



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Türkiye Gönüllü Karbon Piyasaları'nın Değerlendirilmesi

 Burcu ERGÜN YÜKSEL^{a,*},  Mustafa ÖZCAN^b,  Elif OCAKLI^c

^a Çevre Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

^b Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

^c Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: burcuergun94@gmail.com

doi: 10.29130/dubited.1101215

Öz

Karbon piyasaları emisyon azaltım taahhütlerinin gerçekleşmesi için kullanılan ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden mekanizmalardan biridir. Bu çalışma kapsamında Türkiye'deki Gönüllü Karbon Piyasaları'nın durumu incelenerek piyasa hacmi analiz edilmiş, bu mekanizmanın kullanımının yaygınlaştırılması için öneriler sunulmuştur. Türkiye'de, 2005 yılından itibaren birçok yenilenebilir enerji projesi Gönüllü Karbon Piyasaları'nda işlem görmektedir. Buna karşılık, Gönüllü Karbon Piyasaları'nda kayıtlı santral kurulu gücü, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesinin altındadır. Türkiye'nin 2019 yılı yenilenebilir enerji kaynağı kurulu gücü 44.774,6 MW iken Gönüllü Karbon Piyasaları'nda kayıtlı yenilenebilir enerji projelerinin gücü 9.375,8 MW'dır. Kayıtlı projelerin 2020 yılı itibarıyla emisyon azaltım miktarları toplamı 17,44 MtCO₂ eşd.'dir. Mevcut durumda Gold Standart kullanılarak ihraç edilen sertifikaların yaklaşık %55'i itfa edilmiştir. Firmaların karbon emisyonlarını yönetmesi için gönüllü piyasaları kullanması teşvik edilmelidir. Bu teşvik, söz konusu firmaların çevresel sürdürülebilirliğe önem veren bir vizyona sahip olmalarını sağlayarak karbon nötre ulaşmalarını sağlarken, aynı zamanda gönüllü piyasaların da hacmini arttıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Gönüllü karbon piyasası, Karbon piyasaları, Sera gazı emisyonları, Sürdürülebilirlik

Evaluation of Voluntary Carbon Markets in Turkey

ABSTRACT

Carbon markets are one of the mechanisms used to realize emission reduction commitments and promote the use of renewable energy. Within the scope of this study, evaluation of the Voluntary Carbon Markets in Turkey has been made, the market volume has been analyzed and suggestions have been presented for scaling up of these markets. In Turkey, many renewable energy projects have been developed in Voluntary Carbon Markets since 2005. Nonetheless, renewable power plant capacity that is registered in the Voluntary Carbon Markets is below Turkey's renewable power capacity. In 2019, Turkey's renewable power capacity was 44,774.6 MW, and the registered renewable project capacity in Voluntary Carbon Markets was 9,375.8 MW. The total amount of emission reductions of registered projects as of 2020 is 17.44 MtCO₂ eq. Approximately 55% of the certificates issued using the Gold Standard have been redeemed. Companies should be encouraged to use the voluntary carbon markets for managing their carbon emissions. This incentive will ensure that these companies have a vision that attaches importance to environmental sustainability, and achieve carbon neutrality, while at the same time increasing the volume of voluntary carbon markets.

Keywords: Voluntary carbon market, Carbon markets, Greenhouse gas emissions, Sustainability

I. GİRİŞ

Küresel ısınmanın neredeyse kontrol edilemez duruma geldiği günümüzde, birçok ülke iklim acil durumunu ilan etmiştir. 2019 yılı küresel sıcaklık, ortalamaların 1,1 C° üzerine çıkarak 2016 yılından sonraki en sıcak yıl olmuştur [1]. Nüfus artışının ve sanayileşmenin gelişmesiyle birlikte artan çevre sorunlarının iklim değişikliği üzerindeki etkileri küresel iklim değişikliği göstergeleri ile takip edilmektedir. Bu göstergelerden biri olan atmosferik sera gazı konsantrasyonlarındaki artış, küresel ısınmanın en önemli sebeplerinden biri olup çoğunlukla insan kaynaklı faaliyetler sonucunda meydana gelmektedir [2]. Enerji sektörü başta olmak üzere birçok endüstriyel faaliyetlerde fosil yakıt tüketimi sonucu oluşan sera gazı emisyonları, atmosferde birikerek sera etkisini arttırmaktadır [3]. Dünya genelinde, 2020 yılında enerji sektörü kaynaklı CO₂ emisyonlarının 2019 yılına oranla %5,8 düşerek 31,5 Gt olduğu görülse de 1990 yılının emisyon verilerine bakıldığında CO₂ miktarının yaklaşık %53 oranında arttığı görülmektedir [4]. CO₂ emisyonlarının azalmasında önemli bir etkisi olan yenilenebilir enerji kaynaklarının (YEK), 2019 yılında %27 olan elektrik üretimindeki payı, 2020 yılında %29'a yükselmiştir. Yaşanan bu değişiklik ve pandemi etkisiyle, enerji sektörü kaynaklı CO₂ emisyonları %3,3 oranında azalarak geçmiş yıllara oranla en yüksek orandaki düşüş gerçekleşmiştir [4].

