

## Türkiye'de Kullanılan Yenilenebilir Enerji Sertifika Sistemlerinin Değerlendirilmesi

### Evaluation of Renewable Energy Certificate Schemes in Turkey

Mustafa Özcan<sup>1</sup>, Burcu Ergün<sup>2</sup>, Elif Ocaklı<sup>3</sup>



<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Elektrik ve Enerji Bölümü, Kartepe, Kocaeli, Türkiye  
mustafa.ozcan@kocaeli.edu.tr

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmit,  
Kocaeli, Türkiye burcuergun94@gmail.com

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
İzmit, Kocaeli, Türkiye elifocakli96@gmail.com

#### Öz

Elektrik sektöründe kullanılan piyasa temelli mekanizmalardan biri olan yenilenebilir enerji sertifikaları (YES), elektrik tüketicisine kullandıkları elektriğin yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) kullanılarak üretildiğini kanıtlayan, elektronik ortamda düzenlenen sertifikalardır. Bu sertifikaların kullanımı ile elektrik üretimi kaynaklı emisyonlar azalacak, YEK kullanımı artacak ve YEK kullanarak elektrik üretimi yapan tesis işletmecileri ek gelir elde edecektir.

Bu çalışmada farklı YES sistemleri ile Türkiye'de uygulanan sertifika sistemleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında Türkiye'nin YES potansiyeli, ülkenin elektrik tüketim verilerine göre hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama göre Türkiye'nin YES potansiyeli 70.185.955,35 MWh'dır. Günümüzde mevcut potansiyelin yaklaşık %0,72'sinden YES oluşturulmaktadır.

Türkiye'de Uluslararası Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (I-REC) sistemine entegre biçimde YES ihraç ve ifası gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de gerçekleştirilen YES ifaları genellikle küresel şirketlerin yurtdışındaki karar merkezleri tarafından talep edilmektedir. Türkiye YES piyasası, yeni santrallerin kayıtlarının yapılmasıyla genişlemektedir. 2020 yılında yayımlanan Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi (YEK-G) yönetmeliği ile ulusal YES sistemi kurulmuş olacaktır. Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi tarafından işletilecek organize YEK-G piyasasının, uluslararası bir standarda bağlı olarak işletilmesi sağlanmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik, Yenilenebilir Enerji Politikaları, Yenilenebilir Enerji Sertifikaları, Yenilenebilir Enerji Sertifika Piyasaları

#### Abstract

Renewable Energy Certificates (RECs) are electronically issued market-based instruments that represent attributes of 1 MWh electricity generated from renewable energy sources (RES). They prove the attributes of RES to electricity

consumers. With using these certificates, emission that as a result of electricity production will decrease. In addition, RES's tenacy will rise and it will led to additional income for RES-based power plants' operators.

In this study, different REC systems and certificate systems applied in Turkey were examined. As part of the study, Turkey's REC potential was calculated according to the country's electricity consumption data. According to the calculation, Turkey's REC potential is 70.185.955.35 MWh. Currently, REC is generated from about 0.72% of the current potential.

In Turkey, RECs are issued and redeemed integrated into the International Renewable Energy Certificates (I-REC) system. RECs redemption performed in Turkey is usually requested by decision centers of global companies abroad. The Turkish REC market is expanding with the registration of new power plants. The National REC system will be established with the Renewable Energy Source Guarantee Certificate (YEK-G) regulation published in 2020. The organized YEK-G market, which will be operated by the Turkish Energy Exchange, must be operated according to an international standard.

**Keywords:** Climate Change, Sustainability, Renewable Energy Policies, Renewable Energy Certificates, Renewable Energy Certificate Markets

#### 1. Giriş

Son yıllarda ciddi artış gösteren küresel ısınmanın başlıca sebebi sera gazı emisyonlarıdır. Dünya genelinde yaşanan sera gazı emisyon artışına paralel olarak Türkiye'nin toplam sera gazı emisyon değerleri de artış göstermektedir. Türkiye'nin 1990 yılında 219,4 milyon ton (Mt) karbondioksit (CO<sub>2</sub>) eşdeğeri (eşd.) olan toplam sera gazı emisyon değeri, 2018 yılında 520,9 Mt CO<sub>2</sub> eşd.'ne yükselmiştir. Türkiye'nin kişi başı toplam sera gazı emisyon değeri 1990 yılında 4 ton CO<sub>2</sub> eşd. iken bu değer 2018 yılında, 1990 yılına göre %60 artarak 6,4 ton CO<sub>2</sub> eşd.'ne yükselmiştir [1]. Başta CO<sub>2</sub> emisyonu

olmak üzere, sera gazı emisyonlarının büyük bölümü enerji sektörü kaynaklıdır [2].

Türkiye'deki toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık %80'inini CO<sub>2</sub> emisyonları oluşturmaktadır [3]. 2018 yılı hane bazlı tüketimler haricindeki 451,3 Mt CO<sub>2</sub> eşd. sera gazı emisyonunun, 154,9 Mt CO<sub>2</sub> eşd.'lik kısmı elektrik sektöründen kaynaklanmıştır [4].

Türkiye, iklim değişikliği açısından önemli olan uluslararası sözleşmelere taraf olmuştur. Bu bağlamda; 2004 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'ne, 2009 yılında ise Kyoto protokolüne (KP) taraf olmuştur. Türkiye, KP'nin kabul edildiği 1997 yılında BMİDÇS tarafı olmadığından; BMİDÇS EK-I ülkelerinin emisyon azaltım yükümlülüklerinin tanımlandığı KP'nin EK-B listesine dâhil edilmemiştir. Bu nedenle Türkiye'nin; KP'nin 2008-2012 yıllarını kapsayan birinci ve 2013-2020 yıllarını kapsayan ikinci taahhüt dönemleri için sera gazı emisyon azaltımı/sınırlanması yükümlülüğü bulunmamaktadır [5].

Paris Anlaşması, 2015 yılında Fransa'da gerçekleştirilen 21. Taraflar Konferansı'nda kabul edilerek 2016 yılında resmen yürürlüğe girmiştir [6]. İklim değişikliği ile mücadelede bağlayıcılığı olan uluslararası bir anlaşma olan Paris Anlaşması'nın uzun dönem hedefi; küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme göre 2 C°, mümkünse 1,5 C° ile sınırlandırmaktır. Türkiye 22 Nisan 2016 tarihinde Paris Anlaşması'nı imzalamış ancak anlaşmaya henüz taraf olmamıştır. Anlaşmada ülkelerin her 5 yılda bir temel hedef doğrultusunda gerçekleştirdikleri faaliyetleri içeren "Ulusal Katkı Beyanlarını" sunmaları öngörülmüştür. Anlaşmaya taraf olmayan Türkiye, 30 Eylül 2015 Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanını BMİDÇS sekreteriyasına sunmuştur. Türkiye'nin sunduğu Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanında, yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) alanında izlenecek politikalar ve hedefler belirlenmiştir. Beyana göre, Türkiye'nin 2030 yılında güneş enerjisinden elektrik üretimi kapasitesinin 10 GW'a, rüzgar enerjisinden elektrik üretim kapasitesinin ise 16,5 GW'a yükseltilmesi hedeflenmektedir [7].

Sera gazı emisyonları azaltım hedeflerinin sağlanması için piyasa temelli birçok mekanizma kullanılmaktadır. EK-B ülkeleri arasında uygulanan zorunlu karbon piyasaları; Emisyon Ticaret Sistemi, Temiz Kalkınma Mekanizması ve Ortak Yürütme Mekanizmasından oluşur [6,8]. Sera gazı emisyonlarının gönüllü olarak azaltılmasını ve dengelenebilmesini sağlamak amacıyla gönüllü karbon piyasaları kurulmuştur [9].

Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (YES) elektrik enerjisi tüketimi kaynaklı emisyonları azaltmada kullanılan piyasa temelli bir araçtır. YES, şebekedeki bilgi asimetrisi sorunu olan YEK ve fosil kaynaklar kullanılarak üretilen elektrik enerjisinin ayırımına yardımcı olmak amacıyla, tüketicilere satın aldıkları yenilenebilir elektriğinin kaynağı ve niteliği hakkında bilgi verir [9,10]. Bu sayede YES'ler; çevreye duyarlı tüketicilere kullandıkları elektrik enerjisinin YEK kullanılarak üretildiğini ifşa etme imkânı sağlarlar.

Çok sayıda ülke; elektrik enerjisinin YEK kullanılarak üretildiğini kanıtlamak adına enerjinin menşecinin bildirilmesine yönelik yasal düzenlemeler getirmiştir. Bu amaçla, aynı amaca yönelik olarak farklı sertifika sistemleri kullanılmaktadır [11].

Sera gazı protokolünde (Greenhouse gas protocol) tanımlanan YES'ler, tüketicilerin YEK kaynaklı elektrik kullanımlarını belgeleyerek karbon saydamlık projesi (CDP) ve Yenilenebilir Enerji 100 (RE100) platformlarında karbon emisyonları kapsamında raporlama yapabilmelerine olanak sağlamaktadırlar [12,13].

Bu çalışma kapsamında Dünya'da kullanılan YES'ler araştırılarak, Türkiye'de uygulanan YES sistemleri değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

- Türkiye'nin YES ihraç potansiyelinin değeri nedir?
- Sahip olunan YES ihraç potansiyelin değerlendirilme durumu nedir?
- YES'lerin tercih edilme nedenleri nelerdir?
- YES'lerin kullanımının yaygınlaşması için neler yapılmalıdır?
- 2021 yılının ikinci yarısında uygulanmaya başlanacak olan Yenilenebilir Enerji Kaynak Garantisi (YEK-G) organize YES sisteminin uluslararası YES piyasalarına uyumu neden önemlidir?

