bir yönetmelik ile düzenlenmiştir.

Şekil 7: *Rüzgar Enerjisi Potansiyeli - 50 m Yükseklikte Rüzgar Hızı (m/sn) (REPA) Atlası (YEGM, t.y. a)*



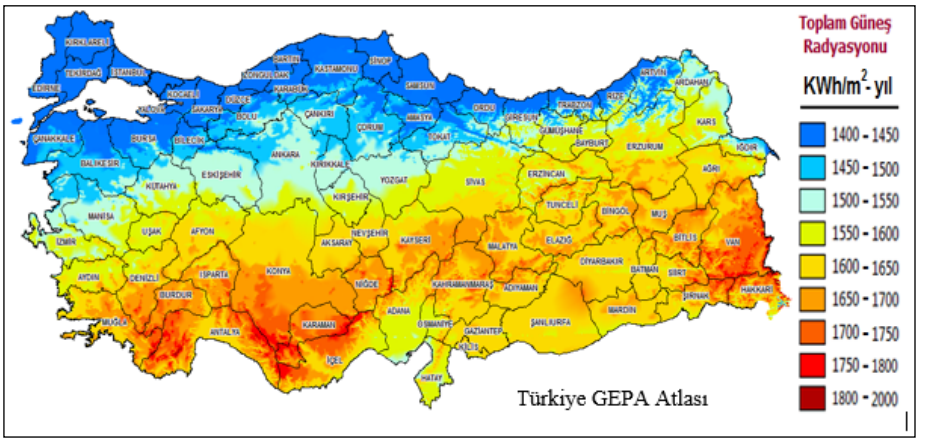
Türkiye'de şebekeye bağlı lisanslı rüzgâr elektrik kurulu gücü 2018 Ekim sonu itibariyle 174 lisanslı ve 69 adet lisansız rüzgâr santrali ile 6.883 MW (Türkiye toplam kurulu gücünün %8'i)'a ulaşmıştır. Bu santrallerden üretilen enerji ise 2017 yılında Türkiye'de toplam enerji üretiminin %6'sı olarak gerçekleşmiştir.

Rüzgârdan üretilen elektrik enerjisini tahmin etmek için 2013 yılında yapılan bir düzenleme ile kurulan Rüzgâr Enerjisi İzleme ve Tahmin Sistemine (RİTM) Şubat 2019 tarihi itibarı ile toplam kurulu gücü 6624,8 MW olan 10 MW üstünde olan santraller bağlanmış durumdadır. Bu şekilde işletmede olan RES'lerin elektrik üretimi aynı anda izlenebilmekte ve üretim 48 saat önceden tahmin edilmektedir. Tahmin hata oranını azaltmak amacıyla yapılan çalışmalar devam etmektedir.

1.2.3. Güneş Enerjisi

Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) ile yıllık toplam güneşlenme süresinin 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisinin 1.527 kWh/m² (günlük toplam 4,2 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler kullanılarak ülkemiz için teorik güneş enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır.

Şekil 8: *Güneş Enerji Potansiyeli (GEPA) Atlası (YEGM, t.y. b)*



Ege orta değerde ışınım alırken, İç Anadolu, Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu yüksek değerde ışınım alan bölgelerdir (Şekil 8).

Ülkemizde güneş enerjisi 2014 yılına kadar sadece konutlarda ve sanayide sıcak su elde etme, kurutma vb. işlemler ve gözlem istasyonları gibi şebeken uzak bölgelerde ve park bahçe aydınlatması gibi küçük elektrik enerjisi ihtiyaçları için kullanılmaktaydı. Bu yıldan sonra güneş enerjisinin kullanımı boyut değiştirerek elektrik enerjisi üretimi için santral kurulmaya başlanılmıştır. Güneş panellerinde yaşanan maliyet düşüşü ve panel verimlerinin artması ile birlikte 2014 yılında sadece 40 GW olan güneş enerjisiyle elektrik üretimi 2018 Yılı Ekim sonu itibariyle lisanslı 9 adet güneş santralinin kurulu gücü 81,7 MW'a ulaşmıştır.

Yapılan düzenlemeler sonucunda 1 MW'ın altındaki kurulumları kapsayan ve birçok izinden muaf tutulan lisanssız güneş enerjisi kurulu gücü ise, 5689 adet santral ile toplam 4842 MW'a ulaşmıştır (toplam kurulu gücün %5,5'i). Güneş enerjisinin gelişimi hız kesmeden sürmekte olup, günümüz itibarı ile tamamlanmak üzere olan santrallerle birlikte güneşte, 100 MW civarında lisanslı, 5,000 MW'ın biraz üzerinde de lisanssız kurulu güce erişilmiştir. Güneşe dayalı lisanslı elektrik üretim tesislerinin elektrik üretimi 2018 yılında bir önceki yıla göre 11 katlık artışla, 122 milyon 72 bin kilovatsaate (kWh) yükselmiştir. Bu şekilde Türkiye 2017 yılı sonunda güneş enerjisinde Avrupa ülkeleri sıralamasında 7. ve dünyada ise 13. sıraya yükselmiştir. (Elektrik Haber, 2018).

Tüm yenilenebilir enerji kaynaklarına olduğu gibi güneş enerjisi elektriğine de teşvikli alım fiyatı uygulanmaktadır. Güneş enerjisinden üretilen kilovatsaat başına 2020 yılına kadar 13,3$ cent teşvikli alım garantisi bulunmaktadır.

1.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji santralleri, yerin derinliklerindeki kayaçlar içerisinde birikmiş olan ısının, depolandıkları rezervuarların keşfi ve yeryüzüne çıkartılarak işletilebilir hale getirilmesi ile ortaya çıktığı için oldukça maliyetli ve risklidir. Jeotermal kaynak aramaları, uzun zaman alan jeolojik haritalama ile başlayarak, yüksek maliyetli jeofizik veri toplama yöntemleri sonrası sondajlar ile devam etmektedir. Kaynak keşif oranı ise %60 gibi yüksek riskli bir orana *(3.000m'lik keşif kuyusu 4,5 milyon$)* sahiptir. Bununla birlikte güneş ve rüzgâra kıyasla bir avantaj olan, baz yükü santrali[6] özelliği taşımasıdır. Ayrıca hızlı tesis edilebilir, çalıştırılması ve bakımı kolaydır, kiralanıp, satılabilir. Ancak sondajla çıkarılıp ısısı kullanılan jeotermal kaynak, tekrar kuyuya geri basılmadığında (re-enjeksiyon) ve doğaya bırakıldığında içindeki mineral ve tuzlar nedeniyle çevre için önemli problemler yaratmaktadır.

Dünya genelinde ise ABD, Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk beş ülke olarak sıralanmaktadır. Türkiye'nin tektonik yapısı nedeni ile yerli enerji kaynaklarından biri olarak önem taşıyan jeotermal enerjinin potansiyeli 31.500 MW_t dır. Bu potansiyelin de %12'sinin teorik olarak elektrik üretimine uygun olduğu değerlendirilmektedir. %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu'da ve kalan %1'diğer bölgelerde olan jeotermal enerji kaynaklarının %10'u elektrik üretimi için uygun özelliktedir.

Türkiye'nin 1984 yılında 15 MWe kapasite ile Denizli Kızıldere'de başlayan jeotermal güç üretimi, yaklaşık 30 yıllık bir aradan sonra, %80'lik büyüme oranı ile 2018 Ekim ayı sonu itibarı ile 48 adet santral ile 1.282,9 MWe'e erişmiştir. 2018 yılında Türkiye'de jeotermal kaynaklardan üretilen elektrik miktarı, bir önceki yıla göre %30 artışla 6,9 milyar kWh seviyesine ulaşmış ve böylece jeotermal elektrik santrallerinin (JES) toplam elektrik üretimi içindeki payı %1,82'den %2,35 seviyesine yükselmiştir. 4,2 milyon Amerikan Doları/MW maliyetine ve tüm arama risklerine rağmen jeotermal santral yatırımcıları için yasal düzenlemeler ile yatırımcılara sağlanan devlet teşviki ve alım garantisi önemli bir rol oynamaktadır.

Jeotermal enerji, elektrik üretimine olan katkısının yanı sıra ısıl enerji olarak bölge ve bina ısıtmasında ve seralarda da kullanılmaktadır. Hâlihazırda 19 yerleşim biriminde yaklaşık 120.000 konut eşdeğeri alan ısıtmasında kullanılmaktadır. Batı bölgelerinde 3 bin MW'lık elektrik üretim potansiyeline ek olarak 30 bin MW termal-ısıtma-soğutma-kurutma amaçlı jeotermal kaynak tespit edildiği ve bu potansiyelin 9 milyar metreküplük doğalgaza ve bugünkü fiyatlarla 2,2 milyar dolarlık gaz ikamesine karşılık geldiği belirtilmektedir (Yılmaz, 2019).

Jeotermal kaynak bakımından zengin olan tarımsal geçim kaynaklı bölgelerde (özellikle Aydın, Manisa, Denizli, Çanakkale), re-enjeksiyon öncesi jeotermal akışkan kullanılarak ısıtma ve CO_2 soğutmalı yüksek teknolojili seralar, ikincil jeotermal yatırımlar olarak adlandırılmaktadır. Teknolojik seracılık faaliyetlerinin 7 kat verimli olduğu dikkate alındığında, yatırım için uzun vadeli kredi sağlanmasının ve vergisel teşviklerle desteklenmesinin kârlı olacağı açıkça anlaşılmaktadır.

Jeotermal enerji hedefi 10. Plan'da 2023 yılı için 3000 MW olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki tablo 2017 itibarı ile mevcut durumu ve 2023 hedeflerini özetlemektedir.

[6] Baz yük santrali: Enerji ihtiyacının karşılanmasında sürekli çalışan santraller veya ani bir ihtiyaç olduğunda hızlı bir şekilde devreye girerek açık olan güç ihtiyacnı karşılayan, tam güce ulaşması çok kısa süren santrallerdir (jeotermal santrallerin devreye girmesi 1 saatten az zaman alır).

Tablo 1: *Türkiye'de Mevcut Durum ve 2023 Hedefleri (11. Kalkınma Planı: Enerji Arz Güvenliği ve Verimliliği)*[7]

Uygulama Türü	2017	2023
Elektrik Üretimi	1100 MWe	3000MWe
Isıtma(Konut, Otel, Termal tesis vb.)	120.000 KE	1.000.000KE
Sera Isıtma	3.931 Dönüm	50.000Dönüm
Kurutma vb.	5.000 ton/yıl	20.000Ton/Yıl
Termal Turizm	450MWt	900MWt
Soğutma		300MWt
Balıkçılık ve Diğer		400MWt
Termal Doğrudan Kullanım		10.000MWt

KE: Konut Eşdeğeri

1.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi potansiyel açısından, ülkemiz için en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Ülkemizin coğrafik yapısı ve topraklarının biyokütle üretimi açısından elverişli olması, halkımızın tarımsal faaliyetlerle iç içe yaşaması ve başta kırsal bölgeler olmak biyokütle enerjisi ile ilgili taleplerin artması, biyokütle enerjisini ön sıralara taşımaktadır.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Biyokütle Atlası'na göre enerji eşdeğeri 40 milyon TEP/yıl olan 97 milyon ton bitkisel atık, enerji eşdeğeri 1milyon TEP/yıl olan 163 milyon ton hayvansal atık, 2 milyon TEP olan 31 milyon ton kentsel organik atık, ve yıllık yaklaşık 1 milyon TEP enerjiye sahip olan orman atıkları vardır. Türkiye'deki atıkların toplam enerji eşdeğeri 44 milyon TEP/yıl'dır. Türkiye büyük atık potansiyelinin yanı sıra enerji ormancılığında da ciddi potansiyele sahiptir.

Modern biyoyakıtlar olarak; biyogaz, biyoetanol, biyodizel, gazlaştırma işleminden elde edilen gaz, biyometanol, biyohidrojen gibi farklı yakıt türleri sayılabilmektedir. Modern biyokütle enerji teknolojisinin uygulanabilmesi için, enerji bitkileri yetiştiriciliği, enerji üretimi için kullanılabilecek atık/artıklar, enerji planlaması ve kırsal bölgelerdeki üretim planlanmasının birlikte düşünülmesi gerekmektedir.

Son yıllarda biyokütle enerjisinden elektrik üretimi hız kazanmıştır. YEKDEM kapsamında diğer kaynaklarda olduğu gibi biyokütle de desteklenmekte olup, biyokütleden elektrik üretimine 10 yıl süre ile 13,3 $cent/kWh alım garantisi verilmektedir. Bu konuda birçok yatırım yapılmaya başlanmıştır.

Kırsal kesimde kullanıma yönelik olarak Devlet Planlama Teşkilatı (yeni adıyla Kalkınma Bakanlığı) tarafından desteklenen ve Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü tarafından yürütülen "Kırsal Kesim Biyogaz Teknolojilerinin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması" isimli proje 2012 yılında tamamlanmıştır. Bu proje kapsamında, İzmir içinde seçilen 11 köye kırsal kesim biyogaz sistemleri kurulmuştur. Bu sayede son kullanıcılar üretilen biyogazı hacim ısıtmada, pişirmede ve elektrik üretiminde kullanabilmekte, elde edilen fermente gübreyi ise tarımsal faaliyetlerde uygulamaktadırlar.

Bu çalışmalar dışında, ülkemizde çöpten gaz üretim sistemleri ve atıksu işleme tesislerine bağlı olarak kurulan biyogaz sistemleri de mevcuttur.

[7] Bkz. T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. *11. Kalkınma Planı: Enerji Arz Güvenliği ve Verimliliği*. Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 28.02.2018.

Türkiye'de İzaydaş İzmit, Sütaş Çiftliği, İlci Tarım İşletmeleri, Devsüt, Afyon Enerji ve Gübre Üretim, ISIT biyokütle, TİGEM işletmeleri, Cargill Tarım, Sütaş/Enfaş gibi işletmeler biyogaz sistemleri kurarak işletmektedir. İşletme büyüklükleri 0,05-5 MW arasında değişmektedir.

Ekim 2018 verilerine göre üretim lisansı sahibi biyokütle santrali sayısı 717,3 MW Kurulu güç ile 127'e çıkmıştır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) verilerine göre 2018 yılı içerisinde toplam 215,2 MW Kurulu güce sahip 35 biyokütle santraline üretim lisansı verilmiş ve önlisans sahibi biyokütle santrali projelerinin sayısı ise 514,3 MW ile 62'ye çıkmıştır.

1.2.6. Petrol Alternatifi Olarak Biyodizel ve Biyoetonol

Tarımsal ürünlerin bir başka kullanımı da petrol ürünlerinin alternatifi olan yakıtların üretilmesidir. Geçtiğimiz yıllarda Türkiye'de toplam kapasiteleri 1,5 milyon ton civarında olan 56'sı lisanslı olmak üzere 200'den fazla biyodizel tesisi kurulmuş olmasına rağmen yerli hammadde (yağlı tohum gibi) bulunmaması ve pahalı olması nedeniyle pek çok tesisin kapandığı bilinmektedir. Son yıllarda, tüm dünya ile birlikte ülkemizde de büyük ilgi toplayan alglerden biyodizel üretimi konusunda çalışmalar yapılmaktadır.

Ülkemizde yerli hammadde ile üretilen biyodizelin motorinle harmanlanan %2'lik dilimi Özel Tüketim Vergisi (ÖTV)'den muaftır. EPDK, cari açığın azaltılması ve yerli biyoyakıtların üretiminin teşviki için akaryakıta tarımsal ürün katkısı konusunda yaptığı düzenleme ile 2013 yılından itibaren benzin ve motorinde her yıl arttırılmak üzere yerli katkı ilave zorunluluğu getirmiştir. Ancak, sektörde yaşanan hammadde ve diğer sıkıntılar nedeniyle bu karar 26 Haziran 2013 tarihinde yürürlükten kaldırılmıştır. Tarımsal düzenlemelerden sonra EPDK tarafından 01.06.2017 tarihinde yayımlanan "Motorin Türlerine Biodizel Harmanlanması Hakkında Tebliğ" kapsamında; "Dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından, bir takvim yılı içerisinde, ithal edilen ve kara tankeri dolum üniteleri hariç rafinericiden temin edilen motorininin toplamına, en az %0,5 (V/V) oranında yerli tarım ürünlerinden ve/veya bitkisel atık yağlardan üretilmiş biyodizelin harmanlanmış olması zorunludur" ibaresi yer almaktadır. **1 Ocak 2018 itibarı ile motorine hacimce %0,5(V/V) biyodizel harmanlama zorunluluğu başlamıştır.**

Biyoetanol, benzinle belli oranlarda harmanlanarak kullanılabilen temiz bir enerji kaynağı olması açısından tüm dünyada kabul gören ve üzerine çok sayıda araştırma yürütülen bir biyoyakıt türüdür. Ülkemizde biyoyakıt şeker pancarı, melas, buğday ve mısırın fermantasyonu ile üretilmektedir.

Ülkemizde biyoetanol üretim kapasitesine sahip 8 fabrika bulunmakla birlikte, bunlardan sadece üç tanesinde aktif üretim gerçekleşmektedir. Bu firmalardan en yüksek kapasiteye sahip olan Konya Şeker Fabrikası'na bağlı olarak faaliyetlerini sürdüren Çumra Şeker ve Alkol Fabrikası'dır. Yıllık biyoetanol üretim kapasitesi 84 milyon litredir.

%5 oranında benzine karıştırılarak araçlarda kullanımı yasal olan biyoetanol için, ancak %2'lik katımlarda ÖTV uygulanmaması durumu söz konusudur. 07.07.2012 tarihli ve 28346 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Benzin Türlerine Etanol Harmanlanması Hakkında Tebliğ" çerçevesinde, benzin türlerine yerli tarım ürünlerinden üretilen etanol harmanlanması zorunluluğu 01 Ocak 2013 tarihinde başlamıştır.

Bu düzenlemeye göre 1 Ocak 2013'de %2, 1 Ocak 2014'de %3 ve **1 Ocak 2015'de %4 oranında, yerli kaynaklardan üretilen biyoetanolün benzine harmanlanması zorunlu hale getirilmiştir**. Şu an günümüzde Opet, Petrol Ofisi,

Tüpraş, Damla Petrol, Aytemiz gibi petrol dağıtım şirketleri biyoetanolü benzinle harmanlayarak satışa sunmaktadır.

2014 yılında harmanlama zorunluluğu başlatılan biyoetanol kullanımının Türkiye ekonomisinde yaratacağı sosyal ve ekonomik etkinin yanı sıra 54 milyon lt biyoetanolün benzinle harmanlanması ile 330 bin m^3 (2,1 milyon varil) ham petrol ikamesi, böylece 203,4 milyon $'lık ham petrol ithalat tasarrufudur.

1.3. Nükleer Enerji

Türkiye'de Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına ilişkin Kanun 21 Aralık 2007 tarihli ve 26707 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Daha sonra yayınlanan yönetmeliklerle yasal altyapı hazırlıkları yapılmış, 4.800 MW (4x1200 MW) gücünde Akkuyu Nükleer Güç Santralinin (NGS) yapımı için Rusya Federasyonu ile anlaşma 2013 yılında imzalanmıştır.

Akkuyu NGS'nin temeli 3 Nisan 2018 yılında atılarak santralin ilk ünitesinin 2023 yılında devreye girmesi planlanmaktadır. Diğer ünitelerinin de birer yıl ara ile 2026 yılına kadar işletmeye alınması öngörülmektedir.

Sinopta yapılması düşünülen 4480 (1120x4) MW gücündeki ikinci nükleer santral için de Mayıs 2013'te Japon Hükümeti ile NGS tesisine ve işletimine dair anlaşma sağlanmıştır.

1.4. Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve 2023 Hedefleri, Enerji Projeksiyonları

Türkiye'nin en önemli öz kaynağı linyit ve hidrolik enerjidir (Tablo 2). ETKB'nin "Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ndeki 2009 hedeflerinde Türkiye'nin 2023 yılında elektrik enerjisi talebinin 500 milyar kWh olacağı öngörülmüş olmakla birlikte ETKB'nin yeni senaryo çalışmalarında bu değer 2030 yılından sonraya ötelenmiş görülmektedir.

Geçtiğimiz dönemlerde yıllık ortalama %7-8 olan elektrik talebi artış oranı alt yapıdaki verimlilik artışları ve teknoloji iyileşmeleri sonucunda giderek azalmaktadır. Yeni senaryo çalışmasında önümüzdeki 20 yıllık dönem için yıllık ortalama elektrik talebi artış oranı Senaryo 1 (düşük) için %2,90, Senaryo 2 (referans) için %3,36 ve Senaryo 3 (yüksek) için %3,84 olarak hesaplanmıştır. Buna göre 2023 yılı için; referans senaryoda 375,8 ve yüksek senaryoda 385,2 TWh ve 2030 yılı için; referans senaryoda 481,7 ve yüksek senaryoda 515,4 TWh elektrik enerjisi talebi olması öngörülmüştür (ETKB, t.y.).

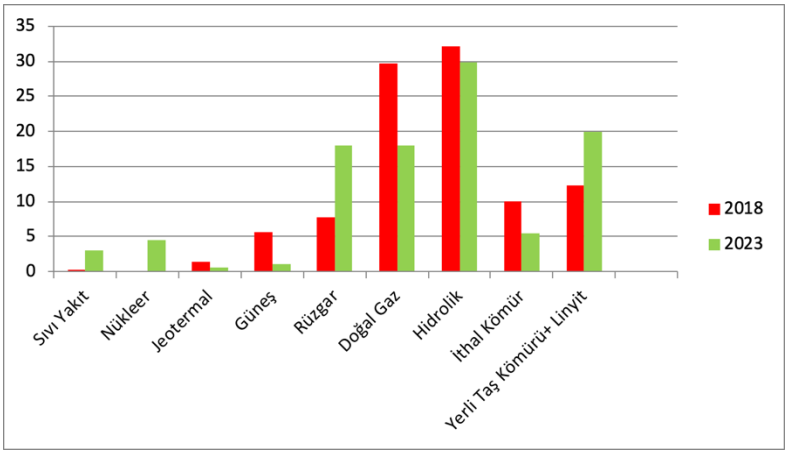
Strateji hedeflerine ulaşabilmek için; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi içerisindeki payının en az %30 olması, elektrik üretimi için tüm hidrolik potansiyelin kullanılması, jeotermal enerjinin elektrik kurulu gücünün asgari 1000 MWe kapasiteye ulaştırılması, 14000 MW rüzgâr enerjisi kurulu gücü olması hedeflenmektedir. Öte yandan güneş enerjisi için asgari 5000 MWe, biyokütle enerjisi için ise asgari 1000 MWe kurulu güç hedeflenmiştir. Türkiye bu kapsamda 2023'e kadar elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payını %30'a çıkarmayı, doğalgazın payını %30'a düşürmeyi, %30'unu ise kömürden sağlamayı hedeflemektedir. Tablo 2'de Türkiye'nin kaynaklar bazında potansiyeli bugünkü kurulu gücü ve stratejilerdeki hedef rakamlar kıyaslama için verilmektedir.

Tablo 2: *Türkiye Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Hedefler (2009 yılında yayınlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi)*

<table>
<tr><th>Kaynak</th><th>Potansiyel</th><th>Hedefler* (2023)</th></tr>
<tr><td>Linyit</td><td>1 7,5 milyar ton</td><td rowspan="3">Bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarımızın tamamının elektrik üretiminde kullanılması,
Yerli kömürden üretilen elektrik enerjisi miktarının yıllık 60 milyar kW'a (≈10.000 MW) çıkarılması.</td></tr>
<tr><td>Taşkömürü</td><td>1,5 milyar ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yerli kömüre dayalı olarak kurulabilecek toplam kapasite yaklaşık 28.125 MW
(hâlihazırda işletilen 10.800 MW civarı)</td></tr>
<tr><td>Asfaltit</td><td>82 milyon ton</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">2023 yılında; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi içerisindeki payının en az %30 olması,</td></tr>
<tr><td>Hidrolik</td><td>Teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh,
Ekonomik Potansiyel 140 milyar kWh/yıl
(36. 000MW)
(halihazırda kurulmuş 29.000 MW civarı)</td><td>Teknik ve ekonomik potansiyelin tamamı</td></tr>
<tr><td>Rüzgar</td><td>Çok Verimli: 8.000 MW, Orta Verimli: 48.000 MW
(halihazırda kurulmuş 7000 MW civarı)</td><td>20.000 MW</td></tr>
<tr><td>Jeotermal</td><td>31.500 MWt (1000 MW'ı elektrik üretimine elverişli)
(halihazırda kurulmuş 1300 MW civarı)</td><td>Asgari 1.000 MW elektrik</td></tr>
<tr><td>Biyokütle</td><td>44 MTEP (halihazırda kurulmuş 750 MW civarı)</td><td>Asgari 1.000 MW elektrik</td></tr>
<tr><td>Güneş Enerjisi</td><td>80 MTEP- Teknik ve Ekonomik Gelişmelere bağlı olarak Elektrik Üretimine katkı
(halihazırda kurulmuş 5000 MW civarı)</td><td>5.000 MW elektrik</td></tr>
</table>

Tablo 2 ve Şekil 8'e bakıldığında kabaca izlenen gelecek planlaması şu şekilde yorumlanabilir; ithal kömür ve doğalgazın payı azalırken, yerli kömürün payında artış olacak, ancak karbon yoğun artışlar nükleer ve rüzgâr enerjisinin önemli etkisi ile oransal olarak azalma eğiliminde olacak dolayısıyla karbon yoğunluğu açısından enerji üretiminde karbon yoğunluğunun bir miktar düşmesi beklenecektir.

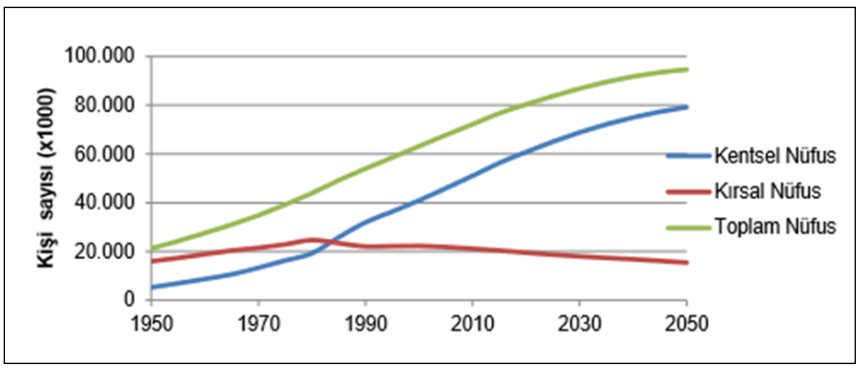
Şekil 9: *Kurulu Güç Açısından Mevcut Durum ve 2023 Hedeflerinin Yaklaşık Oransal Kıyaslaması (%) (TEİAŞ, 2018)*



Not: 2023 değerleri Budak Dilli tarfından Elektrik Strateji Belgesi hedeflerine göre hesaplananan değerlerdir. Kesin olmayıp, yaklaşıktır. 2018 yılı değerleri TEİAŞ sayfasındaki Ekim 2018 oranlarıdır.

Diğer yandan projeksiyonlarda enerji talebinde de artışların hız kesmeden devam edeceği öngörülmektedir. ETKB tarafından hazırlanan gelecek yirmi yılı kapsayan *Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporuna göre, Referans Senaryo* temel alındığında 2017 de 290,2 TWh olduğu kabul edilen üretimin 2030'da 481,7 TWh'e yükseleceği tahmin edilmektedir (ETKB, t.y.).

Şekil 10: *Yıllara göre Türkiye Genelindeki Kentsel ve Kırsal Nüfus Değişimi Beklentisi (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016).*



2016 yılında toplam nüfus içinde %87,9 pay alan şehir nüfusunun orta vadede artması (Şekil 10) hem yeni ulaşım ihtiyacını hem de genellikle tarım arazilerinden kaybedilen yeni iskân alanlarını gündeme getirecektir. Bu iskân alanlarına akıllı ulaşım sistemleri ile ulaşmak ve yaşam standartları yüksek, kendisine su ve enerjide yetecek çözümler geliştirmiş yeni yerleşimler yaratmak gerekecektir. Artan nüfusa yetecek tarımsal ve hayvansal üretim de tarımın gittikçe makineleşmesine dolayısı ile enerjiye daha fazla ihtiyaç duymamıza yol açacak. Bütün bunlara iklim değişikliği etkileri sonucunda artan sıcaklıklar ve olumsuz iklim olaylarının da eklendiğini düşünürsek çocuklarımız için zor ve daha maliyetli bir dönemin gelmekte olduğunu söyleyebiliriz.

Önümüzdeki dönemin en önemli gelişmesi ise dijital teknolojinin hayatımızı artık tamamen kontrol altına alması olacak. Günlük yaşantımızda, tarım alanında, akıllı şehir ve ev konseptinde, binalarda, enerji tüketiminde, üretimde robotlar, otomasyon sistemleri ve 3D yazıcılar gibi teknolojilerin kullanılması, finansman (kripto paralar), lojistik, güvenlik ve sağlık gibi alanlarda kullanılacağı düşünülen "Nesnelerin Interneti" kavramı, bir şekilde şu an yaşadığımız düzende değişiklikler getirecek ve zamanımızı ve enerjimizi daha verimli kullanmamızı sağlayacaktır. Ancak bunun da elektrik enerjisi olarak bir karşılığı olacaktır. Şimdiden iletişimde olduğumuz makinalardan, internetten sürekli toplanan muazzam miktardaki verilerin (Big Data) saklanacağı veri madenciliğinin dünyada gizli bir enerji talebi oluşturmaya başladığı da söylenmektedir. Çin gibi bazı ülkelerde verimlilikle geri kazanılan enerjinin bir kısmının burada harcandığı ve kömür santrallerinin bu iş için kullanıldığına dair makaleler görülmeye başlanmıştır. İnsanların hayatını kolaylaştıran, sanayi üretimini yeni bir forma sokan cihazlar birbiri ile konuşurken nesnelerin interneti denilen olay sonucunda özellikle elektrik enerjisi tüketiminde tüketim verimi artmasına rağmen yeni talep artışları görülebilecek ve enerji açısından sınırlı imkanları olan Türkiye'nin buna hazır olması ve talep artışlarını karbonsuz olacak şekilde yönetmesi gerekli olacaktır.

1.5. Türkiye Enerji Sektörü ve Sera Gazlarına Etkisi

Enerji sektörü tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de elektrik ve diğer amaçlar kapsamında başlıca insan kaynaklı sera gazı emisyon kaynağıdır. Aynı zamanda, ekonomik büyüme ve nüfus artışı nedeniyle artan bir seyir izlemektedir (Şekil 11).

2017 yılı verilerine göre 367 Mt CO2ton olarak hesaplanan enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonu, toplam sera gazı emisyonu içinde (AKAKDO – Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık hariç), %72 ile CO2 eşdeğeri olarak en büyük paya sahiptir ve 1990'a kıyasla %177 oranında armıştır. Büyük ölçüde (%99 oranında) fosil yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan ve sera gazları içindeki en büyük payı alan doğrudan CO2 emisyonlarındaki büyük payı dolayısı ile fosil yakıtlar bütün dünyada olduğu gibi ülkemiz emisyonlarının da başat belirleyicisi konumundadır.

2017 yılında Enerji sektörü CO2 emisyonları içinde de, yakıtların yakılarak elektrik, petrol rafinajı gibi ikincil enerjiye dönüştürüldüğü enerji endüstrisi %42 pay ile en önemli bileşendir. Bunu %22,6 ile ulaşım, %163 ile imalat sanayi ve inşaat izlemektedir. Konut, ticaret, tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörü toplam olarak CO2 emisyonların %19,1'ini oluşturmuştur.

Enerji endüstrisinden kaynaklanan sera gazı emisyonları 1990 yılında 37 Mt CO_2 eşd. iken, 2016 yılında 144.6 Mt CO_2 eşdeğerine yükselmiştir. Enerji endüstrisi emisyonları içinde ise elektrik ve ısı üretimi %94 ile en yüksek paya sahiptir ve bunu petrol rafinerisi %4 pay ile ve %1 ile katı yakıt üretimi izlemektedir.

Enerji sektörü içinde değerlendirilen ulaşım sektörü emisyonları 2016 yılında (54.9 Mt CO2 eşdeğeri) 1990 yılına göre %203 (karayolu %205) artmıştır. Ulaştırma sektörü emisyonlarının %92,4 oranında sorumlu olan karayolu taşıtlarının %49,5 unu oluşturan dizel motorlu araç filosu emisyonun %77,4 ünü oluştururken, araç filosunun %21,5 oluşuran LPG'li araçlar emisyonların %13,1 ne sebep olmuştur.

Havayolu yurtiçi taşımacılığı emisyonu ise %364 ve denizyolu yurtiçi taşımacılığı emisyonu %91 artmıştır. Demiryolu taşımacılığından kaynaklanan emisyonlar ise 1990 ve 2016 yılları arasında %48 oranında azalmıştır.

2016 için toplam kaçak emisyonlar, toplam sera gazı emisyonlarının %1,67'sini (AKAKDO hariç) temsil eden 8,3 Mt CO_2 eşdeğerinde olup, enerji sektörü bu emisyonların da tamamından sorumludur. Petrol ve doğalgaz sistemleri kaçak emisyonların %32,5'ini oluştururken katı yakıtlar %67,5'i oranında kaçak emisyonlara katkıda bulunmuştur (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018).

Sera gazları ve özellikle CO_2 emisyonlarındaki en büyük payı alması ve 1990 yılından bu yana sera gazı emisyonlarının önemli artış göstermiş olması (Şekil 11) nedeniyle, her sektörde enerji tüketiminin mercek altına alınması gerektirmektedir.

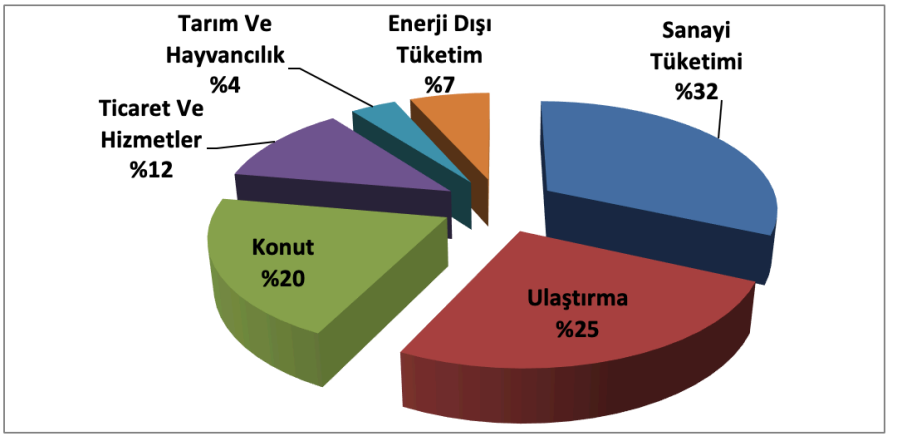
Bu sebeple, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Avrupa Birliği Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı-1 (IPA-1) kapsamında yürütülen "*Düşük Karbonlu Kalkınma İçin Çözümsel Tabanlı Strateji ve Eylem Geliştirilmesi Teknik Yardım Projesi*" ile Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planında (UİDEP) yer alan atık, bina, ulaştırma ve tarım sektörlerinde ülkemizin orta ve uzun vadeli düşük karbonlu kalkınma hedeflerinin hazırlanması için çalışmalar devam etmektedir. Gerek enerji tüketimimizdeki artış hızı ve gerekse enerji kaynaklarının tüketim kompozisyonu enerji sektörünün iklim değişikliği politikaları ile eşgüdümünü zorunlu hale getirmiştir. Bu konuda daha geniş değerlendirmeler raporun bir sonraki bölümünde ele alınacaktır.

2. TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ VERİMLİLİĞİ POTANSİYELİ: MEVCUT HEDEFLER, İYİ UYGULAMALAR, ÖNEMLİ GELİŞMELER, FIRSATLAR VE ZORLUKLAR

2.1. Sektörel Enerji Tüketimi

Türkiye'nin 145,3 MTEP olan 2017 yılı Birincil Enerji Tüketiminin, 33,5 MTEP lik bölümü Çevrim Sektöründe (elektrik ve ısı üretimi, rafineriler, kok üretimi vs) harcanarak 111,8 MTEP'i Nihai Sektörlerin Enerji Tüketimi olarak gerçekleşmiştir. Enerji yoğunluğunun yüksek olması sebebiyle, Türkiye'de de sanayi sektörü (imalat sektörü) çok uzun yıllardır toplam enerji kullanımı içinde önemli yer tutmaktadır. 2017 yılında da Sanayi sektörü bu tüketimde %32 ile en büyük payı alırken, şehir nüfusu ve refah artışı ile birlikte enerji tüketimi son yıllarda artan ulaşım sektörü %25 ile bu sektörü takip etmiştir. Konut (%20), Ticaret ve Hizmetler (%12) sektörlerindeki enerji tüketimi, binalardaki enerji tüketimini işaret etmektedir. Bu şekilde binaların ısıtılması, soğutulması, aydınlatılması, asansör, pompa ve benzeri sistemlerin çalıştırılması, ev ve ofis cihazlarının enerji tüketim toplamı sanayi sektörü ile aynı seviyeye ulaşmıştır (Şekil 11). 2017 yılında binalarda enerji tüketiminin %33'ü doğalgazdan, %26'sı elektrikten, %11'i taş kömüründen, %19 ise güneş, jeotermal, odun, bitki-hayvan atıklarından oluşan yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır.

Şekil 11:*Türkiye'ninin Nihai Sektörler Enerji Tüketimi Dağılımı (111,8 MTEP, %)-2017 (ETKB-EİGM, t.y.)*[8]



[8] ETKB 2017 Ulusal Enerji Denge Tablosu

2.2. Enerji Verimliliği Göstergeleri ve Sektörel Enerji Verimliliği Çalışmaları[9]

Enerji verimliliği konusunda çalışmalar; 80'li yılların başında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğünde (EİE) başlatılmıştır. Daha sonra EİE kapatılarak 2 Kasım 2011'de 662 sayılı Kanun Hükmünde Kararname kurululan Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) çalışmalara devam etmiş ve son olarak da Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği ve Çevre Daire Başkanlığı (27 nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi-10 Ocak 2019) şeklinde yeniden yapılandırılan birimde enerji verimliliği çalışmaları sürdürülmektedir.

Söz konusu bu birimlerde uluslararası teknik yardım programları ile çeşitli etüt eğitim, bilinçlendirme projeleri yürütülmüştür. Binalarda enerji tüketimini bölgelere göre sınırlayan ısı yalıtımı standardı (TSE 825), elektrikli ev aletleri üzerindeki etiketler, sanayi kuruluşlarında enerji yöneticilerinin eğitimi ve görevlendirilmesi gibi bugün hayatımıza girmiş birçok uygulama 1995 yılından sonra etkinleşen çalışmalardandır. 2007 yılında çıkarılan "Enerji Verimliliği Kanunun"dan başlayarak çeşitli sektörlere yönelik çok sayıda yönetmelikle bir mevzuat çerçevesi oluşturularak bu uygulamalar güçlendirilmiştir.

Böylece sanayi ve binalar için Enerji Yöneticisi ve sanayi ve binalarda enerji verimliliği etütü yürütmek üzere yetkili teknik elemanlar için düzenlenen sertifikalı (Etüt Proje Sertifikası) eğitim faaliyetleri uygulamalı eğitimler için eğitim alt yapısı oluşturan TMMOB Makina Mühendisleri Odası ve Üniversiteler gibi yetkili kuruluşlara yaygınlaştırılmıştır.

Enerji Verimliliği Danışmanlık şirketleri (EVD) ile bina ve sanayi sektörüne etüt ve eğitimlerle hizmet veren Bakanlık sertifikalı danışmanlık piyasasının oluşması teşvik edildi. Binalarımız için yıllık enerji tüketimi ve karbon ayak izini sınıflandıran Enerji Kimlik Belgesi (EKB) düzenlemesi, binalarda ıstma enerjisinin gerçek tüketime göre paylaştırılması ve elektrikli ev cihazlarında A ve üzeri enerji etiketleri piyasada zorunlu hale getirildi.

Elektrik motorlarının verim sınıfları uluslararası standartlarla uyumlaştırıldı. ISO 50001 Enerji Yönetim Standardı teşviklere ön şart olması nedeniyle sanayi kesiminde aranan bir sertifikasyon oldu. KOBİ'ler ve sanayi kuruluşları için hibe programları başlatıldı ve uluslararası finansmana dayanan yeşil krediler bankalarımızdan verilmeye başlandı. Bu düzenlemeler için çok sayıda yönetmelik çıktı ve starteji-eylem planları ile hedefler ve eylemler belirlendi.

Bu gelişmelere rağmen enerji verimliliği ile elde edilen ve edilecek kazançların enerji planlamalarında tam olarak boyutlandırılamaması nedeniyle birçok ülkede olduğu gibi ülkenin enerji politikası, enerji ihtiyacının öncelikli olarak yeni enerji arzı ile karşılanması üzerine inşaa edildi.

Hızla büyümekte olan enerji talebinin, ekonomik büyümenin doğal sonucu olduğu uzun yıllar boyunca kabul edilmiş ve yeni doğalgaz ve petrol hatları, fosil ve ithal kaynaklara dayanan santrallerin mutlaka gerekli olduğu düşünülerek enerji politikaları bu yönde geliştirilmiştir.

Bu düşünce yapısı ve enerji verimliliğinin doğrudan hesaba alınabilmesinin detaylı sektörel analiz çalışmaları ile mümkün olması nedeniyle, yakın zamana kadar enerji verimliliği potansiyeli eldeki bir kaynak olarak değerlendirmeye alınamamıştır.

[9] Bu bölümdeki veriler ve enerji yoğunluğu değerlendirmeleri için Ulusal Eylem Planı kaynak olarak alınmış, güncelleştirilmesi mümkün olan veriler, yeni verilerle değiştirilmiştir.

Gelişmiş ülkeler geçtiğimiz 40 yılda petrol krizlerinden başlayarak yürüttükleri kapsamlı enerji verimliliği programları ve enerji verimli teknolojinin geliştirilmesini destekleyerek enerji talebi artışı ile ekonomik büyüme arasındaki bağıntıyı kıracak sonuçlara ulaşmıştır. İklim değişikliği süreci de bu eneji talebinin büyük ölçüde verimlilik artışları ile ikame edilmesine yönelik plan ve politikaların etkin hale gelmesine yol açmıştır. Sonuçlar enerji yoğunluğu göstergelerine sayısal olarak da yansımıştır.

Enerji yoğunluğu göstergesi, bazı zayıf noktaları olsa da bütün dünyada, enerji verimliliği kıyaslaması için kullanılan temel veridir. Sadece enerji tüketimindeki azalma değil aynı anda Gayrisafi Yurt İçi Hasıla veya Katma Değerin azalması veya artması da değerlendirilerek enerji tüketiminin ekonomik gelişmeyi nasıl etkilediği de görülmektedir.

Örneğin, gelişmiş ülkelerin ağırlıklı olduğu OECD ülkelerinin toplam enerji tüketimi, artmadığı gibi 2015'te geriye giderek 2002 ile aynı olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde ise Gayrisafi Yurtiçi Hasıla %23 artmıştır.

AB'de de buna benzer bir gelişme 2000 yılı 100 indeks[10] olarak baz alındığında 2017'de GSYİH da %30 artış, enerji tüketiminde %25 azalma şeklinde görülmektedir (Şekil 13).

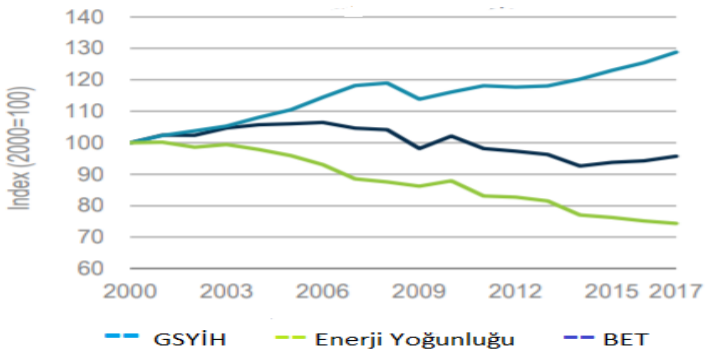
Kutu 1: Enerji Verimliliğinde Kavramlar

- ***Enerji Verimliliği;*** belirli bir hizmet (ısıtma, soğutma gibi) veya üretim için harcanan enerji miktarının, teknolojik uygulamalar veya teknik olmayan (daha iyi organizasyon ve yönetim, davranış değişiklikleri gibi) önlemlerle azaltılmasıdır.
- ***Enerji Tasarrufu:*** Verimlilikle geriye kazanılan "+" enerjidir. Bazen verimlilik artışı ile enerjinin gerekmediği noktalarda kullanılmamasıyla da tasarruf edilebilir.
- ***Enerji Yoğunluğu:*** Bir Birim Ekonomik Değer (Gayrisafi Yurt İçi Hasıla veya Katma Değer) Üretebilmek İçin Tüketilen Enerji Miktarı E/GSYİH. Enerji Yoğunluğunun düşürülmesi; Yaratılan her bir birim hasıla veya katma değer için tüketilen enerjinin azaltılmasıdır.

  (E = milyon TEP Birincil Enerji Tüketimi, GSYİH = Gayrisafi Milli Hasıla (1 milyon Türk Lirası veya 1000 ABD $ veya €)

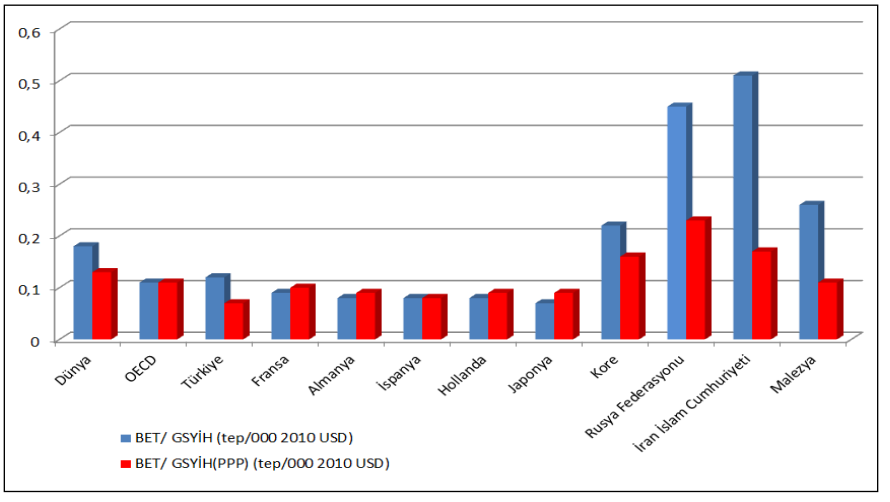
[10] Indeks: 2000 yılı 100 kabul edildiğinde yıllık gelişmelerin buna göre kıyaslandığı gösterge

Şekil 12: *OECD Ülkelerinde 2000-16 Arasında Birincil Enerji Talebi, GSYİH ve Enerji Yoğunluğunun Gelişimi (IEA, 2017b)*



Türkiye'nin enerji yoğunluğu değerleri aşağıda da görüldüğü üzere, OECD ortalaması ve gelişmiş ülkelerin üzerindedir. Ancak satın alma paritesi (ppp) göz önüne alındığında Türkiye'nin enerji yoğunluğu diğer gelişmiş olan ülkelerle bugün için aynı seviyede gelişmekte olan birçok ülkenin ve Dünya ortalamasının altındadır (Şekil 14).

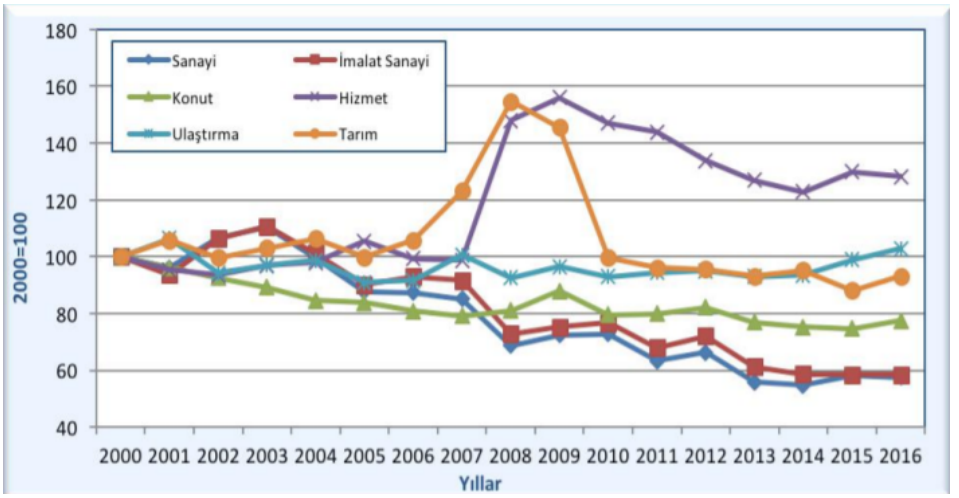
Şekil 13: *Seçilmiş Bazı Ülkelerde Enerji Yoğunluğunun Kıyaslaması, 2016 (IEA, 2018a)*[11]



ETKB tarafından yapılan sektörel enerji yoğunluğu değerlendirmelerine göre; Türkiye'de 2000-2016 döneminde enerji yoğunluğunda genel olarak iyileşmeler gözlenmektedir.

[11] Key Word Energy Statistics 2018 – Selected indicators for 2016'dan alınan rakamlarla çizildi

Şekil 13: *Sektörel Bazda Enerji Yoğunluğu İndeksi Gelişimi (YEGM, 2017)*



YEGEM analizlerine göre; sektörel olarak bakıldığında en fazla iyileşme görülen sektör %42,5'lik iyileşme oranı ile sanayi sektörüdür. Sanayi sektörünün enerji yoğunluğundaki yıllık bazda iyileşme oranı %3,4 olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu iyileşmede düşük enerji tüketimine karşın yüksek katma değer yaratan inşaat sektörünün payının 2000 yılında %19 iken 2016 yılında %25'in üzerine çıkmasının etkili olduğu değerlendirilmektedir (YEGM, 2018).

Enerji verimliliği indeksi imalat, konut ve ulaştırma sektörlerinde birincil ve nihai enerji tüketiminde sağlanan enerji tasarrufunun ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ile ülke ekonomisine sağlanan katkının ortaya konulması açısından önemli bir göstergedir. Bu indekse göre 2000-2016 döneminde imalat sanayiinde yıllık bazda %1,8, bina sektöründe %1,1 ve ulaştırma sektöründe %2,4 oranında iyileşme kaydedilmiştir. Toplamda ise enerji verimliliğinde yıllık bazda %2,1 oranında iyileşme sağlanmıştır (EYODER, 2017).

Alınan enerji verimliliği önlemleri ile 2000-2016 döneminde kümülatif olarak imalat sektöründe 9,8 MTEP, konut sektöründe 7,7 MTEP ve ulaştırma sektöründe 24,9 MTEP, toplamda ise 42,5 MTEP enerji tasarrufu sağlandığı hesaplanmıştır (YEGM, 2018).

2.2.1. Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği

GSYİH'mizde %26'lık paya sahip olan sanayi sektörü, sürekli büyüme eğilimini devam ettirerek birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de büyümenin lokomotif sektörü olmuştur. 2017 yılı nihai enerji tüketiminin %32'sinin ve net elektrik tüketiminin ise %46'sının sanayi sektöründe gerçekleştiği Türkiye ekonomisi, gelişmiş ülkelere kıyasla "enerji yoğun" ekonomilerden biridir.

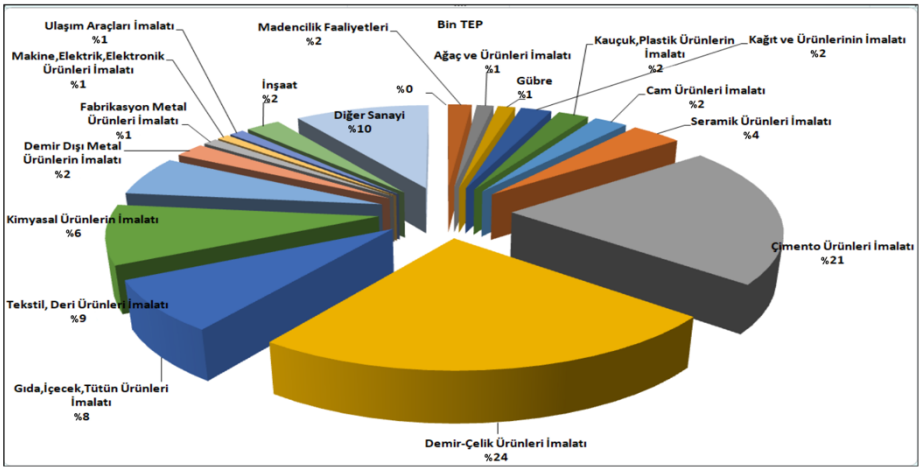
2017 yılında imalat sanayinde tüketilen enerjinin %53'ü metal, çimento, cam ve seramik gibi enerji yoğunluğu yüksek sektörlerinden kaynaklanmıştır (Şekil 16).

Sanayi sektörünün enerji yoğunluğundaki yıllık bazda iyileşmede son 8 yılda yapısal değişimlerin önemli boyutta etkisi olmuştur.

Özellikle enerji yoğun sektörlerde (üretim maliyetleri içinde enerji maliyetinin %15'in üstünde olduğu işletmeler) enerji maliyetlerinin işletmelerin üzerindeki en büyük yüklerden biri olması enerji verimliliğini öncelikli bir alan hâline getirmiştir ve yapılan çalışmalarla bu konuda önemli sonuçlar elde edilmiştir. 2000-2016 döneminde enerji yoğunluğunda en önemli iyileşme yıllık %3 ile demir çelik sektöründe olmuştur. Onu %2 ile cam sektörü takip etmiştir.

Diğer yandan enerji tüketimi maliyetinin toplam maliyetler içinde ortalama olarak 2-15 arasında olduğu KOBİ'ler, Türkiye'deki işletmelerin sayısal olarak %99'unu, istihdamın %46'sını ve toplam katma değerin %35'ini oluşturmakla birlikte, 400 bin civarında imalat sektöründe faaliyet gösteren KOBİ boyutundaki işletme, enerji tüketimi açısından daha verimli olması beklenmektedir.

Şekil 14: *Sanayide Enerji Tüketiminin Alt Sektörlere Dağılımı (ETKB-EİGM, t.y.).*



Sanayi sektöründe enerji verimliliği alanında yapılabilecek iyileştirmeler enerji tüketiminin azaltılması yanı sıra, proses verimliliği, teknolojik gelişmişlik seviyesinin yükseltilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için de önemli fırsatlar sunmaktadır. Enerji verimliliğini arttırmak üzere: Sanayi tesislerinde yardımcı ünitelerde (kazanlar, basınçlı hava sitemleri, elektrik sistemi gibi) ve üretim ekipmanlarında (dokuma makinesi, boyama, kurutma üniteleri, pres, tavlama fırını gibi) uygulanabilecek 250 civarında enerji tasarruf potansiyeli olan alan tanımlanmıştır. Bunlardan birçoğu küçük adaptasyonlarla tüm sektörlere ve KOBİ ölçeğinden büyük sanayi tesislerine kadar her boyutta sanayi tesislerine uyarlanabilir. Bunlardan bazıları (Keskin, t.y.);

- ISO 50001 Enerji Yönetimi standardının uygulanması ile enerji tüketiminin üretim, dış sıcaklık gibi parametrelerle birlikte izlenerek kayıplar hakkında farkındalığın arttırılması,
- Tüm kaçakların onarımı ile yakıt, gaz, su, basınçlı hava, buhar, kondens ve sıcak akışkan, soğuk hava gibi enerji harcanarak ile elde edilen üretim akışkanlarının kaybının önlenmesi,
- Ayarsız brülörlerin ayarlanması ile uygun yanma veriminin sağlanması ve sürdürülmesi,
- Sıcak ve soğuk boruların ve ekipmanların yüzey yalıtımı,
- Buhar kapanlarının bakımı ve onarımı, buhar kondensat kayıplarının azaltılması,
- Aşınmış kayış kasnak sistemlerinin, kirli ve bakımsız motorların, kirli lambaların bakımı,
- Proses işletme özelliklerinde değişimler; boya tankının sıcaklığının (örneğin 90^0C'den 80 ^{0}C'ye gibi) düşürülmesi, basınçlı hava basıncının ayarlanması makinelerin kullandığından en fazla 2 bar yüksekte hava üretimi gibi) kullanılmayan üretim ekipmanlarının sistemden tecrit edilmesi (çalıştırılmayan yedek kazanın sistemden ayrılması) gibi
- Isı Eşanjörleri, Ekonomizer, Reküparatör gibi ekipmanlarla proseslerin atık ısısından (su, baca gazı vb sıcak atıklardan) geri kazanım yaparak ısının dolayısı ile enerjinin tekrar kullanımı,
- Kondensat dönüş sistemleri, buhar kapanlarının değiştirilmesi ile buhar sistemlerinde tasarruf,

- Basınçlı hava sisteminin ve ekipmanlarının değişimi,
- Güç faktörünün düzeltilmesi,
- Otomatik yanma kontrol sistemleri,
- Yüksek verimli aydınlatma sistemleri,
- Yüksek verimli motorlar, değişken hız sürücüler ile düşük kapasitede çalışan fan, pompa, kompresör gibi sistemlerde elektrik tasarrufu,
- Soft starter ve proses otomasyon sistemleri ile elektrik sistemlerinde verimlilik arttırıcı uygulamalar.

Sanayi tesislerinde daima geriye kazanılabilecek bir enerji tasarrufu potansiyeli vardır. Bunlar, çoğu zaman bilinen önlem veya uygulamalarla geriye kazanılabilir. Bu potansiyeli kazanmak üzere mevzuat ve stratejiler kapsamında başlamış birçok çalışma ve destekleyici yapı vardır.

Enerji Verimliliği Kanunu ile yıllık 5000 TEP ve üzerinde enerji tüketimi olan sanayi kuruluşlarına enerji verimliliği etütleri yaptırması ve 1000 TEP ve üzerinde enerji tüketimi olan sanayi kuruluşlarında enerji yönetimi oluşturması yükümlülükleri getirilmiştir.

Ayrıca, enerji verimliliğinin teşvik edilmesine yönelik Verimlilik Arttırıcı Projeler (VAP) ve Gönüllü Anlaşmalar gibi çeşitli destek mekanizmaları da uygulanmaya başlanmıştır. Yıllık asgari 1000 TEP enerji tüketimi olan imalat sanayi tesislerinde gerçekleştirilecek, mevcut durumuna göre en az %20 oranında enerji tasarrufu sağlayacak şekilde tasarlanan ve basit geri ödeme süresi 5 yıl ve daha az olan bedeli 5 milyon TL'yi aşmayan enerji verimliliği projeleri %30 a varan oranda (1,5 milyon TL) desteklenmektedir. Enerji yoğunluğunun 3 yıl ortalamasını %10 oranında düşürmeyi tahhüt eden sanayi kuruluşları Gönüllü Anlaşma çerçevesinde anlaşmanın yapıldığı yıla ait enerji giderinin %30'u (maksimum 300.000 TL) tutarında enerji desteği kullanmakta ve 500 TEP üzerinde olan ve enerji verimliliği yatırımı yapan sanayi ve ticari işletmeler beşinci bölgede yapılacak olan yatırımlara sağlanan teşviklerden yararlandırılmaktadır.

"Enerji Verimliliği Strateji Belgesi" ile her bir sanayi alt sektöründe enerji yoğunluklarının %10'dan az olmamak üzere sektör işbirlikleri ile belirlenecek oranlarda azaltılması hedeflenmiştir. Bu hedefe ulaşmak amacıyla enerji verimliliğinin arttırılmasını sağlayıcı yatırımların özendirilmesi ve sanayi alt sektörlerinde, tasarruf potansiyelleri ile birlikte enerji verimliliğinde uygulanabilecek önlemlerin belirlenmesi gibi farklı eylemler tanımlanmıştır.

Onuncu Kalkınma Planının "*Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı"* kapsamında düşük verimli AC elektrik motorlarının daha yüksek verimli olanlarıyla değiştirilmesi, KOBİ'lerin enerji verimliliği konusundaki eğitim, etüt ve danışmanlık hizmetlerinin desteklenmesine yönelik mekanizmaların iyileştirilmesi ve enerji verimliliği alanındaki teknolojilerin ve iyi uygulama örneklerinin KOBİ'lerde yaygınlaştırılması eylemleri tanımlanmıştır.

En son olarak 2018'de yayınlanan "Enerji Verimliliği Eylem Planı" kapsamında yukarıda tanımlanan stratejik hedefler doğrultusunda sanayi ve teknoloji sektöründe enerji verimliliğinin arttırılması ve bu amaçla destekleme faaliyetlerinin yürütülmesi, sanayide enerji tasarruf potansiyeli haritasının çıkarılması, proje çeşitliliğinin arttırılması, yeni destek mekanizmasının tanımlanması, ısı kullanan büyük tesislerde kojenerasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması, cihazlarda çevreye duyarlı tasarım ve etiketleme sisteminin uygulanması konularında 7 eylem tanımlanmıştır.

2.2.2. Konut ve Hizmetler Sektöründe Enerji Verimliliği

Türkiye, %4'ten daha fazla olan yeni yapılaşma oranı ile Avrupa kıtasındaki en hızlı büyüyen bina stokuna sahip ülkedir. AB'nin büyüme oranı (%1'den daha az) ile kıyaslandığında bu oran 4 mislinden fazladır. Bu durum inşaat sektörünün, %6,6 olan reel GSYİH katkısıyla Türkiye ekonomisinin en önemli lokomotiflerinden biri haline gelmesine yol açmaktadır. Yeni yapılaşma faaliyetleri nedeniyle bu yüzdenin gelecekte daha da artması beklenmektedir. Bugün yaklaşık 2.400 milyon m² olan bina stokunun %50'den fazla büyüyerek 2050 yılında neredeyse 4.000 milyon m²'ye yükselmesi beklenmektedir.[12] Bu da açıkça gösteriyor ki, 2015 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekreteryasına sunulan Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı beyanında (INDC) tanımlanan Türkiye'nin iklim koruma hedeflerini başarmaya yönelik en önemli dayanaklardan biri Türkiye'deki bina sektörüdür.[13]

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye'de 2017 yılı itibariyle 9,1 milyon adet bina bulunmakta olup bu miktarın yaklaşık %87'sini konut nitelikli binalar oluşturmaktadır. Hane sayısı ise 22 milyonun üzerindedir[14]. Yapı kullanma izni istatistiklerine göre Türkiye'nin bina stokuna her yıl 100.000'den fazla yeni bina eklenmektedir. Söz konusu istatistiklerden görüldüğü üzere Türkiye'nin hızla büyüyen ve dönüşen yapı stoku bulunmaktadır. Bu kapsamda, hem yeni yapılacak binaların daha verimli olması hem de mevcut binaların iyileştirilmesi ile önemli miktarda enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Ayrıca bina ve hizmetler sektörü, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve yerinde üretim konusunda da önemli bir potansiyel barındırmaktadır.

Binalarda 2017 yılında tüketilen tüketilen 36 Milyon TEP enerji tüketiminin %64'ü konut nitelikli binalardadır. Konut ve Hizmet binalarının enerji tüketim yapısı elektrik tüketimi açısından oldukça farklıdır. Ticaret hizmet binalarının elektrik enerjisi tüketim oranı %42'dir. Konutlarda ise doğalgaz %44 ağırlıkla tüketilmektedir.

Konut sektöründeki enerji tüketimi iklim etkisinden arındırılarak kontrol edildiğinde 2000 yılına göre 2016 yılında %41 arttığı görülmektedir. Konutlardaki enerji tüketimi daha fazla doğalgaza yönelerek petrol, odun ve kömürün tüketimdeki oranları azalırken, güneş enerjisi ve elektrik tüketimi (konut başına yıllık %3 artış) önemli boyutta artmıştır. Elektrikli ev cihazlarında ve aydınlatma cihazlarındaki önemli verimlilik artışlarına rağmen refah artışı ve şehirleşme ile birlikte konutlarda elektrik tüketimi artışı yaşanmaktadır.

Konutlarda m^2 başına alan ısıtması için harcanan enerji (konutlarda tüketilen enerjinin %60'ı) yıllık bazda iklim etkisinden arındırılmış olarak %1,7 azalmıştır. Bunun en önemli nedeni doğalgaza geçen ısıtma sistemlerinin daha verimli olması, binalarda ısı yalıtım yönetmeliği ile ısı yalıtımının neredeyse iki kat iyileştirilmesi, piyasadaki odun ve kömür yakan sobaların veriminin artmış olmasıdır.

Hizmet sektörü perakende, turizm, gıda hizmetleri, bankacılık, bilgisayar hizmetleri gibi herhangi bir üretim/işleme aksiyonu olmayan sektörleri kapsamakta olup, enerji tüketimi ve isdihdamdaki payı hızla büyümektedir.

Ağırlıklı olarak elektrik tüketen bu sektörün enerji tüketimi 2000 yılına göre 2016 yılında %170 artmıştır. Bu sektörde %41 paya sahip elektrik tüketimi yıllık %7 artış göstermiştir. Verimlilik

[12] Türkiye Bina Sektörü Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası Yönetici Özeti Mart 2018, GIZ.
[13] Türkiye için U-Değerleri Haritaları, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (EPBD) kapsamında maliyet etkinliğe yönelik karşılaştırmalı metodolojinin uygulanması - Ecofys 2016.
[14] 2000 yılı TÜİK bina sayımı istatistikleri ile yıllık yapı kullanım izni istatistiklerinden faydalanılmıştır.

açısından en olumsuz sektörlerden birisi olan bu sektörün elektrik yoğunluğu %44,4 artmıştır. Çalışan kişi başına enerji yoğunluğu artışı daha da kötüdür. Bu sektörün enerji verimliliğindeki olumsuz konumunun önemli nedenlerinden birisi de gereğinden fazla ısıtılan ve soğutulan alanlara sahip alışveriş merkezleri olarak tanımlanan, parakende sektörünün en önemli bileşeni ve yüksek pompa, klima ve motor ihtiyacı olan çok yüksek iş plaza yatırımlarıdır.

Tükiye'de şu anda faaliyet gösteren 412 AVM bulunmaktadır. Bunların toplam yatırım tutarı ise 53 milyar dolar seviyesindedir. Ayrıca 2019'da 10-12 AVM'nin de inşaatı devam etmektedir. AVM'lerin toplam cirosu 2018 yılında 130 milyar lira olarak gerçekleşirken, cironun 2019'da ise 160 milyar liraya ulaşması öngörülmektedir (Diken, 2019). Ancak E-ticaretin hızlı yükselişi, AVM'lerin karlılılığı üzerinde ticari riskler oluşturmaktadır. Örneğin, bu durum ABD'deki AVM'ler için büyük bir zorluk oluşturmaktadır. E-ticaretin artması ile birlikte mağazalar birer beton yığınına dönüşerek ölü birer yatırım haline gelmeye başlamıştır. Sonuç olarak, mağazalar kapanıp işletme giderleri yükselmektedir. Öngörülebilir yakın gelecekte de bu trend hızla devam edecektir. Benzer bir gelişme Türkiye için de olasıdır ve en ciddi önlem işletme maliyetlerini düşürmek üzere enerji verimliliğinin arttırılmasıdır.

2016 yılında toplam sera gazı emisyonlarının %16'sından bina sektörü sorumludur. Binaların enerji tüketimi 1990'dan bu yana yılda %4 oranında artmaktadır. Enerji verimliliği faaliyetleri ile enerji tüketim artış hızı azalma yolunda olsa da bina stok artış hızının artması Türkiye'de sera gazı emisyonları artışı açısından potansiyel risklerden birisidir.

TS 825 Standardı, 2000 yılından itibaren "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" ile Mecburi Standart Tebliği olarak yayımlanarak zorunlu standart haline gelmiştir ve yeni yapılacak binaların ısıtma enerjisi talebinin hesaplanma prosedürleri ve çeşitli eşik değerleri tanımlamak üzere yürürlüğe konmuştur.

Daha sonra Enerji Verimliliği Kanunu ile tanımlanan hedeflere ulaşmak ve AB'nin benzer direktifine uyum sağlamak için *Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği* yayınlanmıştır. Bu çerçevede ülke genelinde hem kamu hem de özel sektör binalarında enerji verimliliği çalışmaları yürütülmektedir. *Yönetmeliğe göre yeni binaların en az C sınıfı Enerji Kimlik Belgesi'ne sahip olması gerekmektedir.* Mevcut binaların ise enerji kimlik belgesine sahip olması zorunlu olmakla beraber satış ve kiralama işlemlerinde enerji kimlik belgesi aranma zorunluluğu 2020 yılına ertelenmiştir. Enerji Kimlik Belgesi yazılımı BEP-TR 2011'de geliştirilmiş ve 2012'den itibaren binaların EKB belgeleri sisteme kaydedilmiştir. 800.000 civarında (Ekim 2018 - T.C. ÇŞB) binanın C ve üzerinde olan sınıf belgesi 5500 civarındaki EKB uzmanı tarafından düzenlenmiş ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından kayıt altına alınmıştır.