Avrupa Birliği (AB), Avrupa Yeşil Mutabakatı'nda Avrupa'nın 2050 yılında iklim nötr hale gelmesi için belirlenen hedefi Avrupa İklim Yasası ile kanun haline getirmiştir. Yasa AB'nin 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını azaltarak 1990 yılındaki emisyon seviyelerinin %55 oranında altına düşürme hedefini de kapsamaktadır. İklim nötrlüğünün sağlanması için, emisyonların azaltılması ve yeşil teknolojilere yatırım yapılması gerekmektedir [5].

Türkiye'nin 2019 yılı sera gazı emisyon değeri 506,1 milyon ton (Mt) CO₂ eşdeğeri (eşd.) olarak hesaplanmıştır. 2019 yılı sera gazı emisyonlarının, 1990 yılında 219,6 MtCO₂ eşd. olarak hesaplanan sera gazı emisyonlarına göre yaklaşık %130 arttığı görülmektedir [6].

Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) sekreteryasına 2015 yılında sunduğu niyet edilmiş ulusal katkı beyanında, sera gazı emisyonlarını 2030 yılında referans senaryoya göre %21 oranında azaltacağını belirtmiştir [7]. Bu hedef kapsamında 2030 yılına kadar güneş enerjisi santralleri (GES) kurulu gücünün 10 GW'a, rüzgar enerjisi santralleri (RES) kurulu gücünün 16 GW'a çıkarılması, mevcut hidroelektrik santral (HES) kurulu güç potansiyelinin tümünün kullanılması, bir nükleer enerji santralinin devreye alınması, elektrik iletim ve dağıtım kayıplarının %15'e düşürülmesi hedeflenmektedir [8].

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında uluslararası olarak ilk adım 1979 yılında 1. Dünya İklim Konferansı ile atılmıştır. 1990'lı yıllar ile birlikte küresel anlamda iklim değişikliği ile mücadelenin daha da önem kazanmasıyla birlikte 1992 yılında BMİDÇS Rio Zirvesi'nde kabul edilmiş ve 1994 yılında yürürlüğe girmiştir [9]. Türkiye bu sözleşmeye 2004 yılında taraf olmuştur [10]. BMİDÇS bağlamında, yükümlülüklerine göre ülkeler EK-1 Ülkeleri, EK-2 Ülkeleri ve EK-1 Dışı Ülkeler olarak 3 gruba ayrılarak birtakım sorumluluklar almışlardır [11]. BMİDÇS sera gazlarının sebep olduğu emisyonların azaltılmasına yönelik politika ve programlar önerse de taraf ülkeler emisyon hedeflerini sağlayamamıştır. 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde düzenlenen Konferansta imzalanan Kyoto Protokolü (KP) ile sözleşmedeki eksiklikler tamamlanmaya çalışılmıştır [12].

KP, hukuki olarak bağlayıcılık içermekte ve protokolün eklerine bağlı olarak ülkelere emisyon azaltım hedefleri koymaktadır [12]. KP'de, ülkelerin belirlenen sera gazı azaltım hedefleri daha düşük maliyetle gerçekleştirmelerini sağlamak için Zorunlu Karbon Piyasaları çerçevesinde Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) ve Ortak Yürütme (JI) olmak üzere 3 esneklik mekanizması oluşturulmuştur [11].

KP taahhüt dönemlerinin bitmesiyle birlikte 2020 yılı sonrasında iklim değişikliği ile mücadelede rol oynayacak Paris Anlaşması (PA), Paris'te gerçekleştirilen 21. Taraflar Konferansı'nda 12 Aralık 2015'te kabul etmiştir. Uluslararası anlamda 22 Nisan 2016'da imzaya açılmış olup 4 Kasım 2016'da

yürürlüğe girmiştir [13]. Türkiye PA'yı 22 Nisan 2016 tarihinde imzalamış, 7 Ekim 2021 tarihinde onaylamıştır [7]. Anlaşmaya göre ülkelerin tamamı sorumluluklar üstlenerek kendi kapasitelerine göre planlar belirleyecek ve bu planları içeren Ulusal Katkı Beyanları (NDC)'ni BMİDÇS sekreteryasına sunacaklardır [8].

Özellikle karbon piyasaları ile ilgili olan, gönüllü işbirliği/pazar ve piyasa temelli olmayan yaklaşımları tanımlayan PA'nın 6. maddesi, taraflar arasındaki gönüllük esasına dayalı işbirliklerini ifade etmekte ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesine yönelik düzenlemeler içermektedir [8]. 2021 BM İklim Değişikliği Konferansı (COP26)'da 6. madde kapsamında yapılan düzenleme ile gelecek yıllarda emisyon piyasalarının güvenilirliğini sağlayan, ülkeler arasındaki denkleştirme emisyonlarının potansiyel mükerrer sayımını önleyecek bir sistem olacaktır. Eski CDM kredileri sınırlanacak, bu pazarlara daha fazla güvenilirlik kazandırılacak, karbon dengelemenin genel fiyatı artacak böylece emisyon azaltımı teşvik edilecektir [14]. COP26'da kömür tüketimini azaltmayı hedefleyen ilk anlaşma olan Glasgow İklim Anlaşması'nın imzalanmasıyla, 40'tan fazla ülke kömür santrallerini aşamalı olarak sonlandırmayı kabul ederken, 23 ülke yeni santral kurmamayı taahhüt etmiştir. COP26'da emisyon hedeflerini sınırların çok altına düşüren ülkelerin, hedeflerini sağlayamayan ülkeler ile emisyon ticareti yapabileceği ve ülkelerin 2024 yılına kadar emisyon envanterlerini ayrıntılı olarak tutacakları ifade edilmiştir [15].