Bu kapsam çerçevesinde çalışmanın ikinci bölümünde YES sistemi bulunan ülkelerde karşılaşılan sorunlar ve YES piyasalarının YEK sektörüne sağladığı katkılar incelenmiştir. Üçüncü bölümde Dünya'da uygulanan farklı YES tasarımları ve standartları incelenirken, dördüncü bölümde Türkiye'de uygulanan YES sistemleri, mevcut sertifika potansiyeli ve YES kullanımları incelenmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde yapılan çalışmaya bağlı olarak elde edilen sonuçlar tartışılmış, çalışmanın son bölümü olan altıncı bölümde ise Türkiye'de uygulanan YES sistemleri ve sahip olunan YES ihraç potansiyelinin daha aktif kullanımının sağlanması amacıyla öneriler sunulmuştur.

## 2. Literatür taraması

Literatür taraması kapsamında çeşitli ülkelerde uygulanan YES sistemlerini inceleyen çalışmalar incelenmiştir. Kore'de, Enerji Depolama Sistemleri (EDS) kuran firmalara YES düzenleme hakkı tanınarak ek bir gelir elde etmeleri sağlanmıştır. Jo ve Jang tarafından gerçekleştirilen çalışmada [14]; fotovoltaiik (FV) bağlantılı EDS'lerin durumu analiz edilerek, zorunlu Yenilenebilir Portföy Standartı (RPS) oranının her yıl artmasıyla birlikte, EDS pazarının büyük ilerleme sağladığı ve YES uygulanmasından itibaren geçen süre içerisinde %41'lik bir pazar payına ulaştığı belirlenmiştir. Zhang ve diğ. tarafından gerçekleştirilen çalışmada [15], YES piyasalarındaki siber saldırı gibi risklerin çözümü olarak blok zinciri uygulamasının kullanılmasının, sertifikaların ihraç ve düzenleme süreçlerini daha verimli ve şeffaf hale getireceği belirtilmiştir.

Tayvan için gerçekleştirilen çalışmada [16], Tarife Garantisi (FiT) politikalarının sertifika pazarlarını olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir. Tayvan yenilenebilir enerji sertifikaları (T-REC), YEK ile elektrik üretimini 2014-2017 yılları arasında 4,3 GWh'ten 1000 GWh'e yükseltirken, doğrudan satın alınan YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisi miktarı 4,2 GWh'ten 270 GWh'e yükselmiştir. Doğrudan satın alınan YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisi miktarındaki artışın, üretilen miktara göre düşük olmasının sebebi; üreticilerin yirmi yıl garantili teşvik aldıkları FiT politikasını daha karlı bulmaları, T-REC pazarlarını tercih etmemeleridir.

Adamczyk ve Raczyk tarafından gerçekleştirilen çalışmada [17], Polonya'nın Avrupa Birliği (AB)'ye katılımından bu yana uyguladığı YES politikası değerlendirilmiştir. Polonya'nın politikası, YEK kullanılarak üretilen bir birim elektriğe (1 kWh) karşılık bir menşe belgesi düzenlemeyi kapsamaktadır. Bu politika yenilenebilir enerji santrallerinin 2005 yılında 1158 MW olan kurulu gücünün 2016 yılında 7829 MW'a yükselmesine sebep olmuştur. 2016 yılından sonra sertifika fiyatlarında yaşanan yüksek dalgalanmalar yatırımcıların mali sıkıntıları yaşamasına sebep olmuştur. Yenilenebilir enerji üreticilerinin ilerleyen yıllar için YES biriktirmesi gibi dezavantajlar ise yenilenebilir enerji santralleri yatırımlarına ilgiyi azaltarak yatırım miktarlarının %50 düşmesine neden olmuştur.

Hulshof ve diğ. tarafından gerçekleştirilen çalışmada [9], Menşe Garantisi (GOs) sertifika sistemini kullanan 20 Avrupa ülkesinde sertifikasyon tasarımına bağlı olarak 2001-2016 yılları arasındaki YES pazarlarının müşteri kayıp oranı, fiyat değişkenliği, sertifikasyon oranı ve sertifika sürelerinin sona erme performansları analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; 2001 yılında %0,22 olan sertifikasyon oranı, 2015 yılında %35,5'e yükselmiştir. Buna karşılık, fiyat dalgalanmaları ve müşteri kayıp oranı vb. diğer parametrelerde herhangi bir iyileşme görülmemiştir. Çalışmada; sertifika vermeye yetkili kuruluşun kamu otoritesine bağlı olmasının sertifikaların verimliliğini artıracığı belirtilmiştir. YES düzenlemelerinde uluslararası standart benimsenimin piyasa hacimlerini büyüteceği, şeffaf piyasa koşullarının sağlanması halinde YES pazarına olan güveninin artacağı ifade edilmiştir [9].

SHURA tarafından gerçekleştirilen çalışmada [18] YEK-G sistemi değerlendirilmiş ve gönüllü yenilenebilir enerji sertifika sisteminin oluşturulmasının Türkiye'deki yenilenebilir enerji piyasalarının gelişmesine ve uluslararası düzeyde emisyonların azaltılmasına katkı sağlayacağı belirtilmiştir. Bu doğrultuda uluslararası geçerliliği olan bir YES sistemin uygulanmasının

kurumsal tüketiciler ile yenilenebilir enerji üretim ve tedarik şirketleri açısından sürdürülebilirlik taahhütlerini sağlamada katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

Çalkoğlu tarafından gerçekleştirilen çalışmada [19], Türkiye'deki YEK yatırımcılarına ek gelir sağlaması için YES sisteminin kurulması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada; YES piyasa hacminin artması için Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması (YEKDEM) kapsamındaki santrallerin YES sistemine katılması önerilmiştir. YES'lerin uluslararası olarak satışının yapılması için elektrikten bağımsız olarak satılması ve kamuoyuyla paylaşılan bir portal kurulması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada, Türkiye'nin Avrupa'da uygulanmakta olan GO sertifika sistemine dâhil olması gerektiği ifade edilmiştir.

### 3. Yenilenebilir enerji sertifikaları

YES, yenilenebilir enerji hedeflerini karşılamak amacıyla 1 MWh'lık elektrik enerjisinin YEK kullanılarak üretildiğini doğrularak etiketleyen, enerji üretiminde daha düşük CO<sub>2</sub> emisyonlarının raporlanmasını sağlayarak %100 yenilenebilir enerji hedeflerine katkıda bulunan sertifikalardır. Sertifikalar Yenilenebilir Enerji Tedarik Anlaşmaları (YETA) ve yeşil tarifeler gibi yenilenebilir enerji tedarik mekanizmalarını desteklemektedirler. RE100 ve Sera Gazı Protokolü gibi standartlarla desteklenen YES'ler, yenilenebilir projeyi piyasa temelli bir yaklaşımla sunarlar. YES'lerin satışı tedarik edilen elektrikle birlikte veya elektrikten bağımsız olarak gerçekleştirilirken, her iki yöntemde de YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisinin menşei izlenebilmektedir [20]. YES'ler; yenilenebilir enerji talepleri ve gereksinimleri doğrultusunda ülkeler tarafından gönüllü ve zorunlu sistemler olarak uygulanabilmektedir [21]. YES sistemleri ve kapsadığı ülkeler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** YES sistemleri ve kapsadığı ülkeler [22, 23, 24, 25, 26, 27].

YES Standardı	Kapsadığı Ülkeler
<b>Gönüllü Standartlar</b>	
Guarantees of Origin (GOs) – Menşe Garantileri	AB Ülkeleri
Renewable Energy Certificates (RECs) – Yenilenebilir Enerji Sertifikaları	ABD ve Kanada
International Renewable Energy Certificates (I-RECs) – Uluslararası Yenilenebilir Enerji Sertifikaları	Uluslararası
Ulusal Standartlar(T-REC, C-GEC, YEK-G)	T-REC: Tayvan, C-GEC: Çin, YEK-G: Türkiye
<b>Zorunlu Standartlar</b>	
Renewable Portfolio Standards (RPS) - Yenilenebilir Portföy Standartları	ABD ve Birleşik Krallık Meksika, Çin, Kore, Avustralya ve Filipinler
Renewable Obligation Certificates (ROC) - Yenilenebilir Enerji Yükümlülük Sertifikaları	Birleşik Krallık hükümeti
Renewable Energy Guarantees of Origin (REGOs) – Yenilenebilir Enerji Menşe Garantileri	Ofgem (Elektrik ve Gaz Piyasaları Ofisi)

#### 3.1. Gönüllü standartlar

Gönüllü standartlar yasal mevzuat ile uygulanması zorunlu kılınmayan, gönüllülük esaslı standartlardır. Bu standartlar; Menşe Garantileri (GOs), Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (RECs), Uluslararası Yenilenebilir Enerji Sertifikaları gibi uluslararası standartlarla veya ülkelerin ulusal standartlarıyla yönetilebilir sertifika sistemleridir.