Yeşil bina ve yerleşimler, Neredeyse "0" enerjili binalar artık daha fazla gündeme gelmektedir. Halihazırda Dünya'da birçok yeşil bina sertifika sistemi vardır. Bunlardan başlıcaları 1990'da İngiltere'de ortaya çıkan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), 1998'de Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), 1998'de gelişmiş ülkelerin bir araya gelmesiyle kurulan IISBE (International Initiative for Sustainable Built Environment), 2003'de BREEAM'den uyarlanarak Avustralya'da oluşturulan Greenstar, 2004'de Japonya'da ortaya çıkan CASBEE (Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency) ve 2009'da Almanya'da ortaya çıkan DGNB (Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen)'dir. Bütünleşik

Yeşil Proje Yönetimi, Arazi Kullanımı, Su Kullanımı, Enerji Kullanımı, Sağlık ve Konfor, Malzeme ve Kaynak Kullanımı, Konutta Yaşam, İşletme ve Bakım, Yenilikçilik gibi kriterlere uygunluğun değerlendirildiği bu sertifikasyonlara uygun olarak Türkiye'de de binalar yapılmaktadır. Örneğin, yaygın kullanılan LEED Sertifikasyonu'na sahip olan bina sayısı 830'dur.[15]

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından da bu konuda yeni düzenlemeler çıkarılmaktadır. Mevcut ve yeni binalar ile yerleşmelerin teknik özelliklerini ve gereksinimlerini dikkate alarak, bina ve yerleşmelerin doğal kaynakları ve enerjiyi verimli kullanarak çevreye olumsuz etkilerini azaltmak için değerlendirme ve belgelendirme (yeşil sertifika) sistemlerinin oluşturulmasına, değerlendirme ve belgelendirme sürecinde rol alacakların görev, nitelik ve sorumluluklarının belirlenmesine ilişkin usul ve esasları belirlemek üzere çıkartılan "*Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği*" 23 Aralık 2017 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik çerçevesinde kamu binalarında enerji verimliliği etütleri yaptırılmakta ve tespit edilen potansiyelin hayata geçirilmesi amacıyla çalışmalar yürütülmektedir. Kamu binalarının yıllık enerji tüketiminin 2023'e kadar %20 düşürülmesi öngörülmektedir.

Türkiye'de çeşitli stratejiler ile binalarda enerji verimliliğinin arttırılması ve bina kaynaklı enerji tüketimlerinin azaltılmasına yönelik hedefler tanımlanmış olup belirlenen hedeflerin uygulanmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir. İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023 kapsamında enerji verimliliğinin ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payının arttırılmasına yönelik çeşitli hedefler tanımlanmıştır.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde yer alan "Binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmak; yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sürdürülebilir çevre dostu binaları yaygınlaştırmak" konu başlıklı stratejik amaç altında; "binalara azami enerji ihtiyacı ve azami emisyon sınırlaması getirilmesine" ve "karbondioksit emisyonu miktarları ilgili mevzuatta tanımlanan asgari değerlerin üzerinde olanlara idarî yaptırım uygulanmasına" yönelik eylemler tanımlanmıştır. Ayrıca aynı belgede "2010 yılındaki yapı stokunun en az dörtte biri (1/4) 2023 yılına kadar, sürdürülebilir yapı haline getirilecektir." konu başlıklı stratejik amaç altında ise "binaların ruhsatlandırılmasında sürdürülebilir nitelik aranmasına" ve "toplu konutlarda yerinden üretim uygulamalarının yaygınlaştırılmasına" yönelik eylemler bulunmaktadır.

Onuncu Kalkınma Planı Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı Eylem Planı kapsamında "Binalarda Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi" konu başlıklı bir bileşen tanımlanmış olup söz konusu bileşen altında binalarda enerji verimliliğinin arttırılması amacıyla finansal mekanizmalar geliştirilmesine ve mevzuat iyileştirmesine yönelik eylemler belirlenmiştir.

Enerji Verimliliği Eylem Planı kapsamında yukarıda tanımlanan stratejik hedefler doğrultusunda bina ve hizmetler sektöründe enerji verimliliğinin arttırılması amacıyla 12 eylem tanımlanmıştır. Söz konusu eylemler; yeni yapılacak ve mevcut binaların verim sınıflarının iyileştirilmesi, kamu sektöründeki tasarruf potansiyelinin hayata geçirilmesi, binalarda yerinde üretimin ve yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması, kapsamlı bir bina envanteri çalışması yapılması ve bütün kesimlere hitap eden farkındalık çalışmalarının yürütülmesi gibi konuları kapsamaktadır.

[15] Bkz. https://www.usgbc.org/projects

2.2.3. Ulaştırma Sektöründe Enerji Verimliliği

Dünyada hızlı bir entegrasyon sürecinin yaşanması teknolojide ulaşılan yenilikler, nüfusun kentlerde yoğunlaşması ve ekonomik gelişme ile birlikte kaliteli, güvenli ve konforlu ulaşım hizmetlerine olan talep artmış ve bunun sonucunda da ulaştırma sektörü hızla büyüyen dinamik bir sektör haline gelmiştir. Ulaştırma sektöründeki bu gelişimin özellikle petrole bağımlı karayolu taşımacılığı ekseninde devam etmesi, enerji arz güvenliğinin sağlanması, çevre, hava ve gürültü kirliliği, doğal alanların bozulması ve sağlık sorunları gibi birçok problemi de beraberinde getirerek ulaştırma sektöründe enerjinin etkin ve verimli kullanılmasını da zorunlu hale getirmiştir.

2017 yılında Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık %25'i ulaştırma sektöründe gerçekleşmiştir. Bu sektör, enerji tüketimi ve enerji payı artma eğiliminde olan bir sektördür. Son 16 yıllık periyotta yıllık ortalama %5,1 oranında artmıştır. AB_{28}'de bu artış oranı sadece %0,3'tür. Ulaştırma hizmetleri %92 oranında karayolunda gerçekleşirken sektör %99 üzerinde petrole dayalıdır (ETKB-EİGM, t.y.).

Bununla birlikte ulaşımda enerji yoğunluğu taşıt filolarının yeni ve verimli taşıtlarla değişimi nedeniyle artmamış aksine bazı yıllarda düşmüştür.

1990 yılından beri taşıt sayısı sürekli artmaktadır. 1990 yılında 3,8 milyon trafiğe kayıtlı toplam taşıt sayısı 2018 Aralık ayı sonu itibarıyla 22,9 milyona ulaşmıştır. Bu taşıtların %54,2'sini otomobil, %16,4'ünü kamyonet oluşturmuştur. Trafiğe kayıtlı 12,4 milyon adet otomobilin %37,9'u LPG, %36,8'i dizel, %24,9'u benzin yakıtlıdır.

Türkiye motorlu kara taşıt filosunun ortalama yaşı 13,4 olarak belirlenmiştr. Ortalama yaş otomobillerde 12,6 olup, taşıt filosunun %8,3'ünü oluşturan traktörler ortalama yaşı en büyük grup olup 23,2 yıldır (TÜİK, 2019a). Karbon yoğunluğu en düşük yakıt olan LPG'li taşıt sayısındaki artış ile karayolu ulaşımındaki sera gazı emisyonunda taşıt sayısı artışına rağmen azalma etkisi yaratmıştır.

Ülkemizde, alınacak önlemler ile ulaştırma sektöründe enerji verimliliğinin arttırılması ve bu sayede ülkemizin petrolde dışa bağımlılığının azaltılması mümkündür.

Ulaştırma sektöründe modlar arasında dengeli bir dağılımının sağlanması için yük ve yolcu taşımacılığında, kombine/intermodal/multimodal taşımacılık uygulamalarının geliştirilerek demiryolu ve denizyolu taşımacılığı paylarının arttırılması ve ulaştırma planlamasında koridor yaklaşımına geçilmesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda *Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023* ile Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığındaki payının %15'in ve yolcu taşımacılığındaki payının ise %10'un üzerine çıkarılması hedefi bulunmaktadır. Bu sayede 2023 yılı sonuna kadar karayolunun yük taşımacılığındaki payının %60, yolcu taşımacılığındaki payının da %72 seviyesine çekilmesi planlanmaktadır. 2017 ve 2018 arasında demiryolu yük ve yolcu taşımasında %10'nun üzerinde büyümüştür.

Tablo 3: *Türkiye ve AB'nin alt Sektörlerinde Modal Dağılımı Kıyaslaması 2018 (%)*

Yük(ton-km)				
	Karayolu	**Demiryolu**	**Deniz ve İç Sular**	**Havayolu**
AB-28	76,4	17,4	6,2(1)	
Türkiye	89,2	3,9	6,9(2)	
Yolcu(yolcu-km)				
AB-28	82,2	6,7	0,4	10,7
Türkiye	89,3	1	0,3	9,4

Kaynak: 2019 yılı Cumhurbaşkanlığı bütçesi Tablo II:51; AB Ulaşım İstatistikleri 2019 ve Altyapı Bakanlığı, TCDD.

- AB-28 ülkeleri için deniz ve kıyı taşımacılığı dahil olmayıp yanlızca iç su yolu taşıma verisidir.
- Türkiye için Kabotaj taşıma verisidir.
- Kent içi ulaşım taşımaları hariçtir.

Yaklaşık 23 milyon motorlu kara taşıtının 12,4 olan ortalama yaşının yüksek olması hem yakıt ekonomisi hem de çevre açısından olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Bu sebeple bazı dönemlerde ülkemizde model yılı eski olan araçların hurdaya ayrılmasına yönelik bazı düzenlemeler ve teşvikler uygulanmaktadır.

Vergi teşvik politikaları çerçevesinde 2013 ve 2014 yıllarında yaklaşık 400.000 adet 20 yaşından büyük araç pazardan çekilmiş ve emisyonun azaltılması üzerinde etkili olmuştur. Zaman zaman yakıt tüketiminde verimliliği arttırmak ve otomotiv sektöründe daralma olduğunda sektörü teşvik amacıyla eski aracın hurdaya ayrılması karşılığında vergi indirimleri uygulanmaktadır.

En son 2017 Temmuz ayında yayınlanan 48 Seri No'lu Motorlu Taşıtlar Vergisi Genel Tebliği ile bir düzenleme yapılmış olup ilgili trafik sicilinde adlarına kayıt ve tescilli bulunan, model yılı 1997 veya daha eski olan motorlu taşıtların hurdaya ayrılmasına yönelik teşvik getirilmiştir (2018 sonuna geçerli iken 50 nolu tebliğ ile 2019 yılı sonuna kadar uzatılmıştır).

Ayrıca Hazine ve Maliye Bakanlığı, elektrikli motorlu taşıt kullanımı teşvik etmek amacıyla Şubat 2011'de elektrik motorlu taşıtlarda verginin azaltılmasına yönelik bir düzenleme başlatmıştır. Bununla birlikte hala normal araçlara kıyasla pahallı olan otomobil pazarında, içten yanmalı motorlu taşıtlardan çok daha verimli olan elektrikli ve hibrit araç sayısında fazla bir artış görülmeyerek, bu segment araç filosu Türkiye'de gerek sayısal olarak ve gerekse şarj istasyonları açısından sektörde değişim sağlayacak bir boyuta gelememiştir.

2018 yılında 155 elektrikli ve 3.899 hibrit araç satışı gerçekleşmiştir. Şubat 2019 ayı sonu itibari ile Türkiye otomobil pazarında 2012 yılından beri satılan elektrikli araç sayısı 669, hibrit araç satışı ise 10.133 olmuştur.

Dünya çapındaki elektrikli araç satışlarına bakıldığında, üretim kapasitesindeki genişleme, daha geniş bir model yelpazesi ve gelişmiş araç performansı nedeniyle 2016 yılında %40 artmıştır. Bununla birlikte, daha düşük benzin fiyatları, daha

az verimli olan büyük binek araçların, özellikle de binek araçlarının yakıt verimliliğindeki küresel iyileşme oranını azaltan spor araç satışlarının artmasına neden olmuştur.

Bu tür araçlar şehirlerdeki hava ve gürültü kirliliğine önemli katkı sağlasa da özellikle elektrikli araçlar enterkonnekte şebekeden sağlanan elektrik ile şarj edildiğinde günün sonunda emisyon açısından olumsuz etkiye sahiptir. Bu nedenle yenilenebilir kaynaklarla şarj sağlayan istasyonların yaygınlaştırılması elektrikli araçların desteklenmesine paralel olarak geliştirilmelidir.

Ülkemizde sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin oluşturulması için ulaşım altyapısının bütünleşik bir şekilde planlanması ve işletilmesi, ulaşım modlarının birbirine entegrasyonun sağlanması, araçların birim yakıt tüketimlerinin düşürülmesi ve çevreye zararı en aza indirgeyen politika ve stratejilerin geliştirilmesi son derece önemlidir. Bu bağlamda ülkemizin ulaşımda enerji verimliliği konusunu ele alan başlıca belgelerinden biri olan *Enerji Verimliliği Strateji Belges*i ile motorlu taşıtların birim fosil yakıt tüketiminin azaltılması, yük ve yolcu taşımacılığında demiryollarının ve şehir içinde toplu taşımanın payının arttırılması ve şehir içi ulaşımda gereksiz yakıt sarfiyatının önlenmesi ve çevreye zararlı emisyonların düşürülmesi hedeflenmiştir.

İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023 ile yük ve yolcu taşımacılığında ulaşım türlerinin dengeli kullanımı, kentsel ulaşımın sürdürülebilir ulaşım ilkeleri doğrultusunda yeniden yapılandırılması, alternatif yakıt ve temiz araç teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması ve sektörün enerji tüketiminde verimliliğin arttırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından bilgi ve iletişim teknolojilerinin ulaşım sektörüne adapte edilmesini amaçlayan *Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eylem Planı'nda* ulaştırma sektörüne yönelik önlemler bulunmaktadır.

Bahsi geçen dokümanların yanı sıra belediyeler de yayımlamış oldukları ulaşım uzmanlık planları ile yerel ölçekteki hedef ve amaçlarını ortaya koymakta ve faaliyetlerini bu doğrultuda sürdürmektedir. Bunun gibi daha birçok farklı kurum ve kuruluş tarafından üretilen politika dokümanlarında ulaştırmada enerji verimliliği konusu ele alınmaktadır.

Ülkemizin politika ve stratejileri arasında önemli bir yeri olduğu açıkça görülen ulaştırmada enerji verimliliği konusunu bir bütün olarak ele alan Enerji Verimliliği Eylem Planında, sürdürülebilirliği sağlamak ve enerji verimliliğini teşvik etmek amacıyla ulaştırma sektörüne yönelik 9 eylem yer almaktadır. Enerji verimli araçların özendirilmesi, alternatif yakıtlar ve yeni teknolojilerle ilgili karşılaştırmalı çalışmanın geliştirilmesi, bisikletli ve yaya ulaşımının geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, şehirlerdeki trafik yoğunluğunun hafifletilmesi amacıyla otomobil kullanımının azaltılması, toplu taşımanın yaygınlaştırılması, kentsel ulaşım için kurumsal yeniden yapılanmanın geliştirilmesi ve uygulanması, denizyolu taşımacılığının güçlendirilmesi, demiryolu taşımacılığının güçlendirilmesi ve ulaşıma yönelik veri toplanması öncelikli eylem alanları olarak belirlenmiştir.

3. KÜRESEL ÖLÇEKTE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İLE FOSİL ENERJİ KAYNAKLARININ MALİ ANALİZLERİ

2016 yılındaki küresel enerji yatırımları azalmaya (%12) devam etmiş, petrol ve gaz aramalarından enerji verimliliğine kadar tüm enerji sektörü genelinde küresel GSYİH'nin %2,2'sine eşdeğer olarak 1,7 trilyon ABD Doları civarında gerçekleşmiştir.

Kutu 2: Düzeltilmiş Elektrik Üretim Maliyetinin Analizi

Elektrik üretim tesisinin ömür boyu maliyetinin hesaplanmasında sadece ilk yatırım maliyeti değil, aşağıda başlıcaları verilmiş olan diğer birçok maliyet de gözönüne alınmaktadır:

- ***Sabit çalışma ve bakım*** – Üretimden bağımsız olan yıllık masraflar
- ***Değişken çalışma ve bakım*** - Üretilen elektrik miktarına bağlı olarak değişen
- ***Yakıt maliyeti*** **-** IEA Dünya Enerji Görünümü'ne göre öngörülen yakıt maliyetleri
- ***Isı geliri*** **-** Isı satışından elde edilen kazançlar (sadece birleşik ısı ve enerji santralleri için geçerlidir)
- ***Sistem maliyetleri***
  - *Dengeleme maliyetleri* - Planlanan üretimden olan sapmaların giderilmesi maliyetleri
  - *Profil maliyetleri* – Piyasadaki ortalama elektrik üretim fiyatına kıyasla elektrik üretiminin değeri
  - *Şebeke maliyetleri* – Elektrik dağıtım iletim altyapısının genişletilmesi ve uyarlanması için maliyetler
- ***İklim***
  - *CO_2 emisyonu maliyetleri -IEA veya uluslararası kuruluşlarlarca gelecek için öngörülen fiyatı.*
  - *CH_4 emisyonları CO_2 eşdeğerleri maliyeti*
  - *N_2O emisyonları, CO_2 eşdeğerleri maliyeti*
- ***Hava kirliliği***
  - *SO2 - SO2 emisyonlarının sosyo-ekonomik maliyetleri*
  - *NO_X - NO_X emisyonlarının sosyo-ekonomik maliyetleri*
  - *PM2.5 - PM2.5 emisyonlarının sosyo-ekonomik maliyetleri*
- ***Diğer maliyetler***
  - *Radyoaktivite - Radyoaktivitenin sosyo-ekonomik maliyeti*
  - *Duruma özel olarak kullanıcı tarafından tanımlanan diğer masraflar*

Tüm yatırımların %42 civarındaki bölümü, petrol, gaz ve kömür arzı için ve ağırlıklı olarak bu kaynakların çıkarılması ve taşınması için yapılmıştır. Bu yatırımlar yani fosil yakıtlara yapılan yatırımlar, bir önceki yıla göre %25 düşerken, enerji verimliliğine yapılan toplam yatırımlar ise 2016 yılında %9 artmıştır ve aynı yıl yapılan toplam enerji yatırımının %47'sine ulaşmıştır. Bu da bize, artık dünyanın enerji ihtiyacını yeni enerji arz kaynaklarından karşılama konusundaki alışkanlıklardan vazgeçerek mevcut kaynağı daha iyi değerlendirmek üzere verimliliğe yatırım yapmaya başladığını göstermektedir (IEA, 2017b).

Enerji verimliliğini destekleyen harcamalar bina ısı yalıtımı, ısıtma sistemi ve elektrikli ev cihazlarının değişiminde yoğunlaşmıştır. Ulaşımdaki verimlilik artışları ise elektrikli araçlara yapılan harcamalarla gerçekleşmiştir.

Diğer taraftan küresel yenilenebilir elektrik enerjisi yatırımlarının parasal büyüklüğü 5 yıl öncesi ile kıyaslandığında %3 daha azalmış görülmekle birlikte eklenen kapasite %50 ve beklenen üretim miktarı %35 daha fazladır. Bunun en önemli nedeni özellikle güneş PV ve rüzgar yatırım maliyetlerinin teknolojik gelişmelerle birlikte hızla düşmesidir (IEA, 2017a). Diğer yandan, artan ekipman üreticisi sayısı nedeniyle piyasada rekabetin artması ve uluslararası arenada aktif ve tecrübeli proje geliştiricilerin çoğalması ve projelerin gerçekleştirilmesinde deneyimlerin artması da bu yatırımların gelişerek artmasını ve birim maliyetlerin düşmesini sağlamaktadır. Bu şekilde yenilenebilir enerji fosil yakıtlara ciddi bir alternatif olmaya başlamıştır.

Yenilenebilir enerji maliyetleri düştükçe de, elektrik üretim ihtiyacını karşılamada yenilenebilir kaynaklar daha rekabetçi hale gelmektedir. 2017 yılında devreye alınan projeler için maliyetler düşmeye devam etmiş ve projelerin çoğunun üretim maliyeti fosil yakıt maliyetleri aralığına gerilemiştir.

2017'de ABD'de de en ucuz mevcut elektrik kaynağı, hızlı maliyet düşüşleri nedeniyle sübvansiyonlar olmaksızın yenilenebilir enerji kaynakları olmuştur. ABD'nin birçok bölgesinde yeni rüzgâr santrali inşa etmek mevcut kömürlü santralleri çalıştırmaktan daha ucuz olduğu ve rüzgâr santrallerinin nükleer ve doğalgazın ise başabaş bir değerde olduğu ortaya çıktı. Yenilenebilir enerji maliyetleri hızla düşüşe devam ettikçe, ABD'de fosil yakıtları kârlılıkta daha fazla zorlamaya devam etmekte ve tüm kapanan santrallerin fosil yakıtlı oldukları görülmektedir.

Son dönemde gerçekleştirilen yarışmalar/ihaleler yenilenebilir maliyetlerinin 2020'den sonra da düşmeye devam edeceğini teyit etmektedir.

IRENA, 'Yenilenebilir Maliyetleri Veritabanı'na ek olarak yaklaşık 7000 yarışma sonucunu bir araya getiren yeni bir veritabanı hazırlamıştır. Bu veritabanlarında yer alan rakamların direk olarak karşılaştırılması mümkün olmasa da analizler yenilenebilir maliyetlerinin gelişimi ile ilgili önemli sonuçlar vermektedir.

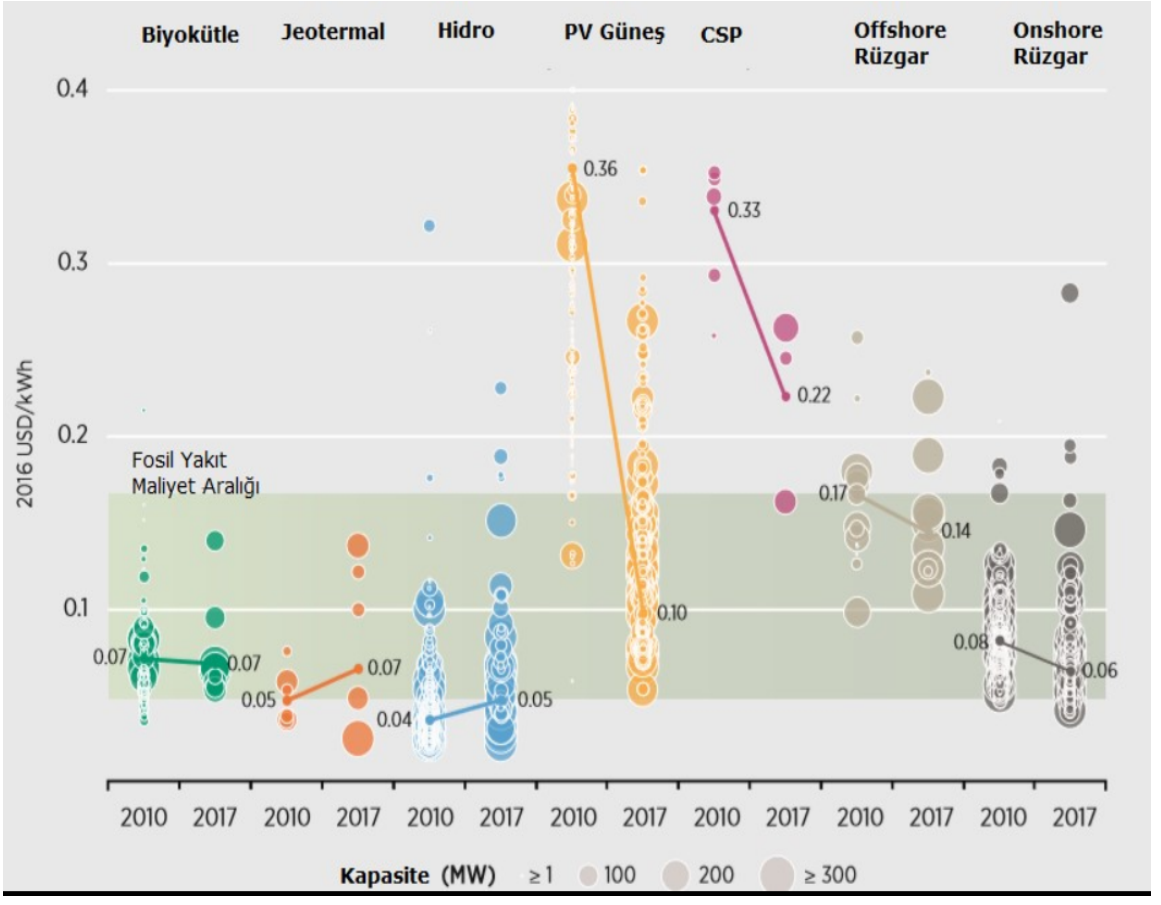
Düzeltilmiş Elektrik Enerjisi Maliyeti (Levelized Costs of Electricity – LCOE), farklı elektrik üretim teknolojilerinin ekonomisini; santralin ilk yatırım maliyetini ve varsayılan ömrü boyunca işletme maliyetini birlikte göz önüne alarak doğru bir şekilde kıyaslamaya yarayan bir göstergedir. LCOE hesabında göz önüne alınan başlıca maliyetler arasında; sermaye maliyetleri, yakıt maliyetleri, sabit ve değişken işletme ve bakım maliyetleri (O&M), finansman maliyetlerinin yanı sıra her bir proje türü için varsayılan kullanım oranı yer almaktadır (KUTU 2) (EIA, 2019).

Çevre duyarlılığının oldukça arttığı son 30 yılda, yaşam döngüsü analizleri birçok ürün için yapılmakla birlikte sera gazı emisyonunun en fazla üretildiği enerji sektörü için de uygulanmaktadır. Bu sayede birbirinden farklı birçok enerji tesisi ortak bir birim çatısı altında değerlendirilip çevreye olan zararı kıyaslanabilmektedir.

Aşağıda Şekil 19'da Lazard tarafından yapılan Düzeltilmiş Elektrik Enerjisi Maliyeti kıyaslama çalışması verilmiştir. Buradan da görüleceği üzere 2017 yılında yenilenebilir enerji üretim teknolojilerinin yaygınlaşması devam ederek hızlanmış ve fosil kaynaklar ile rekabet edecek hale gelmiştir.

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından toplanan veriler; 2017'de devreye alınan hidroelektrik, biyokütle, jeotermal enerji ve karasal rüzgar projelerinin maliyetinin proje büyüklüklerine ve proje bölgesinin kaynak potansiyel gücüne göre bir miktar değişse de, büyük ölçüde *fosil enerji maliyetleri (0,07)* ile aynı aralıkta olup, düzeltilmiş elektrik maliyeti (LCOE) olarak Kilowat-saat (kWh) başına yaklaşık 0,05-0,07 Amerikan Doları arasında gerçekleştiğini göstermiştir.

Şekil 15: *Yenilenebilir enerji üretim teknolojilerinin enerji hizmet şirketleri uygulamalarında gerçekleşen "Düzeltilmiş Elektrik Maliyetleri" kıyaslaması ve 2010-2017 arasındaki değişimi (IRENA, 2017: 17)*



NOT: *Dairelerin çapı projenin büyüklüğünü göstermektedir. Dairenin merkezi y-ekseninde fiyatı, x-ekseninde de yarışmanın gerçekleştirildiği yılı vermektedir. Kalın çizgiler ağırlıklı LCOE ortalamasını ya da yarışma/ihale sonuçlarını vermektedir. Yeşil alan ise fosil yakıt maliyetleri aralığını göstermektedir.*

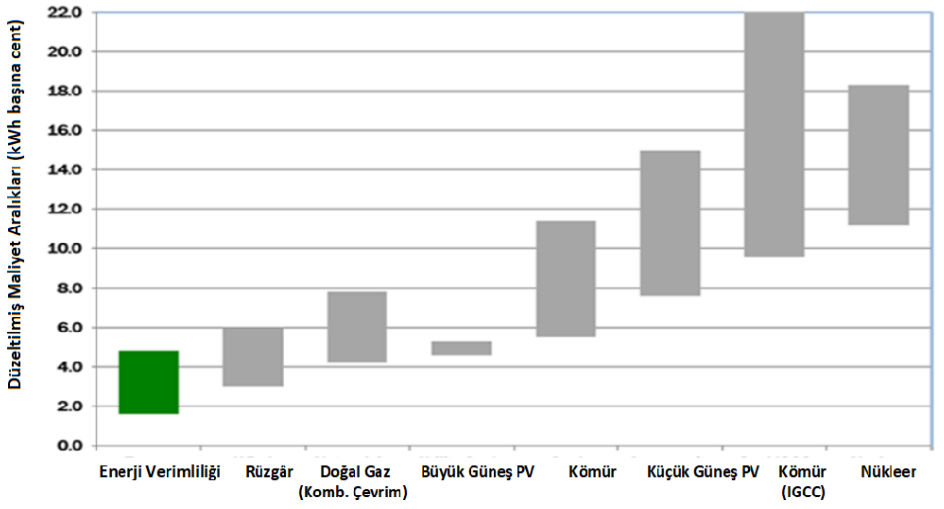
Güneş PV maliyetinin kWh başına 2010 yılındaki 0,36'lardan 2017 de 0,10 Amerikan Doları'na indiği, Konsantre Güneş santrallerinde (CSP) 100 MW büyüklüğündeki proje için 0,17 ve 2000 MW büyüklüğünde deniz üstü rüzgar projesinde (offshore rüzgar) maliyetin 0,14 Amerikan Doları seviyesine düştüğü görülmektedir (IRENA, 2018).

Diğer yandan, yenilebilir enerji yatırımlarına yakın boyutta olan enerji verimliliğine yapılan yatırımlar, 2016 yılında da düşük enerji fiyatlarına rağmen artmaya devam etmiş ve 231 milyar ABD Doları'na ulaşmıştır. Avrupa, enerji verimliliğine en fazla yatırım yapan bölge olurken yapısal değişikliklerin yanı sıra politikalarını güçlendiren Çin 2016 yılında en yüksek enerji verimliliğini sağlamayı başarmış ve ekonomisinin enerji yoğunluğunu azaltmıştır.

Küresel olarak, enerji verimliliği yatırımlarının ağırlıklı bölümü - 133 milyar dolar - toplam enerji talebinin üçte birini oluşturan bina sektörüne yapılmıştır. Amerika'da enerji verimliliği yatırımlarındaki büyüme, elektrik sektöründe enerji verimliliğinin rolünde çarpıcı bir artış göstermiştir. Bügün enerji verimliliği Amerika'nın elektrik sisteminde 3. büyük elektrik üretim kaynağıdır ve sisteme nükleer güçten daha fazla katkıda bulunmaktadır (Gilleo, 2017).

Lazard'ın Kasım 2017'de piyasaya arz edilen elektrik arz kaynaklarının düzeltilmiş maliyetleri ile ilgili çalışmasında; elektrik şirketlerinin müşterilerine verimli ev aletleri satın almaları, evlerini ve işyeri binalarını izole etmeleri ve işletme ve bakım uygulamalarını iyileştirmeleri konusunda yardımcı olarak, en düşük maliyetli enerji kaynağına yatırım yaptıkları gösterilmiştir.

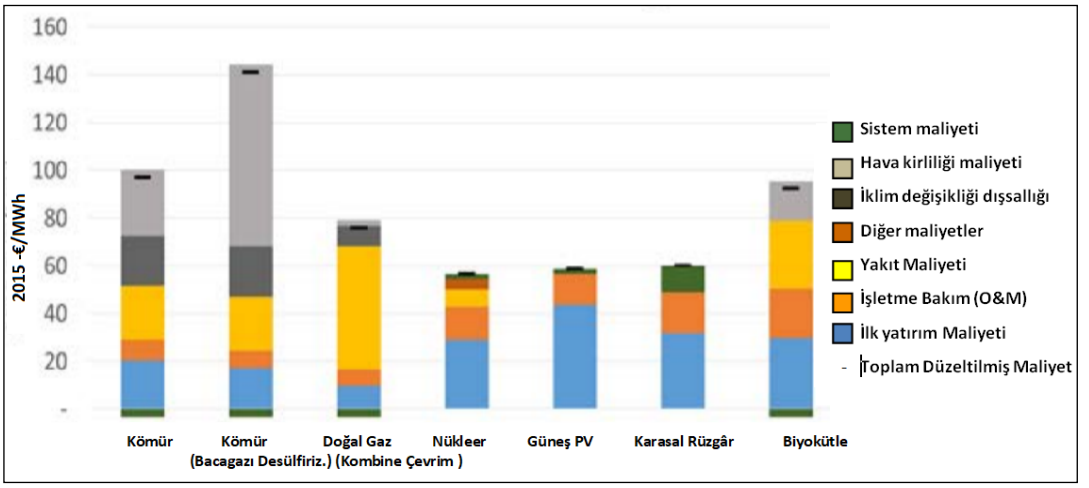
Şekil 16: *Enerji Verimliliği ile çeşitli enerji üretim teknolojilerinin kWh başına ABD doları cent olarak "Düzeltilmiş Elektrik Maliyetleri" kıyaslaması (a.g.e.)*



Şekil 17'den de görüldüğü üzere enerji verimliliği maliyet açısından tüm enerji üretim teknolojilerine göre en avantajlı konumdadır. Bunun en önemli nedeni tasarruf edilen enerjinin yakıt, bakım ve onarım maliyetinin olmaması ve yatırım maliyetinin (büyük finansman kredilerine ihtiyaç duyulmaması nedeniyle) daha düşük olmasıdır. Enerji verimliliği yatırımları, elektrik şirketlerinin enerji kayıplarını kWh saat başına iki ila beş cent (ortalama yaklaşık üç cent) maliyetlerle azaltılmasını sağlamaktadır. Diğer taraftan, fosil yakıtlar gibi kaynaklardan aynı miktarda elektrik üretilmesi 2-3 kat daha pahalıya mal olmaktadır.

Lawrence Berkeley National Laboratory tarafından 2009-2013 yılları arasında elektrik şirketlerinin yürüttüğü 5.400 programdan alınan verilerin analizi sonucunda; tasarruf edilen her bir kWh maliyetin beş yıllık süre boyunca ortalama 0,028 ABD Doları/kWh olduğu hesaplandı (a.g.e.). Bu şekilde enerji verimliliğinin elektrik üretiminde maliyeti en düşük kaynak olduğu ortaya çıkmıştır.

Şekil 18: *Sekiz Enerji Üretim Teknolojisinin "Düzeltilmiş Elektrik Maliyetleri" (Danish Energy Agency, 2018)*



Varsayımlar:

Teknoloji verileri "Projelendirilen elektrik üretimi maliyeti 2015" (IEA, 2015)'ten alınmıştır. Ancak PV ve rüzgar için finansal (CAPEX ve OPEX) verileri Danimarka Teknoloji Kataloğu'ndan alınmıştır.

Kömür, gaz ve biyokütle teknolojileri için yıllık tam yük saatleri: 5.000, nükleer güç: 7,000, karadan rüzgar enerjisi: 3,150, denizde (Offshore) rüzgar enerjisi 4,500, güneş PV: 1,700.

İndirim oranı: %4 reel.

Yakıt ve CO2 için projeksiyon fiyatları IEA Yeni Politika Senaryosu 2015, Dünya Enerji Görünümü, 2015'ten alınmıştır.

FGD: baca gazı kükürt giderme.

Şekil 21'de sekiz enerji üretim teknolojisinin düzeltilmiş elektrik maliyetleri hesabında göz önüne alınan çeşitli maliyet bileşenleri ile kıyaslanması nükleer enerjinin bugünün teknolojisi ile güneş ve rüzgar enerjisine yakın bir maliyeti olduğu ve kömürün yenilenebilir kaynaklar karşısında maliyet avantajını kaybettiği görülmektedir.