Günümüzde iklim değişikliğinin etkisini azaltmak için global ölçekte farklı yükümlülükler gerektiren çalışmalar yapılmıştır. BMİDÇS ve KP gibi anlaşmalar imzalanmış ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında maliyet göz önünde bulundurularak karbon piyasaları ortaya çıkmıştır. Karbon piyasaları KP kapsamındaki Zorunlu Karbon ve Gönüllü Karbon Piyasaları olmak üzere iki kısımda ele alınmaktadır. İklim değişikliğine karşı mücadele kapsamında imzalanan sözleşmeler ve protokollerin önerdiği karbon piyasaları birçok ülkede uygulanmaktadır. Dünya'nın en büyük çok uluslu karbon ticaret sistemi olan Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi (AB ETS) tüm Avrupa ülkelerinde, İzlanda, Lihtenştayn ve Norveç'te uygulanmaktadır. Avrupa Komisyonu, AB ETS ile 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarında en az %55 azaltmayı hedeflemektedir [16], [17]. Gönüllü Karbon Piyasaları, diğer karbon piyasasından tamamen bağımsız olarak işlem görmektedir. Türkiye'de Gönüllü Karbon piyasalarına yönelik projeler 2005'te geliştirilmeye başlanmıştır.

Dünya genelinde ve Türkiye'de karbon piyasaları ile ilgili gerçekleştirilmiş çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmalar karbon vergilerini, Gönüllü Karbon Piyasaları'nı, karbon ticaret sistemlerini konu alırken, çalışmaların bir kısmı sistemlerin verimliliklerini ölçmekte, bir kısmı da Türkiye gibi karbon yönetim sistemi olmayan ülkelerde uygun sistemin seçilmesine yönelik araştırmaları içermektedir.

Yılmaz tarafından gerçekleştirilen çalışmada [18], karbon ticareti hakkında bilgi verilmiş, Dünya'da ve Türkiye'de karbon ticaretinin uygulanması ile ilgili durum değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, daha etkili bir emisyon azaltımı için YEK kullanım hedeflerinin ve yenilenebilir enerji fiyatlarının yeniden düzenlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca karbon stokunun takip edilebildiği, karbon azaltım potansiyelinin tespit edilebileceği ve kurumlar için karbon ayak izlerinin belirlenerek kurumsal stratejilerin oluşturulacağı bir karbon yönetim sisteminin kurularak kamuda zorunlu hale getirilmesi önerilmektedir. Böyle bir sistemin, ülkenin stratejik enerji yaklaşımının, yenilenebilir enerji potansiyelinin ve karbon hedeflerinin belirlenmesine fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu sistemin mevcut durumdaki gönüllü piyasaları güvenilirlik açısından daha cazip hale getireceği ve Zorunlu Karbon Piyasaları'na geçiş açısından kolaylık sağlayacağı ön görülmektedir.

Ulusoy ve Şen tarafından gerçekleştirilen çalışmada [19], karbon ticaret sisteminin firma değerine olan etkisi 20 firma için yapılan analiz sonucu değerlendirilmiştir. Yapılan regrasyon analizi ile karbon emisyonlarını azaltma projelerinin ve politikalarının firma değerini doğrudan etkileyerek arttırdığı tespit edilmiştir.

Can tarafından gerçekleştirilen çalışmada [20], Gönüllü Karbon Piyasaları'nda faaliyette bulunan projelerin paydaş katılımları bir değerlendirme şablonu aracılığıyla incelenmiştir. Şablon, temsil edilen

paydaşlar, paydaş katılımı için uygulanan yöntem, sürecin şeffaflığı, paydaşların görüşleri ve şikayet mekanizması gibi birçok değerlendirme maddesi içermektedir. Çalışmada 2016 yılına kadar gönüllü piyasalarda işlem gören projelerin sayılarına yer verilirken, Gold Standart (GS) için hazırlanan proje dosyaları incelenmiştir. Söz konusu dosyalarda paydaş katılım davetlerinin yazılı olarak yapıldığı, yazılı davetlerin okuma yazma oranının düşük olduğu bölgelerde yetersiz kalacağı belirtilmiştir. Proje toplantılarına katılan katılımcı sayısının kadın nüfusu başta olmak üzere düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca incelenen dosyalara göre yalnızca bir dosyada paydaş görüşüne göre değişiklik yapılmış olması paydaş görüşlerine önem verilmediğini göstermektedir.