##### 3.1.1. Menşe garantileri

Menşe Garantileri, hükümet politikalarından bağımsız olarak Avrupa'da gönüllü piyasada elektronik belge olarak alınıp satılan, sürdürülebilirliği destekleyen, tüketicilerin talebi doğrultusunda verilen ve kullanılan elektriğin YEK kullanılarak üretildiğini doğrulayan gönüllü sertifikalardır [28]. Sertifika elektriğin menşei dışında elektriğin üretildiği tarihi, üretim tesisinin kimliğini, yerini, türünü ve kapasitesini, kurulumda dış destekten yararlanıp yararlanılmadığı veya ne

ölçüde yararlanıldığı, kurulumun faaliyete geçtiği tarih gibi nitelikleri belgelemektedir [21,29]. Sertifika pazarı rüzgâr, güneş, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal gibi YEK'lerin yanı sıra fosil kaynakları da içermektedir [30]. Her bir GO, YEK kullanılarak üretilerek şebekeye verilen 1 MWh'lik elektrik enerjisine karşılık gelmektedir [31]. Sertifikanın fiyatı, tüketicilerin yeşil enerjiye talebine ve ülkede bulunan yenilenebilir enerji santrallerinin sayısına bağlı olarak değişmektedir. 2017 yılında Belçika'da güneş enerjisi kaynaklı bir GO ortalama 58,28 Euro-cent/MWh iken, Hollanda'da aynı nitelikteki GO'nun fiyatı 280 Euro-cent/MWh olmuştur. 2013-2016 yılları arasında 203,70 TWh'lik hacmin 136,11 TWh'ı sertifika olarak yayınlanmıştır [9].

Menşé Garantisi pazarlarında üye devletler sertifika tasarımlarında kendi politikalarına bağlı olarak kalite güvencesi ve piyasa organizasyonu konularında değişkenlik yapabilmektedirler. Ülkelerin bir kısmı Avrupa Enerji Sertifika Sistemi (EECS) standardını benimseyerek sertifika ticaretini Düzenleyen Kuruluşlar Birliği (AIB) tarafından yönetilen bir elektronik merkez aracılığıyla yapmaktadırlar. Standarda göre; ülkeler Menşé Garantisi sertifikalarının ithalatını kabul etmekle yükümlüdür fakat iki ülke arasında ihracat kısıtlaması da uygulayabilmekte ve devlet desteği alan üreticilerin sertifika alması kısıtlanabilmektedir. Ülkelerin tasarım özellikleri Tablo 2'de verilmiştir [9].

**Tablo 2.** Avrupa ülkelerinde uygulanan Menşé Garantisi sertifika programlarının tasarım özellikleri [9].

Ülkeler	Uygulanma Zamanı	Onay Veren Kuruluş	İhracat Kısıtlaması	Sertifika Kısıtlaması
Avusturya	2004	Kamu	Evet	Hayır
Belçika	2006	Kamu	Hayır	Hayır
Kıbrıs	2014	Kamu	Hayır	Hayır
Hırvatistan	2014	Kamu	Hayır	Evet
Çek Cum.	2013	Özel	Hayır	Hayır
Danimarka	2004	Kamu	Hayır	Hayır
Estonya	2010	Kamu	Hayır	Hayır
Finlandiya	2001	Kamu	Hayır	Hayır
Fransa	2013	Özel	Hayır	Evet
Almanya	2013	Kamu	Hayır	Evet
İzlanda	2011	Kamu	Hayır	Hayır
İrlanda	2015	Kamu	Hayır	Evet
İtalya	2013	Kamu	Hayır	Hayır
Lüksemburg	2009	Kamu	Hayır	Evet
Hollanda	2004	Kamu	Hayır	Hayır
Norveç	2006	Kamu	Hayır	Hayır
İspanya	2016	Kamu	Evet	Hayır
İsveç	2006	Kamu	Hayır	Hayır
İsviçre	2009	Kamu	Hayır	Hayır

Türkiye'nin AB üyesi ülkeler tarafından uygulanan GO standardını kullanabilmesi için AIB üyesi olması gereklidir. Türkiye'de 2020 yılında yayımlanan ve beşinci bölümde detaylı olarak incelenen YEK-G yönetmeliği, GO sistemine uyum sağlamak amacıyla, GO standartlarına benzer bir sistem olarak kurgulanmıştır. İlerleyen yıllarda GO sistemi ile entegrasyon sağlanması beklenmektedir [32].

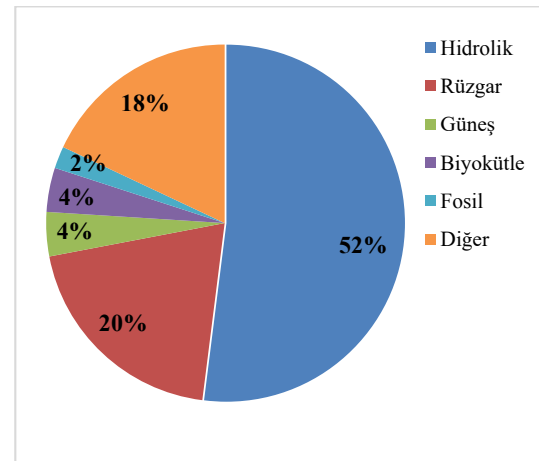
AIB tarafından 2018-2020 yılları arasında düzenlenen GO sertifikalarına ait veriler Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** GO'ların TWh cinsinden istatistiksel verileri [33]

	İhraç Edilen	Transfer	İtfa Edilen	Süresi Dolan
2018	617,2	549,5	523,7	50,5
2019	649,8	859,6	680,6	34,1
2020	761,8	917,7	735,1	26,1
Toplam	2.028,8	2.326,8	1.939,4	110,7

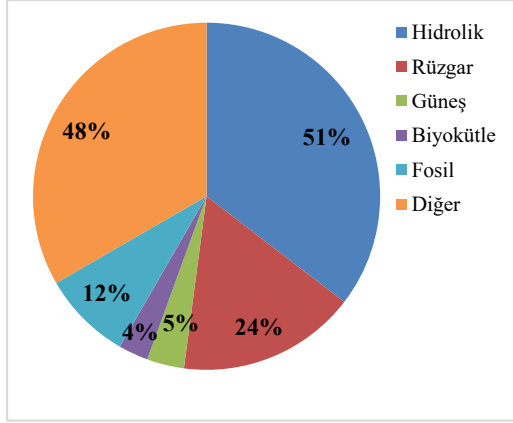
Tablo 3 deki verilere göre; 2020 yılında ihraç edilen GO miktarı 761,8 TWh'dir. 2020 yılında itfa edilen GO miktarı 735,1 TWh'de kalmış, piyasada ihraç fazlası oluşmuştur. 2019 rakamları ile karşılaştırıldığında, 2020 yılında piyasadaki GO tedariki %17'nin üzerinde artarken, sertifikalara olan talebin %8 arttığı görülmüştür [33].

2020 yılında ihraç edilen GO sertifikalarının kaynaklara göre oranları Şekil 5'te, itfa edilen GO sertifikalarının kaynaklara göre oranları ise Şekil 6'da gösterilmiştir [34].



**Şekil 5.** İhraç edilen GO sertifikalarının kaynaklara göre oranları [34].





Şekil 6. İtfa edilen GO sertifikalarının kaynaklara göre oranları [34].

### 3.1.2. Yenilenebilir enerji sertifikaları

ABD ve Kanada'da uygulanan yenilenebilir enerji sertifikaları (RECs), elektrik tedarikinin YEK'lerden temin edildiğini ispatlamak için kullanılan, 1 REC'in 1 MWh'lik YEK ile üretilen elektrığe karşılık geldiği sertifikalardır [22]. REC, YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisinin kullanılan tüketicinin sera gazı emisyonlarını dolaylı yoldan azalttığını raporlayabilmesi ve YEK'lerin desteklemesi için kullanılabilen uygun bir araçtır. REC'ler arz edilen yenilenebilir enerji ile birlikte veya bağımsız olarak satılabilirler. Sertifikaların

Avrupa dışındaki ülkelerde ticareti yapılabilmektedir [20,35]. REC'ler rüzgâr, güneş, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal gibi YEK'lerden üretilenlerdir [36]. Sertifika verileri; sertifikanın türünü, takip sisteminin kimliğini, YEK'in türünü, üretim tesisinin yerini, projenin kapasitesini, adını ve inşa tarihi, sertifikaya özel kimlik numarası ile YEK'in emisyon oranı gibi nitelikleri içermektedir [37].

YES'ler satış yöntemine göre; YETA veya Yeşil Tarife yoluyla satın alınan paketlenmiş YES ve elektrik tedariki olmadan satın alınan paketlenmemiş YES olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [30, 38]. Paketlenmemiş YES'lerin ulusal olarak satın alınması daha kolaydır ve mevcut elektrik tedarik uygulamaları ile uyum sağlamaktadır. Kısa vadeli bir sözleşme ile satın alındığından daha düşük maliyetlidir. Paketlenmiş YES'ler ise, yeni bir projenin geliştirilmesi için gerekli mali desteği sağlayan, satın alınması daha zor olan ve uzun vadeli bir sözleşme ile satın alındığından daha yüksek maliyetlere sahip olan sertifikalardır. Paketlenmiş YES kullanılan YETA'lar enerji üreticisi ile tüketicisi arasındaki elektrik satışı için yapılan, süreleri 10 yıl veya daha fazla olan, klasik elektrik satım sözleşmelerinden farklı olarak satın alınan elektriğin yeşil olduğunu kanıtlamak için kullanılacak kaynak belgelerinin neler olacağını belirleyen hükümler içeren sözleşmelerdir [39]. YETA'lar, yenilenebilir enerjinin üretimini teşvik etmek için devletlerin sağladığı desteklerin azalmasından dolayı üreticilerin yatırımlarını finanse etmek amacıyla başvurdukları, tarafların ihtiyaçlarına göre yapılandırılan mekanizmalardır [40,41]. YETA'lar ve YES'lerin birbirleriyle olan ilişkileri Tablo 4'de detaylı olarak açıklanmıştır[42].

Tablo 4. YETA – YES ilişkisi [42].

