

# TÜRKİYE'DE BİYOGAZ ÜRETİMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

## Evaluation of Biogas Production in terms of Sustainable Development in Turkey

Doç. Dr. Gülden BÖLÜK

Akdeniz Üniversitesi, İktisat Bölümü, Antalya/Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8901-8503>

Prof.Dr. Osman KARKACIER

Akdeniz Üniversitesi, İktisat Bölümü, Antalya/Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0470-4374>.

### ÖZET

Türkiye'de ekonomik büyüme ve kalkınma, hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve yaşam koşullarının iyileşmesine bağlı olarak enerji talebi sürekli artmaktadır. Türkiye enerjide %75 dışa bağımlı olup, enerji ithalatı ödemeler bilançosuna ciddi yük getirmekte ve artan enerji tüketimi sera gazı emisyonlarını artırmaktadır.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de son yıllarda enerjide dışa bağımlılığı azaltmak, artan enerji talebini karşılamak ve çevre kirliliği sorununa çözüm için yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmektedir. Türkiye 2009 yılında Kyoto Protokolü'ne ve 2015 yılında Paris İklim Değişikliği anlaşmalarına taraf olduğundan, sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltmak istemektedir. Türkiye'nin önemli miktarda güneş, rüzgar, biyokütle gibi yenilenebilir enerji potansiyeli olmasına rağmen bu potansiyeli kullanım oranı düşüktür. Türkiye'de son yıllarda yenilenebilir enerji potansiyelinin geliştirilmesine yönelik yasal düzenlemeler hızlandırılmış ve önemli teşvikler verilmeğe başlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin biyogaz enerji potansiyelini, biyogaz ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik politikaların neler olduğunu detaylı bir şekilde inceleyerek, biyogaz üretiminin sürdürülebilir büyüme açısından ülkeye katkılarını tartışmaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, yenilenebilir enerji, Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma.

### ABSTRACT

Energy demand in Turkey is constantly increasing due to economic growth and development, population increase, rapid urbanization and improvement in living conditions in the country. Turkey is dependent on imported fossil energy around 75 % and this high rate dependency brings heavy burden on country's balance of the payment and increased energy demand exacerbates the emissions .

As many countries in the world, Turkey has committed new policy targets and incentive mechanisms aiming to development of renewable energy production and utilization in order to decrease imported energy dependency, meet increased energy demand and mitigate the environmental pollution in recent years. As is known, since Turkey became party to Kyoto Protocol in 2009 and Paris Climate Change Agreement in 2015, Turkey has volunteered to reduce emission levels. Although Turkey has high potential in renewable energy such as wind, solar and biomass, country's capacity utilization rate in renewables is low. Regulations aiming to develop renewable energy potential have been accelerated and substantial incentives have been started to given in Turkey.

The purpose of this study is to argue the contribution of renewable energy policies in Turkey in terms of sustainable growth through examining in detail the country's biogas energy potential and the policies towards the development of biogas and other alternative energy resources.

**Keywords:** Biogas, renewable energy, sustainable development in Turkey.

### 1.GİRİŞ

Dünya genelinde nüfus artışı, ekonomik büyüme ile birlikte gün geçtikçe enerji ihtiyacı hızla artmaktadır. Dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %23.8'ü doğalgaz, % 27.2 kömür ve % 33.6 petrolden karşılanmaktadır (BP, 2019). BP'nin 2019 raporuna göre küresel enerji talebi % 2.9 ile son 10 yılın en yüksek artışını göstermiştir. Ayrıca karbon emisyonları da üç yıldır durağan seyretmesine rağmen artışı hızlanmış ve %2 ile son 7 yılın en yüksek artışını sergilemiştir. Artan enerji talebi karşısında fosil yakıtların sınırlı arzı nedeniyle oluşan enerji açığı yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmaktadır (Yılmaz, 2012). Ayrıca fosil yakıtların yoğun kullanımı nedeniyle oluşan sera gazı emisyonları çevre kirliliğine neden olmakta ve küresel iklim değişikliği ciddi endişe yaratmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülke

fosil yakıtlara olan dışa bağımlılık, enerji arz güvenliği, çevre kirliliği, küresel ısınma/değişim, petrol fiyatlarındaki volatilité gibi sorunların çözümü için yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmasını hedeflemektedirler. Bunu sağlamak için de alternatif enerji kaynaklarına önemli teşvikler sağlamaktadırlar. Avrupa Birliği (AB), sanayileşmiş Uzakdoğu ülkeleri ve ABD yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi konusunda öncü ülkeler arasında yer almaktadırlar (Kılıç, 2011).

Türkiye'de hızlı nüfus artışı, şehirleşme, milli gelir artışı ve yaşam koşullarının değişimine bağlı olarak enerji talebi sürekli artmaktadır. Son 25 yılda Türkiye'nin birincil enerji tüketimi yıllık düzeyde 55 milyon TEP (ton eşdeğer petrol)'den 155 milyon TEP'e ulaşmıştır. Bunun yanı sıra 2010 yılında 210 milyar kWh düzeyinde gerçekleşen elektrik tüketimi ise 2018 yılında 2 kata yakın bir artışla 306 milyar kWh olmuştur. Artan enerji tüketimi Türkiye'nin dünya enerji tüketiminden aldığı payı da artırmıştır. Bu kapsamda 2010 yılında %0.79 olan enerji tüketimindeki dünya payı, 2018 yılında %1,11'e yükselmiştir (KPMG, 2020). Türkiye'de enerjide yerli üretim 2017 yılında 90.29 milyon tep olup, yerli üretimin enerji talebini karşılama oranı 1990'da % 48 iken bu oran 2015'de %24.08'e gerilemiştir. Türkiye'nin birincil enerji tüketimindeki dışa bağımlılık oranı son 27 yılda % 25 artmıştır (1990'da %51, 2017'de %75.6). Türkiye petrol, kömür ve doğal gaz gibi yenilenemez enerji kaynaklarına (fosil yakıtlara) yüksek derecede bağımlı olması nedeniyle enerji ithalatı ülkenin toplam ithalatının %25'ni oluşturmakta ve enerji ithalatı ödemeler bilançosuna önemli yük getirmektedir. Enerjide yoğun dışa bağımlılık, enerji faturasının ve maliyetlerinin artışı ülke ekonomisinin gelişmesi açısından sorun teşkil etmektedir (TMMOB, 2019:7).