Cankır ve diğ. tarafından gerçekleştirilen çalışmada [21], uluslararası gönüllü karbon standartları karşılaştırılarak incelenmiştir. Çalışmada, GS, Verified Carbon Standard (VCS) 2007 ve Verified Emission Reductions (VER+) ön plana çıkan standartlar olmuş, VCS standardı %71 oranında en çok kabul gören standart olarak belirlenmiştir.

Chen tarafından gerçekleştirilen çalışmada [22] Gönüllü Karbon Piyasaları'nın işleyişi ve temel zorlukları araştırılmıştır. Bu araştırma kapsamında Gönüllü Karbon Piyasası analiz edilmiş, paydaşlarla görüşülmüştür. Piyasaların şeffaflığı ve kalitesi paydaşlar için önemli iken, piyasadaki protokollerin yüksek maliyetinin de pazarın büyümesine engel olduğu görülmüştür. Çalışmaya göre piyasaların kalitesinin maliyeti arttıracak şekilde iyileştirilmeye çalışılması pazarı olumsuz etkileyecektir. Pazardaki paydaşların gönüllü karbon kredisi olarak çevreye önem veren firma profillerine sahip olmalarının önemli olduğu ve bu profilin sağlanması için paydaşların teşvik edilmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Bu çalışma çerçevesinde Türkiye'deki Gönüllü Karbon Piyasaları'nın kullanım düzeyi değerlendirilmiştir. Bu kapsamda çalışmanın ikinci bölümünde karbon piyasaları incelenmiştir. Üçüncü bölümde, Türkiye'de projelerin çoğunluğunun kayıt ettirildiği gönüllü karbon piyasa standartları olan GS ve Verra standartları kullanılarak Türkiye'de geliştirilen gönüllü karbon projelerinin gelişimi incelenmiştir. Ayrıca gönüllü karbon sertifikalarının kullanım yerleri açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde GS ve Verra standartları kullanılarak geliştirilmiş olan yenilenebilir enerji projelerinin analizi sonucu elde edilen sonuçlar verilmiştir. Beşinci bölümde yapılan literatür taraması ve gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre Türkiye'nin Gönüllü Karbon Piyasaları'ndaki durumu değerlendirilmiştir. Altıncı bölümde konu bağlamında öneriler sunulmuştur.

II. KARBON PİYASALARI

Karbon fiyatlandırması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Karbon fiyatlandırması, sera gazı emisyonları üzerine bir fiyat uygulanması esasına dayanmakta olup, PA'nın küresel iklim değişikliğini azaltma konusundaki hedeflerine ulaşmada en etkili araç olarak görülmektedir [23].

Karbon fiyatlandırması sera gazı emisyonlarını azaltmanın yanı sıra devlet gelirlerini artırmak için de kullanılabilir. Karbon fiyatlandırmasından elde edilen gelirler kamu politikası için ön planda olup hükümetlerin mali ve çevresel hedeflerine hizmet edebilmektedir. Bu nedenle günümüzde birçok ülkede karbon fiyatlandırma mekanizması kullanılmaktadır. Karbon fiyatlandırma mekanizmasını uygulayan ülkelerin artmasıyla ve karbon vergisi uygulayan ülkelerin yıllara oranla karbon fiyatını arttırması sebebiyle Dünya genelinde karbon fiyatlandırmasından elde edilen gelir düzeyi artmaktadır [23]. Karbon fiyatlandırma mekanizmaları Tablo 1'de verilmiştir [16], [24], [25], [26].

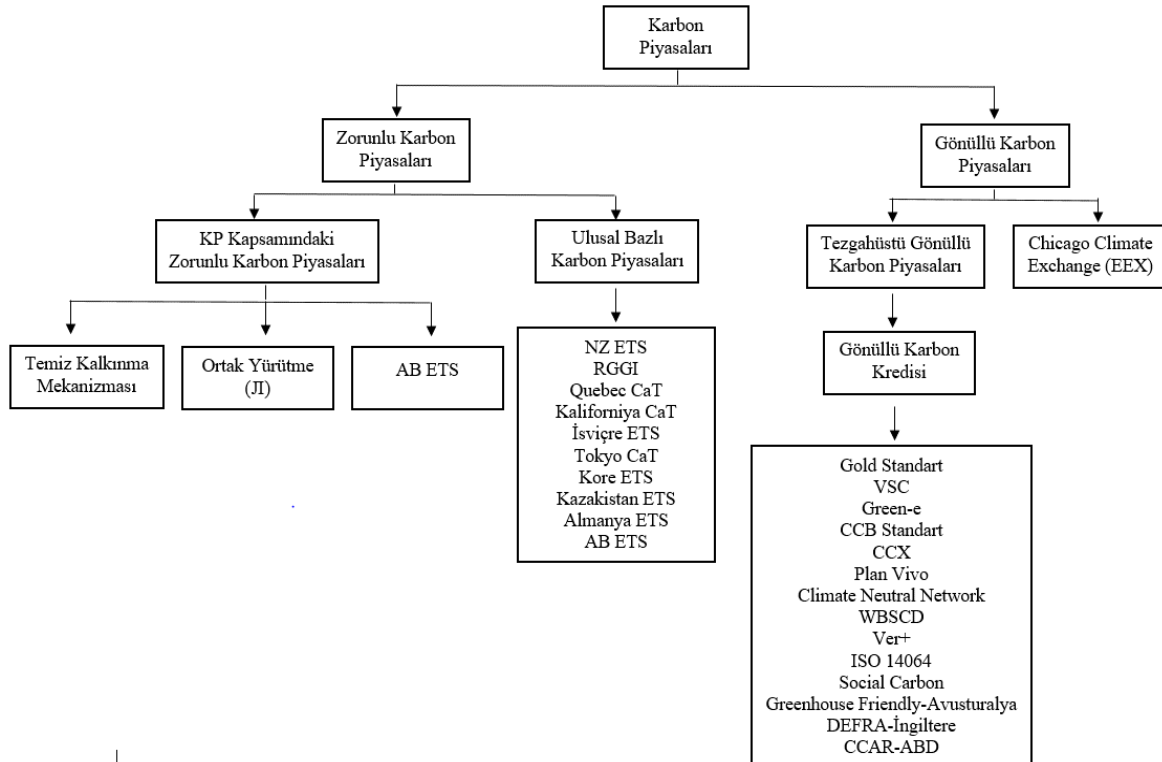
Karbon piyasaları, Zorunlu ve Gönüllü Karbon Piyasaları olmak üzere iki ana başlıkta ele alınmaktadır. Bu piyasalara ait detaylar Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Karbon fiyatlandırma mekanizmaları