	YES	YETA
<b>Gerekli Sermaye Harcamaları</b>	Hayır	Hayır, ancak önemli mali taahhüt
<b>İşletme ve Bakım Sorumluluğu</b>	Sorumlu değil	Sorumlu değil
<b>Pazar Bulunabilirliği</b>	Dikey olarak entegre ve serbestleştirilmiş pazarlar	Serbestleştirilmiş pazarlar
<b>Alıcı için Önemi</b>	Küçük şirketlerin ve birden çok yargı alanında küçük yükleri olan büyük şirketlerin yenilenebilir enerji satın almasını sağlar.	Alıcı yalnızca üretilen kilovat-saat için ödeme yapar; sabit veya bilinen bir elektrik oranı sağlayabilir; hem enerji hem de yenilenebilir enerji özelliklerini içerir.
<b>Politika Tasarım Değerlendirmeleri / En İyi Uygulamalar</b>	Enerji özelliklerinin net ve şeffaf takibi	Toptan satış fiyatlarını izleyen perakende fiyatları; üçüncü tarafla PPA imzalama yeteneği; yenilenebilir enerji arzını genişleten politikalar
<b>En iyi uygulama örnekleri</b>	Menşe Garantileri (Avrupa), Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri)	Brezilya, Meksika, Hollanda, İsveç, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri
<b>Proje Boyutu</b>	Ölçeklenebilir	Ölçeklenebilir; yerinde ölçek, siteye bağlıdır.

### 3.1.3. Uluslararası yenilenebilir enerji sertifikaları

I-REC, YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisinin tüketimini belgelemek için kullanılan sertifika olup, sera gazı protokolü tarafından kabul edildiğinden işletmelerin dünya çapında yenilenebilir enerji taahhütlerini karşılamasına olanak sağlamaktadır. Bir I-REC, 1 MWh'lik yenilenebilir enerji kullanılarak üretilen elektrik enerjisine karşılık gelir. I-REC standardı; tüketiciler, elektrik tedarikçileri, elektrik üreticileri ve ulusal hükümetler arasındaki ticareti kolaylaştırmaktadır [29]. I-REC'ler yenilenebilir enerjiyi içeren küresel bir sürdürülebilirlik stratejisi için önemli bir sertifikasyondur [43].

I-REC'lerin düzenlenmesi, santral kaydı ve santralin elektrik üretim ispatının kontrolünün yapıldığı ihraç süreçleri ve ticaret hesabı ile itfa bilgilerinin belirtildiği itfa süreçlerinden oluşmaktadır. Santral kaydında santralin sahibi olan tüzel kişi, santralin teknik özellikleri, üretim lisansı, geçici kabul belgesi, tek-hat şeması, fotoğrafları ve sayaç bilgilerini gösteren belgeler kontrol edilirken, santralin elektrik üretim ispatının kontrolünde ise santrallerin kesinleşmiş elektrik üretim verileri ve ispatları kontrol edilmektedir. İtfa sürecinde ticaret hesabı oluşturulmakta ve sertifika itfa edilirken, tüketicinin tam tüzel ismi, hangi dönem için sertifikanın alındığı ve miktarı karşılıklı kontrol edilerek girilmektedir[44].

I-REC düzenlemeye yetkili kuruluşlar ve yetkili oldukları ülkeler Tablo 5'te verilmiştir [45].

**Tablo 5.** Ülkelere göre I-REC sertifikası sağlayan kuruluşlar [45].

Kuruluş	Sertifika düzenlenen ülkeler
Dubai Carbon Centre of Excellence (DCCE)	Birleşik Arap Emirlikleri, Ürdün, Fas, Umman, Suudi Arabistan.
ECSIM (the Center for Studies in Systemic Economics)	Kolombiya
Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)	Tayland
Energy Peace Partners (EPP)	Kongo Demokratik Cumhuriyeti
Goal Number Seven (GNS)	Rusya
Green Certificate Company (GCC)	Çin, Kosta Rika, Mısır, El Salvador, Guatemala, Honduras, Hindistan, Endonezya, Nijerya, Malezya, Meksika, Panama, Peru, Filipinler, Sri Lanka, Güney Afrika, Tayvan, Türkiye, Uganda, Vietnam
Green Energy Services (GES)	İsrail
Instituto Totum	Brezilya
Santiago Climate Exchange (SCX)	Şili
Singapore Power (SPX)	Singapur
2021 öncesi-The Green Certificate Company (GCC)	Türkiye
2021 itibariyle-FOTON	

I-REC, YES pazar gelişimi için öncü olarak tanınmakta ve sera gazı protokolü, CDP ve RE100 tarafından yenilenebilir enerji kullanımını belgeleyen bir sertifika olarak tanınmaktadır. I-REC sertifikaları; CDP ve sera gazı protokolü gibi sera gazı raporlama standartlarında yer alan Kapsam 2 emisyonlarını azaltma amaçlı kullanılabilir [19].

Dünya genelinde I-REC'e kayıtlı toplam santral sayısı 535 olup, bu santrallerin toplam kurulu güç değeri 27.397,004 MW'dır. Toplam santrallerin 147'si hidroelektrik, 156'sı FV güneş, 23'ü jeotermal ve 209'u rüzgar enerjisi santralidir. I-REC'e kayıtlı santrallerden 2019 yılında 19.944,932 MWh'lik sertifika yayınlanmıştır [46].

### 3.1.4. Ulusal yenilenebilir enerji sertifikaları

Ülkeler, kendi belirledikleri ulusal standartlara göre YES kullanabilmektedir. YES'lerin temel amacını benimseyen fakat tasarım olarak farklılıklar içeren ulusal sertifikalardan biri Tayvan'da kullanılan T-REC sertifikasıdır. 1 adet T-REC diğer tüm sertifikalar gibi 1 MWh'lik YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisini ifade etmektedir. Paketlenmiş sertifika olan T-REC platformuna, karbon dengeleme programı katılımcıları dâhil olamamaktadır [23].

Bir diğer ulusal sertifika ise Çin yeşil enerji sertifikası (C-GEC)'dir. C-GEC, Çin Yenilenebilir Enerji Mühendisliği Enstitüsü (CREEI) tarafından tasarlanmış olup, şebekeye bağlı Rüzgâr ve FV güneş projeleri için kullanılmaktadır. 1 adet C-GEC, 1 MWh'lik YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisine karşılık gelmektedir. C-GEC, RPS hedeflerine ulaşmak için kullanabilmektedir [24]. Türkiye'de 1 Haziran 2021 tarihinden itibaren ulusal YES sistemi dâhilinde YEK-G Belgesi düzenlenmeye başlanacaktır [47].

## 3.2. Zorunlu standartlar

Zorunlu standartlar kapsamında RPS, ROC ve REGOs standartları mevcuttur.

### 3.2.1. Yenilenebilir portföy standartları

RPS, elektrik tedarikçilerinin tedarik ettikleri elektrik enerjisinin bir bölümünü YEK kullanarak sağlamalarını zorunlu kılan bir mekanizmadır [23]. Bu mekanizmada kullanılacak yenilenebilir enerji teknolojisine piyasa tarafından karar verilmektedir [26]. Çoğunlukla ABD ve Birleşik Krallık'da kullanılan RPS sistemi, Meksika, Çin, Kore, Avustralya ve Filipinler'de de kendi yönetmeliklerine uyarlanmış şekilde kullanılmaktadır [25]. RPS enerji dağıtım şirketlerinin YES piyasasına yönelmesini sağlamaktadır. Kore'de yapılan bir çalışmaya göre; her yıl artan RPS oranı, enerji üreticilerinin YES piyasasına yaptıkları yatırımlarda artışa neden olmuştur [48].

### 3.2.2. Yenilenebilir enerji yükümlülük sertifikaları

ROC; Birleşik Krallık tarafından yürütülen, elektrik tedarikçilerinin YEK kullanılarak üretilen elektriği tedarik etmesini gerektiren, artan kota tabanlı bir sistemdir. Tedarikçilerin yükümlülüklerinin yerine getirildiğini kanıtlamak için sağladıkları her 1 MWh elektrik için ROC oluşturmaları gerekmektedir. Belirlenen miktarda ROC üretmemeleri halinde, tedarikçilerin bir satın alma ücreti ödemeleri gerekmektedir [27].

### 3.2.3. Yenilenebilir enerji menşé garantileri

REGO'lar; Birleşik Krallık'da uygulanan fakat Avrupa çapında ticareti yapılabilen, yenilenebilir enerji kaynağı kullanılarak üretilen 1 MWh elektrik enerjisi için 1 adet olacak şekilde düzenlenen sertifikalardır. Bir santralin sadece YEK kullanarak elektrik üretmesi durumunda brüt üretim için düzenlenmektedir. REGO'lar sadece akredite olmuş bir üretim santrali için talep edilebilmektedir [26]. Bu mekanizma, Birleşik Krallık'da 2003 yılında 1 REGO/kWh elektrik olacak şekilde benimsenmiş ancak 2010 yılından itibaren 1 REGO/MWh olarak değiştirilmiştir [49].

## 3.3. Eko etiketler

Eko Etiketler, 1992 yılından itibaren Avrupa'da başlayan ve Dünya çapında tanınan, ürün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca yüksek çevre standartlarını karşıladığı göstererek öz niteliklerini içeren gönüllük temelli kalite etiketleridir. Etiket ürünün hammadde çıkarımından başlayarak üretim, dağıtım ve son aşaması olan bertarafına kadar tüm süreçlerini değerlendirmektedir. Eko etiketler üreticileri üretim aşamasında atıkları ve CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltmaya, dayanıklı, onarılabilir ve geri dönüştürülebilir ürünler tasarlamaya teşvik ederek döngüsel ekonomiyi desteklemektedirler [50]. Elektrik üreticileri farklı kuruluşlar tarafından verilen eko etiketlerden satın alarak ürününün tüm süreçlerinde daha çevreci olduğu kanıtlama imkânı bulabilmektedir. YES'ler ile birlikte kullanılabilen etiketler YES'lerin amacını çok daha iyi karşılayabilmektedir.