Türkiye'de son dönemlerde artan enerji tüketimine bağlı olarak çevre kirliliği değerlerinin kötüleştiğine ilişkin de tartışmalar artmıştır. Özellikle şehirlerde yaşanan hava kirliliğinin önemli boyutlara ulaştığı ifade edilmektedir. Türkiye'de sera gazı emisyonları 1990-2018 yılında hızla artarak (% 137,5) 520.9 milyon tona ulaşmıştır. Sera gazı emisyonlarının %73'ü enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanmıştır (TÜİK, 2020a). 1970'li yıllardan itibaren büyümenin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak "sürdürülebilir kalkınmanın" nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin araştırmalar devam etmektedir. Bu kapsamda özellikle fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazlarının azaltılması yönünde uluslararası anlaşmalar çerçevesinde (Kyoto Protokol ve Paris Anlaşması) önemli hedefler konmakta ve buna yönelik ülkeler politikalar uygulamaktadır. Bilindiği üzere Türkiye 2009 yılında Kyoto Protokolü'ne ve 2015 yılında Paris İklim Değişikliği anlaşmalarına taraf bir ülke konumunda olduğundan, sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltmak istemektedir. Türkiye'nin önemli miktarda güneş, rüzgar, biyo-kütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji potansiyeli olmasına rağmen bu potansiyeli kullanım oranı düşüktür. Türkiye'de son yıllarda yenilenebilir enerji potansiyelinin geliştirilmesine yönelik yasal düzenlemeler hızlandırılmış ve önemli teşvikler verilmeye başlanmıştır. Bu bağlamda, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin araştırılması ve uygulanan yeni teşvik mekanizmaları ve politikalarının makroekonomik etkilerinin sorgulanması ülkenin sürdürülebilir ekonomik kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi büyük önem taşımaktadır.

Alternatif enerji kaynakları içerisinde yer alan biyokütle enerji kaynaklarından biri de biyogazdır. Çevre kirliliğine ve sağlık sorunlarına yol açan organik atıkların prosesden geçirilip, zararsız hale getirilerek enerji kaynağına dönüştüren biyogaz, yenilenebilir enerji üretiminde önemli bir yere sahiptir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin ve Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde birçok biyogaz üretim tesisi bulunmaktadır ve bu tesislerin sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Dünya biyogaz üretimi yıllık 352,780 Gwh'a ulaşmış ve bunun %15'i (60,600 Gwh) AB-28 ülkeleri tarafından gerçekleştirilmiştir (Sapp, 2017). Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin biyogaz enerji potansiyelini, biyogaz ve diğer yenilenebilir enerji (YE) kaynaklarının geliştirilmesine yönelik politikaların neler olduğunu detaylı bir şekilde inceleyerek, biyogaz üretiminin sürdürülebilir büyüme açısından ülkeye katkılarını tartışmaktır.

## 2. BİYOĞAZ NEDİR?

Bütün ölü bitki ve hayvansal maddeler bakteriler sayesinde bozunur ve ayrışır. Bu ayrışma havasız ortamda gerçekleştiği zaman sürecin sonunda gaz kabarcıkları oluşur. Dolayısıyla biyogaz, sabit sıcaklık altında, bitki ve hayvan gibi biyokütlenin anerobik çürümesi sonrasında oksijensiz ortamda süreçten geçirilmesi sonucu elde edilen yanıcı özellikte bir gazdır (Metan (%60-70), karbondioksit (%30-40), hidrojen gazları, hidrojen sülfür ve azot). Doğalgazda olduğu gibi biyogazın da temel bileşeninin metan (CH<sub>4</sub>) olduğu görülmektedir (Şenol vd., 2017; Yılmaz vd., 2017). Biyogazın diğer yanıcı gazlardan farkı yalnızca hayvansal ve bitkisel (organik) hammaddelerden üretilmesidir. Bunlar biyolojik atıklar, gıda sanayinden elde edilen atıklar, mısır ve şeker pancarı gibi enerji bitkileri ve hayvan dışkılarıdır. Biyogaz

teknolojisi organik atıkların enerjiye dönüştürülerek kullanılmasının ve atıkların da toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir. Atıkların bertaraf edilmesinin yanı sıra sera etkisi açısından da çevre dostu bir alternatif enerji kaynağıdır (Çelikkaya, 2016).

Biyogaz enerjisinin ekonomi ve çevreye sağladığı avantajlar şu şekilde özetlenebilir:

- ✓ Üretimi düşük maliyetlidir,
- ✓ Çevreye zarar vermediği gibi çevre açısından yararlı bir enerji ve gübre üretir,
- ✓ Atıkları ekonomiye geri kazandırır,
- ✓ Temiz olmasının yanı sıra ısı değeri yüksek bir enerji açığa çıkarır,
- ✓ Organik gübrelere kaynaklanan atığın yanı sıra kokuyu da bertaraf eder ,
- ✓ Hayvansal gübredeki yabancı ot tohumlarını bertaraf ederek, tarımsal arazideki yabancı otların kontrol maliyetlerini azaltır,
- ✓ Gübrenin besin değerini artırarak suni gübre üretiminin maliyetlerini azaltır,
- ✓ Hayvan gübrelere patojenlerin suya karışmasını azaltarak su kalitesini artırır (Şenol vd., 2017; Yılmaz vd., 2017),
- ✓ İnsan sağlığı ve hijyenine katkı atık yönetimi ile katkı sağlar,
- ✓ Gıda güvenliğine katkı sağlar,
- ✓ Döngüsel ekonomiye katkı değer yaratır,
- ✓ İstihdam yaratır ve sürdürülebilir ekonomik büyümeye katkı sağlar (WBA, 2019).

Biyogaz üretiminde hayvansal atıklar (sığır, at, koyun,keçi, tavuk, domuz dışkıları, mezbahane atıkları), bitkisel atıklar (buğday, arpa, çavdar, mısır samanı, alg, sebze atıkları ve ağaç yaprakları vb.) ve son olarak endüstriyel atıklar (atık su çamuru, ziraat atıkları) kullanılabilir (Çelikkaya, 2016).

**Tablo 1:** Organik Atıkların Biyogaz Verimleri

Atık cinsi	Biyogaz Verimi (m <sup>3</sup> /ton)
Hayvansal atık	
Sığır gübresi	45
Küçükbaş hayvan gübresi	60
Kanatlı hayvan gübresi	310-620
Kümes gübresi	70-90
Bitkisel Atık	
Yemek atıkları	50-480
Sebze-meyve atıkları	45-110
Yemek Atıkları (Mutfak)	30
Küspe (Şeker pancarı)	147
Endüstriyel Atık	
Arıtma çamuru (atık su)	310-800
Tarımsal atık	20

Kaynak: Yılmaz, 2019.

Yukarıdaki tablodan görüldüğü üzere, kanatlı hayvan gübresinin ve arıtma çamurundan elde edilecek biyogazın verimi diğer kaynaklara göre oldukça yüksektir.