Karbon Vergisi	Emisyonlar üzerine belirli bir fiyat uygulamaktadır. Fosil yakıt maliyetini yükselterek fosil yakıt tüketimini ve buna bağlı olarak CO ₂ emisyonlarını azaltmaktadır [23]. Yakıt, enerji verimliliği, daha düşük karbon yoğunluklu ürünlere geçiş veya emisyon üreten faaliyetlere talebin azalması yoluyla kirleticilere emisyonlarını azaltım için teşvik sağlamaktadır.
ETS	ETS, KP kapsamında geliştirilmiş olup sera gazı emisyonlarının seviyeleri ile ilgilidir. ETS'nin tercih edilmesinin nedeni emisyon azaltım faaliyetlerinin düşük maliyet ile gerçekleştirilmesidir [22].
Karbon Kredilendirme Mekanizması	Karbon kredilendirme mekanizmaları, emisyon azaltma faaliyetlerini gönüllü olarak uygulayan aktörlere ticarete konu olan emisyon birimleri veren girişimlerdir. Kredilendirme birimleri karbon vergileri veya ETS'lerle ilişkilendirilebilmektedir [22].
RBCF	Sonuçlara Dayalı İklim Finansmanı (RBCF), önceden tanımlanmış ve üzerinde anlaşmaya varılmış hedeflerin doğrulanması sonucu, fonların alıcıya iklim finansmanı sağlayıcısı tarafından verildiği bir finansman türüdür [8].
Dahili Karbon Fiyatlandırması	Düşük karbonlu yatırımlarda maliyet tasarruflarını ve gelir fırsatlarını tespit etmekte kullanılmaktadır. İşletmeler, zorunlu karbon fiyatlarının işlemleri üzerindeki etkisini değerlendirmek ve potansiyel maliyet tasarrufu ile gelir fırsatlarını tespit etmek üzere bir araç olarak dâhili karbon fiyatlandırmasını kullanmaktadır [26].

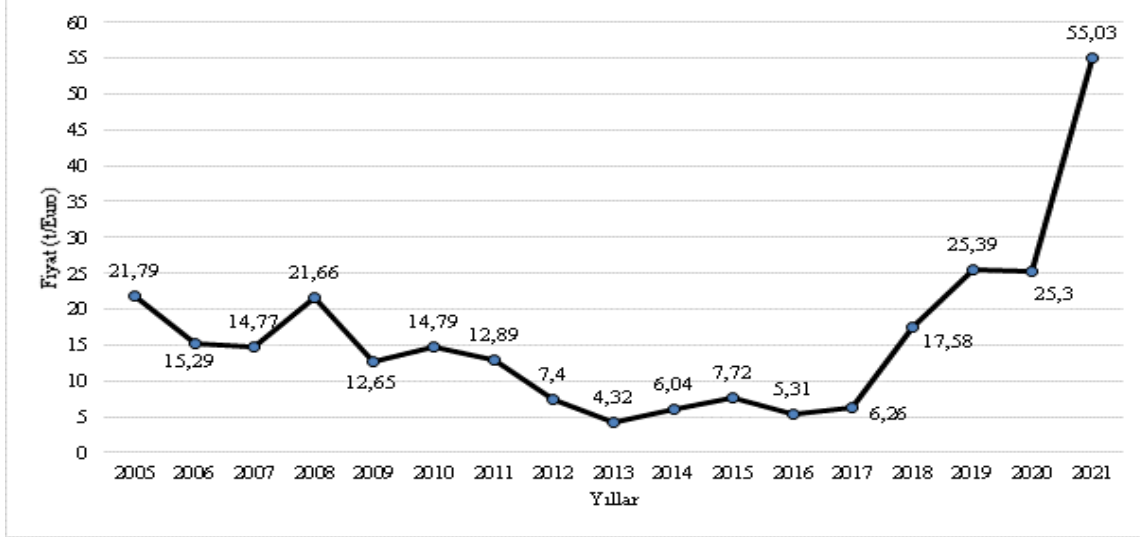
A. ZORUNLU KARBON PİYASALARI

KP kapsamında ve ulusal bazda olmak üzere iki çeşit Zorunlu Karbon Piyasası mevcuttur. ETS, KP'nin 14. Maddesine bağlı olarak emisyon azaltım yükümlülüğü alan ülkelere emisyon hedeflerini gerçekleştirmelerinde kolaylık sunmaktadır [3].