4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ODAKLI ENERJİ POLİTİKALARININ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDEKİ ÖNEMİ

Enerji ve kalkınma politikaları birbirleri ile çift yönlü bir neden-sonuç ilişkisine sahiptir. Bir başka deyişle, enerji kalkınmanın itici gücüdür, kalkınma ve refah için üretim, üretim için de enerji gerekli öğelerin en önemlisidir. Ancak bu üretim ve dolayısı ile enerji tüketiminin de bir çevre bedeli vardır.

İkinci dünya savaşı sonrasında sanayileşmiş ülkeler yarın yokmuş gibi ekolojik dengeleri göz ardı ederek büyümeye odaklandılar. Ülkeler bol kaynakları ve varlıkları ne pahasına olursa olsun büyüme için kullandılar ve bu şekilde bugünün kaynaklarını ve refahını o günden ödünç aldılar. Bu bilinçli olmayan tüketime, doğanın iklim değişikliği olguları ile tepki vermesi ile tüketimin ve özellikle enerji tüketiminin etkisinin göz ardı edilemeyecek hale gelmesine yol açtı.

Sanayileşmiş ülkelerde, iklim değişikliğine dair küresel anlaşma süreçleri ile birlikte ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu endeksleri birlikte sorgulanmaya, hedefler belirlenmeye ve izlenmeye başlandı. Ancak gelişmekte olan ülkelerin çevre veya ekonomi politika gündemlerine iklim değişikliği henüz tam olarak giremedi. Ne yazık ki nüfusun en savunmasız olduğu ve iklim değişikliğinin etkilerine kolayca uyum sağlamak için yeterli kaynaklara sahip olmayan bu ülkeler, iklim değişikliğinin en olumsuz etkileri ile yaşayarak ülkelerin gelişmelerinin büyük ölçüde etkileneceği dünyanın bu alanda da "dezavantajlı" kesimi oldu.

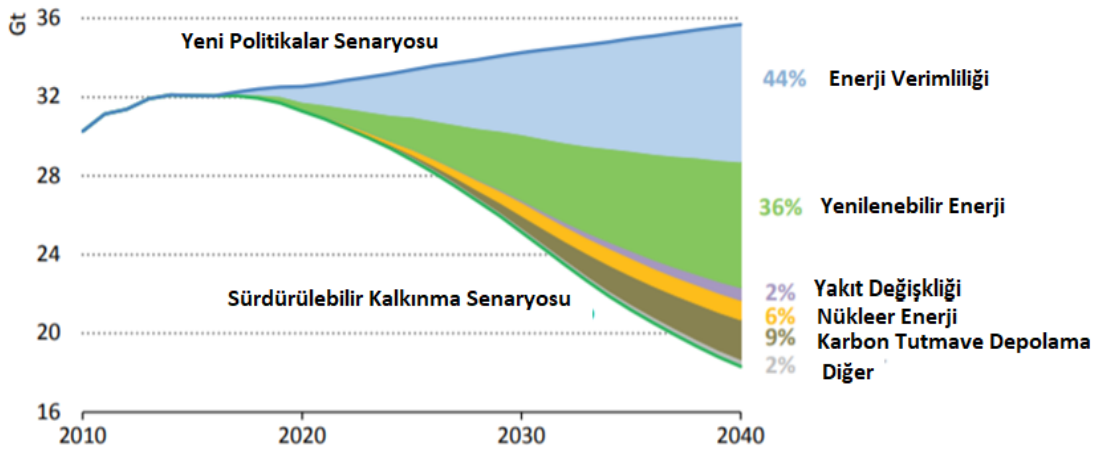
Gelişmekte olan ülkeler "iklim bozulmasına biz sebep olmadık, biz sorumlu değiliz" dese de artık bunu söylemek için çok geç. Dünyanın iklim değişikliğine göstereceği toleransın sınırına yaklaşıldığı için herkesin kendi çapında atacağı adımlara çok ihtiyaç var. Küresel emisyon artışı yıllık olarak 40 Gton civarında (2017'de 37 Gton) olarak hesaplanmaktadır. Bilimsel çalışmalar dünyanın kritik iklim değişikliği aşamasına gelmeden kaldırabileceği emisyon miktarının en fazla 800 Gton civarında olduğunu göstermektedir. 2016 yılının değeri en yüksek değer olarak kabul edildiğinde önümüzde 25 yıllık bir süre kaldığı düşünülebilir ve geçtiğimiz birkaç yılda olduğu gibi %2-3 büyümeye karşın emisyon artışının izlediği düz seyrin de artık yeterli olmadığı söylenebilir. Kaldı ki önümüzdeki yıllardaki enerji tüketimi nedeniyle emisyonların azaltılacağı da garanti edilemez. Örneğin, 2017 yılında ekonomik büyüme ve tüketici davranışlarındaki değişikliklerden dolayı küresel emisyonda, enerji tüketimi artışına paralel olarak %2'lik bir artış görülmüştür (IEA, 2018b). Dünyamız için tehlike arz eden bu durumdan kurtulmak için emisyon artış grafiğinin seyrinin aşağıya doğru ve hatta 2050'de karbonsuz ekonomi politikalarına doğru bir dönüşümün planlanması ve bunun garanti altına alınması gerekmektedir. Halihazırda birçok ülke ve uluslararası kuruluş bu amaçla yol haritaları oluşturmaktadır, ancak istenen sonuç henüz elde edilmiş değildir.

İklim değişikliğinin ekonomik ve sosyal zararlarından daha az etkilenmek için gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler hep birlikte buna karşı açılmış topyekün savaşın içinde olmak durumundadır. Diğer yandan, iklim değişikliği politikaları ile *Sürdürülebilir Kalkınma* politikalarının temel öğeleri olan; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir ulaşım ve arazi kullanım uygulamaları da aynı sonuca hizmet etmektedir. Günün sonunda iklim değişikliği nihai hedef olmasa da sürdürülebilir bir kalkınma için enerjinin verimli

kullanımı ve yenilenebilir enerjinin daha fazla kullanımı zorunlu bir rota haline gelmiş durumdadır.

İklim değişikliği politikalarında bugün için enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ve yenilenebilir enerjinin payının arttırılması en büyük emisyon azaltım potansiyeli ile öne çıkan politika araçlarıdır. Uluslararası Enerji Ajansı tarafından yayınlanan "Yeni Politikalar" ve "Sürdürülebilir Kalkınma Senaryolarının" Küresel CO_2 Emisyon Azaltımı ve Kaynakları Kıyaslaması çalışmasında %44 emisyon azaltım potansiyeli ile enerji verimliliği en önemli önlem olarak ortaya çıkmış durumdadır. Bunu %36 ile yenilenebilir enerji takip etmektedir (Şekil 22). Yakıt değişikliği yani yüksek emisyonlu elektrik üretiminden daha düşük emisyonlu yakıtlara dönüşüm (örneğin kömürden doğalgaza) %2, Dünya'da karşıtlığın yükseldiği Nükleer Enerji %6 ve henüz teknolojisi ticari hale gelmemiş fosil yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan karbonu tutmak üzere *karbon depolama* teknolojisi %9 diğer daha düşük etkili iklim mücadele enstrümanları olarak ortaya çıkmaktadır.

Şekil 19: *UEA Yeni Politikalar Senaryosu ve Sürdürülebilir Kalkınma Senaryolarında Küresel CO_2 Emisyon Azalması ve Kaynakları Kıyaslaması (IEA, 2018b)*



Enerji tüketiminin enerji verimliliği ile azaltılmasına dayanan iklim değişikliği politikaları birçok "kazan – kazan" fırsatlarını da içermektedir. Son 10 yıldır iklim değişikliği politikaları baskısıyla, enerji sektörü yakın takibe alınmış durumda ve enerji verimliliğine; enerji arz güvenliği, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik de dâhil olmak üzere bir dizi politika hedefinin başarılabilmesi için bugüne kadar olduğundan daha fazla önem verilmektedir. Enerji fiyatlarındaki son yıllardaki düşme eğilimine rağmen enerji verimliliğinde önemli ilerlemelerin sağlanabilmesi de fiyatların etkisinin de tercihler üzerinde etkisinin azalmaya başladığını işaret etmektedir. Verimli enerji kullanımı tekniklerinin yarattığı tetikleyici etki ile üretim arttırılabilmekte, su ve hammade gibi diğer kaynakların da daha verimli kullanılması sağlanabilmektedir. Bu şekilde enerji verimliliği kalkınma ve refah artışını da desteklemekte ve enerji güvenliğini arttırmaktadır. Enerji talebini düşürerek enerji fiyatlarını kontrol etme imkanı sağlamakta ve yeni istihdam alanları açılmasına olanak sağlamaktadır.

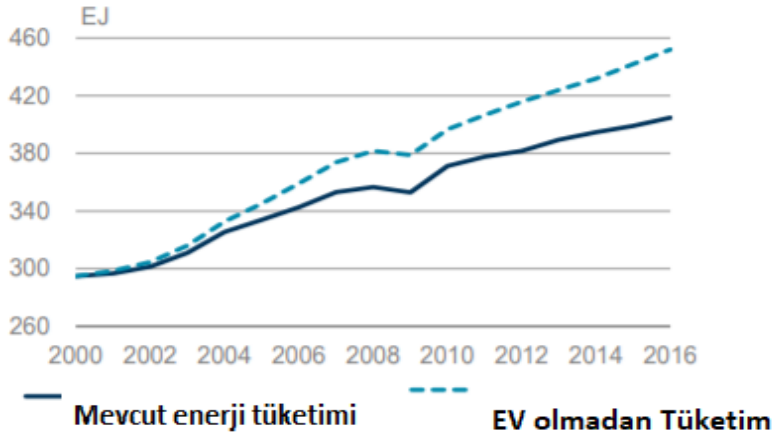
Bütün dünyada en az iklim değişikliği kadar ülkelerin karşıya kaldıkları enerji güvenliği problemine enerji verimliliği arttırılarak sağlanan katkı, mevcut kaynakların daha etkin kullanımı yoluyla büyük alt yapı yatırımları yapılmaksızın ve bu yatırımların gerçekleşmesi için gereken uzun süreyi beklemeden ek bir kaynak yaratılması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Örneğin, 1 milyon ampul verimlisi ile değiştirildiğinde 25 MW kurulu güce ihtiyaç kalmaz, 1 milyon verimsiz buzdolabı değiştirildiğinde 500 milyon kWh, doğru kapasitede seçilmemiş sanayi motorlarının uygun yükte çalıştırılması için verimlilik uygulaması yapıldığında 400 milyon kWh tasarruf sağlanabilir. Bu tasarruflar en fazla 1 ayda gerçekleşebilir ve yatırım milyonlarca mikro yatırımcıya dağıldığı için maliyeti çok düşüktür.

Gerçekten de enerji verimliliği her ülkenin elindeki en önemli enerji öz kaynağıdır. 2015 yılında küresel olarak enerji yoğunluğundaki iyileşme ile yeni enerji talebinin %70'i karşılanmıştır. Sonuç olarak 2015'te küresel birincil enerji talebi sadece %0,8 (nihai tüketim %1) artmıştır. 2000 ile 2016 yılları arasında enerji verimliliğinde %13 oranında iyileşme kaydedilmiştir.

UEA üyesi ülkelerde 2000 ile 2016 yılları arasında konut sektöründeki verimlilik kazanımları, toplamda %22'lik bir artış göstermiştir. Bu ülkelerde, enerji verimliliği iyileştirmeleri enerjiye olan talebin artma etkisini tamamen telafi ederek nihai enerji kullanımında %7'lik net bir azalma sağlamıştır. Özellikle Avrupa'da, daha verimli alan ısıtması bu verimlilik artışına önemli bir katkıda bulunmuştur: Isıtma yoğunluğu (bina alanı başına enerji kullanımı), 2000 yılından bu yana Almanya'da %45, Fransa'da %36 oranında iyileşmiştir.

Enerji yoğunluklarında sağlanan iyileşmeler olmadan, 2016'da küresel nihai enerji kullanımının %12 daha yüksek olması bekleniyordu (Şekil 23). Bunun karşılığı ise, Avrupa Birliği'nin yıllık nihai enerji kullanımına eşdeğerdir. Sadece Uluslararası Enerji Ajansı üyesi ülkelerdeki verimlilik iyileştirmelerinden elde edilen enerji tasarrufu ise, küresel toplamın yaklaşık yarısını oluşturmaktadır ve Almanya, Fransa ve İngiltere'nin şu andaki toplam enerji kullanımına eşdeğerdir. Gelişmekte olan ekonomiler bu verinin yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır (IEA, 2017b).

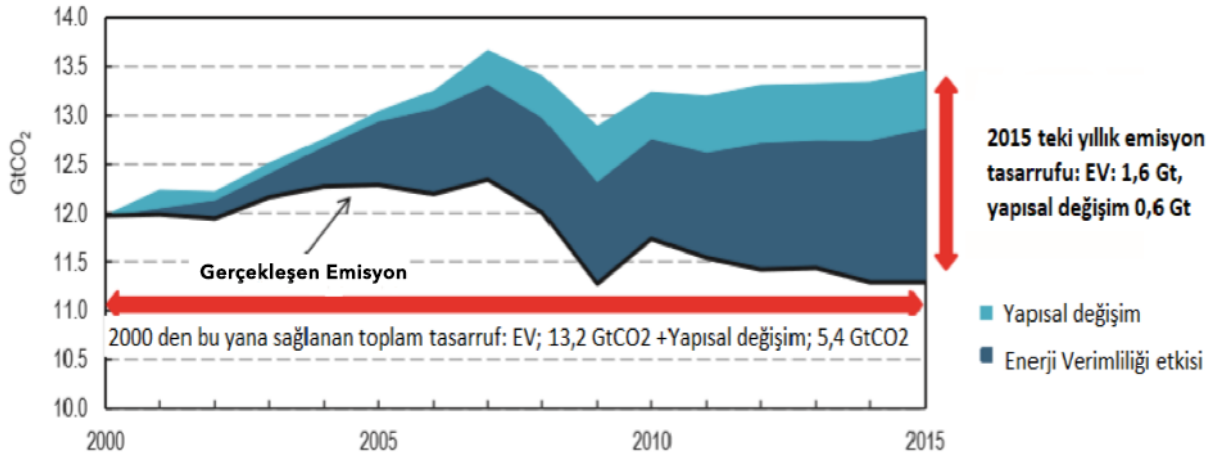
Şekil 20: *2000 ve 20016 arasındaki Enerji Verimliliği (EV) ile Enerji Tüketiminin Gelişimi (IEA, 2018b).*



UEA ülkelerindeki 2000-2015 arasındaki kümülatif enerji harcamalarından tasarrufun değeri 4 trilyon doların üstündedir. Yine 2000'den bu yana değeri 1,2 Trilyon ABD doları olan 578 GW yeni santral yatırımına ihtiyaç kalmamıştır. Avrupa'nın en büyük gaz piyasaları olan Almanya ve İngiltere'de, 2000 yılından bu yana enerji verimliliği iyileştirmeleri ile 2015 yılında Avrupa'nın toplam gaz ithalatı ihtiyacı %30 azalmıştır. Enerji verimliliği hedeflerini çok sıkı takip eden ve enerji ihtiyacının %70'ini ithalatla karşılayan Almanya bu ithalatı, iddialı bir enerji verimliliği stratejisi ile 2020'de %6 azaltarak ithalat faturasından 4,3 milyar € tasarruf etmeyi planlamıştır. Tasarruf edilen elektrik ile sera gazı emisyonlarında azalmanın yanı sıra, elektrik fiyatlarının da düşeceği öngörülmektedir. Bu kurguyla, 2035 yılında elektrik talebinin %10-35 arasında azalacağı ve elektrik tüketim maliyetinin 10-20 milyar € gerileyeceği tahmin edilmektedir (IEA, 2014).

Enerji Verimliliği ve diğer enerji tüketimini düşüren etmenlerle sağlanan sera gazı tasarrufları da çalışmalarla belirlenmekte ve analiz edilmektedir. UEA üyesi ülkelerde 2000-2015 yılları arasında enerji verimliliği ve yapısal değişiklikler (binaların, taşıtların, sanayinin daha az enerji tüketen yeni alt yapılarla değişmesi, katma değer üretiminin başta dijital teknoloji, bankacılık, turizm gibi sektörlere kayması gibi nedenler) nihai sektör emisyonlarında toplamda 13,2 $GtCO_2$'nu enerji verimliliği ve 5,4 $GtCO_2$'nu yapısal değişikliklerden kaynaklanan toplam 18,6 $GtCO_2$ emisyon azalmıştır (Şekil 21) (IEA, 2016).

Şekil 21: *UEA üyesi ülkelerde 2000-2015 yılları arasında Enerji Verimliliği (EV) ve yapısal değişiklikler ile gerçekleşen emisyon tasarrufu (a.g.e.)*



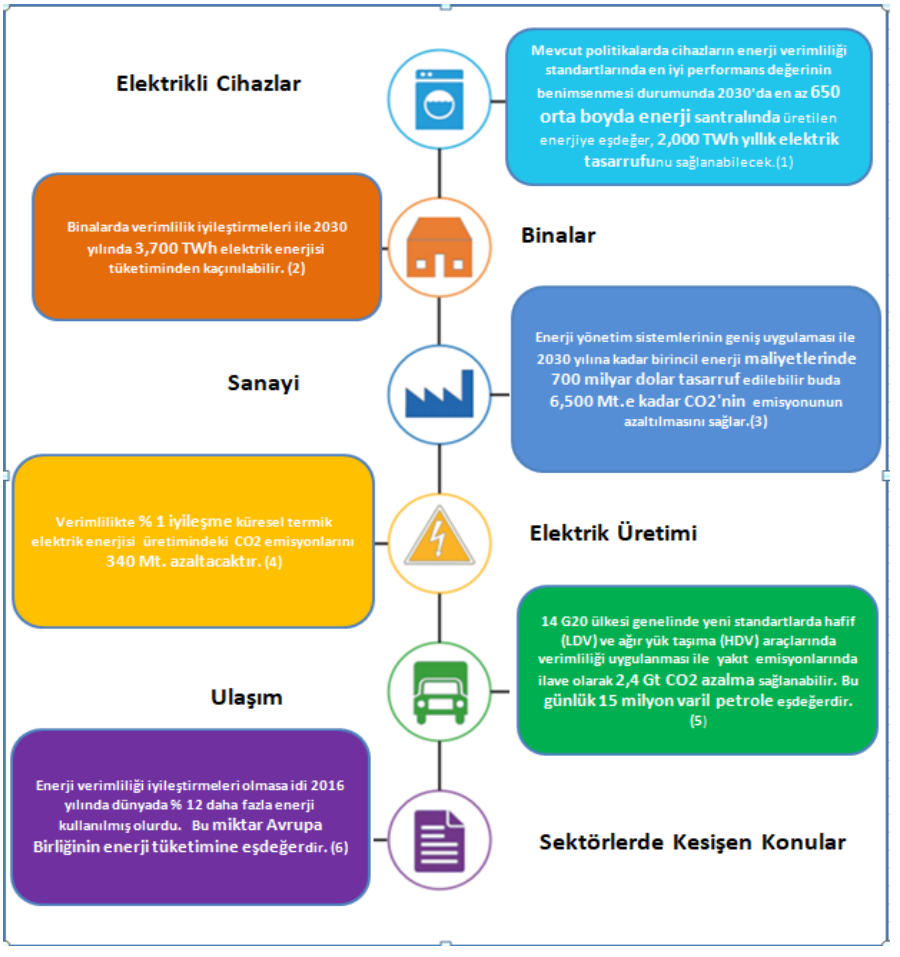
Source: Adapted from IEA (2016c), Energy Efficiency Market Report 2016, *based on the IEA* Energy Efficiency Indicators *database (2016 edition).*

2000 yılından bu yana verimlilik artışlarından kaynaklanan küresel enerji tasarrufu, 2016 yılında Sera Gazı emisyonlarının 4 milyar ton karbondioksite eşdeğer oranda (GtCO2-eşdeğeri) düşmesine neden olmuştur. Bu verimlilik artışı olmadan 2016'daki emisyonlar %12,5 daha yüksek olacaktı.

2014 ve 2016 arasında düzenli düşme eğiliminde olan enerji yoğunluğu ile küresel enerji tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının düz bir seyir izlemesine sebep olmuştur ve GSYİH büyümesinin etkisinin dörtte üçünü telafi etmiştir.

Dünyada enerji yoğunluklarında sağlanan bu gelişmelere rağmen hala elektrikli cihazlar, binalar, sanayi sektörü, elektrik üretimi, ulaşım gibi birçok alanda önemli bir enerji tasarrufu potansiyeli ve buna karşılık gelecek emisyon tasarrufu imkanı vardır ve göz ardı edilmeyecek boyuttadır.

Binalarda alınacak enerji verimliliği önlemleriyle 2030'da 3700 TWh, sanayideki önlemlerle karşılığı 700 milyar dolar olan enerji tasarrufu ile 6500 Mton CO_2 emisyon tasarrufu sağlanabilir. Aşağıdaki Şekil 26'da çeşitli enerji verimliliği önlemlerinin enerji tüketimine ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarına beklenen etkisi gösterilmektedir (IPEEC, 2018).



Şekil 22: *Enerji Verimliliği Önlemleri ve Sonuçları (IPEEC, 2018).*

Bu değerlendirmeler enerji verimliliğinin emisyonlar üzerinde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) bu konuda birçok analiz yaparak değerlendirmeler yapmaktadır. UEA Direktörü Dr. Fatih Birol; "*Son senelerde enerji verimliliği, enerji politikalarının merkezinde olmak zorundadır. Dünya temiz enerjiye dönüşürken enerji verimliliği bu dönüşümün daha ucuz, daha hızlı ve ekonominin tüm sektörleri için çok yönlü yararlarla gerçekleşmesini sağlamaktadır. İçinde enerji verimliliği barındırmayan bir enerji stratejisi gerçekçi olmadığı gibi herkes için satın alınabilir enerji arzı sağlayamaz*" sözleriyle yukarıdaki tespitleri bir kez daha teyit etmektedir.

Enerji ve iklim senaryolarında enerji verimliliğini takip eden ikinci önlem ve enerji arzındaki en değerli kaynak yenilenebilir enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi sera gazı emisyonlarının azaltılmasında fosil yakıt alernatifi olarak çok önemli potansiyele sahiptir. Fosil yakıt kaynaklı elektrik üretimi yaşam döngüsü boyunca kıyaslandığında yenilenebilir enerjinin sera gazı emisyonu açısından önemi ortaya çıkmaktadır.

Enerji üretim tesisleri yaşam döngüsü analizinde kaynağın ortaya çıkarılması ve işlenmesi; tesisin inşaatı, işletilmesi, devreden çıkarılması ve atık yönetimi gibi birçok süreç göz önüne alınmaktadır. Sonucu kıyaslayabilmek adına yaşam döngüsü analizinin birimi, "1 kilowatt saatlik elektrik üretmek için çevreye salınan karbondioksitin gram olarak eşdeğeri" şeklinde alınır (g $CO_{2\text{-}eşd}$/kwh). Enerji üretiminde yalnızca karbondioksit salınmamaktadır. Ancak sera gazları içerisinde en büyük yüzdeyi karbondioksit gazı aldığı için metan, sülfür, ozon gibi emisyonlar karbondioksit eşdeğerine çevrilerek hesaplamaya dahil edilir (Hidrokarbon Adam, 2016).

Tablo 4: *Elektrik Üretim Teknolojilerinin Yaşam Döngüsü Emisyonları (g $CO_{2\text{-}eşd}$ / kWh)(Hidrokarbon Adam, 2016)*

Teknoloji	Düşük	Ortalama	Yüksek
Kömür	740	820	910
Doğalgaz	410	490	650
Güneş- Büyük ölçekli PV	18	48	180
Güneş- Çatı üzeri PV	26	41	60
Jeotermal	6	38	79
CSP	8,8	27	63
Hidroelektrik	1	24	2200
Rüzgar (kara)	7	11	56
Rüzgar –denizde (offshore)	8	12	35
Nükleer	3,7	12	110

Bir kömür santrali için en fazla salınım yapılan aşama kömürün yanması süreci olmasına rağmen, rüzgar santrali incelendiğinde inşaat aşaması en yüksek yüzdeye sahiptir. Yapılan analizler; tesisin bulunduğu bölge, kaynağa yakınlığı, tesisin türü, kullanılan teknoloji, işletme şekli ve yakıtların imhası gibi birçok değişken içerdiğinden tek tip bir sonuca ulaşılamamakla birlikte, hangi aşamanın çevreye daha çok zarar verdiği konusunda genel bir yargıya varılabilir. Tablo 4'te farklı kaynaklardan üretilen elektriğin g $CO_{2\text{-}eşd}$/kwh cinsinden sera gazı emisyon değeri gösterilmektedir.

Buradan da görüleceği üzere fosil yakıtlar ve özellikle kömür ile elektrik üretimi yenilenebilir kaynaklara göre iklim değişikliği üzerinde önemli derecede olumsuz etkiye sahiptir. En masum kaynak olan doğalgaz bile güneş PV sistemi ile kıyaslandığında 10 misli emisyon yaratmaktadır. İklim değişikliği etkilerini azaltmak için talep tarafında nihai sektörlerde enerji verimliliği ve arz tarfında elektrik üretiminde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji bu nedenle geleceğin en önemli politikaları olmaya devam edecektir.

5. KÜRESEL/BÖLGESEL DÜZEYDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE TÜRKİYE'NİN ENERJİ SEKTÖRÜ TAAHHÜTLERİ

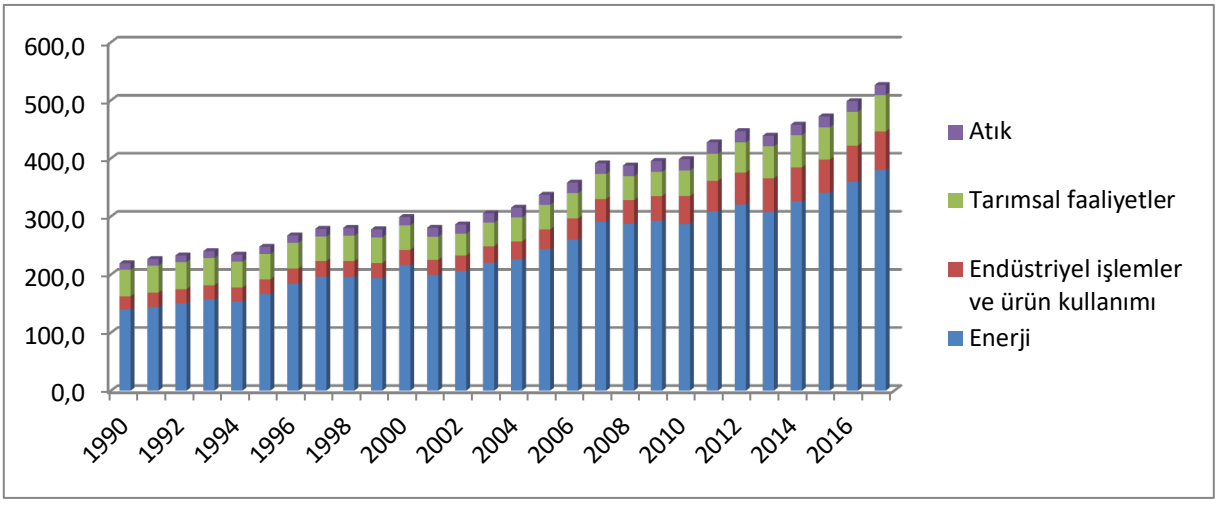
5.1. Türkiye'de Sera Gazı Emisyonları Azaltım Politikaları ve Enerji Tüketimi

Türkiye 2004 yılında BMİDÇS'ye taraf olmuş ve 2009 yılında Kyoto Protokolünü onaylamıştır. Kyoto Protokolü kapsamında Türkiye'nin emisyon azaltım hedefleri olmamasına rağmen, taraf olunmasıyla birlikte hükümet tarafından ulusal bildirimler BMİDÇS'ye sunulmaktadır. Bu çerçevedeki Türkiye İklim Değişikliği 6. Ulusal Bildirimi 2016'da, 7. Ulusal Bildirimi 2019'da sunulmuştur. Türkiye, yeni ve yenilenebilir enerjinin arttırılması, daha az karbon emisyonu salan toplu taşımacılığa yönelik yatırımların hızlandırılması, iklim değişikliği ile mücadele ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için enerji verimliliğinin arttırılması gibi konularda yoğun çalışmalar yapmakta ve gönüllü karbon piyasasının geliştirilmesi ve zorunlu piyasalara entegrasyonu için çaba göstermektedir.

Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin (BMİDÇS) Ek I ülkesi olarak her yıl sera gazı envanter raporunu BMİDÇS'ye sunmaktadır. Sekreterya'ya sunulan en güncel sera gazı emisyon envanteri 1990-2017 dönemi için ulusal sera gazı emisyon/karbon giderim tahminlerini içermektedir.

Türkiye'nin son sera gazı envanterine (TÜİK, 2019b) göre, toplam sera gazı emisyonu 2017 yılında, *arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktan kaynaklanan emisyonlar ve yutaklar* **(AKAKDO) sektörü hariç 526,3Mt CO_2 eşdeğeri (CO2-eşd)** dir. Bu durum, **1990 seviyesine göre %140,1'lük** artışı ifade etmektedir.

Şekil 23: *Türkiye'de Toplam Sera Gazı Emisyonlarının Sektörlere Göre Dağılımı mton CO2, 1990-2017 (TÜİK, a.g.e.)*

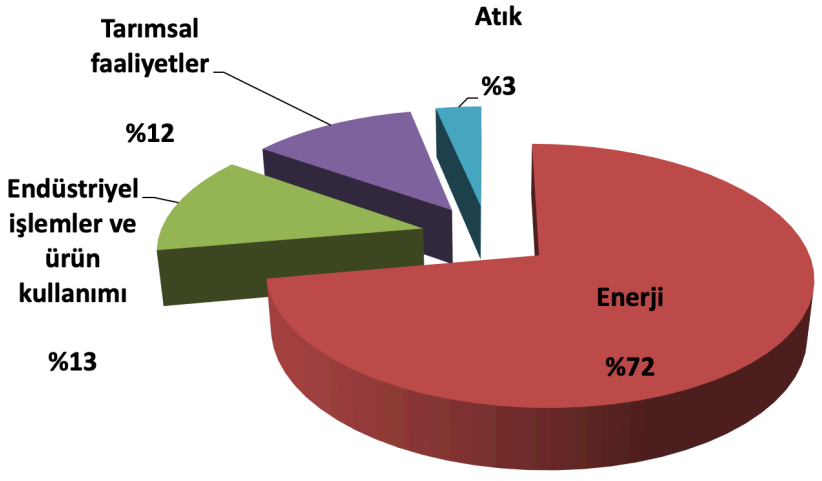


Büyüyen ekonomi, nüfus artışı ve şehirleşme, Türkiye'deki sera gazı emisyonunun temel etmenleridir. Türkiye gelişen ekonomisi ile dünyanın önemli enerji tüketicileri (UEA ülkeleri arasında ilk 25 ülkeden biri) arasında yer almaktadır. 2017 yılında, Türkiye'nin 145,3 MTEP olan birincil enerji arzında petrol ve doğalgaz %30,5, kömür %27 paya sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise %12 olarak gerçekleşmiştir.

2017 yılı sonu itibarıyla Türkiye kurulu gücü 85 bin MW (2018'de 88,5 MW) düzeyine ulaşmıştır. Üçte ikisinden fazlası özel sektöre ait olan kurulu gücün yaklaşık yarısı (%45) yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santraller; yaklaşık üçte biri (%31) doğalgaz yakıtlı santraller ve yaklaşık dörtte biri (%24) kömür ve diğer yakıtlı termik santrallerden oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji kurulu gücünün ve üretiminin arttırılması için mevcut stratejiler dahilinde önemli teşvikler uygulanmaktadır. Ancak fosil enerjinin yenilenebilir enerji ile ikamesi uzun ve maliyetli bir süreçtir.

AKAKDO hariç toplam 2017 sera gazı emisyonlarında **enerji sektörü %72'lik** oranla en yüksek paya sahiptir. Yakıt yanmasından kaynaklı emisyonlar Türkiye'nin insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının başlıca kaynağıdır. Emisyon profilinde ise Karbondioksit (CO_2) emisyonlarının en büyük nedeni enerji kaynaklı CO_2 emisyonlarıdır. TÜİK verilerine göre enerji kaynaklı CO_2 emisyonlarının 2017 yılında %34'ü elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere %86,3'ü enerjiden, %13,4'ü endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından, %0,3'ü ise tarımsal faaliyetler ve atıktan kaynaklanmıştır. Enerji sektörü kaynaklı emisyonlarda 1990'a kıyasla %172, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı kaynaklı CO_2 emisyonları %191 artmıştır.

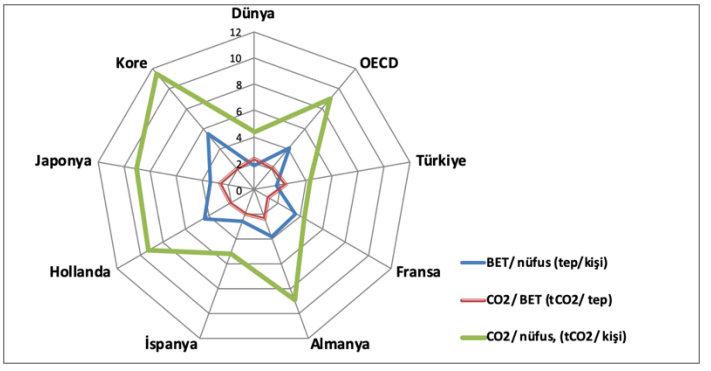
Şekil 24: *Türkiye Sera Gazı Emisyonunda Sektörlerin Payı, 2017 (AKAKDO hariç) (a.g.e.)*



Enerji sektörünü %13 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektörü (IPPU), %12 ile tarım ve %3 ile atık sektörü takip etmiştir. 1990-2017 yılları arasında tüm sektörlerde emisyonlarda artış eğilimi izlenmektedir.