Biyogaz tıpkı doğalgaz gibi birçok alanda kullanılabilir: ısıtma, aydınlatma, elektrik enerjisi, mekanik enerji (gaz tribünü, jeneratör, yakıt pili). Ayrıca biyogaz sıkıştırıldığı zaman sıkıştırılmış doğalgaz (CNG) olarak da motorlu taşıtlarda yakıt olarak kullanılmaktadır. Tüm bu kullanım alanlarının yanı sıra, biyogaz üretim sürecinde ortaya çıkan yan ürünler de çeşitli amaçlarla kullanılabilir (Çelikkaya, 2016). Örneğin biyogaz üretim süreci sonucunda oldukça verimli sıvı formda fermente organik gübre elde edilmektedir (YEGM, 2020).

Biyogaz endüstrisi dünya genelinde hızla gelişmektedir. Dünya Biyogaz Birliği'nin 2019 verilerine göre, küçük, orta ve büyük ölçekli 132,000 tesis dünya genelinde faaliyet göstermektedir.

Tablo 2: Seçilmiş Ülkelerin Biyogaz Tesis Sayısı ve Kurulu Gücü

Ülke/Ülke grubu	Tesis sayısı	Kurulu güç
Çin	110,448	799 MW
Avrupa Birliği ülkeleri	17,773	10.5 GW
Almanya	10,971	
İtalya	1,655	
Fransa	742	
İsviçre	632	
İngiltere	613	
Amerika Birleşik Devletleri	2,200	977 MW
Kanada	180	196 MW
Hindistan		300 MW
Dünya	132,000	87,500 GW

**Kaynak:** WBA, 2019.

Tablo 2'de görüldüğü üzere dünya biyogaz üretiminde AB ülkeleri, Çin ve ABD'nin önde gelen ülkeler olduğu görülmektedir. Biyogaz üretimi sayesinde dünya genelinde büyük ve küçük baş hayvan besiciliğinden kaynaklı %13-18 civarında CO<sub>2</sub> emisyonundan kaçınılmıştır. Ayrıca biyogaz sektörü doğrudan ya da dolaylı 344,000 istihdam yaratmıştır (WBA, 2019).

### 3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ VE POLİTİKALARI

Türkiye'de 1950-1960 döneminde YE kaynaklarından olan rüzgar, güneş ve biyo-yakıtlarda önemli gelişmeler olmamasına rağmen hidroelektrik alanında gelişmeler gözlenmiştir. Elektrik üretiminde hidrolik enerji tesis gücü 1932 yılında 3.2 MW iken 1959'da yaklaşık 100 kat artış gözlenmiştir. 1980 sonrasında ise enerji politikalarında ve ekonomide yüksek paya sahip olan kamunun ağırlığını hafifletmek için kamu yatırımları azaltılmış ve özel sektörün yatırımlarını enerji alanında hızlandırmak ve ekonomiye çekmek için yasal düzenlemeler yapılmaya başlanılmıştır (Bölük, 2013:155). Bu yüzden enerji politikalarında ilk dönüşümün 1980 sonrasında yaşandığı söylenebilir.

Türkiye'de 2000'li yıllardan önce kalkınma planlarının yanı sıra hükümet programlarında öncelik verilmesine rağmen, YE ile ilgili kayda değer gelişme ancak 2001 yılında yürürlüğe giren ve enerji piyasalarında rekabeti teşvik eden yeniden yapılanma sürecini ve liberalleşmeyi hedefleyen 4628 sayılı Enerji Piyasası Kanunu (EPK) ile olmuştur. Adı geçen yasa ile Türkiye'de ilk defa YE kaynaklarından üretilen elektrik için bir teşvik getirilmiştir. EPK düzenlemeleri kapsamında 500 kilovatlık elektrik enerjisi üretecek gerçek ve tüzel statüdeki kişiler lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf tutulmuşlardır (Küçükali ve Barış, 2012). 2001 yılında yürürlüğe giren 4628 sayılı EPK Türkiye'de elektrik başta olmak üzere enerji alanında büyük yapısal dönüşüm sağlamıştır (Yıldız vd., 2020). Bu yasa daha sonra bir takım değişikliklere uğramış ve üretim miktarı kısıtlaması 200 kilovata kadar indirilmiştir. Yine 4628 sayılı yasa enerji piyasalarının yeniden yapılandırılması ve serbestleşmesi süreci kapsamında 2001 yılında Enerji Piyasası ve Denetleme Kurumu (EPDK) yasal olarak faaliyete geçirilmiştir. EPDK enerji piyasalarını düzenlemeyi hedefleyen birçok görevi olan özerk bir kamu organı olarak faaliyet göstermektedir. YE alanındaki en önemli görevi ise "yenilenebilir ve yerli enerji kullanımını teşvik etmek ve özendirmek" tir (EPDK, 2018). Ancak YE alanındaki en önemli gelişme, 2005 yılı Mayıs ayında 5346 sayılı Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (YEK) çıkarılmasıdır. Bu yasa ile YE kaynaklarının hangi enerji türleri olduğu teker teker tanımlanmış ve YE kaynaklarının kullanımına yönelik teşvikler getirilmiştir. Buna göre YE kaynakları şu şekilde tanımlanmıştır: "Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynakları" . Bu yasa ile otoprodüktörler ve yalnızca kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla elektrik üretimi yapacak gerçek ve tüzel statüdeki kişiler lisans alma zorunluluğundan muaf tutulmuştur.

5346 sayılı YEK'in temel hedefi elektrik enerjisi üretiminde kullanılacak yönelik YE kaynaklarının payını artırmaktır. Bu temel hedefinin yanı sıra YEK kanunu YE kaynaklarının güvenilir, düşük maliyetli ve kaliteli olarak ekonomide üretim sürecinde yer almasını, fosil yakıtların yanı sıra güneş, rüzgar ve jeotermal vb. alternatif kaynaklar ile üretimde enerji çeşitliliğinin artırılması, çevreye zararlı emisyonların azaltılması, atıkların ekonomiye tekrar kazandırılması, çevrenin korunması ve bu amaçlara yönelik ekonominin ihtiyacı olan imalat sanayisinin geliştirilmesi vb. misyonu bulunmaktadır (YEK, 2005). Tüm

bu düzenlemelerin yanı sıra 2007 yılında 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu (EVK) çıkarılmış ve enerjinin etkin kullanımının teşvik edilmesi, israfının önlenmesi amaçlanmıştır. Yine 2007 yılında, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu çıkarılmış ve bu kanun ile jeotermal enerji kaynakların etkin bir şekilde aranması, ekonomik ve çevre dostu olarak ekonomiye kazandırılması amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra, Türkiye YEeye verdiği önemin bir göstergesi sayılabilecek bir uygulamaya imza atmıştır. Türkiye, Almanya'nın Bonn şehrinde 26 Ocak 2009 tarihinde gerçekleştirilen uluslararası konferans neticesinde imzalanan anlaşmaya taraf olarak, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) kurucu üyeleri arasında yer almıştır (Bobat ve Özdemir, 2016).