Eko etikete sahip ürünler sürekli iyileştirmeyi amaçlayan, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik olarak en iyi seviyede olan tasarımlara sahip olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'de pek yaygın olarak kullanılmayan eko etiketler, genellikle müşteri talepleri doğrultusunda santrale yönelik alınmaktadır. YES veren tesislerin yeşil etikete sahip olmaları zorunlu değildir

[51,52,53,54]. Farklı ülkelerde uygulanan eko etiketleri ve kapsamları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Eko Etiketler [55].

ETİKET	KAPSAMI
<b>EKOENERGY</b>	Menşe Garantileri, REC ve I-REC sertifikalarına spesifik özellikler getirerek satın alınan elektriği desteklerken, gelişmekte olan ülkelerdeki yenilenebilir enerji projelerine fon sağlamaktadır.
<b>OK POWER</b>	Menşe Garantileri ile belgelenmiş yenilenebilir enerjiyi kapsayan OK Power, yeni enerji santrallerinde üretilen enerjiyi teşvik eden bir Alman eko etiketidir.
<b>TÜV SÜD – EE01</b>	Menşe Garantilerinin satın alınması ve yenilenebilir enerjinin eko etiket kriterlerini sağlayan, yeni enerji santrallerinin fonlarını desteklemek için çeşitli teknolojilerin kullanımını teşvik eden bir Alman eko etiketidir.
<b>GREEN-E® ENERGY</b>	%100 yenilenebilir enerji iddiasıyla Kapsam 2 emisyonlarını hedef almak isteyen şirketler tarafından satın alınabilen, Kuzey Amerika'nın önde gelen etiketidir.
<b>BRA MİLJÖVAL</b>	Menşe garantilerinin satın alınmasını içeren İsveç eko etiketi, yenilenebilir elektrik santralindeki üretimin çevresindeki flora ve faunaya verdiği çevresel etkileri hesaba katan, enerji santrali operasyonlarının çevreyi korumasına dair kriterlere sahip bir eko etikettir.
<b>TÜV NORD A75</b>	Yeni enerji santrallerinden gelen enerjiyi destekleyen bir Alman eko etiketi olup TÜV Nord tarafından yönetilmektedir. Bu eko etiketle Menşe Garantilerinin Satın Alınması, yenilenebilir enerjinin eko etiket kriterlerini sağlamaktadır.
<b>NATUREMADE STAR</b>	Ekolojik iyileştirme taahhüdü ile çevresel ve ekolojik olarak üretilen enerji için İsviçre'de kullanılan eko etiket, Menşe Garantilerinin satın alınması, yenilenebilir enerjinin eko etiket kriterlerine uymasını garanti etmektedir.

#### 4. Türkiye'de kullanılan yenilenebilir enerji sertifika sistemleri

Türkiye'de ilk YES uygulaması 2015 yılı itibarıyla kullanılmaya başlanan I-REC sertifikaları ile gerçekleştirilmiştir. Uluslararası olan bu sistemin yanında; 1 Haziran 2021 tarihinden itibaren ulusal YES sistemi olarak YEK-G uygulanacaktır.

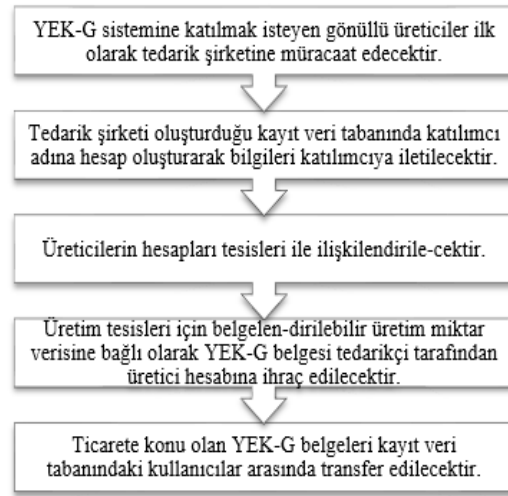
##### 4.1. Türkiye ulusal yenilenebilir enerji sertifika sisteminin hukuki boyutu

YEK-G yönetmeliği 14 Kasım 2020 tarihinde yayınlanmıştır. Yönetmelik, lisanssız üreticileri kapsam dışında değerlendirerek, tüketicilere tedarik edilen elektriğin lisanslı üreticiler tarafından YEK kullanılarak üretildiğini şeffaf bir şekilde takip, ispat ve ifşa etmeyi düzenlemektedir. YEK-G sisteminde piyasa işletmecisi Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPİAŞ), YEK-G sistemini ve kayıt veri tabanını kurmak, işletmek ve yönetmekle yükümlü olup tüketicilere 1 MWh

üretim miktarı için 1 adet YEK-G olacak şekilde sertifikaları ihraç edecek kuruluş olacaktır. Sertifika elektrik üretim dönemi bitiş tarihinden itibaren 12 ay geçerli olacak ve Türkçe ve İngilizce olarak temin edilebilecektir. Enerjinin niteliğine bağlı olarak bilgi vermeyi amaçlayan farklı bir sisteme kayıtlı santral aynı takvim yılı içerisinde, çifte sayımı engellemek adına YEK-G sistemine kayıt işlemini gerçekleştiremeyecektir. Görevli tedarik şirketleri yeşil tarifeyi tercih eden tüketicilere, tedarik ettikleri elektriğin YEK kullanılarak üretildiğini YEK-G belgesi ile kanıtlayabilmekte, bu kanıtı elektrik faturalarına özel bir işaret koyarak ifşa edebilmektedirler [47].

3 Şubat 2021 tarihinde taslak olarak görüşe açılan "YEK-G Sistemi ve Organize YEK-G Piyasası İşletim Usul ve Esasları"; Elektrik Piyasasında YEK-G belgesi yönetmeliğinde belirtilen ve usul ve esaslarda bulunması gereken hususları düzenlemektedir [56].

YEK-G sistemine katılım, görevli tedarik şirketine yapılan başvuru ile başlar. YEK-G sisteminin işleyişi Şekil 7'de özetlenmektedir.

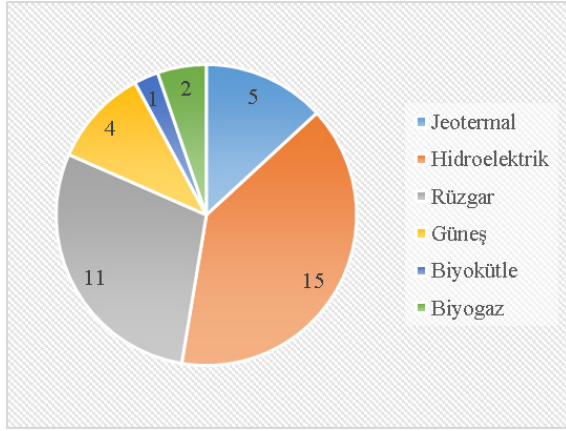


**Şekil 7.** YEK-G sisteminin işleyişi [47]

YEK-G yönetmeliğinde açık olarak belirtilmemekle birlikte; YEKDEM'den yararlanan santraller de sertifika ihraç edebilecek, YEK-G ve I-REC sistemleri faaliyetlerini bağımsız olarak sürdüreceklidir. YEK-G kapsamı dışında olan lisanssız üreticilerin de ilerleyen dönemlerde YEK-G sistemine dâhil olması planlanmaktadır [32].

##### 4.2. Türkiye'nin YES potansiyeli ve değerlendirme oranı

Türkiye'de I-REC sistemine kayıtlı toplam 1.540,128 MW kurulu güce sahip 38 santral bulunmaktadır. Bu santrallerin 15'i hidroelektrik, 11'i rüzgâr, 5'i jeotermal, 4'ü FV güneş, 2'si biyogaz ve 1 tanesi biyokütle santralidir (Şekil 8). Türkiye'de I-REC'e kayıtlı yenilenebilir enerji santrallerin kaynak türlerine göre kurulu gücü Tablo 7'de gösterilmiştir [57].



Şekil 8. Türkiye'de I-REC'e kayıtlı santraller

Tablo 7. Türkiye'de I-REC'e kayıtlı yenilenebilir enerji santrallerin kurulu gücü

Kaynak Türleri	Kurulu Güç (MW)
Jeotermal	129,500
Hidroelektrik	979,820
Rüzgâr	369,300
Güneş	44,600
Biyokütle	12,000
Biyogaz	4,908
<b>Toplam</b>	<b>1.540,128</b>

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)'nın 2015-2020 yılları arasındaki elektrik tüketim verileri bazında yapılan analiz sonucunda, ülkemizdeki YES'lerin yıllara göre değişen potansiyel değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Analiz kapsamında yıllık tüketilen elektriğinin, faturalanan miktarları üzerinden ihraç edilebilecek kapasite hesabı yapılmıştır [58,59,60,61,62,63].