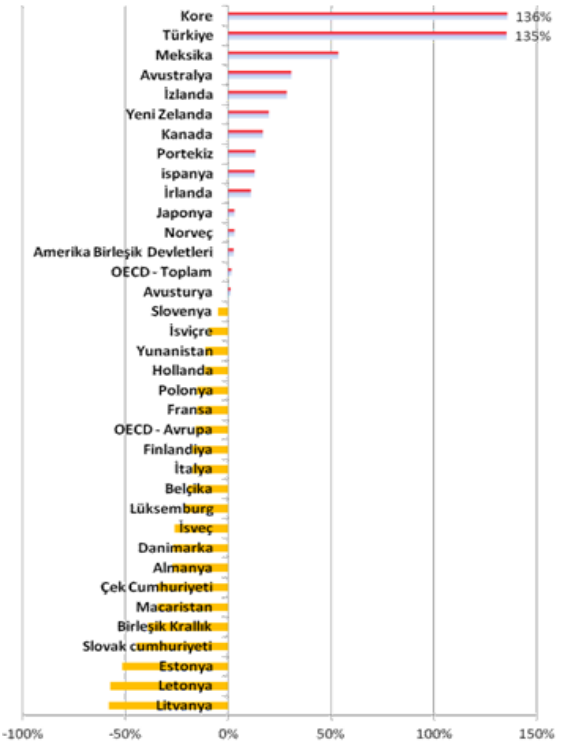
Kişi başına düşen sera gazı emisyonları toplam sera gazı emisyonu ile benzer bir artış eğilimi göstermektedir. Kişi başına düşen eşdeğer CO_2 emisyonu 1990 yılında 3,88 tondan 2017 yılında 6,6 $CO_{2\text{-eşd}}$ tona yükselmiştir. Kişi başına düşen sera gazı emisyonu dünya ve OECD ortalamaları ile karşılaştırıldığında, Türkiye'nin emisyonları nispeten daha düşüktür. Aşağıda Şekil 25'de Türkiye'nin durumu seçilmiş bazı ülkelerle kıyaslanmaktadır.

Şekil 25: *Türkiye'nin Kişi başına Birincil Enerji Tüketimi ve CO_2 ve Birincil Enerji Tüketimi başına CO_2 yoğunluğu kıyaslaması (IEA, 2018a)*



Şekil 26'da gösterildiği üzere Türkiye'nin $CO_{2\text{-eşd}}$ emisyonu 1990 yılına göre, 2015'te **%135,4** oranında kümülatif artış göstermiştir. Bu durum Türkiye'nin önümüzdeki on yıllar boyunca yükselen piyasa ekonomilerinin çoğuna ve dünya ortalamalarına karşı farklı bir eğilim göstereceğini göstermektedir. Türkiye, $CO_{2\text{-eşd}}$ emisyonlarındaki artış oranı en yüksek ilk beş ülke arasındadır. 1990-2016 yılları arasında sera gazı emisyonu artış oranında Türkiye, OECD ülkeleri arasında (Kore'den sonra) 2. sırada yer almıştır (Şekil 26). Aynı dönemde neredeyse OECD ekonomilerinin yarısı, emisyon oranlarında düşüş göstermiştir (OECD, 2019).

Şekil 26: *OECD Ülkeleri İçin Toplam Sera Gazı Emisyonundaki Değişim Oranları (%), 1990–2016 (a.g.e.)*



2015'te tarafların kabul ettiği "Paris Anlaşması" tarihi bir anlaşma niteliğindedir ve yerel, ulusal, bölgesel ve küresel ölçekte ekonomileri, toplumları ve çevreyi temelden etkileyecek sonuçlara sahiptir.

195 ülke tarafından kabul edilen ve Şubat 2019 itibariyle 185 ülkenin tarafı olduğu bu küresel nitelikteki anlaşmanın temeli, sanayi devriminden bugüne kadar 1^0C dereceye ulaşan yerkürenin ısınmasının 2^0C derecenin daha altında ve mümkün olduğunca 1.5^0C seviyelerinde tutulmasıdır. Kasım 2016'da anlaşmanın yürürlüğe girmesiyle uluslararası anlamda hukuki bağlayıcılığı olan anlaşmayı imzalayan ve ulusal hukuk sistemlerine göre onaylayan ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltma ve küresel sıcaklık artışının 2^0C derecenin altında tutulması konusunda planlarını 2020 yılı itibariyle uygulamaya koyması gerekmektedir.[16]

Türkiye, 30 Eylül 2015'te Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) Sekretaryası'na iklim değişikliği ile mücadele bağlamında gönüllü olarak Ulusal Katkı Niyet Beyanı'nı (INDC) sunmuştur. Bu Beyan 2030 yılına kadar, sera gazı emisyonlarında %21'e varan azaltım (yaklaşık 246 milyon tonluk $CO_{2-eşd}$ emisyon azaltımını teyit ederek enerji tüketiminin verimli ve düşük karbon yoğunluklu kullanımını hedefleyen aşağıdaki maddeleri kapsamaktadır:

[16] Türkiye Paris Anlaşması'na henüz taraf olmamıştır. Taraf olan ülkelerin listesi için bkz. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en

Enerji sektöründe; ▪ 2030 yılına kadar güneş enerjisi santrallerinin 10 GW ve rüzgar enerjisi santrallerini 16 GW kapasiteye ulaştırılması ▪ Tüm hidroelektrik potansiyelinin kullanılması ▪ 2030 yılına kadar bir nükleer enerji santralinin işletmeye alınması ▪ 2030 yılına kadar iletim ve dağıtım kayıplarının %15'e indirilmesi ▪ Kamunun sahip olduğu elektrik üretim santrallerinin rehablitasyonun yapılması, kojenerasyon, mikro üretim ve yerinde üretim tesislerinin hayata geçirilmesi ▪ Katı ve sıvı atıkların geri dönüşümü ve enerji üretiminde kullanılması	**Sanayi sektöründe;** ▪ Sera gazı emisyonlarının Ulusal Enerji Verimliliği Strateji Planı ve Eylem Planın uygulanması ile azaltılması ▪ Enerji verimliliği uygulamalarının arttırılması ve enerji verimliliği projelerinin desteklenmesi ▪ Uygun olan sanayi sektörlerinde atıkların ve alternatif yakıtların kullanımının arttırılması için çalışmalar yapılması
Ulaşım sektörü; ▪ Yük ve yolcu taşımacılığı için ulaştırma modalitelerinin dengeli kullanılması, bu doğrultuda karayolu taşımacılığının payını azaltırken deniz ve demiryolu taşımacılığının paylarının arttırılması ▪ Kombine ulaşımın güçlendirilmesi ▪ Kentlerde "sürdürülebilir ulaşım" yaklaşımının uygulanması ▪ Alternatif yakıtların ve "temiz" araçların kullanımının teşvik edilmesi ▪ Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Dokümanı (2014-2023) ve Eylem Planı (2014-2016) doğrultusunda karayolu ulaşımında yakıt tüketiminin ve bağlantılı emisyonların azaltılması ▪ Yüksek hızlı demiryolu projelerinin gerçekleştirilmesi ▪ Kentsel raylı sistemlerin yaygınlaştırılması ▪ Tünel projeleri ile yakıt tasarrufu sağlanması ▪ Eski araçların trafikten çekilmesi ▪ Enerji verimliliği sağlamak üzere yeşil liman ve havalimanı projelerinin uygulanması ▪ Deniz yolu taşımacılığı için özel tüketim vergi muafiyeti getirilmesi	**Binalar ve Kentsel Dönüşüm Sektörü;** ▪ Yeni konutları ve hizmet sektörü binalarını "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne uygun olarak enerji verimli inşa edilmesi ▪ Yeni ve Mevcut binalar için Enerji Performans Sertifikalarının oluşturulması yolu ile enerji tüketimini ve sera gazı emisyonlarının kontrol altına alınması ve metrekare başına enerji tüketimininin azaltması ▪ Yeni ve Mevcut binalarda; tasarım, teknolojik ekipmanlar, yapı malzemeleri ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden uygulamalar (kredi, vergi indirimi vb.) vasıtası ile birincil enerji kaynak tüketiminin azaltılması ▪ Enerji talebini minimize etmek ve yerinde enerji üretimini sağlamak için yeşil binalar, pasif enerji ve sıfır-enerji ev tasarımlarının yaygınlaştırılması

Türkiye, kişi başına enerji tüketimi ve tüketim yapısı nedeniyle CO2 emisyonlarını arttıran bir ülkedir ve buna bağlı olarak Avrupa Birliği ile kıyaslandığında emisyonlarını azalmak yerine artma hızını düşüren bir hedef belirlemiştir. Bu durum Türkiye'nin özel şartlarından kaynaklansa da sonuç olarak Dünya'nın baskı altında olduğu ve ülkelerin birbirini izlediği bu süreçte farklı bir yol haritasından yürünmesi oldukça güçtür. Düşük karbonlu ve iklime dirençli bir kalkınma modeli Türkiye için zorunluluktur. Aslında bu konuda gereken imkanlara da sahiptir. Güçlü politika ve mevzuat altyapısı, elektrik üretiminde %30 pay alan yenilenebilir enerji kaynakları, her sektörde var olan enerji verimliliği potansiyeli, Türkiye için çok büyük avantaj sağlamaktadır. Sadece kamu kuruluşları değil, ilgili Sivil Toplum Kuruluşları ve medyanın tüm toplum kesimlerinde "iklim değişikliği" konusunda duyarlılık ve farkındalık yaratması ve enerji verimliliğinin bu çerçeve içinde etkin olarak yer alması gerekmektedir.

6. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE AB ENERJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE'NİN KONUMU

6.1. AB Enerji-İklim Politikaları

AB sera gazı emisyonlarını 1979'daki zirvenin ardından, enerji verimliliği, yakıt değişim politikaları ve yenilenebilir kaynakların kullanımı ile önemli ölçüde azaltmıştır. Sonuç olarak, 1990 ve 2016 arasında, enerji kullanımı neredeyse %2 ve sera gazı emisyonları %22 azalırken GSYİH %54 oranında büyümüştür. AB bunu kesintisiz ve hedefleri sürekli büyüyen politikalarla başarmıştır.

AB İklim Değişikliği ve Enerji Politikası, üç kademeli olan uzun vadeli bir stratejiye dayanmaktadır (European Commission, 2019):

- 2020 İklim ve Enerji Paketi
- 2030 İklim ve Enerji Çerçevesi
- 2050 Düşük Karbonlu Yol Haritası

2020 İklim ve Enerji Paketi (20/20/20), AB'nin 2020 yılı iklim ve enerji hedeflerine ulaşmasını sağlayan bağlayıcı bir mevzuata dayanan bir stratejidir. Bu strateji 2009 yılında benimsenmiş ve üç ana hedefi bulunmaktadır:

- Sera gazı emisyonunda %20 azaltım (1990 seviyesinden)
- AB enerjisinin %20'sinin yenilenebilir enerjiden sağlanması
- Enerji verimliliğinde %20 artış

AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), "Çaba Paylaşım Kararı (Effort-Sharing Decision)" ve Yenilenebilir Enerji Direktifi kapsamındaki yıllık bağlayıcı hedefler, Enerji Verimliliği Planı ve Enerji Verimliliği Direktifi çerçevesinde enerji verimliliği iyileştirilmesi tedbirleri ve düşük karbonlu teknolojileri destekleyen araştırma ve yenilik programları, bu paketin uygulanmasındaki başlıca eylemlerdir. ETS ile, AB sera gazı emisyonunun %45'inin kapsanması amaçlanmıştır.

AB mevzuatındaki enerji tasarrufu hedefinin ve AB İklim ve Enerji Paketi'ndeki diğer iki hedefin gerçekleştirilmesini sağlamaya yardımcı olmak üzere 2012'de Enerji Verimliliği Direktifi yürürlüğe girmiştir. 2012 Enerji Verimliliği Direktifi, AB'nin 2020 yılına kadar %20 enerji verimliliği hedefine ulaşmasına yardımcı olacak bir dizi bağlayıcı tedbir öngörmektedir. Direktif uyarınca, tüm AB ülkeleri, üretimden nihai tüketime kadar enerji zincirinin tüm aşamalarında enerjiyi daha verimli kullanacaktır.

Bu amaçla AB'nin sektörel politikaları bir bütün olarak ele alınarak hedefler net olarak belirlenmektedir. 2007 yılında yapılan projeksiyonlarla 2020'deki birincil enerji tüketiminin 1840 Mtep olacağını hesaplanmıştır. %20'lik bir azalma, bu tüketimi 2020 yılında 1483 Mtep'e düşürecek ve projeksiyonla kıyaslandığında 368 Mtep'lik bir azalma sağlayacaktır.[17] Bu hedef, 400 enerji santralinin kapatılmasına eşdeğerdir. AB'de birincil enerji tüketimi 2014'te 1712 Mtoe'den 1507 Mtoe'ye, %12 oranında düşmüş olup, bu tüketim seviyesi halen 2020 birincil enerji tüketim hedefinin biraz üzerindedir.

Söz konusu direktif, enerji verimliliğini arttırmak üzere her sektöre yönelik tedbirler ve yükümlülükler öngörmektedir. Özellikle kamu, bina, enerji hizmetleri alanında somut sayısal yükümlülükler göze çarpmaktadır. Örneğin:

- Enerji dağıtım şirketleri, perakende enerji satış şirketleri, enerji verimliliği önlemlerinin uygulanması yoluyla yılda %1,5 enerji tasarrufu sağlamalıdır.
- AB ülkeleri, öngörülen tasarrufu elde edebilmek amacıyla ısıtma sistemlerinin verimliliğini arttırmak, çift camlı pencereler veya ısı yalıtımlı çatılar gibi tedbirleri uygulamalıdır.
- AB ülkelerindeki kamu sektörü, satın almalarda enerji verimli binalar, ürünler ve hizmetleri tercih etmelidir.
- AB ülkelerindeki hükümetler, her yıl, sahip oldukları ve kullandıkları kamu binalarının alanının en az %3'ünde enerji verimliliği sağlamak üzere yenilemeler yapmalıdır.
- Enerji tüketicileri tüketimlerini daha iyi yönetebilmeleri için teşvik edilmelidir. Bu amaçla, tüketicilerin bireysel enerji tüketim verilerine kolay ve ücretsiz erişilmesi sağlanmalıdır.
- KOBİ'lerin enerji etütleri için ulusal teşviklerden yararlanması sağlanmalıdır.
- Büyük şirketler enerji tüketimlerini azaltma yollarını belirlemelerine yardımcı olacak enerji etütlerini yaptırmalıdır.
- Yeni elektrik üretim tesislerinin verimlilik seviyeleri izlenmelidir.

2030 İklim ve Enerji Çerçevesi 2014 yılında ***"Tüm Avrupalılar için Temiz Enerji"*** (Clean Energy for All Europeans) Programı ile benimsenmiştir ve 2030 yılı için 2020 yılına göre hedefleri büyüterek üç yeni hedef belirlenmiştir:

- Sera gazı emisyonlarında en az %40 azaltım (1990 seviyesinden)
- Yenilenebilir enerjinin payı en az %27
- Enerji verimliliğinde en az %27 iyileştirme

2030 hedeflerini sağlamak üzere; 2023 yılına kadar şebeke bağlantısında %10 yenilenebilir enerji payı hedefine ulaşılarak, 2030 yılına kadar bu payın %15'e çıkarılabilmesi için enerji iç pazarı düzenlemelerinin tamamlanması, AB emisyon ticaret sisteminin güçlendirilmesi ve üye devletler için (2005 yılına kıyasla) emisyonların %30 azaltılmasını sağlayan bireysel bağlayıcı hedeflerin oluşturulması öngörülmüş ve bu şekilde 2030 yılına kadar AB bünyesinde emisyonları 1990 seviyesinin en az %40 altına düşürülmesi (2005 yılına oranla emisyonlarından %43 azaltım) bağlayıcı bir hedef olarak konmuştur.

Komisyon, AB'nin sadece temiz enerjiye geçişe liderlik etmesini değil, ülkelerin buna uyum sağlamasını da öngörmektedir. Bu nedenle AB, ekonomik büyüme ile birlikte istihdamı arttırırken CO_2 emisyonlarını en az %40 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir. Önerilen dönüşüm için üç öncelik öngörülmüştür;

[17] Directive 2012/27/EU of the European Parliament and Council of Europe, Ekim 2012.

- Enerji verimliliğini birinci önceliğe koymak
- Yenilenebilir enerjide küresel liderliğe erişmek
- Tüketicileri korumak

Kasım 2016'da Avrupa Komisyonu AB'nin temiz enerji geçişini kolaylaştıracak sekiz teklif içeren "Tüm Avrupalılar için Temiz Enerji Paketi"nin 8 yeni düzenleme önerisini açıklamıştır. Paket, Enerji Verimliliği Direktifi (EED) ve Binaların Enerji Performansı Direktifi (EPBD)'nin güncellenmesi ve diğer bazı önlemler ile ilgili öneriler içermektedir. Haziran 2018'de, AB üye ülkeleri ve Avrupa Parlamentosu, **2030'a kadar %32,5 oranında enerji verimliliğini arttırmak için bağlayıcı olmayan bir hedef üzerinde anlaşmaya varmıştır**. Bu hedefin 2023 yılında da gözden geçirilmesi kararlaştırılmıştır.

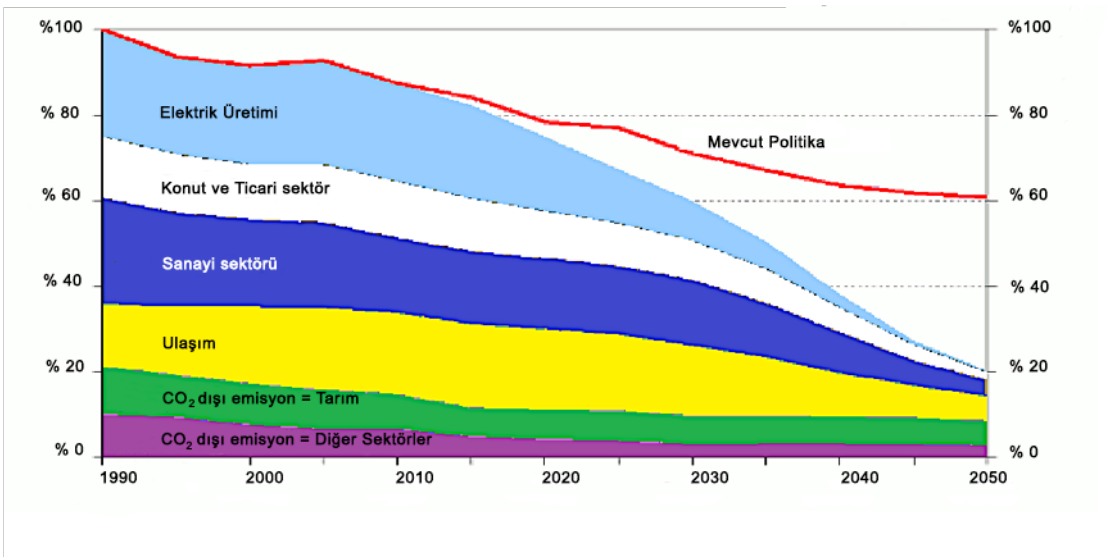
Bu kapsamda gözden geçirilmiş EPBD Mayıs 2018'de kabul edilmiş ve 9 Temmuz 2018'de yürürlüğe girmiştir (AB 2018/844). Üye devletlerin, finansman mekanizmalarının desteklediği tüm konut ve konut dışı bina stoklarının enerji kullanımını tam olarak karbondan arındırmak ve önemli ölçüde azaltmak için uzun vadeli stratejiler oluşturması istenmektedir. Bu, tüm AB binalarının 2050 yılına kadar sıfıra yakın enerji performans seviyesine ulaşması gerektiği anlamına gelmektedir.

Bu yeni düzenleme ayrıca, diğer tedbirlerin yanı sıra, üye devletlerin **en az on park alanına sahip olan tüm konut dışı binalara en az bir elektrikli araç şarj noktası** içermesini gerektiren "akıllı hazırlık" yükümlülüklerini de içermektedir. Binalarda enerji kullanan ekipmanların AB Eko-Tasarım Direktifi'nde yer alan ürün standartlarında enerji performansları daha da sıkıştırılacaktır.

AB 2050 düşük karbonlu ekonomi yol haritası daha önceki hedefleri devam ettirerek aşağıda belitilen öngörüleri içermektedir:

- Sera gazı emisyonlarının 1990 seviyelerinin %80 altına çekilmesi (bunu başarmak için emisyon azaltımındaki kilometre taşları 2030'a kadar %40 ve 2040 yılına kadar %60'tır)
- Tüm sektörlerin bu hedeflere katkıda bulunmasının sağlanması

Şekil 27: *Transition Towards a Low Carbon Energy System by 2050: What Role for the EU? (Meeus ve ark., 2011: 2)*



Yol haritası, düşük karbonlu ekonomiye geçişin mümkün ve düşük maliyetli olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, süreç içerisinde yenilikler ve önemli yatırımlar da gerekmektedir. AB'nin 2050'ye kadar 270 milyar € (yıllık GSYH'nin ortalama %1,5'i) ek yatırım yapması gerektirdiğini vurgulanmaktadır. Bu kapsamda emisyonlardan sorumlu ana sektörler için yol haritaları ile beklenen azaltım oranları belirlenmiştir. En büyük emisyon azaltım potansiyeline sahip olan enerji sektörü yol haritası, fosil yakıt üretim kapasitesini; rüzgâr, güneş, hidro ve biyokütle gibi yenilenebilir kaynaklarla veya nükleer enerji santralleri veya karbon yakalama ve depolama teknolojisine sahip fosil yakıt enerji santralleri gibi diğer düşük karbonlu kaynaklar ile değiştirerek, 2050 yılına kadar CO_2 emisyonunu tamamen ortadan kaldırmaya yönelik önlemler uygulanmasını içermektedir. Bunu uygulamak için, özellikle yenilenebilir enerjinin yaygınlaşabilmesi adına akıllı şebekelerin geliştirilmesine yönelik güçlü yatırımların yapılması gerekmektedir.

Ulaştırma kaynaklı emisyonlar 2050 yılına kadar kısa ve orta vadede benzinli ve dizel motorların yakıt verimliliğinin daha da geliştirilmesi ve hibrit ve elektrikli otomobillere geçilmesi yoluyla 1990 seviyesine kıyasla %60 azaltılabilecektir.

Ev ve ofis binaları kaynaklı emisyonlar 2050 yılına kadar %90 gibi önemli bir oranda azaltılabilir. Yeni binalarda pasif konut teknolojisi uygulanması, eski binaların enerji verimliliğinin arttırılması için yenilenmesi, ısıtma, soğutma ve pişirmede fosil yakıt yerine yenilenebilir enerji veya elektrik enerjisinin kullanılması, enerji performansında güçlü bir iyileşmeye imkan sağlayacaktır.

Enerji yoğun sanayi, daha temiz ve daha enerji verimli üretim teknolojileri ile 2050 yılına kadar emisyonlarını %80'den fazla bir oranda azaltabilir. Gıda talebinde beklenen küresel artışa rağmen, tarım alanında gübre, çiftlik gübresi ve hayvancılık kaynaklı emisyonların azalacağı ve bu durumun toprak ve ormanlık alanlarda CO_2 depolamasına katkı sağlayacağı umulmaktadır. Daha fazla sebze ve daha az et içeren sağlıklı beslenmenin de emisyonu azaltabileceği düşünülmektedir.

AB aday ülkesi olarak Türkiye, AB iklim politikası ve mevzuatına (AB iklim müktesebatı) uyum sağlanmasını ve sera gazı emisyonu yoğun sektörlerde iklimle ilgili önemli önlemlerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Enerji piyasası, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji konusunda yapılan mevzuat düzenlemeleri AB politikaları ile uyumlu olmakla birlikte, özellikle Enerji Verimliliği Direktifine uyum konusunda bazı eksik noktalar bulunmaktadır. Ayrıca, uyumlaştırılan politika ve mevzuatların, AB yasal belgelerine uyumlu bir şekilde uygulanmasına, uygulama sonuçlarının sayısal olarak izlenmesine yönelik daha fazla çaba göstermek gerekmektedir.

6.2. Türkiye'nin Enerji Politikası ve AB ile İlişkiler

Enerji, Türkiye-AB ilişkilerinin en önemli konularından birini oluşturmaktadır. Avrupa'nın enerji güvenliğinin temini konusunda önemli bir konumda olan Türkiye, bölgesel enerji iş birliğine verilen önemin bir göstergesi olarak, 2006 yılında Enerji Topluluğuna gözlemci olarak katılmıştır (Enerji Topluluğu/Energy Community, 2005 yılında AB üyesi ülkeler ile, AB üyesi olmayan Güney Doğu Avrupa ve diğer komşu ülkeleri arasında, rekabeti teşvik eden entegre bir enerji pazarı kurulmasını amaçlayan uluslararası bir örgüttür).

AB katılım müzakereleri kapsamında, ***"Enerji Faslı"***nın tarama süreci 2007 yılında tamamlanmıştır. Enerji Faslı Tarama Sonu Raporu güncelleme çalışmaları AB tarafınca hâlihazırda sürdürülmektedir.

Avrupa Birliği (AB) tarafından hazırlanan ***Türkiye 2018 Raporu'nun 15. Fasıl Enerji Bölümü'nde*** aşağıdaki konular vurgulanmaktadır:

"Milli Enerji Stratejisi'nin kilit unsuru olan yenilenebilir enerji alanında iyi düzeyde ilerleme kaydedilmiştir. %34'ü hidroelektrik olmak üzere yenilenebilir enerji ile sağlanan toplam kurulu güç kapasitesi %44'lük bir orana karşılık gelirken elektrik üretim oranı 2016'da %33'e ulaşmıştır. Enerji verimliliği konusunda iyi düzeyde ilerleme kaydedilmiştir. 2023'e kadar birincil enerji tüketimini %14 oranında azaltmayı hedefleyen Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı Ocak 2018'de kabul edilmiştir. Enerji verimliliği hizmetlerine yönelik yetkilendirmeler ve farkındalık arttırma çalışmaları devam etmiştir. Küçük ve orta ölçekli işletmeler verimlilik arttırma projeleri ve gönüllü anlaşmalarla desteklenmiştir. Binalarda Enerji Performansı Direktifi'ne veya Enerji Verimliliği Direktifi'ne tam olarak uyum sağlanmasına yönelik herhangi bir zaman çizelgesi bulunmamaktadır. Türkiye, AB üye devletlerinin birçoğunda olduğu gibi, enerji verimliliği politikalarının uygulanması konusunda farklı bakanlıklar arasındaki koordinasyonu geliştirmek için mümkünse, bu amaca yönelik etkin bir kurum oluşturmak suretiyle kurumsal yapısını güçlendirmeye acilen ihtiyaç duymaktadır" (AB, 2018).

7. TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI

Enerji verimliliği diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizin de en önemli enerji öz kaynağıdır. Diğer yandan yenilenebilir enerji açısından ülkemizin tüm bölgeleri, bölgeye has zengin potansiyele sahiptir. Bu nedenle enerji politikasında yenilenebilir enerji daha etkili olmak üzere, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği; kalkınma planları, strateji belgeleri ve özel yasa ve yönetmeliklerle desteklenmektedir. Türkiye'nin temel enerji politika ve stratejileri aşağıda listelenmiş belgelerde yer almaktadır:

- Elektrik Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi (2009)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı (2014)
- 10. Kalkınma Planı 2014-2018 (2013) ile Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı Eylem Planı ve Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı Eylem Planı (2014)
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, (2012-2023)
- Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (2013-2023)
- İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023)
- İklim Değişikliği Eylem Planı (2011-2023)
- Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023)

7.1. Enerji Verimliliğinde Yasal Çerçeve

Türkiye'de enerji verimliliğinin geliştirilmesi gerekli mevzuat alt yapısı ve politika stratejileri 2007'den itibaren çeşitli tarihlerde bazen de biribirinden farklı hedef yıl ve eylemlerle tanımlanmıştır:

2010-2023 yılları arasını kapsayan **Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi ve** 2010-2023 **Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı,** 2012-2023 yılları arasını kapsayan **Enerji Verimliliği Strateji Belgesi,** 2014-2018 dönemini kapsayan **Onuncu Kalkınma Planı'nın**, (1.14) numaralı **Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2019)** bu stratejilerdendir. Bu stratejilerin tam olarak ne kadar uygulandığı, etkin bir izleme sisteminin oluşturulmasıyla belirlenebilir. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda bu eksikliğin giderilmesi için bir takım eylemler ele alınmıştır.

Diğer taraftan yukarıda bahsedilen mevzuat ile bağlantılı olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nın hedefleri, 2017 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan **Milli Enerji ve Maden Politikası** kapsamında da yer almıştır. **Ancak en son 2018'de yürürlüğe giren Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2018 Ocak (2017-2023) Türkiye'nin bu konudaki tek yol haritası olarak referans verilmektedir.**

Avrupa Parlamentosunun ve Avrupa Konseyinin 25 Ekim 2012'de enerji verimliliği üzerine yayımladığı **2012/27/AB** sayılı direktifi kapsamında, üye ülkeler enerji verimliliği konusunda ortak bir yapısal çerçeve ve uygulamaya yönelik yöntemler sunan ulusal enerji verimliliği eylem planları hazırlamakla yükümlü tutulmuştur. Ülkemizin Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nın hayata geçirilmesi anılan direktif ile uyum açısından da önemli bir adımdır.

Türkiye'de enerji verimliliği alanında en kapsamlı yasal çerçeve Enerji Verimliliği Kanunu'na dayanmaktadır. Bu kanun ile ülkemiz enerji politikalarında yeni bir dönüşüm süreci başlatılmıştır. Kanun genel olarak enerji verimliliği çalışmalarının etkin şekilde yürütülmesi, izlenmesi ve koordinasyonu konusunda idari yapının oluşumunu, enerji verimliliği hizmetlerinin yürütülmesi konusunda yapılacak yetkilendirmeleri, görev sorumlulukları, toplumun eğitim ve bilinçlendirilmesini, enerji verimliliğinin teşvik edilmesi için sağlanan destekleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını yaygınlaştırmayı amaçlayan ve uygulamalardaki aksaklıklar ve sorunlar karşısında uygulanacak cezaları düzenleyen çeşitli bölümlerden oluşmaktadır. Bu ceza tutarları her yıl tebliğ ile arttırılmaktadır. Kanunda belirtilen hususları düzenlemek, uygulanacak prosedürleri ayrıntıları ile açıklamak üzere çok sayıda yönetmelik ve tebliğden oluşan ikincil mevzuat da yayınlanmıştır.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023)

Enerji verimliliğine ilişkin Enerji Politikası hedefleri, 2012-2023 Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde yer almaktadır. Bu doküman, 2023 yılı itibariyle, Türkiye'nin GSYİH'si başına harcanan enerji miktarının en az %20 oranında azaltılmasını hedeflemektedir. Strateji Belgesi, bu hedefe ulaşmak için gerekli olan 7 Stratejik Alan belirlemiştir.

1. **Sanayi ve hizmetler sektöründe enerji yoğunluğunu ve enerji kayıplarını azaltmak**
   Belgenin yayım tarihi itibariyle 10 yıl içerisinde, her bir sanayi alt sektöründeki indirgenmiş enerji yoğunlukları, her bir alt sektör için %10'dan az olmamak üzere sektör işbirlikleri ile belirlenecek oranlarda azaltılacaktır.

2. **Binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmak; yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sürdürülebilir çevre dostu binaları yaygınlaştırmak**
   2010 yılındaki yapı stokunun en az dörtte biri (1/4) 2023 yılına kadar, sürdürülebilir yapı haline getirilecektir.

3. **Enerji verimli ürünlerin piyasa dönüşümünü sağlamak**
   Asgari enerji verimlilik sınıfının üzerindeki lambaların, buzdolaplarının ve elektrik motorlarının piyasa dönüşümü 2012 yılı sonuna kadar, ısıtma/soğutma sistemlerinin ve diğer enerji verimli ürünlerin piyasa dönüşümü ise AB uygulamalarına paralel olarak tamamlanacaktır.

4. **Elektrik üretim, iletim ve dağıtımında verimliliği arttırmak; enerji kayıplarını ve zararlı çevre emisyonlarını azaltmak**
   2023 yılına kadar, ülke genelindeki kömürlü termik santrallerin atık ısı geri kazanımı dahil ortalama toplam çevrim verimleri %45'in üzerine çıkarılacaktır.

5. **Motorlu taşıtların birim fosil yakıt tüketimini azaltmak, yük ve yolcu taşımacılığında demiryollarının ve şehir içinde toplu taşımanın payını arttırmak ve şehir içi ulaşımda gereksiz yakıt sarfiyatını önlemek ve çevreye zararlı emisyonlarını düşürmek**
   Yolcu veya yük taşıyan küçük araçlar (M1/N1 kategorileri) CO2 emisyonuna ilişkin AB direktifleri doğrultusunda çıkarılacak ikincil mevzuat şartlarını karşılayacak, büyük şehirlerde ulaşım uzmanlık planları hazırlanacak ve yürürlüğe konulacaktır.

6. **Kamu kuruluşlarında enerjiyi etkin ve verimli kullanmak**
   Kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde yıllık enerji tüketimi 2015 yılına kadar %10 ve 2023 yılına kadar %20 azaltılacaktır.

7. **Kurumsal yapıları, kapasiteleri ve iş birliklerini güçlendirmek, ileri teknoloji kullanımını ve bilinçlendirme etkinliklerini arttırmak ve kamu dışında finansman ortamları oluşturmak**
   2012 yılı sonuna kadar; uygulayıcı kurumların kurumsal yapıları, kapasiteleri ve aralarındaki iş birlikleri güçlendirilecektir.

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2018 Ocak (2017-2023)

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda; enerji arz güvenliği, enerji maliyetlerinin düşürülmesi, enerji kullanımından kaynaklı emisyon değerlerinin düşürülmesi, enerjide dışa olan bağımlılığın azaltılması ve makro ekonomiye olan katkısı önceliklendirilmiştir. Eylem Planı ile 6 kategoride (hizmetler, enerji, ulaştırma, endüstri, bina ve teknoloji, tarım ve genel) tanımlanan 55 eylemin etkin bir biçimde uygulamaya geçirilmesi ve izlenmesi öngörülmüştür.

Eylem Planı ile 2023 yılında Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin baz senaryoya (mevcut durumun devamı durumu) göre %14 azaltılması hedeflenmiştir. 2023 yılına kadar (önümüzdeki 5 sene içinde) kümülatif olarak 23,9 MTEP enerji tasarrufu sağlanması öngörülmekte olup bu tasarrufun parasal karşılığı ise 8,4 milyar ABD doları olarak hesaplanmıştır. Bu miktarda tasarrufu sağlamak için 10,9 milyar dolar yatırım yapılacağı tahmin edilmektedir. 2033 yılına kadar 86,4 MTEP biriktirilen tasarruf, 2017 fiyatları ile 30,2 milyar dolar olması öngörülmüştür. Eylem Planı'nın etkilerinin de 2040'a kadar devam edeceği öngörülmektedir.

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı eylemlerin uygulama adımlarını, temel performans göstergelerini, nasıl uygulanacağını, çıktılarını ve muhtemel etkilerini ortaya koymakla birlikte enerji verimliliğinin birçok sektörü ve paydaşı ilgilendiren çok disiplinli bir konu olması uygulamaları ve izlemeleri zorlu bir süreç haline getirmiştir. Aşağıda verilen eylemlerin uygulanmasından ve sonuçlarının değerlendirilmesinden sorumlu olan kurum ve kuruluşlar arasında yakın bir işbirliği kurulması ve koordinasyonun sağlanması gerekmektedir. Söz konusu koordinasyonun ve işbirliğinin sağlanması, Eylem Planı'nın izlenmesi, raporlanması ve geçerliğinin onaylanması süreçlerini Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde Ocak 2019'da kurulan Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı yürütecektir.