5346 sayılı YEK kanunu enerji piyasasında YE lehine önemli bir hareketlenme sağlanmıştır. Fakat ikincil mevzuatın teşvik konusunda çok yeterli olmaması ve sabit fiyat garantisinin de tatmin edici bir düzeyde olmaması nedeniyle 2005-2010 döneminde YE kaynaklarına yatırımlar arzu edilen düzeyi yakalayamamıştır. Fakat 2011'de YEK'de dikkate değer önemli değişiklikler yapılmış ve YE kaynakları için verilen sabit fiyat garantisi miktarları artırılmış, maddi ve maddi olmayan bir takım yeni teşviklerin verilmeye başlanmasıyla YE piyasasında yatırımlar hızlanmıştır (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015).

2012 yılında Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ)'ne hidroelektrik üreten enerji santralleri özelleştirilme kapsamına alınmıştır. Enerji santrallerinin özelleştirilmesi kapsamında rüzgar ve güneş enerjisi gibi YE kaynakları için ölçüm standartları getirilerek başvuru koşulları revize edilmiştir. Özelleştirme faaliyetlerini takiben 6446 sayılı Yeni Elektrik Piyasası Yasası 2013 yılında yürürlüğe girmiştir. 6446 sayılı yeni yasada güneş enerjisi başvurularının yanı sıra, lisanssız elektrik üretimine ve yerel ekipmana verilen destekler tekrar düzenlenmiştir. Yeni yasa ile 2016 yılında elektrik piyasasında tam rekabetçi bir piyasa yapısına geçilmesi planlanmıştır (Bobat ve Özdemir, 2016).

2001 yılında yürürlüğe giren 4628 sayılı EPK'ya 2007 yılında yürürlüğe giren EVK ile getirilen düzenleme ile "*çok küçük ölçekli yenilenebilir kaynaklı elektrik üretim tesisleri ile çok küçük ölçekli yenilenebilir kaynaklı elektrik üretim tesisleri ile mikro kojenerasyon tesislerinin kurulmasında lisans alma ve şirket kurma yükümlülüklerinden muafiyet tanınmıştır*" (TCABB, 2014). EPK'ya, gerek YE kaynaklarının sisteme dahil edilmesi gerekse enerji arz güvenliği konularını içeren 40 kadar değişiklik yapılmış ve ikincil mevzuat çalışmaları da tamamlanmıştır. Ancak 4628 sayılı Kanun'un mevcut haliyle piyasa aktörlerinin ve düzenleyici kurumların 2001 yılından itibaren enerji sektöründeki gelişmeleri ve sağlanan ilerlemeleri etkin bir şekilde kapsayamadığı anlaşılmıştır. Ayrıca Avrupa Birliği'nde de enerji alanında yapılan revizyonların da harmonizasyonun yapılması gerekmektedir. Tüm bu gelişmeler dikkate alınarak ve enerji piyasasındaki aksaklıkların giderilerek YE alanındaki yatırımların artırılması için 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2013'de Yeni Elektrik Piyasası Kanunu olarak yürürlüğe girmiştir (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015).

6446 sayılı Yeni Elektrik Piyasası Kanunu'nda 0,5 MW olan YE kaynaklarından lisanssız olarak üretilen elektrik miktar sınırı 1 MW'a çıkarılmış ve kanunda yeniden bir düzenleme yapılmasına gerek olmadan Bakanlar Kurulu kararı neticesinde 1 MW'lık sınırın 5 kata kadar (yani 5 MW) artırılabilmesine imkan sağlanmıştır (YEPK, 2013). 2015 yılının sonuna kadar ilk kez işletmeye alınacak olan üretim lisansı sahibi tüzel kişilere, 5 yıl süre ile iletim sistemi kullanım bedellerinden %50 indirim yapılmıştır. Bunun yanı sıra üretim tesisinin kuruluşu aşamasında gerçekleştirilen işlemler ve dokümanlar harçtan ve damga vergisinde de muaf tutulmuştur. Tarife garantisi, devletin sağladığı satın alma garantisi gibi teşvikler enerji tesisi üretime başladığı tarihten itibaren 10 yıl süreyle uygulanacaktır. Bunun yanı sıra belediyelerin katı atık tesisleri ile arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan elektrik üretim tesisleri lisanstan muaf tutulmuştur (YEPK, 2013).

Verilen bu teşviklerden yanı sıra Türkiye'de sadece enerji alanında değil, ekonomide tüm sektörlerde yeni yatırımları özendirmeyi amaçlayan teşvikler 1 Ocak 2012 tarihinde yürürlüğe giren Yeni Yatırım Teşvik Programı kapsamında yatırımcılara sağlanmaya başlanmıştır. Genel yatırım teşvik planı kapsamında alternatif enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerde KDV ve gümrük vergisinden muaf olabilmektedirler. Ayrıca seçili bölgelerde %38'e varan işgücü maliyetlerinde indirim "Bölgesel yatırım teşvik planı" kapsamında verilmektedir (YEGM, 2014).

**Tablo 3.** 4628, 5346, 6094, 6446 4760 Sayılı Yasalar ve Tarım Bakanlığı Tebliği ile Yenilenebilir Enerjiye Verilen Teşvikler

Teşvik Mekanizması	Teşvikler	
Yatırım Teşviki	<u>Lisanslama</u> YE kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurulu gücü limiti 500 kW'dan 1 MW'a çıkarılmış . Kurulu güç üst sınırı 5 MW'e kadar artırılmıştır. Şebekeye elektrik vermeyip, kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak için alternatif enerji kaynaklarından elektrik üreten enerji tesislerine herhangi bir üst sınır getirilmemiştir. <u>Arazi Tahsisi</u> 2020 yılına kadar YE kaynaklarından enerji üreten tesislerden (Arazi kullanım teşvikleri), yatırım ve işletme faaliyetlerinde 10 yıl süreyle kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanmaktadır.	
Sabit Fiyat Garantisi	Gerçek ve tüzel kişiler ihtiyaçlarını üzerinde YE kaynaklarından ürettikleri elektriği dağıtım sistemine göndermeleri durumunda 10 yıl süre ile sabit fiyat sağlanmaktadır: <u>Tarife Miktarları, ABD Doları cent kWh</u>	
	Hydroelektrik	7,3
	Rüzgar	7,3
	Jeotermal	10,5
	Biyokütle (çöp gazı dahil)	13,3
	Güneş	13,3
Vergi istisnaları ve vergi indirimleri	Türkiye'de yenilenebilir kaynaklar için tek vergisel teşvik 2012 yılına kadar damga vergisi istisnasıdır. Yerli hammaddeden üretilmek koşuluyla motorin ve benzin ile harmanlanan biyo-yakıtların (biyo-dizel ve biyoetanol) %2'si özel tüketim vergisinden (ÖTV) muaf tutulmaktadır.	
Fark Ödemesi (pirim)	Bitkisel Üretim Destekleme Yapılmasına Dair Tebliği ile yağlı tohumlu bitkilere kg başına 40-55 krş arasında fark ödemesi yapılmaktadır.	