Şekil 1. Karbon piyasaları [11], [27], [28]

AB ETS’de 2005 – 2021 yılları arasında toplam 30.557,89 MtCO₂ eşd. Doğrulanmış emisyon mevcuttur [28]. Şekil 2’de AB ETS’nin başlangıcından itibaren 2021 yılına kadar olan fiyat değişimleri yıllık ortalama değerler ile verilmiştir. AB ETS’de en düşük fiyat 2013 yılında 4,32 t/Euro olarak kayıtlara geçmiştir. 2020 yılında fiyat 25,3 t/Euro iken 2021 yılında 55,03 t/Euro olup %45,97 oranında artmıştır. AB ETS 2022 yılı Ocak ayı karbon fiyatı 89,4 t/Euro ile en yüksek fiyat olarak kayıtlara geçmiştir [29].



Şekil 2. AB ETS fiyat değişimi [29]

Ulusal bazlı Zorunlu Karbon Piyasaları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’de yer alan tahsis miktarı, 2020 yılına ait tahsis değerleridir [29]. 2020 yılına göre en yüksek tahsis miktarı AB ETS’ye aittir.

Tablo 2. Ulusal bazlı zorunlu karbon piyasaları [29]

Ülkeler	ETS Sistemi	Uygulandığı Yıl	Kullanıldığı Gazlar	Kapsadığı Sektörler	Tahsis Miktarı (MtCO ₂ eşd.)
Yeni Zelanda	NZ ETS	2008	Sera gazları	Endüstri, enerji, atık, ormancılık	160
ABD	RGGI	2009	CO ₂	Enerji	109
Kanada	Quebec CaT	2013	Sera gazları	Ulaşım, Sanayi, Binalar, Tarım, Atık	55
Kaliforniya	California CaT	2012	Sera gazları	Endüstri, enerji, ulaşım, bina	321
İsviçre	İsviçre ETS	2008	Sera gazları	Sanayi, enerji,	6
Tokyo	Tokyo CaT	2010	CO ₂	Enerji, endüstri, bina	2
Kore	Kore ETS	2015	Sera gazları	Sanayi, enerji, binalar, havacılık, kamu, atık	609
Kazakistan	Kazakistan ETS	2013	CO ₂	Petrol, gaz, elektrik, endüstri, inşaat	169.2
Almanya	Almanya ETS	2021	Sera gazları	Bina, karayolu taşımacılığı	-
AB	AB ETS	2005	CO ₂ , N ₂ O, PFC	Sanayi, enerji, havacılık, kimya	1610
Çin	Çin Ulusal ETS	2021	CO ₂	Enerji, havacılık, kimya, inşaat	-

B. GÖNÜLLÜ KARBON PİYASALARI

Gönüllü Karbon Piyasaları, Tezgahüstü Gönüllü Karbon Piyasaları ve Şikago İklim Borsası (CCX)'den oluşmaktadır. Gönüllü Karbon Piyasaları'ndaki ilk üç yıldaki hacim değerleri; 2019'da 104 MtCO₂ eşd., 2020 yılında 188 MtCO₂ eşd. ve 2021 yılının ilk sekiz ayında elde edilen hacim değeri 239 MtCO₂ eşd.'dir. 2021 yılının ilk sekiz ayında elde edilen hacim değeri, bir önceki yıla göre %27 oranında artış göstermiştir [30].

Tezgahüstü Gönüllü Karbon Piyasaları'nda uluslararası ve bölgesel bazlı piyasa standartları mevcut olup, bu standartlar Tablo 3'te özetlenmiştir. CCX 2003 yılında kurulmuş olup, sera gazı azaltım projeleri ve karbon sertifikaları için kullanılmaktadır. Kuzey Amerika ve Avrupa'da yaygın olarak kullanılırken, 2010 yılında sıfır hacme düştüğü için kapanmıştır [27].