2017-2023 itibariyle yatay konulara dair eylemler ve sektörel eylemler aşağıda belirtilmiştir:

Yatay Önlemler

- Y1-Enerji Yönetim Sistemlerinin Kurulması ve Etkinliğinin Arttırılması
- Y2-Ulusal Enerji Verimliliği Finansman Mekanizmasının Geliştirilmesi
- Y3-Enerji Verimliliği Projelerinin Enerji Verimliliği Yarışmaları ile Desteklenmesi
- Y4-Enerji Verimliliği Projelerinde Teknik, Hukuki ve Finansal Hususları İçeren Kılavuz, Tip Sözleşme vb. Altlıkların Oluşturulması
- Y5-Enerji Verimliliği Faaliyetlerinde Kayıt, Veri Tabanı ve Raporlama Sistemlerinin Geliştirilmesi
- Y6-Uluslararası Enerji Verimliliği Finansman İmkânlarının ve Etkinliğinin Arttırılması, Koordinasyon ve Kontrolü
- Y7-İdari ve Kurumsal Yapılanmanın Güçlendirilmesi
- Y8-Farkındalık, Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetlerinin Yürütülmesi
- Y9-Enerji Verimliliği Etütleri
- Y10-Kamuda Sürdürülebilir İşletme ve Satın Alma Yaklaşımının Benimsenmesi
- Y11-Enerji Dağıtım veya Perakende Şirketlerine Yönelik Enerji verimliliği Yükümlülük Programı

Bina ve Hizmetler Sektörü

- B1-İnşaat Sektöründe Kullanılan Malzeme ve Teknolojiye İlişkin En İyi Uygulamaların Tespiti ve Paylaşılması
- B2-Binalar İçin Enerji Tüketim Verilerini de İçeren Bir Veri Tabanı Oluşturulması
- B3-Kamu Binaları İçin Enerji Tasarrufu Hedefi Tanımlanması
- B4-Belediye Hizmetlerinde Enerji Verimliliğinin Arttırılması
- B5-Mevcut Binaların Rehabilitasyonu ve Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi
- B6-Merkezi ve Bölgesel Isıtma/Soğutma Sistemlerinin Kullanımının Özendirilmesi
- B7-Mevcut Binaların Enerji Kimlik Belgesi Sahiplik Oranının Arttırılması
- B8-Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Yerleşmelerin Belgelendirilmesinin Özendirilmesi
- B9-Yeni Binalarda Enerji Verimliliğinin Özendirilmesi
- B10-Mevcut Kamu Binalarında Enerji Performansının İyileştirilmesi
- B11-Binalarda Yenilenebilir Enerji ve Kojenerasyon Sistemlerinin Kullanımının Yaygınlaştırılması
- B12-KOBİ Niteliğindeki Binalara Yönelik Enerji Verimliliği Etüt Programları ve Etütler için Kaynak Tahsisi

Sanayi ve Teknoloji Sektörü

- S1-Isı Kullanan Büyük Endüstriyel Tesislerde Kojenerasyon Sistemlerinin Yaygınlaştırılması
- S2-Sanayide Enerji Verimliliği Projelerini ve Çeşitliliğini Arttırmak İçin Destek Sağlanması
- S3-Sanayi Sektöründe Verimliliği Arttırmak
- S4-Cihazlarda Enerji Verimliliği Performans Standartları ve Çevre Duyarlı Tasarım, Üretim, Etiketleme Sisteminin Uygulanması
- S5-Sanayi Sektöründe Verimlilik Arttırıcı Projelerin Desteklenmesi
- S6-Sanayide Enerji Tasarruf Potansiyeli Haritasının Çıkarılması
- S7-Gönüllü Anlaşmaların İyileştirilmesi

Enerji Sektörü

- E1-Kojenerasyon ve Bölgesel Isıtma-Soğutma Sistemlerinin Potansiyelinin Belirlenmesi ve Yol Haritasının Hazırlanması
- E2-Doğalgaz Altyapısı İçin Verimlilik Standartları Uygulanması
- E3-Tüketiciye Kıyaslanabilir ve Daha Detaylı Bir Fatura Bilgisinin Sunulması, Ölçüm Bilgisinin Akıllı Yönetimi için Enerji Veri Platformunun Oluşturulması
- E4-Elektrik Sayaçlarının Okunması ile İlgili Düzenleyici Çerçevenin Avrupa Birliği Müktesebatı ile Belirlenen Ana Esaslarla Uyumlaştırılması (Akıllı Sayaçların Yaygınlaştırılması)

- E5-Transformatörlerde Asgari Performans Standartlarının Uygulanması
- E6-Isıtma ve Soğutma Kaynaklı Puant Yükün Yönetilmesi
- E7-Genel Aydınlatmada Enerji Verimliliğinin Arttırılması
- E8-Elektrik İletim ve Dağıtım Faaliyetleri Verimlilik Artışının Geliştirilmesi
- E9-Mevcut Elektrik Üretim Santrallerinde Verimliliğin Arttırılması
- E10-Talep Tarafı Katılımı (Demand Side Response) Uygulaması İçin Piyasa Altyapısının Oluşturulması

Ulaştırma Sektörü

- U1-Enerji Verimli Araçların Özendirilmesi
- U2-Alternatif Yakıtlar ve Yeni Teknolojilerle İlgili Karşılaştırmalı Çalışmanın Geliştirilmesi
- U3-Bisikletli ve Yaya Ulaşımının Geliştirilmesi ve İyileştirilmesi
- U4-Şehirlerdeki Trafik Yoğunluğunun Azaltılması: Otomobil Kullanımının Azaltılması
- U5-Toplu Taşımanın Yaygınlaştırılması
- U6-Kentsel Ulaşım için Kurumsal Yeniden Yapılanmanın Geliştirilmesi ve Uygulanması
- U7-Denizyolu Taşımacılığının Güçlendirilmesi
- U9-Ulaşıma Yönelik Veri Toplanması

Tarım Sektörü

- T1-Traktörlerin ve Biçerdöverlerin Enerji Verimlileri ile Yenilenmesinin Özendirilmesi
- T2-Enerji Verimli Sulama Yöntemlerine Geçilmesi
- T3-Tarım Sektöründe Enerji Verimliliği Projelerinin Desteklenmesi
- T4-Tarımsal Üretimde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Özendirilmesi
- T5-Biyokütle Elde Etmek Amacıyla Tarım Yan Ürün ve Atık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Kullanımının Teşvik Edilmesi
- T6-Su Ürünleri Sektöründe Enerji Verimliliğinin Desteklenmesi.

Tüm enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji ile ilgili program ve strateji belgeleri diğer ülkelerinki ile parallellik göstermekle birikte finansman, politikaların uygulanması ile mevzuatın uygulanmasındaki zorluklar gibi bazı engeller nedeniyle strateji hedeflerinin tutturulmasında sorunlarla karşılaşılmaktadır. Bu eylemlerin pek çoğu bazı eksiklikleri olsa da AB *Enerji Verimliliği Direktifi* ve *Binalarda Enerji Performansı Direktifi'ni* destekler niteliktedir. 2017 yılı başlangıç olan bu eylem planındaki eylemlerle ilgili gelişmeler bulunmakta ve bazı yeni projeler yürütülmektedir.

7.2. Yenilenebilir Enerjide Yasal Çerçeve

Yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi ve geliştirilmesine ilişkin mevzuatın dayandığı 2 kanuni düzenleme bulunmaktadır. Bunlardan biri; 5346 sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*'dur. Bu kanunda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin arttırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesine yönelik düzenlemeler yer almaktadır. Kanunda, yenilenebilir enerji kaynakları tanımlanmış, bu kaynaklardan üretilecek elektriğin satış fiyatının 5-5,5 Euro arasında olacağı belirlenmiş ve arazi kullanımı değişiklikleri vb. küçük desteklerle yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi özendirilmiştir.

İkincisi ise 2005 yılında başlayan süreç sonunda 8 Ocak 2011 tarihinde yürürlüğe giren 6094 sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun*'dur. Bu kanunla yeniden şekillendirilerek kanun kapsamındaki teşvik mekanizmasının iyileştirilmiş ve Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırım fırsatlarının teşvik edilmesine yönelik önemli değişiklikler getirilerek destek tarifeleri yükseltilmiştir.

6094 Sayılı Kanun kapsamında, yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretimde tesis tipine göre; hidroelektrik üretim tesisi ile rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi için 7,3 dolar cent/ kWh, jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi için 10,5 dolar cent/ kWh, biyokütleye dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil) ile güneş enerjisine dayalı üretim tesisi için 13,3 dolar cent/kWh fiyat desteği sağlanmıştır.

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu'nda ise belirlenmiş veya belirlenecek jeotermal ve doğal mineralli su kaynakları ile jeotermal kökenli gazların arama ve işletme dönemlerinde, kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması, devredilmesi, terk edilmesi, kaynak kullanımının ihale edilmesi, sona erdirilmesi, denetlenmesi, kaynakların korunması ile ilgili usul ve esaslar düzenlenmiştir.

Türkiye'de lisanssız elektrik üretimi, 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun 14. Maddesi'ne istinaden hazırlanarak yürürlüğe giren Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik ile düzenlenmiştir. Bu şekilde mikro yenilenebilir enerji yatırımları desteklenmektedir.

Ayrıca, *Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA), Yönetmeliği* güneş enerjisine dayalı uygulamaların teknik değerlendirmesi ve büyük çaplı yenilenebilir enerji kaynak alanları kurulmasına ilişkin yönetmelik *9 Ekim 2016 tarihinde çıkmıştır*. Türkiye, 10 yıllık bir süre boyunca Ar-Ge yatırımını güvence altına almanın yanı sıra Ar-Ge ve üretimin %80'i yerli kaynakların oluşturduğu, sabit tarife garantisi esas alınarak tasarlanmış ve her birinin toplam kurulu kapasitesi 1.000 megavat olan iki büyük güneş ve rüzgâr enerjisi ihalesi başlatmıştır.

ETKB'nin 2015-2019 dönemini içeren "Stratejik Plan"ında yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesiyle ilgili olarak diğer stratejilerle uyumlu hedefler bulunmaktadır.

Yenileneblir Enerji Eylem Planı'na göre 2023 hedefleri kapsamında 34 bin MW hidroelektrik, 20 bin MW rüzgar enerjisi, 5 bin MW güneş enerjisi, bin MW jeotermal enerji ve bin MW biyokütle kurulu gücüne ulaşılması öngörülmektedir. Bu hedefler doğrultusunda 2023 yılına gelindiğinde Türkiye'nin elektrik enerjisine olan talebinin en az %30'unun (hidroelektrik dahil) yenilenebilir enerji kaynakları tarafından sağlanması planlanmaktadır. 2017 itibarı ile güneş, jeotermal ve rüzgar enerjisindeki hızlı gelişme ile bu hedef sağlanmış bulunmaktadır. Bu hedeflerin gerçekleşebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yaklaşık olarak 60 milyar dolar yatırım yapılması gerekeceği hesaplanmıştır.

Söz konusu hedefler kapsamında 2023 yılı için brüt elektrik üretimi sırasıyla hidroelektrikte 91 bin 800 GWh, rüzgar enerjisinde 50 bin GWh, güneş enerjisinde 8 bin GWh, jeotermal enerjide 5 bin 100 GWh ve biyokütle enerjisinde ise yaklaşık 4 bin 500 GWh olarak tahmin edilmektedir. Bir diğer ifadeyle yenilenebilir enerji kaynaklarından toplamda 159 bin GWh gibi bir brüt elektrik üretimi elde edilmesi planlanmaktadır. Bu miktar 2023 için hesaplanan toplam brüt elektrik tüketim miktarının (yaklaşık 500 bin GWh) %32'sini oluşturmaktadır. Kısacası 2023 yılında Türkiye'de tüketilen toplam elektriğin yaklaşık üçte birinin (1/3) yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi öngörülmektedir. Bu hedeflerin tutturulabilmesi için özellikle rüzgar ve güneş enerjisi ile elektrik üretimine büyük önem verilmektedir.

8. HEM YERLİ HEM DE YENİLENEBİLİR ELEKTRİK ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME: TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDEKİ FIRSATLAR VE ZORLUKLAR[18]

Son yıllarda kalkınmış ülkelerde temiz enerji endüstrisi hem çevresel hem de ekonomik nedenlerle yatırım için öncelikli alan olarak kabul edilmektedir. Yurtiçinde üretilen temiz enerji teknolojileri kullanılarak arz edilen enerji, daha fazla enerji bağımsızlığı ve güvenliği sağlamaktadır. Yurtiçinde üretilen temiz teknoloji ekipmanları temiz enerji kullanımını tetikleyerek CO_2 emisyonlarının azaltılmasında önemli çevresel faydalar sağlamaktadır. Son on yılda dünyada yaşanan ekonomik krizler ve birçok ülkede çift basamaklı işsizliğe yol açan ekonomik durgunluğun temiz enerji teknolojilerindeki inovasyon ile aşılabileceği, yeni teknolojilerin ekonomik büyümede sürükleyici yeni bir güç olarak rol oynayabileceği düşünülmektedir. Örneğin, 2009 yılında Amerika Birleşik Devletleri ekonomik krizden çıkmak üzere, enerji dâhil birçok alanda yatırım ve destekleme programı öngörerek "Ekonomiyi Canlandırma Programı" çerçevesinde 775 milyar dolar kaynak ayırmıştır. Yeşil enerji yatırımları ve enerji verimliliği destekleri sonucunda olduğu 2010 yılı son çeyreği itibarı ile enerji sektörünün toplam 459.000 kişiye iş yarattığı görülmüştür (Romer & Bernstein, 2009).

Enerji Makina ve Ekipmanlarının Yerli Üretimi konusu, Türkiye'de senelerdir tartışılmakta olan bir konudur ve enerjinin üretilmesi, iletimi, dağıtımı ve depolanması faaliyetlerinde kullanılan makine, ekipman ve yardımcı malzemeleri üretim tesislerinde kullanılan teçhizatın yerli üretimi, her türlü projelendirme, imalat ve montaj hizmetlerinin yerli kaynak ve işgücü ile yapılmasını tanımlamaktadır. Bu tanım, yabancı menşeli projelere göre yapılan imalat ve montaj işlerini de kapsamaktadır. Türkiye, enerji kaynağında dışa bağımlılığı %70'lerin üzerinde seyrederken, diğer yandan da enerji ekipmanları açısından da büyük ölçüde yurtdışı firmalara bağımlı durumdadır. Bu nedenle döviz kurundaki artışlar yenilenebilir enerji yatırımlarının gelişmesini engellemektedir. Enerji sektöründe bugüne kadar yapılmış yatırımların pek çoğu yabancı şirketlerce projelendirilmiş ve yabancı teknoloji ile işletmeye alınmıştır. Yerli teknolojinin bu santrallerin yapımında yer alması, potansiyeli yüksek olan ve ülkenin her yerine dağılmış olan yenilenebilir enerji potansiyeline bağlı yatırımlarda maliyetlerin düşmesini sağlarken önemli oranda istihdam imkanı doğuracak bu sektörün ekonomide lokomotif sektör konumuna gelmesini sağlayacaktır.

Son yıllarda yenilenebilir enerji üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurtiçinde imal edilmesine özel önem atfedilmiş ve bu konuda düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. Bu konudaki ilk anlamlı düzenleme, yenilenebilir enerji kaynakları için yapılmıştır. 2005 tarihinde yürürlüğe giren 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ve 6094 sayılı kanunla revizyonu enerji yatırımlarında yerli üretime ilk net destek sağlanmıştır. YEKA'lar ile desteklenen yerli teknolojinin geliştirilmesi konusunda yeni adımlar atılmıştır. Bu şekilde mevcut yenilebilir enerji santrallerinde her yıl biraz daha fazla olmak üzere yerli üretim payı artmaktadır.

[18] Bu bölümde verilen teknolojinin mevcut durumu ile ilgili bilgiler ağırlıklı olarak "Enerji Ekipmanları Yerli Üretimi Durum Değerlendirmesi ve Öneriler" – MMO Nisan 2014, Ankara, Yayın No: MMO/621 raporuna dayanmaktadır.

Ülkemizdeki en eski santral tiplerinden birisi olan **Hidrolik** Santralleri'nde önemli deneyimler kazanılmıştır. İnşaat işleri ve hidromekanik ekipmanlar, nehir-kanal ve depolamalı hidroelektrik santral tipine bağlı olarak değişmekle beraber genel olarak bir hidroelektrik tesiste su-yapıları inşaat maliyeti toplam yatırım bedelinin yaklaşık %70'ine tekabül etmektedir. 1960'lı yıllarda yayımlanan bir kararname ile barajlarda kullanılan her türlü kapak, vana, cebri boru vb. hidromekanik ekipman ile kumanda mekanizmaları ve kren, vinç vb. kaldırma makinalarının yerli yapımı zorunluluğu getirilmiş, bunun sonucunda bu ekipmanlarda yerli yapım oranı %100'lere yaklaşmıştır. Günümüzde bir santralin türbin ve jeneratörü hariç diğer tüm elemanları tümüyle projelendirilip, imalatı ve montajları güvenilir bir biçimde ülkemizde yapılabilmektedir. Şu anda dışarıya bağımlı olduğumuz türbin ve jeneratör tasarımı, testi ve imalatı için başlatılmış olan çalışmaların özendirilmesi, teşviki, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği için desteklenmesi gerekmektedir.

Rüzgar santralının bileşenleri; kule, rotor, nasel ve elektrik toplama sistemleridir. Çelik ve beton kuleler ile kanatların her türlü üretimi, uluslararası büyük türbin üreticisi firma ve bileşenleri ile yerli firmalarımız arasında ortak girişim şirketleri oluşturularak yerli olarak üretilmektedir. Ayrıca kanatların hammadde üretimi, kanat bağlantı saplama ve somunları, kule bağlantı civataları ve galvanizli ankeraj üretimi, başta kaplin ve redüktör olmak üzere çeşitli makine elemanlarının imalatı yerli olarak yapılmaktadır. Yine elektrik malzemelerinin (trafo, şalt sahası malzemeleri, iletim ve dağıtım sistemi bağlantısı vb.) büyük bölümü de Türkiye'den temin edilebilmektedir. Rüzgar türbini, jeneratör, göbek, dişli kutusu gibi diğer bileşenler ise doğrudan yurtdışı firmalardan sağlanmaktadır. Lisanssız üretim kapsamındaki küçük ve orta büyüklükteki türbinlerin yerli üretimi konusunda sanayimiz her geçen gün gelişmektedir. %100 yerli tasarım ve 80-90 yerli malzeme ile küçük rüzgar türbinleri üretilebilmektedir.

Bazı üniversiteler, araştırma kurumları ve özel sektör firmalarının oluşturduğu bir Ar-Ge uygulama projesi olan Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES) konusunda çalışmalar yürütülmektedir. İlk etapta 500 KW'lık türbinin tasarım ve üretimi TÜBİTAK tarafından desteklenerek gerçekleştirilmiştir.

Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren temel sistemleri oluştururken; ana mamul üretim ekipmaları ve tamamlayıcı mamul üretim ekipmanları olarak ayrılmaktadır. Ana mamul olarak; silikon, ingot, hücre, modül, cam, eva, backsheet, inverter, ribbon ve bağlantı kutusu ve tamamlayıcı mamuller; montaj setleri, kablo, regülatör, batarya vb. olarak sıralanabilir. Türkiye'de 20'ye yakın firma panel üretmekle birlikte ürettikleri panellerin yerli katkı oranı düşüktür. Bu panellerin sadece laminasyon işleri yerli olarak yapılabilmektedir. Polysilikon, ingot, wafer, hücre ve panel üretim süreç sırası ile tanımlayabileceğimiz PV panel üretiminde 1.000 MW/yıl kapasiteli bir üretim tesisi için yaklaşık 800 milyon euroluk yatırım gerekmektedir. Ancak yatırım bedelinin dışında Ar-Ge, know-how, teknoloji ve patent gereksinimi gibi diğer önemli engeller de mevcuttur. Ayrıca ülkemizde silikon, ingot ve hücre üretim teknolojisini karşılayacak yeterli hammadde ve yerli sermaye de henüz yoktur. Yerli modül üreticilerinin desteklenmesi ve arttırılması, kalite standartlarının oluşturulması durumunda bu mamul ürünlerin de üretilmesi önümüzdeki yıllarda mümkün olabilecektir.

Ülkemizde halihazırda; solar cam, invertör ve modül üretiminde faaliyet gösteren firmalar ve Eva, backsheet, ribbon ve bağlantı kutusu dışarıdan tedarik edilmekle birlikte üretimine uygun hammadde ve makine teknolojisi vardır.

Güneş pilinde doğru akım olarak üretilen elektriğin şebeke elektriğine uygun hale getirilmesi için gerekli olan solar inverterler, güç elektroniği konusunda uzmanlaşmış, kesintisiz güç kaynakları, redresörler, doğrultucular veya endüstriyel tip inverterler geliştiren veya üreten firmalarca yurtiçinde geliştirilip üretilmektedir. Ancak bu üretimde de yarı iletken, direnç, diyot, kondansatör gibi elektronik komponentlerin de ithal edilmesi gerektiğinden inverterdeki yerli katkı payı da en fazla %78 civarındadır.

Biyokütle kaynakları gerek doğrudan yakma gerek dolaylı yakma (gazlaştırma), kojenerasyon (birleşik ısı-elektrik üretimi-CHP) ve trijenerasyon (birleşik ısı-soğuk-elektrik üretimi) teknolojisine çok uygundur. Şebekeye bağlı biyoelektrik üretiminde, biyogaz santralleri, büyük ölçekteki biyokütle gazlaştırıcıları ve yakma sistemleri kullanımdadır.

Hayvansal ve bitkisel atıklardan fermantasyon yolu ile elde edilen biyogazdan elektrik üretiminde beton reaktörler, yatay ve dikey karıştırıcılar, sıvı ve gaz pompaları, çamur pompaları, kimyasal madde dozaj sistemleri, biyogaz depo balonları, biyogaz emniyet ve alarm sistemleri, biyogaz emniyetli yakma bacası, otomasyon (pH, sıcaklık, sıvı ve biyogaz seviye vd. kontroller), çamur seperatörleri, gaz motorları, elektrik jeneratörleri, elektrik trafoları, elektrik hattı bağlantı ekipmanları ve inşaat işleri gereklidir. Biyogaz tesislerinin yatırım maliyetinin yarısını yerli ekipmanla yapmak mümkündür. Bununla birlikte gaz motorları, bazı kontrol üniteleri ve teknoloji (know-how) yurtdışından gelmektedir.

Jeotermal enerji ile elektrik üretiminde kullanılan ana ekipmanlar; türbin, jeneratör, ısı değiştiriciler, soğutma kulesi, kontrol vanaları ve pompaların tümü ithal edilmektedir. Santral ile kuyular arasında yer alan ortak tesis ekipmanlarından; mekanik kapsamdaki gate vanalar, booster pompalar, reenjeksiyon pompaları, basınçlı kaplar (seperator, akümülasyon tankları vb.), borular, supportlar yerli imalat olarak yapılabilmektedir.

Ülkemizin yenilenebilir enerjide son yıllarda artan yatırım ve işletim deneyimleri, yerli ekipman üretiminin özellikle imalat sanayimiz ve mühendislik seviyesi ile rahatlıkla yapılabileceğini göstermektedir. Bunun için öncelikle doğru politikalar ve doğru teşvikler ile Türkiye'nin kendi iç piyasasını bu yeni anlayışa göre yönlendirmesi gereklidir. Ayrıca yerli pazara satış yapan uluslararası şirketlerin üretimlerinin bu ülkeye kaydırılması ile uluslararası şirketlerin belli bileşenlerinin ortak girişim şirketleri kurularak yerli üretimi veya tamamen yerli tasarımı ve imalatı yapılabilir. YEKA'ların da çıkış misyonu budur.

Mevcut alt yapının (enerji tüketen her türlü ekipman ve sistemin, üretim tesislerinin gibi) verimli hale getirilmesi ve daha yeni teknolojilerle yeni alanlar yaratılması ile (sıfır karbon şehirleri, inovatif üretim teknolojileri ve malzemeler, yeni ulaşım sistemleri ve taşıtları gibi) gelecekteki iç istikrar ve büyüme için önemli bir kaynak oluşturulabileceği hesaplanmaktadır. Örneğin Avrupa Komisyonu ile ortaklık oluşturan Solar Impulse Vakfı, Verimli Çözümler için Dünya Birliği (World Alliance for Efficient Solutions) adıyla oluşturdukları uluslararası bir platform ile bugün için hayal edilmeyen 1000 yeni çözüm için uzun vadeli bir vizyon ile verimli, temiz, kârlı teknolojik çözümlerin ortaya çıkmasına öncülük etmektedir.

Bu şekilde sadece iklim değişikliğine çözüm yaratılmayacak yeni istihdam alanları ve temiz hızlı büyüme için yeni bir yol ortaya konacaktır (Solar Impulse Alliance, 2019). Google, Apple, Facebook gibi dünya ekonomisinin ilk sıralarına yerleşen yeni dev şirketleri, %100 yenilenebilir enerji hedefine doğru ilerliyerek ve data teknolojisi ile enerji teknolojisini birleştiren yatırımlar yaparak bu alanda da gelişmelere öncülük etmektedir (Moodie, 2016).

Bu ve buna benzer örnekler dünyada iklim değişikliğinin tetiklediği Ar-Ge ve inovasyona dayanan yeni bir devrin başladığına işaret etmektedir.

Enerji verimliliği iyileştirmeleri, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) ile ölçülen ekonomi faaliyetleri doğrudan ve dolaylı şekilde etkiler, istihdam, dış ticaret dengesi ve enerji fiyatları üzerindeki etkisi ile tüm ekonomiye fayda sağlayabilir. GSYİH değişikliklerinin analizi, ülkenin ekonomik yapısına ve temel politikaların tasarımı ve ölçeğine bağlı olmakla birlikte genel olarak, büyük ölçekli enerji verimliliği politikaları uygulandığında, yılda %0,25–1,1 aralığında ekonomik büyüme sağlandığını ve verimlilik önlemlerine 1 milyon € harcandığında bir yılda 8 ila 27 tam zamanlı iş yaratılabildiğini göstermektedir.

Enerji verimliliğinin en ağırlıklı olduğu temiz enerji teknolojileri, uygulandığı bölgelerde birçok **yerel iş** yaratabilir ve ek olarak, bu işlerin birçoğunun, inşaat ve tesisat gibi yerelden temin edilen malzemeler ve destekleyici hizmetlerle ilgili işlerinde bu çalışmalarda ağırlıklı olması nedeniyle elde edilen gelir o bölgenin ekonomisine, başta işsizliğe olmak üzere önemli katkı sağlamaktadır (IEA, 2014). Tablo 5'teki gösterge rakamları ve Türkiye'nin stratejik hedefleri göz önüne alındığında, ekipmanın üretiminden (yerli) işletmeye alınana kadar Türkiye'de 1 milyon istihdam yaratılabileceği tahmin edilmektedir.

Tablo 5: *1 Milyon Dolar Yeşil Enerji Yatırımının İstihdam Etkisi (Yaratılan İş Sayısı) (Pollin & Garrett-Peltier, 2009)*

Enerji Kaynağı	Doğrudan İstihdam- İş sayısı	Dolaylı İstihdam- İş sayısı	Toplam İstihdam- İş sayısı
Enerji Talep Yönetimi	9.0	5.2	14.2
Hidrolik	8.2	6	14.2
Biyokütle	8.4	8	16.4
Atık Enerjinin Geri Kazanımı	8.2	7.9	16.1
Rüzgar (Karasal)	7.6	8.2	15.8
Güneş	8.2	7.6	15.8
Smart Grid	7	7.1	14.1

Sonuç olarak enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasındaki en etkili önlem olmanın yanı sıra, mücadele ile birlikte ortaya çıkan sosyal ve ekonomik olası kayıpların (kömür santrallerinin kapanması, enerji yoğun sanayinin küçülmesi gibi önlemlerden kaynaklanan) azaltılmasında en önemli çarelerden birisidir ve sürdürülebilir kalkınmanın altın anahtarıdır.

9. TÜRKİYE'DE ENERJİ SEKTÖRÜNDE İKLİM DOSTU FİNANSAL FIRSATLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Türkiye'de enerji ve kaynak verimliliği, yenilenebilir enerji, temiz üretim konusunda kamu desteklerinin yanı sıra Dünya Bankası, Avrupa Yatırım Bankası-EIB, Alman Kalkınma Bankası-KfW, Alman Uluslaarası İşbiliği Kuruluşu (GIZ), Fransız Kalkınma Ajansı-AFD, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası-EBRD, Japon Uluslararası İşbirliği Bankası/JBIC, Birleşmiş Milletle Kalkınma Programı (UNDP) gibi çok sayıda yabancı finansman kuruluşu ve uluslararası fon, bazı hibe programları desteklemekte ve Türk bankaları aracılığıyla çevre dostu enerji üretecek girişimcilere uzun vadeli, düşük faizli kredi sunmaktadır. Yenilenebilir enerji alanında en fazla yabancı kaynak sağlayan kuruluşlardan biri Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansmanı Programı (TURSEFF)'dır. TURSEFF, 60 aya kadar vadelerde aylık %1'den başlayan faiz oranlarıyla finansman sağlamaktadır.

Türkiye'de birçok ticari krediden çok daha uygun faizlerle sağlanabilen yenilenebilir enerji kredileri birçok banka tarafından uygulanmaktadır. Ayrıca Dünya Bankası tarafından yönetilen Temiz Teknoloji Fonu ve GEF Vakıf Fonu'ndan da krediler, bankalar üzerinden verilmekte ve kamu sektöründe teknik yardım programları yürütülmektedir.

9.1. Enerji Verimliliğinde Kamu Destekleri

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından, Verimlilik Arttırıcı Proje (VAP), Gönüllü Anlaşma programları çerçevesinde destekler verilmektedir.

Verimlilik Arttırıcı Proje (VAP): Yıllık enerji tüketimi ≥1000 tep olan endüstriyel işletmeler için her yıl Ocak ayında başvuru yapılması gereklidir. 14 Mart 2019 tarihinde yayınlanan karar ile verimlilik arttırıcı projelerin destek miktarı arttırılmış olup proje yatırım bedeli ≤5 milyon TL, geri ödeme süresi <5 yıl olan projeler destek için başvurabilir. Hibe olan destek miktarı en fazla proje bedelinin %30'udur. Aday projeler belirlenen formül ile değerlendirilir ve yapılan sıralamaya göre destek miktarı hesaplanır. Projenin 2 yıl içinde uygulanması gerekmektedir. Her yıl Ocak ayında başvuru yapılır.

Gönüllü Anlaşmalar: Yıllık enerji tüketimi ≥1000 tep olan endüstriyel işletmeler her yıl Ekim ayında üç yıl içerisinde enerji yoğunluğunu ortalama olarak %10 oranında azaltma taahhüdü ile başvuru yapılır. GA desteği için yapılan başvurular belirlenen formül ile değerlendirilir ve toplam puanlara göre sıralama yapılır. Gönüllü anlaşma yaparak enerji yoğunluğunu düşürme taahhüdünü yerine getiren sanayi kuruluşlarına anlaşmanın yapıldığı yıla ait enerji giderinin %30'u (maksimum 300.000 TL) ödeneklerin yeterli olması halinde ödenir.

KOSGEB EV destekleri: Eylül 2018 de güncellenen KOSGEB enerji verimliliği desteği, İşletme Geliştirme Destek Programı kapsamında **35.000 TL'ye** kadar verilmektedir. KOBİ'lerin Yıllık enerji tüketim aralıklarına göre enerji verimliliği konusuna göre destek üst limitleri aşağıdaki gibidir:

- Ön etüt için destek üst limitleri; 20-200 TEP için 2.500 (iki bin beş yüz) TL, 200 üzeri TEP için 5.000 (beş bin) TL'dir.
- Detaylı etüt için destek üst limitleri; 20-200 TEP için 10.000 (on bin) TL, 200 üzeri TEP için 20.000 (yirmi bin) TL'dir. İşletmenin detaylı etüt hizmetleri için destekten yararlanabilmesi için, ön etüt hizmeti almış olması gerekir. Detaylı etüt hizmetlerine destek ödemesi yapılabilmesi için; detaylı etüt değerlendirme komisyonun tarafından detaylı etüt raporunun uygun bulunması gerekir.

- Detaylı etüt sonrasında alınacak VAP danışmanlığı için destek üst limiti 10.000 (on bin) TL'dir.
- Enerji yöneticisi eğitimleri için destek üst limiti 5.000 (beş bin) TL'dir. Enerji yöneticisi eğitimine, destek üst limiti dahilinde işletmenin birden fazla personeli katılabilir.

İşletme, program süresince ön etüt, detaylı etüt ve VAP danışmanlığı desteğinin her birinden bir defa yararlanabilir. Destek alınabilmesi için bu hizmetler Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında yetkilendirilmiş kuruluş ve şirketlerden alınmalıdır. Desteklerden yararlanmak isteyen KOBİ, KOSGEB'in web sayfasından elektronik ortamda doldurulan başvuru formunun çıktısı alınarak KOSGEB'in ilgili uygulama birimine başvurur.[19]

V. Bölge Teşvikleri: Yıllık asgari 500 tep (ton eşdeğeri petrol) enerji tüketimi olan mevcut imalat sanayi tesislerinde gerçekleştirilecek, birim ürün başına en az %20 oranında enerji tasarrufu sağlayan ve yatırım geri dönüş süresi azami beş yıl olan enerji verimliliğine yönelik yatırımlar 5. Bölge'de yapılacak olan yatırımlara sağlanan teşviklerden yararlandırılmaktadır. 5. Bölge teşvikleri, KDV ve gümrük vergisi muafiyetlerini, vergi indirimi, sosyal güvenlik prim destekleri, faiz desteği ve yer tahsisatı gibi destekleri ihtiva etmektedir.

Isı yalıtımı ve enerji tasarrufu sağlamaya yönelik harcamaların doğrudan gider yazılabilmesi, ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu sağlamaya yönelik işlemlere harç, kağıt ve damga vergisi istisnası:[20] "6728 sayılı Yatırım Ortamının İyileştirilmesi Amacıyla Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile şirketler ve gerçek usulde vergilendirilen ticari kazanç sahibi mükelleflere işletmeye dâhil olan gayrimenkullerinin iktisadi değerini arttırıcı niteliği olan ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu sağlamaya yönelik harcamalarını aktifleştirmeyip doğrudan gider yazılabilmektedir. Bu kanun ile ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu sağlamaya yönelik işlemlere harç istisnası getirilmiştir. Ayrıca, binalarda ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu sağlanması için, yapılan sözleşme de dahil her türlü kağıt, damga vergisinden istisnadır.

9.2. Yenilenebilir Enerji Sektöründe Kamu Destekleri

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi; "6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu" ve ikincil Mevzuat, "5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" (YEK-e Kanunu) ile desteklenmektedir.