**Kaynak:** İlgili Kanun ve Yönetmelikler incelenerek yazar tarafından hazırlanmıştır.

2016 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA<sup>1</sup>) yönetmeliği ihale yöntemi teşvik mekanizmasını getirmiştir. Türkiye'de YE yukarıda bahsedilen teşvikler, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. YEKDEM' in dayanağı 2011 yılındaki YEK kanunu olup, "*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik*" in yayınlanmasıyla YEKDEM mekanizması işletmeye başlanmıştır.

2009 yılında 2009/11 sayılı Yüksek Planlama Kurulu Kararı ile, "*Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi*" ve Enerji Bakanlığı'nın 2020 yılında yayınladığı "Stratejik Plan" kapsamında YE kaynaklarına ilişkin 2023 yılı için somut hedefler konmuştur. Buna göre;

- Yenilenebilir kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının %30'a çıkarılması,
- Ülkenin hidroelektrik potansiyelinin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması,
- Rüzgâr enerjisi santrali kurulu gücünün 20.000 MW'a ulaşması,
- 600 MW'lık jeotermal potansiyel kurulu gücün işletmeye girmesi. Ancak ETKB (2020) biogaz dahil biyokütle kapasitesi ile birlikte bu kapasitenin 2884 MW olmasını planlamıştır.
- Elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın payının %30'un altına düşürülmesi (YE, kaynaklarının geliştirilmesi sonucunda) (YPK, 2009).
- Güneş enerjisi kurulu gücünün 10,000 MW'a çıkarılması (ETKB, 2020).

Elektrik piyasasında serbestleşme faaliyetleri neticesinde özel sektörün elektrik üretimindeki payı %85'e ulaşmıştır (SBB, 2019). 2010'lu yılların başında %28.9 olan YE'nin toplam elektrik üretimindeki payı 2018 yılında %32.5'e, 2019 yılında ise %42.1'e ulaşmıştır (EPDK, 2020). 11.Kalkınma Planı 2023 yılında yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisi üretimindeki payının %38.8'e çıkması, doğal gazın elektrik üretimindeki %29.85 olan payının (2018 yılı) %20.7'ye düşürülmesi hedeflenmektedir (SBB, 2019). Bu

<sup>1</sup> YEKA, Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı'nın kısaltması olup bir ihale modelidir. Buna göre, "*yenilenebilir enerji projeleri için tahsis edilen, nitelikleri ve kritik unsurları Kanun ile belirlenmiş özel nitelikli alanlardır*". Bu modelin diğer yatırımlardan farkı, yerli ekipman üretim kullanma zorunluluğudur. Bunun yanı sıra büyük ölçekli kurulu güç imkanı da sağlamaktadır (Deliotte, 2017).

durumda, 2019 yılı nin elektrik enerjisindeki payının (%42.1) şimdiden hedeflenen rakamların üzerine çıktığı görülmektedir.

YE üretiminin artışında son yıllarda yerli ve yenilenebilir kaynaklara yönelik verilen teşvikler ve YEKA gibi ihale yöntemi teşvik mekanizması modeli etkili olmuştur.

#### 4. TÜRKİYE'DE BİYOGAZIN GÜNCEL DURUMU

Türkiye biyokütle kaynakları açısından oldukça zengin bir ülke olmasına rağmen ürettiğinin yaklaşık 3 katı kadar enerji tüketmekte ve enerji ihtiyacının %70'ni ithal etmektedir. Türkiye'de atıkların %65'i organik atıklardan oluştuğundan, biyokütle kaynaklarının etkin kullanılması ülkenin enerji ihtiyacına ve sürdürülebilir ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır. Ayrıca giderek artan çevre kirliliği sorununun çözülmesine de katkı sağlayacaktır. Daha önce de ifade edildiği üzere, biyogaz üretiminde kullanılan atıklar, enerji üretiminden sonra da çevreye dost organik gübre olarak kullanılabilir. (Çolakoğlu, 2018). Türkiye'de biyogaz üretimi için kullanılabilir atıklar; ahır gübreleri, kanatlı gübresi, tarımsal atıklar, kentsel katı atıklar, atık su çamurudur. Algler de biyogaz için kullanılabilir fakat henüz Türkiye'de pilot uygulama aşamasındadır (Şenol vd., 2017).

Türkiye'de ilk biyogaz tesisi 1980 yılında kurulmuştur. O dönemde uygulanan "100 Biyogaz Üretim Tesisi Projesi" ile 1980 sonrasında birçok biyogaz tesisi üretime geçse de daha sonra faaliyetlerini durdurmuşlardır (Ar vd., 2010). Son yıllarda uygulanan teşvik politikaları verilen sabit fiyat garantisi (13,3 Dolar/Kwh) gibi katkılar sonucunda biyogaz tesislerinin sayısında artış olmuştur. Türkiye'de toplam 73 adet biyogaz, biyokütle, atık ısı ve pirolitik yağ enerji santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü yaklaşık 395.0 MW 'dır. Kurulan biyogaz elektrik tesislerinin güçleri 0.12-34 MW arasında olup, Türkiye'nin birçok ilinde kurulmuştur. Önemli tesisler arasında Odayeri Çöp Gazı Santrali, Mamak Çöplüğü Biyogaz Tesisi Santrali yer almaktadır. Bu tesislerin üretim kapasiteleri hammaddesi olan çöpün artması nedeniyle giderek artmaktadır. Örneğin Mamak Tesisinin 150,857,860 Kwh saat elektrik üretimi ile mesken, sanayi, taşımacılık, resmi kuruluşlar vb. 45,576 kişinin elektrik ihtiyacını karşılayabilir (Yılmaz vd., 2018).

Enerji Piyasası Düzenleme Denetleme Piyasası (EPDK) 'nın verilen elektrik üretim lisanslarına bakıldığında 2020 yılında yürürlükte 167 adet biyokütle tesis lisansı bulunmaktadır. Bu üretim tesislerinin toplam elektriksel kapasitesi 1,145,525 Mwm olup, toplam mekanik kapasitesi ise 1,108.72 Mwe'dir (EPDK, 2020).