Tablo 8. Yıllık elektrik tüketime bağlı sertifika potansiyeli [58,59,60,61,62,63]

Yıllar	Toplam faturalanan elektrik tüketimi (MWh)	Elektrik üretiminde yenilenebilir kaynak oranı	Toplam faturalanan yenilenebilir kaynaklı elektrik tüketimi (MWh)	Sertifika potansiyeli (MWh)
2015	193.427.144,60	32,13	62.144.660,30	<b>43.811.985,51</b>
2016	212.328.766,43	33,24	70.575.338,91	<b>50.108.490,63</b>
2017	225.713.528,13	29,53	66.653.620,64	<b>47.630.677,31</b>
2018	233.610.029,54	32,31	75.482.991,37	<b>53.404.216,39</b>
2019	229.597.913,65	43,97	100.957.933,48	<b>70.185.955,35</b>
2020(10 ay)	192.881.116,00	31,15	60.085.894,75	<b>41.933.945,95</b>

Lisanssız ve lisanslı santrallerden üretilen elektrik enerjisinin şebekedeki tüketim miktarları ayrı ayrı hesaplanmadığından, analiz toplam tüketim miktarları

üzerinden yapılmıştır. Ayrıca Tablo 9'da yıllara göre lisanssız santrallerden üretilen enerji miktarları verilmiştir.

Tablo 9. Lisanssız santrallerden üretilen elektrik miktarı [58,59,60,61,62,63]

Yıllar	Toplam lisanssız üretilen elektrik miktarı (MWh)	Üretilen Lisanssız Elektriğin Kaynak oranı (%)			
		Rüzgar	Güneş	Hidrolik	Biyokütle
2015	222.685,01	0,18	83,07	0,09	16,66
2016	1.137.871,75	0,73	90,64	0,54	8,10
2017	3.031.558,05	1,21	93,57	0,64	4,57
2018	8.212.409,37	1,36	95,71	0,42	2,51
2019	9.829.450,00	1,16	95,90	0,34	2,60
2020(10 ay)	10.037.563,00	2,06	93,52	0,36	4,07

Tablo 8'deki verilere göre Türkiye'nin 2019 yılı toplam YES potansiyeli 70.185.955,35 MWh olup, lisanssız üreticilere sertifika sağlama imkânı verildiği durumda lisanssız üreticilerin 9.829.450,00 MWh'lik potansiyeli de kullanılabilir. Tablo 8'de yer alan veriler; sanayi ve ticaret kuruluşların faturalanan elektrik tüketim miktarları ve Türkiye'nin toplam elektrik enerjisi üretimindeki YEK oranı dikkate alınarak hesaplanmıştır.

I-REC verilerine göre Türkiye'nin kayıtlı I-REC hacmi 505,872 MWh'dır [46]. Fakat toplam YES potansiyeli ile oranlandığından toplam kurulu YEK gücünün %0,72'sinden sertifika yayımlandığı hesaplanmıştır. EPDK verileri doğrultusunda Tablo 9'da verilen, lisanssız üreticilerinde yıllık elektrik üretimlerinin yıllara oranla artış gösterdiği ve tüketim

miktarlarının da ciddi bir sertifika potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

### 4.3. YES kullanan kuruluşlar

Türkiye'de faaliyet gösteren farklı sektörlerde faaliyet yürüten uluslararası kuruluşlar, elektrik enerjisi kaynaklı dolaylı emisyonlarını dengelemek amacıyla YES kullanmaktadır. Bu durum YEK üreticilerinin ek gelir elde etmelerine imkân sunmaktadır [64]. Türkiye'de bulunan ve farklı sektörlerde faaliyet yürüten uluslararası birçok kuruluşun son yıllarda I-REC sertifikası kullanmaktadır [65,66,67].

## 5. Sonuç ve tartışma

Elektrik enerjisi sektöründe YEK kullanımı, fosil yakıt kullanımı kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu miktarını azaltarak iklim



değişikliğini önlemede olumlu katkı sağlar. Bu çalışma kapsamında elektrik enerjisi tüketimi kaynaklı emisyonlara değinilerek, bu emisyonların azaltılması için uygulanabilecek piyasa tabanlı araçlardan biri olan YES'ler incelenmiştir. 1 MWh'lik elektrik enerjisinin YEK kullanılarak üretildiğini belgeleyen YES'ler; üreticileri desteklerken, tüketicilerin de elektrik kaynakları hakkında bilgi sahibi olmalarına katkı sağlamaktadır. Çalışma kapsamında; Türkiye'nin faturalı elektrik tüketim miktarı verileri ve yenilenebilir enerji üretim kapasitesi verileri ile Türkiye'nin ihraç edilebilecek toplam YES potansiyeli hesaplanarak piyasa analizi gerçekleştirilmiştir. Aynı amaca hitap eden YES'ler ülkelere göre farklı tasarlanmaktadır. Dünya'nın birçok ülkesinde YES'ler tüm YEK'leri içerse de ABD'de kullanılan Güneş Kaynaklı Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (SREC) bu durumu değiştirmektedir. Sadece güneş enerjisinden elektrik üreten üreticileri destekleyen bu sertifika programı güneş enerjisi kapasitesi yüksek olan ülkelerde faydalı olabilecek bir uygulamadır. Fakat güneş enerjisi piyasasında yaşanacak fiyat dalgalanmaları güneş kaynaklı YES alımını azaltarak sektörü olumsuz etkileyebilmektedir [68]. Türkiye'deki sertifikaların fiyatları; YEK kaynaklı üretim yapan kuruluşların sahip olduğu portföy büyüklüğü ve portföyünde yer alan santralin üretim maliyet değerlerine göre değişkenlik göstermektedir. Lisanslı FV güneş enerjisi santrallerinin sayısı diğer kaynaklara oranla daha düşük olduğundan, en yüksek fiyatlı sertifikalar güneş kaynaklı sertifikalardır [69]. Türkiye'de mevcut YES fiyatları 0,25-0,50 Euro arasında değişmektedir [70]. Sertifikaların miktarında santralin belgelediği YES miktarına bağlı olarak da değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin 1000 MW Kurulu güce sahip bir santral için oluşturulan YES'in fiyatı 200.000 MW Kurulu güce sahip santrale oranla daha yüksek olmaktadır [70]. Dünya'da yapılan çalışmalar incelendiğinde; YES piyasasının gelişmesini engelleyen en önemli faktörün sertifika fiyatlarında yaşanan dalgalanma olduğu görülmektedir [9].

Ülkeler YES politikalarını ulusal veya uluslararası olarak yönetebilmektedir. Uluslararası geçerliği olan YES sisteminin uygulanması; YES piyasalarını güçlendirmekte, uluslararası piyasa hacimlerinden ve şeffaflığından faydalanma imkânı sunmaktadır. Uluslararası YES sistemine entegre bir YES kullanımı, şirketlerin sürdürülebilirlik raporlarında sera gazı emisyonlarını raporlama imkanı sunmaktadır [12].

Ülkemizde şunda uluslararası bir YES olan I-REC kullanılırken, 2021 yılı Haziran ayı itibariyle ulusal bir sertifika olan YEK-G belgesi de kullanılacaktır. Bu doğrultuda Türkiye'de de ilerleyen dönemlerde YEK-G sertifika sisteminin uluslararası bir standart olan GO sistemine uyarlanması ile uluslararası düzen çerçevesinde uygulanması planlanmalıdır.

Türkiye'de YES kullanımı genellikle küresel şirketlerin yurtdışındaki karar merkezleri tarafından talebi üzerine gerçekleştirilmektedir. YES piyasası Türkiye'de henüz yeni bir piyasa olup, yeni santrallerin kayıtlarının yapılmasıyla genişlemektedir.

Türkiye'nin YEK kaynaklı elektrik üretim kapasitesi ve elektrik tüketim miktarları incelendiğinde, üretilen elektrik miktarına karşın çok düşük miktarlarda sertifika itfa edildiği görülmektedir. EPDK'nın yıllık elektrik tüketim verileri değerlendirildiğinde ülkemizde YEK kullanılarak üretilen elektrik enerjisi değerinin artış gösterdiği ve YES'ler için günümüzdeki sertifika verilerine göre çok daha fazla potansiyele sahip bulunduğu görülmektedir. 2019 yılında I-REC

tarafından yayınlanan sertifika miktarı ile Türkiye'nin YEK kullanılarak tüketilen 70.185.955,35 MWh'lık elektrik enerjisi miktarı dikkate alındığında; toplam ihraç edilebilir YES potansiyelinin %0,72 oranında değerlendirildiği görülmektedir. 2019 yılında lisanssız santraller tarafından üretilen elektrik enerjisi miktarı 9.829.450,00 MWh'dir. Bu değer lisanssız üreticilerin önemli bir YES ihraç potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık lisanssız elektrik üretimi kapsamındaki santraller; hem I-REC sertifika sistemine hem de YEK-G sertifika sisteminin kapsamı dışındadırlar.

## 6. Öneriler

YEK-G sisteminin uygulanması ile birlikte tüketiciler YEK-G belgelerini kaynak türüne göre tercih edebilecek, böylece piyasada kaynak bazında fiyatlar belirlenmiş olacaktır. Fiyat dalgalanması dezavantajının azaltılması için Türkiye'de uygulanacak YEK-G sisteminin sürekli izlenmesi sonrasında analiz edilmesi ve tarife garantisi gibi mekanizmalar ile desteklenmesi faydalı olacaktır. YEK-G sisteminin I-REC sistemine göre en önemli dezavantajı, sistemin uluslararası olmamasıdır. Gönüllülük esasına dayalı olarak YES ticaret sisteminin uluslararası olarak oluşturulması hem Türkiye'de enerji piyasasının gelişimini hem de uluslararası anlamda emisyon azaltımını önemli ölçüde etkileyecektir. Uluslararası bir standarda bağlı olarak yürütülen YEK-G piyasası; piyasa hacimlerinde artış yaşanmasını sağlayacak, piyasa şeffaflığını artıracak ve bu sisteme bağlı olarak ihracı yapılan YES'lerin şirketler tarafından uluslararası raporlamalarda kullanılmasına olanak sağlayacaktır.