Türkiye'nin sabit fiyattan garantili satın alım tarifesi modeli olan "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması" (YEKDEM) altında, her yenilenebilir enerji teknolojisi için tarife seviyeleri belirlenmiştir. Bu şekilde, şebeke ölçeğindeki projeler faaliyete geçtiği andan itibaren 10 yıl boyunca YEKDEM'de belirtilmiş satın alım garantisinden faydalanabilmektedir. Alım garantisi desteği ***Yenilenebilir Enerji kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin (YEKDEM) Yönetmeliği*** kapsamında sağlanmaktadır (EPDK, 2019).

1 MW'ın üzerinde kapasiteye sahip projeler, lisanslı yenilenebilir enerji üretim mezuatına tabiidir ve bu projelerin yatırımcıları bağlantı kapasitesi için ön lisans başvurusunda bulunmak zorundadır. Projenin enerji aktarmak için bağlanacağı trafolarda birden fazla ve kapasitenin üstünde kapasite bağlantısı talebi olması halinde, bağlantı kapasitesini yönetmek amacıyla ön lisans ihaleleri gerçekleştirilmektedir. 2011 yılında projelere toplam 2.122 MW'lık kapasite için ön lisans verilmiştir. 2017 yılında rüzgâr enerjisi için 3.000

[19] www.kosgeb.gov.tr - İşletme Geliştirme Destek Programı
[20] 9 Ağustos 2016 tarihli Resmi Gazete.

MW ve 2015 yılında güneş enerjisi için 600 MW bağlantı kapasitesi ön lisans ihalesi gerçekleştirilmiştir. Rüzgâr enerjisi için ayrıca 2.000 MW ilave bağlantı kapasitesi açıklanmıştır ve 2020 yılı Nisan ayında ön lisans ihalesinin gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

1 Ocak 2016 tarihinden 2020 yılı sonuna kadar yerli teknoloji oluşumunu teşvik etmek amacıyla da lisanslı tesislerde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik *aksamının en az ilgili Yönetmelikte tanımlı miktar kadarının yerli üretim olması halinde* üretilecek elektrik enerjisi için *5 yıl süreyle ilave fiyat uygulanmaktadır* (Cetvel-2).[21] Tesisin herhangi bir ünitesinde kullanılan herhangi bir aksam için yerli aksam oranı tesiste kullanılan tüm üniteler için aynı olmak zorundadır. Bütünleştirici parçanın aksam içindeki oranının aynı olmaması durumunda üniteler arasındaki en düşük yerli aksam oranı dikkate alınarak yerli katkı ilave fiyatı hesaplanır.

[21] Yenilenebilir Enerji kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik.

Tablo 6: *YEKDEM Destek Tarifeleri - I Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmü)*

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
▪ Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
▪ Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
▪ Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
▪ Biyokütleye dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
▪ Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Tablo 7: *YEK Destek Tarifeleri - II Sayılı Cetvel - Yerli Üretim Katkısı (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmü)*

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
Hidro-elelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5
Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Ayrıca Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu 8. Maddesi'ne göre de 31 Aralık 2020 tarihine kadar ilk defa işletmeye girecek üretim lisansı sahibi tüzel kişilere:[22]

- Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinde, ulaşım yollarında ve lisanslarında belirtilen sisteme olan bağlantı noktasına kadar, TEİAŞ ve dağıtım şirketlerine devredilecek olanlar da dâhil enerji nakil hatlarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanır. Orman Köylüleri Kalkındırma Geliri, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Geliri alınmaz.
- Üretim tesislerinin, işletmeye giriş tarihlerinden itibaren 5 yıl süreyle iletim sistemi sistem kullanım bedellerinden %50 indirim yapılır.
- Üretim tesislerinin yatırım döneminde, üretim tesisleriyle ilgili yapılan işlemler harçtan ve düzenlenen kâğıtlar damga vergisinden muaf tutulur.

YEKDEM'in 2020'den sonra uygulanmaya devam edip etmeyeceği konusu belirsizdir. Ancak devam etmesi piyasanın beklentisidir. Devam ettirilirse destek miktarları güncellenebilir veya YEKA ihale maliyet trendlerine (daha düşük destekleme fiyatına) endekslenebilir.

2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar 2012/1 sayılı Tebliğ 17 Maddesine göre[23] yenilenebilir enerji üretimine yönelik tesislerin bazı aksamlarının imalatı ile ilgili yatırımlar öncelikli yatırım konuları arasındadır. Buna göre yapılacak yatırımlarda KDV istisnasından gümrük vergisi muafiyetine, kurumlar vergisi indiriminden sigorta primi işveren hissesi desteğine, yatırım yeri tahsisinden faiz desteğine kadar birçok konuda yatırımcılara destekler sağlanacaktır.

YEKDEM sistemi kapsamında önemli başarı elde edilmiş olup, hedeflenen kurulu güçteki artış, 2020 yılı sonuna kadar devam edecektir. YEKDEM sistemi ile 2018 sonuna kadar toplamda 7.000 MW civarında karasal rüzgâr enerjisi kapasitesi kurulmuş, bunun yanında 5.000 MW güneş enerjisi kapasitesine (lisansızlar ile birlikte) ulaşılarak, güneş enerjisinde 2023 hedefi bugünden sağlanmıştır.

Lisanssız üretim

6446 sayılı Kanun, mevcut elektrik piyasası sistemine önemli yenilikler ve teşvikler getirmiştir. Lisans alma ve şirket yükümlülüğünden muaf olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurulu gücü 500 kW'tan 1 MW'a çıkartılmış ayrıca rekabetin gelişmesi ve arz güvenliğinin sağlanması

[22] 2015/8317 sayılı BKK, 24.12.2015 tarihli Resmi Gazete

[23] 19/11/2015 tarihli ve 29537 sayılı Resmi Gazete

açısından yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisinin kurulu gücü Bakanlar Kurulu tarafından 5 kata kadar (5 MW) arttırılması kararlaştırılmıştır.

Lisanssız üretim kapsamında üretim yapan gerçek ve tüzel kişiler sisteme verdikleri ihtiyaç fazlası elektrik enerjisi için üretim tesislerinin tamamen veya kısmen işletmeye girdiği tarihten itibaren *on yıl süreyle, bölgesinde bulundukları görevli tedarik şirketleri aracılığıyla YEKDEM'den yararlanır. Lisanssız elektrik üreticileri yerli katkı oranından faydalanamamaktadır*.

Ekonomi Bakanlığı tarafından yapılan Tebliğ[24] *değişikliği çerçevesinde* lisanssız elektrik üretimi yatırımları, yerel birimlerce teşvik belgesi düzenlenebilecek sektör ve yatırım konuları kapsamında alındı. Yönetmelik değişikliği ile "*genel ve bölgesel teşvik uygulamaları kapsamında yer alan ve sabit yatırım tutarı 10 milyon TL'yi aşmayan yatırımlar için hazırlanan listeye lisanssız elektrik üretimi yatırımları da eklendi".* Böylece, firmanın tercihine bağlı olarak bu yatırımın yapılacağı yerdeki yerel birimlere de teşvik belgesi için müracaat edilebilecektir. Daha önce ise teşvik belgeleri Ekonomi Bakanlığı tarafından verilmekteydi.

YEGM tarafından hazırlanan Biyokütle Atlasına göre enerji eşdeğeri 40 milyon TEP/yıl olan 97 milyon ton bitkisel atık, 163 milyon ton hayvansal atık, 31milyon ton kentsel organik atık, ve orman atıkları vardır. *Türkiye'deki atıkların toplam enerji eşdeğeri 44 milyon TEP/yıl'dır*. Biyokütle kaynakları üretim sırasında CO_2 kullandığı için karbon nötr bir yakıt olarak kabul edilmektedir.

Bu nedenle Tarıma Dayalı Yatırımların Desteklenmesi Hakkında Tebliğ[25] kapsamındadır;

- Üç dekardan küçük olmaması şartıyla örtü altı kayıt sistemine kayıtlı mevcut modern seralarda kullanılmak üzere; yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal ve biyogazdan ısı ve/veya elektrik üreten tesisler ile güneş ve rüzgâr enerjisinden elektrik üreten tesislerin yapımı hibe desteği kapsamında değerlendirilmektedir.
- Belirtilen yatırım konularında hibeye esas proje tutarları; yeni tesis olan başvurularda 2.000.000 Türk Lirası, kapasite arttırımı ve/veya teknoloji yenileme olan başvurularda 1.500.000 Türk Lirası, tamamlama olan başvurularda ise 1.750.000 Türk Lirası üst limitini geçememektedir.
- Hibeye esas proje tutarının %50'sine hibe yoluyla destek verilir. Diğer %50'si oranındaki tutarı başvuru sahipleri temin etmekle yükümlüdür.
- Yenilenebilir enerji olarak jeotermal, biyogaz, güneş ve rüzgâr enerjisi kullanacak bütün yatırım konularında yenilenebilir enerji üretimi mevcut veya bu Tebliğ kapsamında kurulacak tesisin kurulu güç üzerinden hesaplanan yıllık enerji ihtiyacının en az %51'ini en fazla %110'unu karşılayacak şekilde projelendirilmesi halinde hibe desteğinden faydalandırılır.
- Yenilenebilir enerji olarak biyogaz, güneş ve rüzgâr enerjisi kullanarak elektrik üretecek bütün yatırım konularında enerjinin ulusal şebekeye bağlanması şarttır.

Yatırım projelerinin fiziki olarak tamamlanma son tarihi 1Ekim 2018'dir (30 Mart 2019 tarihli Tebliğ ile 1 Ağustos 2019 tarihine uzatılmıştır).

[24] Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2012/1)'de
Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2017/1), 26 Temmuz 2017 tarihli ve 30135 sayılı Resmi Gazete

[25] Tebliğ No: 2017/22 (13 Eylül 2017 tarih ve 30179 Sayılı Resmi Gazete).

9.2.1. Enerji Dönüşümünü Destekleyen Düzenleyici Çerçevenin Güçlendirilmesi için Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı YEKA İhaleleri

2005 ve 2011 yıllarından bu yana uygulanmakta olan "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM)" ve ön lisans ihale modelinden sonra yenilenebilir enerji sektörü yatırımlarının daha maliyet bazlı gerçekleştirilmesi yönünde Türkiye'de uygulanmaya başlayan en yeni politika mekanizması "Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA)" ihaleleridir. Türkiye'nin uygulamakta olduğu YEKA ihale modelinde, yerel ekipman üretim kapasitesini geliştirme ve teknoloji transferi ön plana çıkarken aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarından düşük maliyetli ve rekabetçi bir şekilde elektrik üretilen bir iç pazar oluşturulması hedeflenmektedir.

2016 yılında "Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği"[26] yayınlanmıştır. İlk YEKA ihaleleri 2017 yılında gerçekleşmiştir. Karasal rüzgâr enerjisi için 2018'de açıklanan ve 2019'da gerçekleştirilmesi planlanan ancak ertelenen yeni YEKA ihalesi, Ocak 2019'da gerçekleştirileceği açıklanan ancak yakın zamanda iptal edilen güneş YEKA ihalesi ve son olarak en erken 2019'a ertelenen deniz üstü (off shore) rüzgâr YEKA ihalesi YEKA kapsamında belirlenen başlıca planlanmış programlardır. Rüzgar ve güneş enerjisi için her biri 1.000 megawatt (MW) kurulu güce sahip iki ihaleyi, ulusal ve uluslararası ortaklardan oluşan iki ayrı konsorsiyum kazanmıştır. Sözkonusu YEKA İhalelerinde Türkiye'de yenilenebilir enerji teknoloji maliyetlerinin, dünyanın diğer bölgelerinde olduğu gibi önemli ölçüde azalması nedeniyle küresel ortalamanın altına denk düşen nihai fiyatlar oluşmuştur;

- Karasal onshore rüzgâr ihalesinde 3,48 US$ ct/kWh
- Güneş enerjisi ihalesinde 6,99 US$ ct/kWh

2017 yılındaki tek ve büyük nesneli bir kurulu güç geliştirmeyi hedefleyen YEKA ihalelerine kıyasla, yeni ihaleler karasal (onshore) rüzgâr için her biri 250 MW büyüklüğünde dört santral ve güneş enerjisi için üç ayrı bölgede olmak üzere 500 MW, 300 MW ve 200 MW kurulu güce sahip üç santral geliştirilmek üzere tasarlanmıştır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) açıklamalarına göre, Türkiye önümüzdeki on yıl içerisinde ilave 10.000 MW güneş ve 10.000 MW rüzgâr kapasitesi kurmayı planlamaktadır. Bu kurulu güçlerin hayata geçirilmesinde, YEKA ihalelerinin önemli bir rol oynayacağı öngörülmektedir.

[26] Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği, 9.10.2016 tarihli ve 29852 sayılı Resmi Gazete

9.2.2. Rüzgâr Enerji Santrali (YEKA-RES) İhalesi

2016 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği[27] yayınlanmıştır. Böylece rüzgâr sektörü mega projeleri ile yeni bir yatırım modeline sahip olmuştur. RES 1 ihalesi kapsamında toplamda 1700 megavatlık santral kurma izni bulunan bölgelerde (Kayseri-Niğde, Sivas, Ankara-Edirne-Tekirdağ, Ankara-Çankırı-Kırıkkale, Bilecik-Kütahya-Eskişehir) bin megavatlık kapasite oluşturacak şekilde türbinleri kurabileceği alanları seçecektir. 1 milyar doların üzerinde rüzgâr tesisi yatırımı yapılarak %65 yerlilik oranı şart olmak üzere 100 milyon doların üzerinde yatırım maliyeti olan bir rüzgâr türbin fabrikası kuracaktır. RES-2 ihalesi ertelenmiştir.

9.2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı Güneş Enerjisi Santrali (YEKA-GES) İhalesi

Konya Karapınar'da Enerji İhtisas Endüstri Bölgeleri niteliğindeki alanda YEKA-GES-1 olarak ilan edilen toplam 27,2 km2 büyüklüğündeki alanın 19,2 km2'lik kısmına 1.000 MWe kapasiteli güneş enerjisine dayalı elektrik enerjisi üretim tesisi kurulacaktır.

Karapınar YEKA-1 kapsamında elektrik enerjisi üretim tesisinin kurulmasının yanında Ar-Ge merkezi ve yerli üretim fotovoltaik (PV) güneş modülü fabrikası da kurulacaktır. Kurulacak olan PV güneş modülü fabrikasının işletmeye alınması sözleşmenin imzalandığı tarihten 18 ay içerisinde gerçekleştirilecek ve yerli üretim güneş modülü fabrikası yılda asgari 500 MWp/Yıl kapasiteli olacaktır.

Güneş enerjisi santrali ise 1.000 MWe kurulu gücünde olacaktır. PV güneş modüllerinin toplam yerli katkı oranı ilk 500 MWp'lık ürün için asgari %60, geri kalan üretim için asgari %70 olacaktır.

Proje kapsamında kurulacak olan Ar-Ge merkezinde en az %80 YEKA GES-1'in kurulum ve işletilmesinde en az %90 yerli istihdam zorunluğu bulunmaktadır. 31 Ocak 2018 tarihinde yapılacak olan YEKA-GES-2 ihalesi iptal edilmiştir. Ayrıca ilk ihalenin yabancı ortağı da hisselerini yerli ortağa devrederek ortaklıktan ayrılacağını duyurmuştur.

10. TÜRKİYE'DE ÇEŞİTLİ SEKTÖRLERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ UYGULAMALARI

Yenilenebilir enerji uygulamaları hem teknoloji hem de kullanım yeri açısından çok çeşitli uygulamalara sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları teknolojinin gelişmesi ile birlikte nihai tüketicinin de faydalanabileceği sistemler haline gelmiştir. Böylece nihai tüketici de kendi elektriğini üreterek tasarruf sağlayabilmektedir.

Özellikle güneş enerjisi bu açıdan çok çeşitliliğe sahiptir ve ülkemiz kaynak açısından avantajlı bir coğrafi bölgededir. Güneş enerjisi birçok farklı alanda ve neredeyse her sektörde kullanılması mümkün olan bir enerji türüdür. Gelişen teknoloji ile birlikte üzerinde çok sayıda çalışma gerçekleştirilen bir enerji üretim yöntemidir.

Güneş enerjisi sistemleri ülkemiz için aslında çok da yeni olmayan bir enerjidir. Güneş, sıcak su üretiminde çok uzun yıllardır özellikle ülkenin güney bölgelerinde kullanılan birinci enerjidir. Elektrik uygulaması ise uzun yıllar önce kol saatleri, fener ve hesap makineleri ile hayatımıza girmiştir. Şimdilerde ise kullanım yeri uyduların enerji kaynağına kadar genişlemiştir. Ülkemizde güneşten elektrik, enerji bilançomuzda pek yer almayan bir kaynaktır, ancak trafik lambaları, yol, park, bahçe aydınlatması ve işaret lambaları, şebekeye uzak çeşitli istasyonlar (telefon aktarım istasyonu, orman gözetleme, deniz

[27] a.g.e.

feneri, tarımsal su pompajı gibi) güneş enerjisinin yaygın kullanım alanları arasında yer almaktadır.

Yenilebilir enerji kaynaklarının önem kazandığı günümüzde ise, güneş enerjisi santrallerinin kurulumu yaygınlaşmaya başlamıştır. Fabrika, endüstriyel alanlar ve soğuk hava depolarının çatıları güneş enerjisi sistemleri kurulum alanları olarak işletmeler tarafından tercih edilen sistemler haline gelmeye başlamıştır. Bunun yanı sıra evlerin elektrik ihtiyacını karşılamada da çatı tipi güneş enerjisi sistemlerine maliyetlerin ucuzlaması ve kullanılmadığında şebekeye satılmasının kolaylaşması nedeniyle artan bir ilgi vardır.

Çatı üzeri güneş enerjisi santrali uygulamaları, kullanılmayan alanları değerlendirerek firmalara veya konutlara avantajlı kullanım alanları sunmaktadır. GES çatı uygulamaları tasarımı ile standart saha tasarımlarına göre daha yüksek verim elde edilmekte ve birçok bürokratik işlemin olmaması nedeniyle daha kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir. Çatı üzeri GES projeleri; sanayi alanlarında yani Organize Sanayi Bölgeleri, küçük esnaf siteleri, depolama, tarım ve hayvancılık tesisleri ile; konut ve büyük ticari yapılarda yani alışveriş merkezleri, spor merkezleri, oteller, hastaneler, akaryakıt istasyonları gibi oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Çatı GES projelerinde, düz çatılar eğilimli çatılara göre daha az maliyetlidir ve ışını en iyi şekilde alabilmesi için panellerin uygun açılarla yerleştirilebilme imkanı, düz çatıların ek bir maliyet gerektirmemesi sayesinde en iyi sonucu vermektedir.

Güneş enerjisi verilerinin küresel meteorolojik kaynaklara dayanması nedeniyle, üretim değerleri ile proje bittikten sonraki değerler birebir örtüşmekte ve böylelikle üretim garanti altına alınmaktadır.

Alaşehir İlçesi Devlet Hastanesi Güneş Enerjisi ile Aydınlatılması

Zafer Kalkınma Ajansının hibe desteğiyle (Projenin 540 bin TL olan bedelinin %70'lik bölümü olan 412,5 bin TL) Manisa'nın Alaşehir ilçesi Devlet Hastanesinin güneş enerjisi ile aydınlatılması için çatısına 50 güneş paneli yerleştirildi. Hastanede elektrik enerjisi verimliliği kavramını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla, mevcut aydınlatma elemanları led teknolojiye dönüştürüldü. Hastane bahçesinde bulunan aydınlatma lambaları fotovoltaik park lambaları ile değiştirildi. Güneş enerjisiyle aydınlanma sistemi ile, hastanenin yıllık yaklaşık 200.000 TL'ye karşılık gelen elektrik aydınlatma giderlerinde yaklaşık %50 oranında tasarruf sağlandı.

Erzurum Büyükşehir Belediyesi Güneş Enerji Santrali

Soğuk bir bölge olmasına karşın yılın büyük bir bölümü güneş alan Erzurum'da 2 adet GES, Belediye'nin kendi elektriğini üretmesi için inşa edilmektedir. Aziziye ilçesi Dağlar mevkiinde 2,4 MW, Yakutiye ilçesi Yerlisu Mahallesi Susuzlar mevkisinde inşa ettiğimiz 2,5 MW olmak üzere toplam 4,9 MW gücündeki GES'lerin yapımı sürmektedir.

Bu santraller üretime geçtiğinde güneş panellerine güneş ışınları doğru açıda ve yoğunlukta geldiği zaman maksimum üretilen güçle 5,88 MW peak güneş enerjisinden elektrik üretilebilecek ve Belediye'nin kendi enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

İstanbul Büyükçekmece Gölü'ne, 960 tane yüzer güneş enerji santrali kurularak 260 eve enerji ihtiyacı karşılanmaktadır.

Büyükçekmece Gölü üzerinde santralde 960 adet 260 Watt'lık güneş panelinden kurulu olan ve Türkiye'nin ilk Yüzer Güneş Enerji Santralı (GES), günlük 260 hanenin enerji ihtiyacını karşılayacak kapasiteye ulaşmıştır. Santralin üretimi ile 1 yılda 164 ton karbondioksit emisyonu tasarruf edildiği hesaplanmaktadır (Solarist 2018).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin (İBB) Şirketlerinden İstanbul Enerji ve bağlı kuruluşlardan İSKİ, Türkiye'deki ilk Yüzer Güneş Enerji Santralini (GES) devreye almıştır.

İstanbul'a temiz su sağlayan kaynaklardan biri olan Büyükçekmece Gölü üzerine kurulan santral, Türkiye'de ilk kez uygulanan bir sistem olma özelliğini taşımakta olup, bu santralin karadaki uygulamalara göre %10 daha verimli olduğu belirtilmektedir. Sistemin uzun ömürlü olması için korozyona karşı dayanıklı özel bir malzeme kullanılmıştır.

Güneş enerjisi ile soğuk hava deposu işletmesi

Güler Soğuk Hava GES, Isparta ilinde soğuk hava deposu çatısına 144 kWp gücünde, öztüketim modeliyle çalışan bölgenin referans Güneş Enerjisi santrallerinden biridir.

576 panelden oluşan santrallerde yıllık olarak toplamda 193.225 kWh elektrik üretimi gerçekleştirmektedir.

Bu santralin yıllık ortalama 118 ton CO_2 salınımının engellediği hesaplanmıştır. Proje Mart 2014 tarihinde işletmeye alınmıştır.

Güneş Enerjili Sulama Sistemi

Elektrik şebekesine uzak tarım arazilerinin sulanmasında kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Kuyu derinliği ve günlük ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarına göre sistem kapasitesi değişmektedir. Örnek olarak 10 ton/gün su ihtiyacı olan bir tarla için 50 metre derinden dalgıç pompa ile su çıkarmak için 1000wp gücünde bir sisteme intiyaç vardır. Sistem maliyeti 5000 € civarındadır.

Biyokütle Santrallerinden Örnekler;

SÜTAŞ Biyogaz Tesisleri

Karacabey'de 4 MW ve Aksaray'da 6,4 MW elektrik üretim kapasitesine sahip biyogaz tesisleri bulunmaktadır. Hammadde olarak SÜTAŞ çiftliklerinin hayvansal ve bitkisel atıkları kullanılmaktadır.

GÖNEN ALTACA Biyogaz Tesisi

2014 yılında Gönen'de kurulan tesis 3,7 MWe kapasiteli biyogaz ve entegre organik gübre tesislerinden oluşmaktadır. Hammadde olarak tavuk çiftliği atıkları, büyükbaş hayvan atıkları, pirinç kavuzu ve pirinç sapları, kostikli süt fabrikası atıkları, mezbaha atıkları, maya fabrikası atıkları, diğer organik endüstriyel atıklar kullanılmaktadır.

Polres Biyogaz Tesisi

Polatlı'da kurulan tesis halihazırda **400-600 kW** ile üretime başlamış olup, **1,4 MW** elektrik üretim kapasitesine sahiptir. Hammadde olarak katı ve sıvı büyükbaş hayvan gübresi kullanılmaktadır. Tesis 240 m^3/gün atık işleme kapasitesine sahiptir.

Pakmil Biyokütle Tesisi

Adana'da işletmede olan pamuk yağı fabrikasına entegre olarak 2015 yılında kurulmuş *biyokütle yakma* tesisidir. 1,763 MW_e kapasiteye sahiptir. Ana hammadde olarak pamuk sapı olmak üzere, mısır sapı, koçanı ve soya atıkları da hammadde olarak kullanılmaktadır. Yılda 18.000 ton atık işlenmektedir.

Rüzgar Enerjisi ile su pompajı

Rüzgar enerjisi, ilkçağdan beri türbinin şaft gücünden yararlanılarak su pompalama, tahıl öğütme, kesme, sıkıştırma, yağ çıkarma gibi mekanik enerjiye gerek duyulan yerlerde kullanılmaktadır.

Doğrudan büyük kapasilerde elektrik üretiminin dışında ayrıca, verimli ve ekonomik olarak da su pompajında kullanılabilmektedir.

Su pompajında kullanılan sistemler; çok kanatlı, düşük rüzgar hızında yüksek moment sağlayabilen, su pompası ile bağlantılı olarak çalışan sistemlerdir. Uzak yörelerde, pompaj derinliği az olan küçük çapta sulama ve sulu tarım için kullanılmaktadır. Sistemin çalışması için az bir rüzgar olması yeterlidir. Hafif rüzgarlarda **10 metrelik bir rüzgar pompası ortalama 10-15 ton su çekebilmektedir.** Rüzgarın güçlü olduğu zamanlarda bu rakam 25-30 ton civarına yaklaşır. Kullanıcılar ihtiyaçlarına göre farklı boyutlarda pompalar temin edebilir.

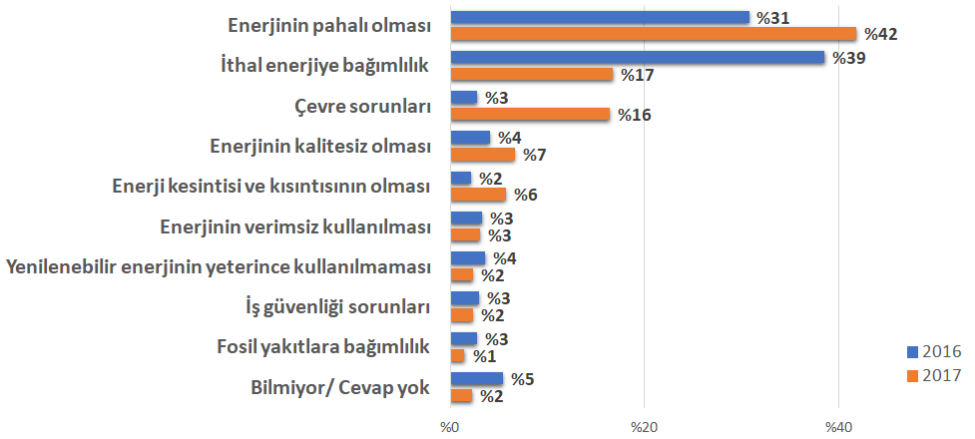
11. ENERJİNİN TOPLUMSAL BOYUTU VE TÜRK HALKININ ENERJİ TERCİHLERİ (bkz. Ediger ve ark., 2019)

Enerji insanlar ve toplumlar için ısınma, aydınlanma, cihaz/ekipman çalıştırma, ulaşım, üretim için olmazsa olmazdır. Kaynak ve miktar olarak enerji tüketimindeki halkın tercihleri; bölgesel ve kültürel alışkanlıklar ve iklim şartları, eğitim ve bilgi seviyesi, erişilebilir kaynak ve onunla ilgili teknoloji seçenekleri ve en önemlisi de gelir seviyesi ve bu seviyeye göre enerji kaynağının satın alınabilir bir seviyede olmasına göre şekillenmektedir. Şehirleşme de halkın enerji tüketim tercihini değiştiren etmenlerden birisidir.

Ülkemizde halkın enerji tercihlerini ortaya çıkarmak üzere Kadir Has Üniversitesi Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma Uygulama ve Araştırma Merkezi (CESD) son iki yıldır "Türkiye Toplumunun Enerji Tercihleri Araştırması" yaparak sonuçları karşılaştırmalı olarak izlemektedir (2016 ve 2017 yılları) (Kadir Has Üniversitesi, 2017). Bu çalışmada bölgesel ve sosyal farklılıkları gözeterek sorulara verilen cevaplara dayanan enerji tercihlerine yönelik analizlere yer verilmektedir.

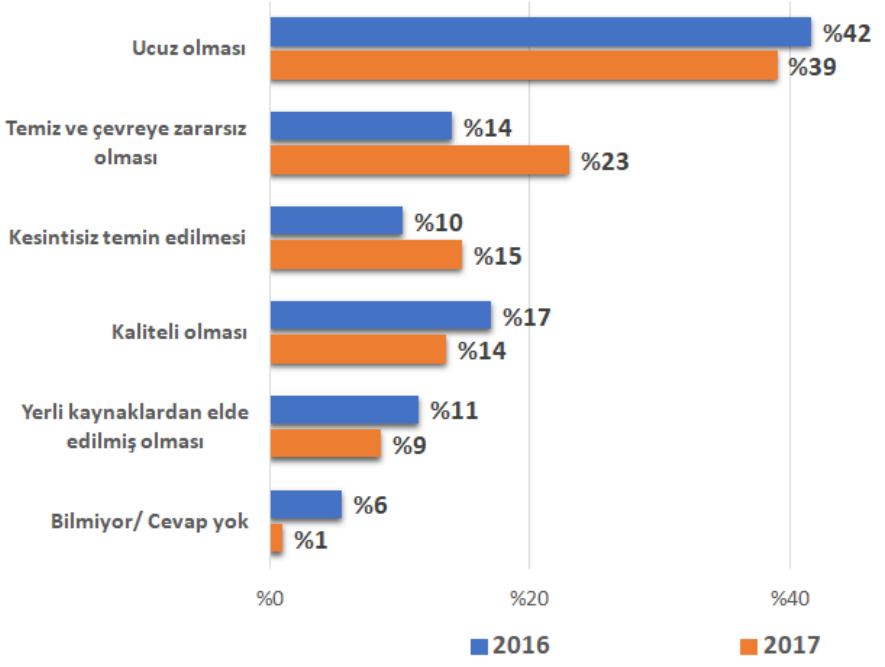
Ankete katılanlara sorulan 'Türkiye enerji sisteminin en önemli sorunu nedir?' sorusuna katılımcıların %42'si "**enerjinin pahalı olması**" yanıtını vererek, "ithal enerjiye bağımlılık' ise %17'lik oranla Türkiye enerji sisteminin ikinci en önemli sorunu olarak nitelendirilmiştir. Enerji sisteminin en önemli üçüncü sorununun ise %16'lık oranla çevre sorunları olduğu belirtilmiştir.

Şekil 28: *Türkiye Enerji Sisteminin En Önemli Sorunu Nedir? (Birinci Sırada Belirtilen) Sorusuna Verilen Yanıtlar (a.g.e.)*



Benzer olarak halkın enerji kullanım tercihini en fazla etkileyen konunun %40 ile enerjinin fiyatı olduğu görülmektedir. Çevre konusu önceliği fiyattan sonra gelen tercih olması ile birlikte son iki yılda bu konuda da bir duyarlılık artışı gözlenmektedir.

Şekil 29: *Enerji Tüketiminde Halkın Tercihindeki Önemli Olan Konuların Önem Sırası (a.g.e.)*



Bu değerlendirmelere göre halkın enerji tercihini ağırlıklı olarak fiyatı veya daha doğrusu satın alınabilirliği belirlemektedir. Nitekim katılımcılar elektrik ve diğer enerji fiyatlarını nasıl buldukları sorgulandığında %80 ve üzerinde oranlarda "yüksek ve çok yüksek" cevabı vermiştir.

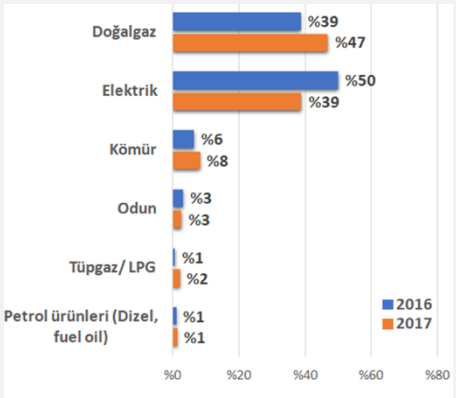
Ankete katılanların enerji kullanma tercihini (ısıtma enerjisinin enerji tüketiminde %52 pay alması nedeniyle) doğalgazdan yana kullandığı görülmektedir. Ancak doğalgaz fiyatlarının son senelerde satın alma gücü düşen şehirlerin yoksul bölgelerindeki tüketiciler için yüksek olması ısınma amacıyla ucuz ve kalitesiz kömür tüketilmesine yol açmaktadır. Bunun sonucunda hava kirliliği oluşmaktadır. Tüketicilerin de bunun farkında oldukları gözlenmektedir.

Diğer taraftan, halk güneş enerjisine ilgi göstermeye başlamıştır. Özellikle güneydeki bölgelerdeki su ısınmasındaki "bedava enerji" olarak algılanması nedeniyle, güneş enerjisinin maliyet ve ulaşılabilirlik açısından avantajı hale gelmesi ile halkın doğalgazdan sonraki ikinci önemli enerji tercihinin (%30) güneş enerjisi olabileceği ankete verilen cevaplarda izlenmektedir.

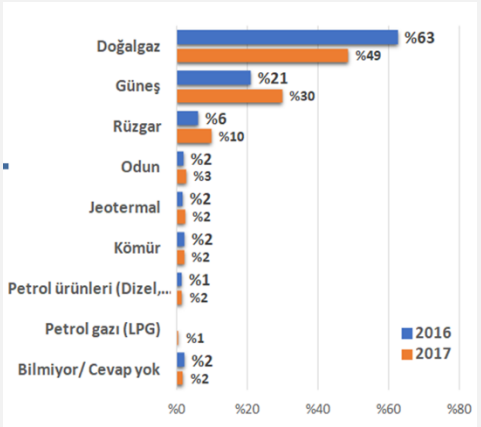
Bugün itibarı ile ülkemizin güney kuşağında sıcak su için kullanılan güneş enerjisinin ülke genelinde su ısıtma için %11 oranında kullanıldığı görülmektedir. Aslında güneş ışınım şiddeti Türkiye'den çok daha düşük olan Kuzey Avrupa ülkelerinin güneş enerjisini daha etkin olarak kullandığını bilinmektedir. Ülkemizde ise doğalgaz (%51) ve elektrik (%27) sıcak su ısıtmada da ağırlıklı olarak kullanılmaktadır.

Şekil 30: *Hane Halkının Bugünki Enerji Tüketim Profili ve Koşullandırılmış Tercihi (a.g.e.)*

Evde en fazla tükettiğiniz enerji türü parasal olarak hangisidir?