**Tablo 4:** Türkiye'de Bulunan Biyogaz/Biyokütle Enerji Santrali Profili

Toplam Santral Sayısı	100
Kurulu Güç	530 MWe
Yıllık Elektrik Üretimi	2,277 GWh
Şebeke Bağlantısı	Hepsi

**Kaynak:** <https://www.enerjiatlası.com/biyogaz/>, Erişim tarihi 03.07.2020.

Türkiye'de üretilen toplam elektrik miktarının kaynak dağılımına bakıldığında da, son bir yılda (2017) biyogaz 1891802 MWe ile katkı sağlamış ve elektrik üretimindeki toplam payı ise % 0.69'dur. Günlük elektrik tüketimi içerisindeki payı ise %1.71'dir (Yılmaz vd., 2018).

TÜİK (2019b) tarımsal istatistikleri ve Enerji Bakanlığı'nın dönüşüm katsayıları kullanılarak hayvansal gübreden biyogaz potansiyeli şu şekilde hesaplanmıştır:

**Tablo 5:** Türkiye'de Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyeli

Hayvan türü	Hayvan sayısı	Hayvansal Gübre (ton/yıl)	Biyogaz miktarı (m <sup>3</sup> /yıl)
Sığır (büyükbaş)	17,872,331	64,340,391.6	2,123,232,922.8
Koyun ve keçi (küçükbaş)	48,481,479	33,937,035	1,968,348,030
Kümes hayvanları	348,874,885	7,675,247.4	598,669,297.2
Toplam	415,138,695	105,952,674	4,690,250,250

**Kaynak:** TÜİK (2019b) verileri kullanılarak yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

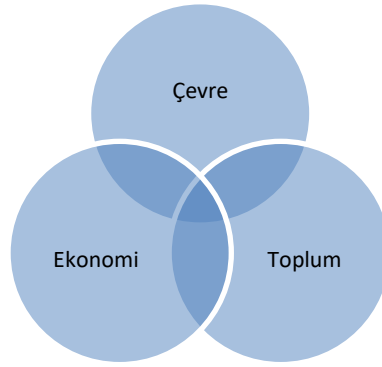
Yukarıdaki tablodan anlaşıldığı üzere Türkiye'de yıllık yaklaşık 4,7 milyon metreküp biyogaz hayvan gübresi kullanılarak üretilebilir. Hayvansal atıklardan elde edilen bu biyogaz miktarı 4.3 milyon TEP elektrik enerjisi üretme potansiyelini işaret etmektedir. Türk-Alman Biyogaz Projesi Raporu (2011), bitkisel atıklar, enerji bitkileri, biyolojik atıklar ve diğer çöp atıkları değerlendirilerek Türkiye'nin yıllık

biyogaz üretiminin 61.25 TWh'a yükseltilebileceğini vurgulamışlardır. Bu rakam ise Türkiye'nin 2019 yılı elektrik tüketiminin (292,1 milyon KWh) %21'inin biyogazdan karşılanabileceğini göstermektedir.

## 5. BİYOGAZ ENERJİSİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere üç boyutu kapsamaktadır ve bu alanlar birbirini tamamlamak durumundadır. Sürdürülebilir kalkınma ve yaşam standartlarının artabilmesi için gelirin yani üretimin artması gerekmektedir. Artan nüfus ile birlikte üretim artışı da giderek enerjiye olan gereksinimi artırmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi kapsamında tüm mevcut enerji kaynaklarının etkin, verimli ve çevreye duyarlı bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle YE kaynakları sürdürülebilir büyüme ve kalkınma amaçlarına ulaşılabilmesi için büyük önem arz etmektedir (Seydioğulları, 2013).

Yenilebilir enerji kaynakları çevre açısından olumlu katkılarının yanı sıra, sermaye-yoğun ve emek-yoğun üretim teknolojilerini geliştirerek ekonomik büyümeyi teşvik etmektedir. YE teknolojileri üretimin yanı sıra, istihdam yaratarak işsizliği azaltarak ülkelerin refah düzeylerini yükseltmektedir. Bunun yanı sıra YE ülkenin kendi yerli kaynaklarının kullanımını artırdığı için enerji ithalat faturasını düşürür. Böyle enerji ithalatından tasarruf edilen kaynaklar, ülke içinde yatırım ve tüketim harcamalarına tahsis edilerek büyümeye katkı sağlanır (Özşahin vd., 2016).



Şekil 1. Çevre, Ekonomi ve Toplum İlişkisi

Kaynak: Öz Mehmet, 2012:4.

Tablo 6: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Kullanım Durumu

YE Türü	Teknik Potansiyel, MW	Ekonomik Potansiyel, MW	Kurulu güç, MW (2018 Sonu)	Kullanım Oranı, %	
				Teknik	Ekonomik
Hidroelektrik	54,000	42,000	28,291.4	52.4	67.4
Rüzgar	114,000	20,000	7,005.4	6.1	35
Jeotermal	31,500	2046.2	1282.5	4	62.7
Biogas+Biokütle	4,000	-	818.9	20.5	-
Güneş	56,000	-	5062.8	9	-

Kaynak: TEİAŞ, 2020; Akkuş ve Alan, 2016; Küçükali ve Barış, 2012.

Tablo 6'da Türkiye'nin YE kaynak türlerine göre teknik, ekonomik potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım durumu verilmiştir. Buna göre Türkiye'de genel olarak YE kaynaklarının kullanım oranı artsa da, ülke bu yerli ve çevre dostu kaynaklardan potansiyelinin oldukça altında faydalanmaktadır. Türkiye'nin YE kurulu gücünün artırılması ve mevcut teknik ve ekonomik potansiyelinden daha yüksek oranda faydalanılması gerekmektedir. Nitekim Özşahin vd.(2016), BRICS ülkeleri ve Türkiye'nin 2000-2013 dönemi verilerini kullanarak YE ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel ARDL yöntemi ile analiz etmiş ve YE tüketiminin ekonomik gelişmeyi artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Ancak YE kaynaklarının hangisinin daha fazla artırılması gerektiği konusunda planlama yapılırken, Türkiye'de küresel ısınma ile birlikte su kaynaklarındaki yetersizlik göz önüne alınırsa biyokütle, jeotermal kaynaklarına daha fazla ağırlık verilmesi daha uygun olabilir.

Türkiye kişi başına düşen su miktarı bazında su sıkıntısı çeken bir ülkedir. Kişi başı su miktarı Türkiye'de hızlı şekilde azalmaktadır. TÜİK Türkiye nüfusunun 2030 yılında 100 milyona ulaşacağını belirtmektedir. Artan nüfusla birlikte 2030 yılında kişi başı su miktarının da azalarak 1.120 m<sup>3</sup>/yıl'a düşeceği tahmin edilmektedir (Sertyeşilışık, 2017:29). Dolayısıyla hidroelektrik kaynaklarına elektrik üretiminde ağırlık verilmesi çevre konusunda ve hijyenik-kaliteli yaşam açısından sorunları da beraberinde getirebilir.