Tablo 3. Gönüllü karbon piyasası standartları [11]

Uluslararası		
Standart Adı	Kuruluş Yılı	Kullanıldığı Alanlar
GS	2003	Tarım, enerji verimliliği, ormancılık, yakıt, kaçak emisyon, yenilenebilir enerji ve atık
VCS	2005	Tarım, enerji verimliliği, ormancılık, yakıt, kaçak emisyon, yenilenebilir enerji ve atık
Green-e	2007	Yenilenebilir enerji, karbon dengeleme
CCB Standart	2003	Orman
CCX	2003	Sera gazı azaltımı
Plan Vivo	1994	Tarım ve ormancılık
Climate Neutral Network	2008	Karbon dengeleme projeleri
WBCSD	1995	Sera gazı hesaplamaları
VER+		Karbon dengeleme projeleri
ISO 14064		Sera gazı emisyonlarının ölçümü, raporlaması, doğrulaması
Social Carbon	2009	Orman
Bölgesel		
Greenhouse Friendly – Avustralya		-
DEFRA – İngiltere	2001	-
CCAR – ABD		Raporlama

III. TÜRKİYE'NİN GÖNÜLLÜ KARBON PİYASALARINA KATILIMI

Bu bölümde, Türkiye'nin Gönüllü Karbon Piyasaları'nda kayıtlı yenilenebilir enerji projeleri incelenmiştir. Türkiye'deki birçok projenin kayıtlı olduğu gönüllü karbon standartları olan GS ve Verra veri tabanlarından elde edilen veriler ile 2006 yılından bu yana santral sayılarının, kurulu güç miktarlarının ve emisyon azaltım miktarlarının değişimi analiz edilmiştir. 28790 sayılı Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği ile sera gazı emisyonlarını azaltmaya ve gönüllü karbon sertifikası elde etmeye yönelik Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisindeki projeler kayıt altına alınmaktadır. Tebliğ'e göre karbon projelerinin sahipleri olan gerçek veya tüzel kişiler, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği

Bakanlığı'na başvuru yaparak kaydolmakla yükümlüdürler. Ayrıca gönüllü karbon standardı kuruluşları da taraflarınca kaydedilen ve sertifikalandırılan projeleri ve bilgilerini Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na sunmakla yükümlüdürler [31]. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın çevrimiçi sistemi incelendiğinde söz konusu uygulamanın aktif olarak kullanılmadığı görülmektedir.

Türkiye Zorunlu Karbon Piyasaları'na henüz katılmasa da, 2005 yılından bu yana KP'de bahsedilen esneklik mekanizmalarından bağımsız olarak işleyen, Gönüllü Karbon Piyasaları'nda yer almaktadır [32]. Gönüllü Karbon Piyasaları'nda önemli bir role sahip olan Türkiye, Avrupa'daki en büyük gönüllü karbon kredisi satıcısıdır. 2007-2016 yılları arasında 200 milyon ABD dolarının üzerinde yaklaşık 37 MtCO₂ eşd. işlem gerçekleştirmiştir [8]. Türkiye, 2016 yılında 1,9 MtCO₂ eşd. işlemi ile küresel olarak gönüllü karbon dengelemelerinde Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Kore, Çin ve Brezilya'dan sonra gelen altıncı en büyük tedarikçi konumuna gelmiştir [8]. Türkiye'de geliştirilen gönüllü karbon kredilerinin çoğu RES, HES ve biyokütle enerji santrali (BES) projelerinden geliştirilmiştir [8]. Türkiye'de karbon sertifikalarını tercih eden şirketler çoğunlukla küresel menşeli olup, uluslararası sürdürülebilirlik raporlamalarında kullanmak amacıyla sertifika satın almaktadırlar. İklim krizinin farkında olan ve çevreye karşı duyarlı olan yerel şirketler de herhangi bir zorunlulukları olmamasına rağmen karbon sertifikalarını tercih edebilmektedirler. AB, Yeşil Mutabakat çerçevesinde karbon nötr olmayı hedeflemekte ve karbon ayakizini en aza indirmek için alınan tedbirlerden biri olan sınırda karbon vergisini ticari faaliyetlere sahip olduğu ülkelere uygulamayı planlamaktadır. İhracatının büyük çoğunluğunu Avrupa ülkelerine yapan ülkemiz, emisyonlarını azaltmadığı takdirde ticari olarak kayıp yaşayabilecektir [33].

Türkiye toplam ihracatının %50'sini AB ile yaparak, AB'nin 5. büyük ticaret ortağıdır. Yeşil Mutabakat'a uyum sürecinde AB iklim hedeflerini sağlamak ve emisyon seviyelerini düşürmek adına Türkiye'ye ihraç ettiği ürünler için vergi uygulayacak, Türkiye'deki sürdürülebilir ve yeşil olmayan üretimler kredi kuruluşları ve kalkınma bankalarının finansman desteğini almada zorlanacak, yurt dışındaki yatırımcıların da yatırımlarının bir bölümünü sürdürülebilir harcamalara ayırması gerekeceğinden sürdürülebilir ve karbon yoğun olmayan şirketleri tercih etmeyeceklerdir [34]. Özellikle elektrik üreticileri, sınırda karbon vergisi uygulaması nedeniyle yüksek karbon maliyetiyle karşı karşıya kalacağından, olası sonuçlar ve etkiler konusunda fizibilite çalışmalarını yapması gerekmektedir [35].