Yenilenebilir teknoloji santrallerin kurulumu ve elektrik üretimi sırasında emisyon başta olmak çeşitli çevresel etkiler gözlemlenebilmektedir. Ancak Türkiye'de düzenlenen YES'lerde enerjinin üretimi sırasında oluşabilecek emisyonlar ile ilgili herhangi bir bilgi verilmemektedir. Eko etiketler bu konuya bir açıklık getirerek elektrik üretiminin tüm aşamalarındaki çevresel etkilerini belgeyerek raporlamanın daha doğru yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Türkiye güneş enerjisinden elektrik üretim potansiyeli yüksek bir ülke olduğundan ABD'de uygulanan sisteme benzer bir şekilde sadece güneş enerjisinden elde edilen elektriği belgeleyen bir sertifikasyonun uygulanması güneş enerjisi kaynaklı elektrik üretimini arttıracaktır. Söz konusu üreticilere destek sağlayan bu sertifikasyonda, mevsimsel değişikliklere bağlı olarak sertifika fiyatlardaki değişim analiz edilmelidir.

Lisanssız elektrik enerjisi üretim tesislerinin YEK-G mekanizmasına dâhil edilmesi gereklidir. Bu tesislerin YEK-G mekanizmasına dâhil edilmesi; toplam sertifika oranını arttıracak, lisanssız elektrik üreticileri ek gelir sağlayacak ve yenilenebilir enerji sektörü katılımcılarının sayısı artacaktır.

## Referanslar

- [1] TUİK, 1990-2018 Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton CO<sub>2</sub> Eşdeğeri) URL: (<https://tuikweb.tuik.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 03 Ocak 2021).
- [2] M. Crippa, G. Oreggioni, D. Guizzardi, M. Muntean, E. Schaaf, E. Lo Vullo, E. Vignati, 2019. Fossil CO<sub>2</sub> and GHG emissions of all World countries. Luxembourg: Publication Office of the European Union, ISBN 978-92-76-11100-9, doi:10.2760/687800.

- [3] TUİK, 1990-2018.Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton CO2 Eşdeğeri) URL: (<https://tuikweb.tuik.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 03 Ocak 2021).
- [4] Ekonomik göstergeler merceğinden yeni iklim rejimi, 2020. TUSIAD, ISBN: 978-605-165-047-0 URL: (<https://tusiad.org/tr>) (Erişim Tarihi: 03 Ocak 2021).
- [5] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi URL: (<https://iklim.csb.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-4362>) (Erişim Tarihi: 15 Ocak 2021).
- [6] T. İçmeli, İklim Değişikliği İle Mücadelede Tarihi Dönem Paris Anlaşması Ve Türkiye, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İklim Değişikliği Dairesi(Sunum) URL: ([https://www.ikv.org.tr/images/files/Tu%C4%B0Fba%20%C4%B0%C3%A7meli\\_.pptx](https://www.ikv.org.tr/images/files/Tu%C4%B0Fba%20%C4%B0%C3%A7meli_.pptx)) (Erişim Tarihi: 18 Kasım 2020).
- [7] Niyet Edilen Ulusal Katkı ile Yürütülmesi Öngörülen Plan Politikalar URL: (<https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>) (Erişim tarihi: 15 Ocak 2021).
- [8] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim Ve Geleceğe Bakış, Ankara, Ocak 2011(Erişim Tarihi: 15 Ocak 2021).
- [9] D. Hulshof, C. Jepma, M. Mulder, Performance of markets for European renewable energy certificates. Energy Policy 128, 697-710, 2019.
- [10] M.A. Akkaya, M. Onuk, Is Renewable Energy Certification System Necessary for Turkey? ([https://www.researchgate.net/publication/344688268\\_Is\\_Renewable\\_Energy\\_Certification\\_System\\_Necessary\\_for\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/344688268_Is_Renewable_Energy_Certification_System_Necessary_for_Turkey)) (Erişim Tarihi: 18 Aralık 2020).
- [11] A. Hamburger, Is guarantee of origin really an effective energy policy tool in Europe? A critical approach. Society and Economy 41(4), 487-507, 2019.
- [12] B. Sultanoğlu, Y. Özerhan, İklim Değişikliği Raporlaması: Türkiye'deki İşletmelerin Gönüllü Karbon Saydamlık Projesi (Cdp) Açıklamaları. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 22, 176-194, 2020.
- [13] RE100 URL: (<https://www.there100.org/>) (Erişim Tarihi: 26 Kasım 2020).
- [14] B.K. Jo, G. Jang, An Evaluation of the Effect on the Expansion of Photovoltaic Power Generation According to Renewable Energy Certificates on Energy Storage Systems: A Case Study of the Korean Renewable Energy Market. Sustainability 11(16), 4337, 2019.
- [15] Q. Zhang, G. Wang , Y. Li , H. Li , B. McLellan, S. Chen, Substitution effect of renewable portfolio standards and renewable energy certificate trading for feed-in tariff. Applied Energy 227, 426–435 Zhang Q., Wang G., Li Y., Li H., McLellan B, Chen S., 2018. Substitution effect of renewable portfolio standards and renewable energy certificate trading for feed-in tariff. Applied Energy 227, 426–435, 2018.
- [16] J. Chuang, H.L. Lien, W. Den, L. Iskandar, P. H. Liao, The relationship between electricity emission factor and renewable energy certificate: The free rider and outsider effect. Sustainable Environment Research 28(6), 422-429, 2018.
- [17] J. Adamczyk, M. Graczyk, Green certificates as an instrument to support renewable energy in Poland—Strengths and weaknesses. Environmental Science and Pollution Research 27(6), 6577-6588, 2020.
- [18] SHURA, "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Sertifikalandırma ve Ticaret Sistemi Nasıl Olmalıdır?" Webinar Özet Raporu, 27 Temmuz 2020, İstanbul (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2020).
- [19] Ü. Çalıköğlü, Türkiye Enerji Piyasasında Yeşil Elektrik Ve Yeşil Sertifika Talebinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Temiz Tükenmez Enerjiler Anabilim Dalı, Ankara, 2017.
- [20] Natural Capital Partners, Energy Attribute Certificates: Help companies achieve renewable energy goals URL: ([https://assets.naturalcapitalpartners.com/downloads/Energy\\_Attribute\\_Certificate\\_Factsheet.pdf](https://assets.naturalcapitalpartners.com/downloads/Energy_Attribute_Certificate_Factsheet.pdf)) (Erişim Tarihi: 28 Kasım 2020).
- [21] Uluslararası REC'ler (I-REC'ler) URL: (<https://www.ecohz.com/renewable-energy-solutions/international-recs-i-recs/>) (Erişim Tarihi: 26 Ekim 2020).
- [22] Menşe Garantileri URL: (<https://becour.com/guarantees-of-origin>) (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2020).
- [23] Green power procurement, Understanding the options, June 2017(Rapor) URL: (<https://www.wsp.com/-/media/Sector/US/Document/pdf-WSP-Whitepaper-Green-Power.pdf>) (Erişim Tarihi: 02 Kasım 2020).
- [24] Meeting demand with supply: renewable energy market briefing Taiwan, December 2020 (Rapor)(RE100, CDP) (Erişim Tarihi:10 Ocak 2021).
- [25] Green Electricity Certificate (GECs) of China, Technical Assessment Report, August 2020(Rapor)(RE100, CDP) (Erişim Tarihi:10 Ocak 2021).
- [26] Yenilenebilir Enerji Menşe Garantileri (REGO) URL: (<https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/rego/about-rego-scheme>) (Erişim Tarihi: 14.11.2020).
- [27] Incentivising renewable electricity – a comparison of Renewable Obligation Certificates and Feed-in tariffs, September 2010. Research Paper Aidan Stennett, Research and Library Service.
- [28] Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, Avrupa Parlamentosu Ve Konsey Direktifi (AB) 2018/2001, Article 19