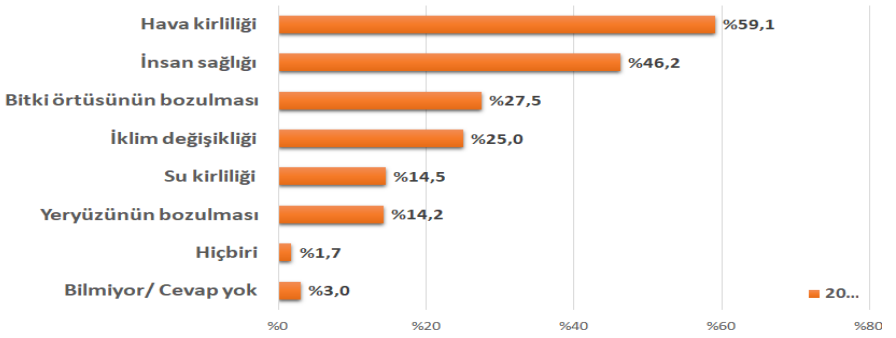
Maliyetleri aynı ve kolaylıkla erişilebilir olsalardı, hangisini evdeki enerji ihtiyaçlarınızı karşılamak için kullanmayı tercih ederdiniz?



2017 enerji verilerinde konutlardaki enerji tüketim profiline bakıldığında da doğalgazın %44 pay ile en büyük enerji tüketim payına sahip olduğu görülmektedir. 20 yıl önce nihai tüketimde ağırlığı olan odun ve bitki artıklarının doğalgaza geçiş ile birlikte, payı azalmıştır. Bunun en önemli nedeni

doğalgaz boru dağıtım şebekesinin tüm illere ve bazı büyük ilçelere yaygınlaşmış olması, kombi, doğalgaz sobası gibi ısınma sistemlerin yaygın şekilde taksitli alım gücü fiyatları ile satılmasından kaynaklanmaktadır. Kırsal kesimlerden büyük şehirlere göç de, odunun daha az kullanılmasının yolunu açmıştır.

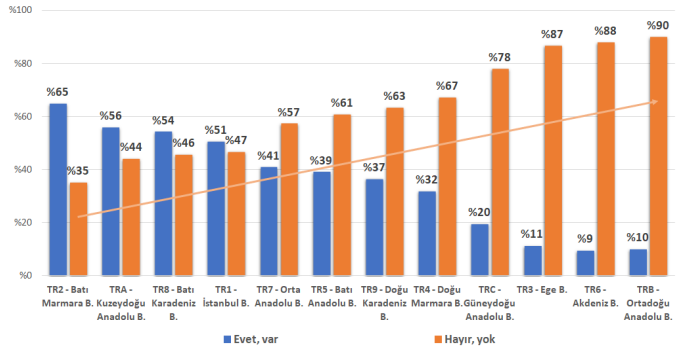
Şekil 31: *Türkiye'de Enerjiden Kaynaklanan En Önemli Çevre Sorunu Hangisidir? Sorusunun Cevapları (a.g.e.)*



Anket katılımcılarının verdiği cevaba göre enerjiden kaynaklanan en önemli çevre sorunun %59'luk oranla hava kirliliği olduğu tespiti yapılmıştır. İnsan sağlığı %46 ile ikinci olurken, iklim değişikliği %26 ile enerjiden kaynaklanan en önemli dördüncü çevre sorunu olarak gözlemlenmiştir. Öte yandan, "Küresel iklim değişikliğine inanıyor musunuz?" sorusuna %87 oranında "Evet" cevabı verilmiştir. Bu cevaplarla, küresel iklim değişikliğinin bilinirlik seviyesinin halkımız arasında oldukça arttığı ancak henüz ani yağış ve seller, neredeyse tüm ülkede klima satışalarını patlatan artan yaz sıcaklıkları gibi iklimsel değişikliklerle iklim değişikliği ve bunu azaltmak için gerekli önlemler arasında henüz bilinçli bir bağ oluşturulamadığı düşünülmektedir.

Ankete katılanlar, en yüksek enerji harcamasını ısınma amacıyla yaptıklarını ve gelir gruplarına göre %50 ve üzerinde oranlarda evlerinde ısı yalıtımı olmadığını belirtmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından 2010 yılında gerçekleştirilen ankette ısı yalıtımı bulunan evlerin oranı %17,3 olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre 7 yılda evlerde bulunan ısı yalıtımı oranının bir miktar iyileştiğini söylemek mümkün olmakla birlikte buradaki en önemli etkenin toplu konut yapımının yaygınlaşması ve kentsel dönüşüm ile bina stokunun iyileşme oranının yükselmesidir.

Şekil 32: *İBBS Bölge Koduna Göre "Evinizde ısı yalıtımı var mı?" Sorusuna Verilen Cevaplar (a.g.e.)*



Sonuç olarak Türkiye halkı doğalgazı enerji olarak tercih ederken yeni enerji kaynaklarını kullanmaya sıcak bakmaktadır. Toplumsal davranış iklim değişikliğine inanmakla birlikte, enerji verimliliğini arttırma, fosil yakıt tüketimini azaltma konusunda çok etkili değildir.

12. YENİLENEBİLİR ENERJİ SEKTÖRÜNÜN ENERJİ KOOPERATİFLERİ PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

12.1. Yenilenebilir Enerji Sektöründe Dayanışma Ekonomilerinin Yaratılması:

12.1.1 Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri

Yerel örgütlenmeler ihtiyacın olduğu bir alandaki eksikliği gidermede güçleri birleştirerek hızlı çözümler üretebilmektedir. Dünyada bazı ülkelerde yerel girişimlerle, yerel yönetimlerin de destekleri alınarak o bölgede yaşayanların, bölgedeki kendi kaynaklarına göre enerji ihtiyacını devletin katkısı olmadan da karşılayabildiği görülmüştür. Rüzgarı bol olan Danimarka, Belçika, Hollanda ve Almanya (özellikle kuzey bölgeleri) daha çok kooperatifler aracılığı ile RES'ler kurarak elektrik ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Hayvancılığın veya tarımın yaygın olduğu bölgeler ise biyokütle kooperatifleri ile ısı ve elektrik üretimini geliştirmişlerdir. Daha güney bölgeler ise güneş kooperatifleri kurarak sıcak su ve elektrik üretimini sağlamaya yönelmişler, böylece kooperatifler ortaya çıkmıştır.

Bugün için bu kooperatifler yenilenebilir enerjide öncü ülkelerde (başta Almanya, ABD ve Danimarka gibi dünyanın birçok ülkesinde) oldukça önemli bir role sahiptir.

Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri REScoop.eu (Avrupa Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri Federasyonu) çatısı altında bir araya gelmişlerdir. 1 milyon civarında üyesi olan 1250 kooperatif işletmesi bu federasyonun üyesidir. *2015 verilerine göre, söz konusu kooperatiflerin 1000 in üzerinde çalışanı bulunmakta; yıllık ciroları ise yaklaşık 980 milyon EURO'ya ulaşmaktadır* (Cooperatives Europe, 2016).

40 GW'lık GES potansiyeline sahip Almanya'da tesislerin %70'i kooperatiflere aittir ve 812 tane yenilenebilir enerji kooperatifi bulunmaktadır. ABD'de 47 eyalette 42 milyonun üzerinde tüketiciye kooperatifler aracılığıyla elektrik sağlanırken, Danimarka'da kooperatif sayısı 2000'e yaklaşmıştır.

Dünyada enerji kooperatiflerinin oldukça uzun bir geçmişi bulunmaktadır. Birkaç başarılı koopertif örneği aşağıdadır;

Danimarka; Rüzgar Enerjisi Kooperatifleri olarak; Middelgrunden Enerji Kooperatifleri; 1997 yılında 50/50 belediye ortaklı kurulmuştur. 40.000 kW kapasiteli rüzgâr türbini ile 50.000'e yakın konutun elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır.

Samso Enerji Kooperatifleri; 1997 yılında kurulmuştur. 11 tane 1000 kW'lık kıyı türbini, 10 tane de 2.300 kW'lık deniz türbini bulunmaktadır.

Almanya; Großbardorf Güneş Enerjisi Çatı Projesi ile biyogaz için gerekli olan tarımsal ve hayvansal atıkların depolandığı tesisin çatısına 2011 yılında, 190.000 € maliyetle 96 kW kapasiteli güneş paneli yerleştirilmiştir. Üretilen enerji, tesisin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri, Büyük Buhran sonrasında Roosevelt, enerji alanında kooperatifçilik hareketini destekleyen New Deal "Yeni Düzen" programını yayınladı. 1933-1936 tarihleri arasında yayınlanan program kapsamında Kırsal Elektrifikasyon Merkezi kuruldu. REA sayesinde kurulan 417 elektrik kooperatifi 288 bin eve elektrik sağladı. 900 kırsal elektrik kooperatifi 47 eyalette 42 milyondan fazla elektrik tüketicisine elektrik hizmeti sunmaktadır. Kooperatifler ülkedeki toplam elektrik üretiminin %12'sini karşılamakta ve ülke elektrik dağıtım hatlarının %42'sine sahip konumdadır.

Licking Kırsal Elektrifikasyon Kooperatifi; 1936 yılında kurulmuş olup 25.000 tüketiciye elektrik dağıtımı yapmaktadır. 32 mil iletim, 3.072 mil dağıtım hattına sahiptir. Böylece; vatandaşların kendi imkanlarıyla kooperatif çatısı altında bir araya gelerek, yerel düzeyde yenilenebilir kaynaklardan enerji ihtiyaçlarını karşılaması hedeflenmektedir.

12.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri

Türkiye yenilenebilir kaynaklar açısından bölgelere göre değişik kaynaklarda özellikle güneş enerjisi bakımından iyi bir potansiyele sahip olmasına rağmen tam olarak bu kaynaklardan yararlanamamaktadır. Bunun en önemli nedeni yatırım için büyük kaynaklara ihtiyaç olması, teknolojik seviyede yurtdışına bağımlılık ve bürokratik uzun süreçlerdir. Teknoloji açısından dünyada en iyi konumda olan ülkelerden birisi olan Almanya güneş enerjisi potansiyeli açısından Türkiye ile kıyaslandığında daha düşük bir potansiyele sahip olmasına rağmen 40.000 MW'ın üstünde bir kurulu güce sahiptir.

Türkiye'de son zamanlarda büyük güçte güneş projeleri konuşulurken, lisansız üretim faaliyeti kapsamında küçük sanayi sitelerinde, işyerlerinde, sulama kooperatiflerinde, orman köylerinde ve hatta okullarda yenilenebilir enerji kooperatiflerinin kurulması son zamanlarda gündeme gelen bir model olmaya başladı. Bu kapsamda bizzat vatandaşın içinde yer alabileceği bir üretim modelinin yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımını arttırması ve ülkenin enerji açığının azaltılmasına katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Kooperatif, karşılıklı yardımlaşma, -dayanışma ve kefalet suretiyle- ortaklarının ihtiyaçlarını karşılama ve çıkarlarını koruma amacıyla en az 7 gerçek ve tüzel kişi tarafından kurulan değişir ortaklı ve değişir sermayeli bir ortaklık modelidir. Türk Ticaret Kanunu'nun 124'üncü maddesine göre[28] kooperatifler de birer ticari şirkettir ve yaptıkları yatırımlarda kazanç elde etmeyi hedeflerler. Kooperatifleri diğer şirket modellerinden ayıran nokta sahip oldukları toplumsal sorumluluk ilkesidir. Bu ilke kooperatiflerin enerji sektörünün içinde yer almasında önemli bir etkendir.

Türkiye Kooperatifçilik Stratejisi ve Eylem Planı (TÜKOSEP)'nda yer alan "Kooperatifçilik potansiyeli yüksek yeni alanlar tespit edilerek bu alanlarda kooperatif kurulması ve geliştirilmesine yönelik özendirici çalışmalar yapılacaktır" ifadesi ve 2014 yılında yayınlanan "Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji eylem Planı" Türkiye'de özellikle yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi sağlayabilmek için enerji kooperatiflerinin kurulması konusundaki önerilerin bir sonucu olarak "Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri" kuruluş çalışmalarına başlanılmıştır.

Bu iki temel metin ve 2013 yılında yayınlanan "Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik" bireysel tüketicilere birleşerek elektrik üretme imkanı sağlamıştır. 2016 yılında aynı yönetmeliğe yapılan değişiklik ile ilk kez Türk Hukuku'nda yenilenebilir enerji kooperatifleri yasal mevzuatta

[28] Bkz. http://www.ticaretkanunu.net/ttk-madde-124/

yer almıştır. Bu şekilde kooperatifler aracılığı ile yerele ve özellikle de gerçek tüketiciye elektrik üretimi hizmeti sağlanmasının yolu açılmıştır.

Yenilenebilir enerji kooperatifleri Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü tarafından özendirilirken yönetmelik ile 2016 yılında yenilenebilir enerji kooperatifi çatısı altında tüketimlerini birleştiren vatandaşlara, tüm yenilenebilir kaynaklar bazında 1 MW, GES çatı ve cephe uygulamalarında ise 5 MW'a kadar başvuru imkanı getirilmiştir.
Bu kooperatifler ile:

- Yerel ve Yenilenebilir Kaynakların Yerinde Değerlendirilmesi ve enerji sistemindeki kayıp oranlarının azaltılması,
- Yerel ve sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi, bölgesel katma değer yaratılması ve istihdama katkı sağlanması,
- Vatandaşın kendi enerjisinin sahibi olabilmesi, enerji fiyatını belirleme konusunda daha bağımsız olması,
- Küçük Sermayelerin bir araya gelerek büyük yatırımları gerçekleştirebilmesi, sektörde alternatif yatırım modeli oluşturulması,
- Bölgedeki enerji ihtiyacının ve kaynaklarının doğru tespiti ile rasyonel yatırımlar yapılması, bölge halkının yatırımı desteklemesi sağlanabilmekedir.[29]

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin Türkiye'de daha geniş bir etki alanına sahip olması için her geçen gün daha da cazip imkanlar geliştirilmekte ve toplumda bu konuya ilgi yapılan bilinçlendirme ve eğitim çalışmaları ile gittikçe artmaktadır. Sektörün etkili derneklerinden GÜNDER bu alanda sektör temsilcilerini bir araya getirmesi ve özellikle de bireysel/kooperatif kurulumlarını teşvik etmesi eylemleriyle olumlu bir yol açmıştır. Bu konuda Bodrum'da bir proje yürüterek sitelerde çatıların güneş enerjisi için kullanılması konusunda yerel bilgilendirmeler yapmıştır.

Türkiye'de Mart 2019 itibarıyla 28 adet yenilenebilir enerji kooperatifi kurulmuştur. Aydın, İzmir, Van gibi illerde yeni birçok oluşum da yoldadır.

Ülkemizde ilk yenilenebilir enerji kooperatifi olarak 2014'te kurulan Ege Elektrik Enerjisi Üretim Kooperatifi, Tavas / Denizli'de kuruldu. İlk aşamada 7 kurucu ortak ile kurulan kooperatif yeni ortak alımı yapmaktadır. Arazi bulmuş ve bağlantı anlaşması için başvuru hazırlıklarındadır.

Karaman ilinde üretim ve ticari işletme sahibi 7 kişi ile ilk kuruluşunu yapan kooperatifin ilk amacı yereldeki esnafların elektrik ihtiyacını karşılamak olarak belirlenmiştir. Karaman Esnaf Sanatkarları Elektrik Enerjisi Üretim Kooperatifi ikinci kurulan enerji kooperatifi olarak hayata geçmiştir.

Çorum'da biri 600 diğeri 500 kw olmak üzere iki adet güneş enerjisi ile üretim yapan yenilenebilir enerji kooperatifi kurulmuş olup Çorum Yenilenebilir Enerji Kooperatifi 2016 yılı içinde kurulan kooperatiflerdendir. İlk aşamada 7 kurucu ortak ile kurulan kooperatifi, bağlantı anlaşması için başvuru anlaşmasını yapmıştır.

Çorum Belediyesi, Yumurta Üreticileri Kooperatifi, Çorum Biyogaz Elektrik Üretim A.Ş.'yi kurarak hayvan gübresinden enerji üretimi yapmaya hazırlanmaktadır. Organize Sanayi Bölgesi yanında kurulacak biyogaz enerjisi santralinin sene sonuna kadar faaliyete geçmesi planlanmaktadır. Ruhsat işlemleri tamamlayan şirketin, 15 milyon lira yatırım bedeli ile 1,2 MW elektrik enerjisi üretmesi planlanmaktadır. Tesis tam kapasiteye ulaştığında ise 60 milyon yatırım bedeli ile 6 MW enerji üretimi gerçekleştirilecektir.

[29] T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü Broşürü.

Kayseri'de Küçük Sanayi Sitesi'nin kurduğu kooperatif 5 MW çatı üzerine GES kurulmuş ve şebekeye bağlanmıştır.

Amasya Yenilenebilir Enerji Kooperatifi de 2016 yılında 7 kurucu ortak ile kurulmuş ve çalışmalarına başlamıştır. Bağlantı anlaşmasında son aşamaya gelmiştir.

12.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kooperatifi Kurulma Süreci

Türkiye'de yenilenebilir enerji kooperatifi kurulabilmesi, 2 Ekim 2013 tarihli ve 28783 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik"in 5'inci maddesi ile olası kılınmıştır. Yenilenebilir enerji kooperatifi kurulabilmesi için;

- Tüketimlerin birleştirilmesi gereklidir,
- Aynı dağıtım bölgesi içinde olmak gerekir,
- Ortak bağlantı noktası şartı aranmaz,
- En az (7) aynı tür abone tarafından kurulabilir,
- Yönetmeliğe 23 Mart 2016 tarihinde yapılan ekleme ile 100 kişiye kadar ortağı olan kooperatiflere 1 MW'a kadar, 101 ile 500 arası ortağı olan kooperatiflere 2 MW, 501 ile 1000 arasında ortağı olan kooperatiflere 3 MW ve 1000'den fazla ortağı olan kooperatiflere de maks. 5 MW elektrik üretebilmek için tesis kurma hakkı verilmiştir.

Adım	Açıklama
Ortaklık Kurulması	Kooperatif en az 7 kişi ile kurulabilir. Ortaklar özel kişiler olabileceği gibi, tüzel kişilerden de oluşabilir. Dikkat edilmesi gereken husus, ortakların aynı abonelik tipidir. Kooperatif sadece konut abonelerinden veya sadece ticari abonelerden oluşabilir Kooperatifin ortaklarının hepsi aynı dağıtım bölgesinde elektrik aboneleri olmak zorundadır. Ortaklık için belirlenen "pay", kooperatife ortak olmak isteyen herkesin yatırması gereken minimum bedeldir. Bir payın ne kadar olacağı Bakanlar Kurulu tarafından belirlenir. 2017 yılı için belirlenen rakam en az 100 TL'dir. Fakat kooperatif tüzüğüne yazarak her ortağın en az ve en fazla kaç pay ile ortak olabileceğini belirler. Böylelikle kooperatif kendi ortakları ile öz sermaye yaratarak kurulum maliyetini karşılayabilir.
Kooperatif Tüzük Taslağı Hazırlanması	Kooperatif ortakları bir araya gelerek "Kooperatif Ana Sözleşmesi" taslağını oluştururlar. Bu taslakta, a. Kooperatifin adına b. Kooperatifin merkezinin nerede olacağına c. Ne tür bir enerji kaynağı ile üretim yapacaklarına d. En az ne kadar sermaye koyabileceklerine e. Ortaklık şartlarına f. Yönetim ve Denetleme Kurulunda görev alacaklara karar verilir. İlk yönetim kurulu belirlenir ve her yönetim kurulu üyesinden imza sirküleri alınır. Ticaret Odası kayıt beyannamesi doldurulur. MERSİS sistemine kayıt kapılır ve gerekli belgeler eklenir. Ana sözleşme tüm kurucu ortaklar ile birlikte noter huzurunda imzalanır.

Adım	Açıklama
Onay	Ana sözleşme Kooperatifçilik Genel Müdürlüğüne Bakanlık onayı için iletilir (Enerji kooperatiflerinin illerde bulunan İl Ticaret Müdürlükleri aracılığı ile değil, Ankara'da bulunan genel müdürlüğe ana sözleşmeyi iletmeleri gerekmektedir). Onay yazısının alınması ile kooperatifin bulunduğu ilin Ticaret Sicil Müdürlüğüne tescil başvurusu yapılır.
Tesisin yapılacağı arsa veya yer belirlenir	Kooperatif ortakları seçtikleri yenilenebilir enerji kaynağı ile nerede elektrik üreteceklerini de belirlerler. Güneş enerjisi santrali yapmak istendiği takdirde; arazinin ortalama %10 eğimli olmasına, doğu ve batı bölgelerinde güneşi engelleyecek büyüklükte ağaç/yapı olmamasına, iletim ve trafo hattına yakın olmasına ve tarımsal arazi olmamasına dikkat edilmelidir. Belirlenen arazi satın alınır veya en az iki yıllık kira kontratı hazırlanır. Bu belgeler, onaylatılmalıdır.
Arazi sınıf tespiti	Kooperatif ortakları belirledikleri araziyi satın aldıkları veya kiraladıktan sonra, kooperatifin santrali kuracağı arazinin bulunduğu ilin Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İl Müdürlüğü'ne başvurmaları gerekmektedir. Başvuru ile, marjinal tarım arazisi yazısı talep edilir. İl müdürlüğü, arazinin vasfına uygun olarak İl Özel İdaresi ve Devlet Su İşleri'nden de onay isteyerek bu yazıyı hazırlar. Çatı uygulaması yapacak kooperatifler bu aşamadan muaftırlar.
Çevre Etki Değerlendirmesi Kararı	Araziye kurulacak elektrik üretim tesisi (güneş / rüzgar olabilir) için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İl Müdürlüğü'ne "ÇED gerekli değildir" kararı için başvuru yapılır. Yine çatı uygulaması yapılacak başvurularda bu belge aranmaz.
Dağıtım şirketine başvuru	Türkiye'de bölgelere göre farklı dağıtım şirketleri hizmet vermektedir. Bölgenin dağıtım şirketine çağrı mektubu için başvuru yapılması gerekmektir. Çağrı mektubu için, tapu (veya kira kontratı, Marjinal Tarım Arazisi yazısı, ÇED muafiyet yazısı, Kooperatifin Ticaret Sicil Kaydı ilgili kuruma (EDAŞ) bir üst yazı ile teslim edilir.
Proje onayı	Dağıtım şirketine verilen bağlantı anlaşması için çağrı mektubu gönderilen kooperatif, mektubun tebliğ tarihinden itibaren 90 gün içinde TEDAŞ'a üretim tesisi ve varsa bağlantı hattı için çizilmiş olan proje teslim edilir. Bu süre içinde başvurmayan kooperatifin başvurusu geçersiz sayılır.
İmar izni	Projenin de onaylanması ile kooperatif tesisin kurulacağı bölgenin bağlı olduğu belediyesinden tesisin kurulabilmesi için imar izni alınır. İmar izni bölgede kurulacak tesisin tüm onay aşamalarından geçtiğini ve kurulmasında herhangi bir sakınca olmadığını ifade eder.
Kurulum	Dağıtım şirketi ile bağlantı anlaşması yapılır. Tüm izinlerin alınması ile projesini daha önce çizdirilir. Santralin hayata geçirilebilmesi için kurma işlemi yapacak firmalardan teklifler alınır. Buna göre yapım işlemini gerçekleştirecek firma belirlenen arsa üzerine santralin kurulumunu gerçekleştirir.

Kooperatifin kuruluşu için aşağıdaki dokümanlar gereklidir:

- Noter onaylı 2 adet ana sözleşme ve noter onaylı ana sözleşmelerden çoğaltılmış 4 fotokopi (toplamda 6 ana sözleşme)
- Kuruluş Bilgi Formu
- Kooperatif sermayesinin kurulacak kooperatif adına açılan hesaba yatırıldığını gösterir dekont
- Yönetim ve denetim kurulu üyelerinin 2. derece dahil kan ve kayın hısımları olmadığına dair yazılı beyan
- Yönetim ve denetim kurulu üyelerinin adli sicil kayıtları
- Her bir ortak için, aynı tarife grubunda yer alan elektrik tüketim abonesi olduğunu gösterir belge (abonelik sözleşmesi veya fatura)

Kooperatif konusu ideal bir çözüm gibi gözükse de bu alanda çözüm bekleyen bazı problemlerin de olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır;

- Lisanssız elektrik üretimi faaliyeti kapsamında yenilenebilir enerji kooperatiflerinin hayata geçirilmesi için öncelikle sermaye ihtiyacı vardır. Kooperatiflerin şirket olmamaları nedeniyle finansa ulaşma konusundaki sıkıntıları olacaktır.
- Ayrıca bankalardaki yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik kredi faiz oranlarının yüksek olması, ipotek gösterme konusunda yaşanan sıkıntılar ve Kalkınma Bankası gibi bankaların kooperatifler için yeterli imkanları sağlamaması, bu kooperatiflerin kuruluş aşamasında gecikmelere neden olmaktadır.

Organize Sanayi Bölgeleri'nde, Küçük Sanayi Siteleri'nde ve hatta büyük konut sitelerinde yapılacak inşaatlara güneş panelleri sisteminin uygun bir şekilde entegre edilebilecek şekilde yapılmaması nedeniyle ek maliyetler çıkmaktadır. Bu nedenle, yeni projelerin bu şekilde tasarlanması ileride bu konuda kurulacak kooperatifler için büyük kolaylık sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- AB, (2018). *Komisyon Çalışma Dokümanı – 2018 Türkiye Raporu*. Avrupa Komisyonu.
- Avrupa Çevre Ajansı, (2017). *Avrupa'da enerjinin geleceğini şekillendirmek: Temiz, Akıllı ve Yenilenebilir*. https://www.eea.europa.eu/tr/publications/aca-isaretler-2017-avrupa2019da-enerjinin adresinden erişildi.
- Danish Energy Agency, (2018). *Finding Your Cheapest Way to a Low Carbon Future: Danish Levelized Cost of Energy Calculator*. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/vejledning_lcoe_calculator.pdf adresinden erişildi.
- Diken, (Mart 5, 2019). AYD Başkanı Uyardı: Kur Sıçrarsa 15 Milyar Dolar Problemle Karşı Karşıyayız. http://www.diken.com.tr/ayd-baskani-uyardi-kur-sicrarsa-15-milyar-dolar-problemle-karsi-karsiyayiz/ adresinden erişildi.
- Ediger, V.Ş., Kirkil, G., Çelebi, E., Ucal, M.Ş. ve Kentmen, C. (2019). Türkiye Toplumunun Enerji Tercihleri–3: Turkish Public Preferences for Energy (2018-BAP-06). http://www.khas.edu.tr/uploads/kiletisim/cesd-enerji-anketi-3-19032019.pdf adresinden erişildi.
- EIA, (2019). Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the *Annual Energy Outlook 2019*. https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf adresinden erişildi.
- Elektrik Haber, (Haziran 12, 2018). Türkiye Güneş Enerjisi Üretiminde Dünyada 13. Sıraya Yükseldi. http://elektrikhaber.com/2018/06/12/turkiye-gunes-enerjisi-uretiminde-dunyada-13-siraya-yukseldi/ adresinden erişildi.
- Enerji ve Çevre, (Ocak 25, 2019). Jeotermal Enerjide Avrupa'da Birinci Sıradayız. 147. Sayı (Ocak-Şubat), http://www.enerji-dunyasi.com/yayin/841/-jeotermal-enerjide-avrupa-da-birinci-siradayiz-_24518.html#.XL77uC2B3BK adresinden erişildi.
- EPDK, (2019). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik*. http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-6736/yenilenebilir-enerji-kaynaklarinin-belgelendirilm adresinden erişildi.
- ETKB-EİGM, (2018). *2017 Yılı Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Payı*.
- ETKB-EİGM, (t.y.). *Denge Tablosu 2017*. https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari adresinden erişildi.
- ETKB, (t.y.). *Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu*. https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fEİGM%20Ana%20Rapor%2fTürkiye%20Elektrik%20Enerjisi%20Talep%20Projeksiyonu%20Raporu.pdf adresinden erişildi.
- European Commission, (2019). *Climate Strategies & Targets*. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_en adresinden erişildi.
- EYODER, (2017). *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023*. http://www.eyoder.org.tr/UlusalEVEP.pdf adresinden erişildi.
- Gilleo, A. (Aralık 1, 2017). New Data, Same Results – Saving Energy is Still Cheaper than Making Energy. *ACEEE*. https://aceee.org/blog/2017/12/new-data-same-results-saving-energy adresinden erişildi.
- Godron, P., Cebeci, M.E., Tör, O.B. ve Saygin, D. (2018). Türkiye'nin Enerji Sisteminde Yenilenebilir Kaynakların Payı: İletimde Genişleme ve Esneklik Seçenekleri. *SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi*. Sabancı Üniversitesi.
- GÜNDER, (2018). İstanbul Büyükçekmece Gölü'ndeki Yüzer Güneş Enerji Santrali Günde 260 Eve Enerji Veriliyor. *Solarist*. https://www.solar.ist/istanbul-buyukcekmece-golundeki-yuzer-gunes-enerji-santrali-gunde-260-eve-enerji-veriliyor/ adresinden erişildi.

- Hidrokarbon Adam, (Mayıs 5, 2016). *Fosil Yakıtlar ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yaşam Döngüsü Analizi*. http://www.hidrokarbonadam.com/alternatif-enerji-kaynaklari/__trashed-2/ adresinden erişildi.
- IEA, (2014). *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency, IEA*. https://www.iea.org/Textbase/npsum/MultipleBenefits2014SUM.pdf adresinden erişildi.
- IEA, (2016). *IEA-Energy, Climate Change and Environment: 2016 Insights*. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ECCE2016.pdf adresinden erişildi.
- IEA, (2017a). *IEA World Energy Investment 2017*. https://www.iea.org/publications/wei2017/ adresinden erişildi.
- IEA, (2017b). *Energy Efficiency 2017*. https://www.iea.org/efficiency2017/ adresinden erişildi.
- IEA, (2018a). *Key World Energy Statistics 2018*. https://webstore.iea.org/key-world-energy-statistics-2018 adresinden erişildi.
- IEA, (2018b). *Market Report Series: Energy Efficiency 2018*. https://webstore.iea.org/market-report-series-energy-efficiency-2018 adresinden erişildi.
- IPEEC, (2018). *Annual Report 2017*. https://ipeec.org/publications/reports.html adresinden erişildi.
- IRENA, (2018). *Renewable Power Generation Costs in 2017*. https://www.irena.org/publications/2018/Jan/Renewable-power-generation-costs-in-2017 adresinden erişildi.
- İklim Haber, (2019). *Türkiye'de Toplam Seragazı Salımlarının Sektörlere Göre Kırılımı 1990-2016 (Veri: TÜİK)*. https://plot.ly/create/?fid=iklimhaber:7#/ adresinden erişildi.
- Kadir Has Üniversitesi, (Şubat 9, 2017). Khas Türkiye Toplumunun Enerji Tercihleri Araştırması Sonuçları Açıklandı. http://www.khas.edu.tr/news/1511 adresinden erişildi.
- Keskin, M.T. (t.y.). *Enerji Verimliliği*. OSTİM ve Enterprise Euro Network Ortak Raporu.
- Meeus, L., Hafner, M., Azevedo, I., Marcantonini, C. ve Glachant, J-M. (2011). Transition Towards a Low Carbon Energy System by 2050: What Role for the EU?. *European University Institute*, https://www.eui.eu/Projects/THINK/Documents/THINK2050Report.pdf adresinden erişildi.
- Moodie, A. (Aralık 6, 2016). Google, Apple, Facebook race towards 100% renewable energy target. *The Guardian*. https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/dec/06/google-renewable-energy-target-solar-wind-power adresinden erişildi.
- OECD, (2019). *Greenhouse Gas Emissions*. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AIR_GHG adresinden erişildi.
- Pollin, R. & Garrett-Peltier, H. (2009). *Building a green economy: Employment effects of green energy investments for Ontario*. Political Economy Research Institute, University of Massachusetts at Amherst.
- Romer, C. & Bernstein, C. (2009). *The Job Impact of the Amerikan Recovery and Reinvestment Plan*. https://www.economy.com/mark-zandi/documents/The_Job_Impact_of_the_American_Recovery_and_Reinvestment_Plan.pdf adresinden erişildi.
- Solar Impulse Foundation, (2019). *The World Alliance in Efficient Solutions in 90 Seconds*. [Video] https://solarimpulse.com/world-alliance adresinden erişildi.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2016). *Türkiye İklim Değişikliği 6. Bildirimi*. https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/editordosya/Turkiye_Iklim_Degisikligi_Altinci_Ulusal_Bildirimi.pdf adresinden erişildi.

- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2018). *Seventh National Communication of Turkey Under The UNFCCC*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/496715_Turkey-NC7-1-7th%20National%20Communication%20of%20Turkey.pdf adresinden erişildi.
- TEİAŞ, (2017a). *Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2017 Yılı İstatistikleri*. https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-2017-yili-istatistikleri adresinden erişildi.
- TEİAŞ, (2017b). *Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Yıllar İtibariyle Gelişimi (2000-2016)*. http://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2017-10/59%282000-2016%29.xls adresinden erişildi.
- TEİAŞ, (2017C). *III – Elektrik Enerjisi Üretimi – Tüketimi – Kayıplar*. https://www.teias.gov.tr/tr/iii-elektrik-enerjisi-uretimi-tuketimi-kayiplar adresinden erişildi.
- TEİAŞ, (2018). *Türkiye Elektrik Sistemi Kuruluş ve Kaynaklara Göre Kurulu Güç*. https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-11/kurulu_guc_ekim_2018.pdf adresinden erişildi.
- TÜİK, (2017). *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2017*. http://tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=hb_x adresinden erişildi.
- TÜİK, (2018). *Seragazı Emisyon İstatistikleri, 2016*. TUİK Bülteni Sayı: 27675 - 13 Nisan 2018. http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=hb_x adresinden erişildi.
- TÜİK, (2019a). TÜİK Haber Bülteni Sayı: 30629 - 05 Şubat 2019 – Motorlu Kara Taşıtları, Aralık 2018. http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=hb_x adresinden erişildi.
- TÜİK, (2019b). TÜİK Haber Bülteni Sayı: 30627- 11 Nisan 2019 – Seragazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2017. http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30627 adresinden erişildi.
- YEGM, (2018). *Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu 2018*. http://www.yegm.gov.tr/document/enver_gelisim_rapor_2018.pdf adresinden erişildi.
- YEGM, (t.y. a). *Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası*. http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html adresinden erişildi.
- YEGM, (t.y. b). *Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)*. http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/ adresinden erişildi.
- Yılmaz, Ö.B. (Ocak 30, 2019). Jeotermalde Hedef 2 Bin Megawat. *Ekonomist Online*, https://www.ekonomist.com.tr/enerji/jeotermalde-hedef-2-bin-megawat.html adresinden erişildi.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Mustafa Kemal Mah. Eskişehir Devlet Yolu
(Dumlupınar Bulvarı) 9. Km No:278 Çankaya / Ankara
Tel: +90 (312) 410 10 00

Bu yayın Avrupa Birliğinin maddi desteği ile hazırlanmıştır. İçerik tamamıyla WEglobal Danışmanlık A.Ş.'nin liderliğindeki konsorsiyumun sorumluluğu altındadır ve Avrupa Birliğinin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir.

iklimin.org facebook.com/iklimin twitter.com/iklimin iklimIN Projesi instagram.com/ikliminprojesi