Nitekim Küçükali ve ark., (2012), Türkiye'de YE teknolojilerinin ülkeye potansiyel katkılarını ekonomik, teknik, çevresel ve sosyal açılardan karşılaştırmalı olarak analiz etmişler ve biyokütle enerjisinin ekonomiye en yüksek katkıyı sağlayacağını ve en yüksek katma değer yaratan kaynak olduğunu tespit etmişlerdir. İkinci sırada ise rüzgar ve jeotermal enerji kaynakları ekonomiye katkı sağlayacaktır.

Türkiye'nin 2023 yılına kadar hedeflediği kapasite de yine teknik ve ekonomik potansiyelin (Bkz.Tablo 6) oldukça altındadır. ETKB'nın 2023 yılına kadar YE'de hedeflediği kapasite oranları vardır. Buna göre 2019 sonunda biyokütlede 683 MW kapasite hedeflenmiş ancak 2020 yılı itibarıyla bu hedef gerçekleşmemiştir. 2023 yılında ise 11.Kalkınma Planı ile yaklaşık 2000 MW'lık üretim kapasitesi hedeflenmektedir.

Her YE kaynağının istihdam yaratma potansiyeli birbirinden farklıdır. Örneğin biyokütle 1 MW başına inşaat ve kurulum aşamasında 4 kişilik istihdam yaratırken, biyogaz 25 kişilik istihdam yaratmaktadır. İşletim ve bakım aşamasındaki yarattığı istihdam miktarları da göz önüne alınırsa bu rakam biyokütle için toplam 4.14 ve biyogaz için 31 olarak hesaplanmıştır (Bölük, 2010). Türkiye eğer 4000 MW'lık teknik biyogaz potansiyelinin tamamını kullanırsa 124,000 kişilik ya da Türk -Alman Biyogaz Projesinin öngördüğü 6400 MW'lık teorik kapasiteyi faaliyete geçirebilirse 198,400 doğrudan istihdam yaratılacaktır. Ayrıca tarımsal atıklardan biyogaz üretilmesi söz konusu olduğunda tarım sektöründe de dolaylı istihdam (özellikle taşımacılık sektöründe) yaratacağı ve kırsaldan kente göç sorununu da olumlu etkileyecektir. Son yıllarda %13-14 civarında yüksek işsizlik sorunu yaşayan Türkiye için biyogaz gibi YE kaynakları önemli bir istihdam yaratma ve işsizlik sorununu hafifletilmesine katkı sağlayacaktır.

Türkiye'de eğer hayvansal atıklarının tamamını biyogaz üretimi için değerlendirebilirse yaklaşık 5 milyon metreküp ile dış ticaret faturasında doğal gaz tasarrufu sağlamış olacaktır. Doğalgaz sektör raporuna göre, Türkiye'nin 2019 yılı doğalgaz ithalatı 45,211,47 milyon metre küp olup, Türkiye doğalgazda %99.2 dışa bağımlıdır (EPDK, 2020). doğalgaz sektör raporu). Ayrıca son 16 yılda enerji ithalat faturası 10 kat artmıştır. Dolayısıyla Türkiye biyogaz ile doğal gaz ithalatını en az %10 civarında azaltabilecek ve yıllık 42-45 milyar ABD Doları olan enerji ithalat faturasına ve dolayısıyla ödemeler bilançosuna olumlu katkı (4-5 Milyar ABD Doları) sağlayacaktır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Milli gelirden artış, hızlı şehirleşme, hayat tarzındaki değişim ve artan nüfus ile birlikte her geçen gün artan enerji talebi Türkiye ekonomisinin sürdürülebilir büyüme/kalkınmasının önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Artan enerji talebi bir yandan ithalatı artırarak ödemeler bilançosuna yük getirirken diğer yandan da artan enerji maliyetleri fiyat istikrarını da olumsuz etkilemektedir. Tüm bunların yanı sıra fosil enerji kaynaklarının yoğun kullanımı başta yüksek sera gazı emisyonları olmak üzere çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Türkiye özellikle 2000'li yıllardan sonra YE üretimini geliştirmek için önemli teşvik mekanizmaları getirmiştir. YE alanındaki projelere hükümet destek vermektedir. Hükümet 2023 yılına kadar doğal gazı ithalatını azaltmak ve YEnin toplam elektrik tüketimi içerisindeki payını (hidroelektrik dahil) %30'a çıkarmayı hedeflemektedir. YE potansiyelinin daha verimli kullanılması için son dönemlerde YE yatırımlarında önemli pozitif gelişmeler olmuştur. Ancak hala Türkiye YE'de teknik ve ekonomik potansiyelini tam olarak kullanamamaktadır.

Biyogaz santralleri şu an Türkiye'nin elektrik tüketimine yıllık 1839 Gwh ile katkı sağlamaktadır. Ancak yapılan araştırmalar Türkiye'de tarımsal ve hayvansal atıklar dahil 4000- 6400 MW'lık bir biyogaz potansiyelinin olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye eğer bu potansiyelini tam olarak kullanırsa 5 milyon metre küp doğal gaz tasarrufu sağlayacak ve doğal gaz ithalat faturasını en az %10 azaltacaktır. Ayrıca yaklaşık 200,000 bin civarında doğrudan istihdam sağlayacaktır. Biyogaz dahil biyokütle enerjisinin özellikle tarım ve taşımacılık sektöründe dolaylı istihdam yaratarak daha yüksek katma değer yaratacağı ve kırsal bölgelerde kalkınmaya katkı sağlayacağını bekleyebiliriz.

Biyogaz gibi alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi, ülkenin enerji arz güvenliğine katkı sağlayacak, ödemeler bilançosu açığını azaltacak, istihdam ve katma değer yaratacak, kırdan kente göçü olumlu etkilemenin yanı sıra çevre üzerindeki baskıları azaltacaktır. Dolayısıyla YE teknolojilerine yatırım yapılması ve fosil yakıtlar ile rekabet edebilmesi için etkin politikalar ile desteklenmesi ülkenin sürdürülebilir büyümesine pozitif katkılar sağlayacaktır.