- Guarantees of origin for energy from renewable sources 11 Aralık 2018 (Erişim Tarihi: 15 Ocak 2021).
- [29] Natural Capital Partners, International RECs (I-RECs), Enabling Businesses to Meet Renewable Energy Commitments Throughout the World.
- [30] 21st Century Power Partnership Report, Policies for Enabling Corporate Sourcing of Renewable Energy Internationally, Technical Report, Mayıs 2017 URL: (<https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/68149.pdf>) (Erişim Tarihi: 28 Ekim 2020).
- [31] Sustainability Roundtable, Inc. Sustainable Real Estate Roundtable: Member Briefing International Markets For Renewable Energy Certificates (RECs), Page 6, 2012 (Rapor) URL: ([http://www.sustainround.com/library/sites/default/files/SR%20Inc\\_SBER-ELC\\_Member%20Briefing\\_International%20Markets%20for%20RECs\\_2012-07-16.pdf](http://www.sustainround.com/library/sites/default/files/SR%20Inc_SBER-ELC_Member%20Briefing_International%20Markets%20for%20RECs_2012-07-16.pdf)) Erişim Tarihi: 27 Ekim 2020).
- [32] Hakkı ÖZATA, Organize Elektrik Piyasaları Grup Başkanı, EPDK; (Görüşme Tarihi: 05.01.2021).
- [33] GO'ların TWh cinsinden istatistiksel verileri URL: (<https://www.greenfact.com/News/1387/AIB-2020-GO-statistics-summary>) Erişim Tarihi: 12 Şubat 2021).
- [34] Satılan ve iptal edilen GO'ların kaynaklarının yüzdelik gösterimi URL: (<https://www.aib-net.org/facts/market-information/statistics/activity-statistics-all-aib-members>) (Erişim Tarihi: 13 Şubat 2021).
- [35] The International REC Standard, Interaction avoided emission rights and RECs, February 2020 URL: (<https://www.irecstandard.org>) Erişim Tarihi: 18 Kasım 2020).
- [36] Menşe Garantileri URL: ([https://www.certify.eu/images/media/files/WG3\\_20180123\\_Energy\\_Certification\\_Presented\\_Slides.V.0.pdf](https://www.certify.eu/images/media/files/WG3_20180123_Energy_Certification_Presented_Slides.V.0.pdf)) (Erişim Tarihi: 11 Kasım 2020)
- [37] Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (REC'ler) URL: (<https://www.epa.gov/greenpower/renewable-energy-certificates-recs>) (Erişim Tarihi: 26 Kasım 2020).
- [38] Zero Code, Off-Site Procurement of Renewable Energy April 2018, Technical Support Document. URL: <https://zero-code.org/wp-content/uploads/2018/04/Zero-Code-TSD-OffSiteRenewables.pdf> (Erişim Tarihi: 28 Kasım 2020).
- [39] M. Özcan, Kurumsal Yenilenebilir Enerji Tedarik Anlaşmaları ve Türkiye Elektrik Piyasasında Uygulanabilirliği, Elektrik Elektronik Mühendisliği Kongresi (EEMKON 2019), İstanbul, Türkiye, 14 - 16 Kasım 2019.
- [40] Green power procurement Understanding the options, June 2017 URL: (<https://www.urbangridsolar.com/what-is-a-rec-how-do-they-work/>) (Erişim Tarihi: 05 Ocak 2020)
- [41] Broom R., Wright P., Davey H., Hanas I., O'Hop P., Mingot M., February 2020. The Preferred Route for Corporates to Secure Renewable Energy Supplies in a Decarbonized World, Corporate Power Purchase Agreements, Squirepatton Boggs URL: (<https://www.squirepattonboggs.com/-/media/files/insights/publications/2020/02/corporate-power-purchase-agreements/enccorporate-power-purchase-agreementspitch.pdf>) (Erişim Tarihi: 28 Kasım 2020)
- [42] Bird, L., Heeter, J., O'Shaughnessy, E., Speer, B., Cook, O., Jones, T., Nilson, E. 2017. Policies for Enabling Corporate Sourcing of Renewable Energy Internationally: A 21st Century Power Partnership Report (No. NREL/TP-6A50-68149). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- [43] P. Nandagopal and T.S. Devaraja, International Journal of Current Research and Academic Review, International REC Standard for Empowering Renewable Power Generation, ISSN: 2347-3215 (Online), Volume 6, Number 5, (May-2018).
- [44] Can ARSLAN, Foton Enerji (Veri alış tarihi: 08.12.2020) .
- [45] I-REC Issuers under the Electricity Code, 2020. International REC Standard Foundation secretariat.
- [46] Türkiye I-REC Verileri URL: (<https://www.irecstandard.org/wp-content/uploads/2020/08/StatsReport-2020-05-EE.pdf>) (Erişim Tarihi: 02 Şubat 2021).
- [47] EPDK R.G. Tarih-No: 14.11.2020-31304, Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi Yönetmeliği, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, Türkiye, 2020. URL: (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/11/20201114-2.htm>).
- [48] B. K. Jo, G. Jang, An Evaluation of the Effect on the Expansion of Photovoltaic Power Generation According to Renewable Energy Certificates on Energy Storage Systems: A Case Study of the Korean Renewable Energy Market. Sustainability 11(16), 4337, 2019.
- [49] A. Vantoch-Wood, J. Groot, P. Connor, I. Bailey, I. Whitehead, V. Hamlyn, J. Xu, National Policy Framework For Marine Renewable Energy Within The United Kingdom. MERiFIC Task, 4(1), 2012.
- [50] Eko Etiketler URL: (<https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>)(Erişim Tarihi: 07 Ocak 2020) Türkiye, 2020.
- [51] A.C. Gündoğan, E. Turhan, C.İ. Aydın, M.Ö. Berke, 2017. 100 Maddede Sürdürülebilirlik Rehberi, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği, İstanbul,

- Türkiye. URL: (<http://www.skdturkiye.org/files/yayin/100-maddede-surdurulebilirlik-rehberi.pdf>) (Erişim Tarihi: 25 Aralık 2020).
- [52] Yalçın Altuntaş, Borusan ENBW, (Görüşme Tarihi: 19.01.2021).
- [53] Seda Sener, EnerjiSA (Görüşme Tarihi: 19.01.2021).
- [54] I-REC Issuers under the Electricity Code, 2020. International REC Standard Foundation secretariat. URL: (<https://www.irecstandard.org/registrants/>) (Erişim Tarihi: 20 Ocak 2021).
- [55] Eko Etiketler URL: (<https://www.ecohz.com/renewable-energy-solutions/labels-and-standards/>) (Erişim Tarihi: 07 Ocak 2020).
- [56] EPDK, YEK-G Sistemi ve Organize Yek-G Piyasası İşletim Usul ve Esasları (Taslak) URL: (<https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/4-9332/yek-g-sistemi-ve-organize-yek-g-piyasasi-isletim->) (Erişim Tarihi: 4 Şubat 2021).
- [57] IREC Cihaz Kaydı Raporu URL: (<https://v-1.evident.app/Public/ReportDevices/>) (Erişim Tarihi: 03 Şubat 2021).
- [58] Elektrik Piyasası 2015 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2016. URL: (<http://epdk.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 22 Aralık 2020).
- [59] Elektrik Piyasası 2016 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2017. URL: (<http://epdk.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 22 Aralık 2020).
- [60] Elektrik Piyasası 2017 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2018. URL: (<http://epdk.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 22 Aralık 2020).
- [61] Elektrik Piyasası 2018 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2019. URL: (<http://epdk.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 22 Aralık 2020).
- [62] Elektrik Piyasası 2019 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2020. URL: (<http://epdk.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 22 Aralık 2020).
- [63] Elektrik Piyasası Sektör Raporu, Ekim 2020, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2020. URL: (<http://epdk.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 22 Aralık 2020).
- [64] Bahadır Karabekiroğlu, RWE AG (Görüşme Tarihi: 05 Şubat 2021).
- [65] Borusan EnBW URL: (<https://www.borusanenbw.com.tr/basin-odasi>) (Erişim tarihi: 27.11.2020).
- [66] Toyota URL: (<https://www.toyota.com.tr/world-of-toyota/news/toyota-idari-binalarinda-yenilenebilir-enerji-kullanacak.json>) (Erişim Tarihi: 27.11.2020).
- [67] EnerjiSA URL: (<https://m.enerjisa.com.tr/tr/enerjisa-hakkinda/medya-merkezi/basin-bultenleri/esarj--uluslararası-yesil-enerji-sertifikasi-irec-ile-bir-ilki-daha-gerçekleştirdi>) (Erişim Tarihi: 27.11.2020).
- [68] L. Bird, J. Heeter, C. Kreyck, Solar Renewable Energy Certificate (SREC) Markets: Status And Trends.
- [69] Erdem Sezer, Aksa enerji (Görüşme Tarihi: 07.01.2021).
- [70] Serkan Dündar, Entek Enerji (Görüşme Tarihi: 22.01.2021).



## Mustafa ÖZCAN



Dr. Mustafa ÖZCAN, 1979 yılında İstanbul'da doğdu. 2000 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi bölümünden Teknik Öğretmen ünvanı ile mezun oldu, Aventis ilaç firması Elektrik-Elektronik bakım atölyesinde kısa bir süre çalıştıktan sonra Şişli Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünde Teknik öğretmen olarak çalışmaya başladı.

2002-2006 yılları arasında Bahçeşehir Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Elektrik Bölümünde yarı zamanlı öğretim görevlisi olarak dersler verdi. 2004 yılında Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Programından Y.Lisans (M.Sc.) derecesi aldı. 2008-2013 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Ana bilim dalından doktora eğitimini tamamladı ve doktora (Ph.D.) derecesi aldı. 2018 yılında Kocaeli Üniversitesinde tam zamanlı öğretim üyesi olarak çalışmaya başladı. Eğitim, mesleki ve teknik eğitim ve mühendislik alanlarında düzenlenen eğitim ve bilimsel toplantılara katılmak amacıyla birçok avrupa ülkesinde bulundu. Avrupa Birliği projelerine yürütücü ve katılımcı olarak katıldı. Mesleki ve Teknik eğitim ve mühendislik alanlarında ulusal ve uluslararası yayınları bulunmaktadır. Kocaeli Üniversitesinde çalışmalarını devam ettirmektedir.

## Burcu ERGÜN



Burcu ERGÜN, lisans derecesini 2017 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2018 yılında C sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı'nı aldı. 2020 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nı Prof. Dr. Hakan Pekey danışmanlığında "Koku Kirliliğinin Olfaktometre ile Belirlenmesi ve Dağılımlarının Modellenmesi: Kocaeli Örneği" başlıklı bitirme tezi ile tamamladı. Bu süreçte geri dönüşüm ve danışmanlık sektörlerinde farklı pozisyonlarda görev aldı. 2020 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Programı'na Prof. Dr. Beyhan Pekey danışmanlığında devam etmektedir.

## Elif OCAKLI



Elif OCAKLI, lisans derecesini 2020 yılında Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2020 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nı Doç. Dr. Mustafa ÖZCAN danışmanlığında devam etmektedir. Şu anda özel bir sektörde çalışmaktadır.