**KAYNAKÇA**

- Akkuş, İ.& Alan H. (2016). "Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu", TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Yayın No:123, [http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/5ee60fb07fcb1e1\\_ek.pdf](http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/5ee60fb07fcb1e1_ek.pdf). (Erişim Tarihi:23.03.2018).
- Ar F.; Karaosmanoğlu F.; Koç A.A.; Acaroğlu M.; Sarısu F.; Özsöyler Y.; Bölük G; İşler A.&Aygün Ö.F. (2010). *Biyokayıtlar*. Ed.Figen Ar. Ankara: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları.
- Bobat, A.& Özdemir N. (2016). " Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları Yenilenebilir Enerjide Yeniden Yapılanma". *Electronic Journal of Vocational Colleges*, December/Aralık 2016:148-158.
- Bölük, G. (2013). "Renewable Energy: Policy Issues and Economic Implications in Turkey". *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(2):153-167.
- BP, (2019). "BP Statistical Review of World Energy". British Petroleum (BP). <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>. (Erişim Tarihi: 06.06.2020).
- Çelikkaya, H. (2016). "Biyogaz" Fırat Kalkınma Ajansı Yayını, [https://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik\\_Dosya\\_Ekleri/FKA\\_ARASTIRMA\\_RAPORLARI/B%C4%B0YOGAZ.pdf](https://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik_Dosya_Ekleri/FKA_ARASTIRMA_RAPORLARI/B%C4%B0YOGAZ.pdf). (Erişim Tarihi: 05.04.2020).
- Çolakoğlu, B. (2018). *Tarımsal Atıkların Alternatif Kullanım Alanları Konusunda Üretici Eğilimleri*. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ: T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Deloitte, (2017). "YEKA:Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı", <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/energy-resources/yeka-infographic.pdf>. (Erişim Tarihi: 03.07.2020).
- EPDK, (2020). "Elektrik Piyasası Lisans Listesi". Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). [www.epdk.gov.tr](http://www.epdk.gov.tr). (Erişim Tarihi:10.07.2020).
- ETKB, (2020). "Stratejik Plan 2019-2023". Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fStratejik%20Plan%2f2019-2023%20Stratejik%20Plan%2f1.pdf>. (Erişim tarihi 03.07.2020).
- Kılıç, F.Ç. (2011). "Türkiye'deki Yenilenebilir Enerjilerde Mevcut Durum ve Teşviklerdeki Son Gelişmeler". *Mühendis ve Makina*, 52(614): 33-54.
- KPMG, (2020). "Enerji, Sektörel Bakış". <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2020/03/sectorel-bakis-2020-enerji.pdf>. (Erişim Tarihi:10.07.2020).
- Küçükali, S.& Barış K. (2012). "Renewable Energy Policies in Turkey". World Renewable Energy Congress, SWEDEN, Mayıs 2012.
- Sapp, M. (2017). "State of Biogas in the World:2017". Clean Energy Solutions Center. [http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user\\_upload/gbep/docs/2017\\_events/9\\_GBEP\\_WGCB\\_30\\_November\\_2017/GBEP\\_CESC\\_biogas\\_report.pdf](http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/2017_events/9_GBEP_WGCB_30_November_2017/GBEP_CESC_biogas_report.pdf). (Erişim Tarihi: 01.12.2019).
- SBB (2019). "On Birinci Kalkınma Planı". Türkiye Cumhuriyeti Strateji Bütçe Başkanlığı (SBB), <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>. (Erişim Tarihi 04.05.2020).
- Sertyeşilışık, E.(2017). "Türkiye'nin Su Kaynaklarının Ekonomi Politikası Üzerine Bir İnceleme". *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10 (1): 28-30.
- Seydioğulları, H.S. (2013). "Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji", *Planlama*, 23(1): 19-25.
- Şenol H.; Elibol E.A.; Açikel Ü.& Şenol M. (2017). "Türkiye'de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları", *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2): 81-92.
- Özmehmet, E. (2012). "Dünyada ve Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları". *Journal of Yaşar* 3(12): 1-23.

Özşahin, Ş.; Mucuk M.& Gerçek M.(2016). "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi". Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 4(4):111-130.

TCABB, (2014). "AB Sürecinde Enerji Fıslı". Türkiye Cumhuriyeti Avrupa Birliği Başkanlığı (TCABB). <https://www.ab.gov.tr/files/SEPBYayinlarveraporlar/enerjikitap.pdf>. (Erişim Tarihi: 11.07.2020).

TEİAŞ (2020). "Türkiye Elektrik Üretim -İletim İstatistikleri-2018". Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ). <https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-2018-yili-istatistikleri>. (Erişim Tarihi: 11.07.2020).

TMMOB, (2019). "Türkiye'nin Enerji Görünümü 2019". Türkiye Makine Mühendisleri Odaları Birliği (TMMOB). <https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2019/04/MMO-TEG-2019-Sunumu-Mart-2019.pdf>. (Erişim Tarihi: 03.07.2020).

TÜİK, (2020a). "Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton CO2 Eşdeğeri)". Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1019](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019). (Erişim Tarihi: 01.07.2020).

TÜİK, (2020b). "Konularına Göre İstatistikler, Tarım: Hayvancılık İstatistikleri". Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). (Erişim Tarihi:11.07.2020).

WBA, (2019). "Global Potential of Biogas". World Biogas Association (WBA). [https://www.worldbiogasassociation.org/wp-content/uploads/2019/09/WBA-globalreport-56ppa4\\_digital-Sept-2019.pdf](https://www.worldbiogasassociation.org/wp-content/uploads/2019/09/WBA-globalreport-56ppa4_digital-Sept-2019.pdf). (Erişim Tarihi: 11/07/2020).

Yıldız, A.; Özgener Ö.& Özgener L. (2020). "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Uygulamaları, Mevcut Durum ve Gelecek Öngörüler". EMO Bilimsel Dergi, 10(1):8-20.

Yılmaz, A. (2019). "Türkiye'de Biyogaz Üretimi ve Kurulu Santrallerin Ürettiği Elektrik Enerjisi", Ecological Life Science, 14(1): 12-28.

Yılmaz A.; Ünvar S.; Koca T.& Koçer A. (2017). "Türkiye'de Biyogaz Üretimi İstatistik Bilgileri". Technological Applied Science, 14(4): 218-232.

Yılmaz, M. (2012). "Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi". Ankara Üniversitesi, Çevrebilim Dergisi, 4(2): 33-54.

Yılmaz, O.& Hotunluoğlu H. (2015). "Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye". *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 2(2):74-97.

YEGM, (2014). "Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı 2014. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM)". [http://www.yegm.gov.tr/document/20180102M1\\_2018.pdf](http://www.yegm.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf). (Erişim tarihi 08.07.2020).

YEGM, (2020). "Biyogaz". <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>. (Erişim Tarihi: 11/07/2020).

YEK, (2005). "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (YEK Kanunu)". <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm>. (Erişim tarihi:01.04.2020).

YEPK, (2013). "Yeni Elektrik Piyasası Kanunu (YEPK)". <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130330.pdf>. (Erişim Tarihi:20.06.2020).

YPK, (2009). "Elektrik Enerjisi ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, Yüksek Planlama Kurulu (YPK)". [https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FArz\\_Guvenligi\\_Strateji\\_Belgesi.pdf](https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FArz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf). (Erişim Tarihi 05.12.2019).