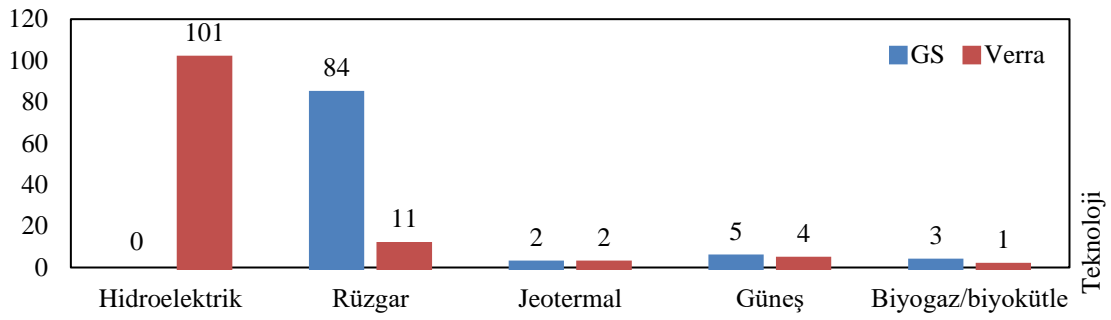
İlk olarak karbon yoğun endüstrilerin başında gelen çimento, demir çelik, alüminyum, gübre ve elektrik sektörlerini kapsayacak olan sınırda karbon vergisi uygulaması [36], birçok alanda karbonsuz ekonomiye geçişi sağlayacak, sürdürülebilir kalkınmaya da destek olacaktır. AB Yeşil Mutabakatı ile birlikte döngüsel ekonomi önem kazanacak, ülkemizin de AB Yeşil Mutabakat ve Döngüsel Ekonomi'ye uyum çerçevesinde mevzuatlarını güncellenmesi gerekecektir [37].

Türkiye 83 milyon nüfuslu, 1999-2019 yılları arasında yıllık ortalama %5-6 büyüme oranıyla büyüyen bir ülkedir [38]. Ülkenin gelişmesiyle birlikte ihtiyaç duyulan enerji miktarı da artacağından, Türkiye'nin enerji talebinin, önümüzdeki 10 yıl içinde iki katına katlanması beklenmektedir [8].

Bu çalışma kapsamında Türkiye'de gönüllü karbon projelerinin en fazla kayıtlı olduğu gönüllü karbon piyasası standartları olan GS ve Verra portallarında yer alan yenilenebilir enerji projelerine ait veriler incelenmiştir. Türkiye'de gönüllü karbon sertifikası projesi bulunan YEK'ten elektrik üreten santral sayısı Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3'teki verilere göre, Türkiye'de 2006-2020 yılları arasında YEK kullanarak elektrik üreten GS'ye kayıtlı 84'ü RES, 2'si jeotermal enerji santrali (JES), 5'i güneş enerjisi santrali (GES) ve 3'ü BES olmak üzere 94 adet proje, Verra'ya kayıtlı 101'i HES, 11'i RES, 2'si JES, 4'ü GES ve 1 tanesi BES olmak üzere 119 adet projeye birlikte toplam 213 aktif proje bulunmaktadır. GS'ye kayıtlı hiç HES projesi bulunmazken, Verra'ya kayıtlı santrallerin çoğunluğu HES'dir. RES projelerinin ise birçoğu GS'ye kayıtlıdır [39], [40].

Santral sayısı (adet)

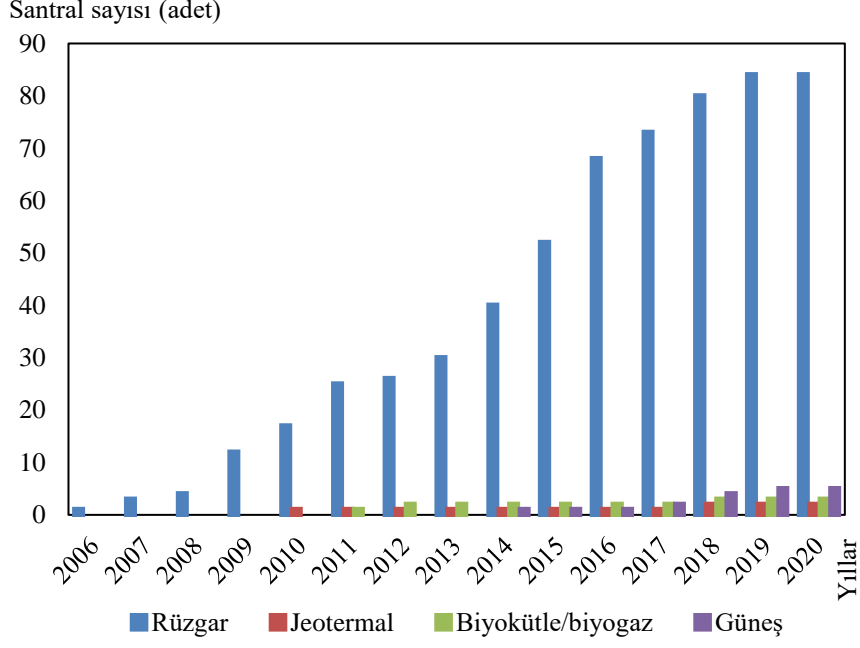


Şekil 3. Türkiye gönüllü karbon sertifikası projesi bulunan santral sayısı (YEK'ten elektrik üreten) [39], [40]

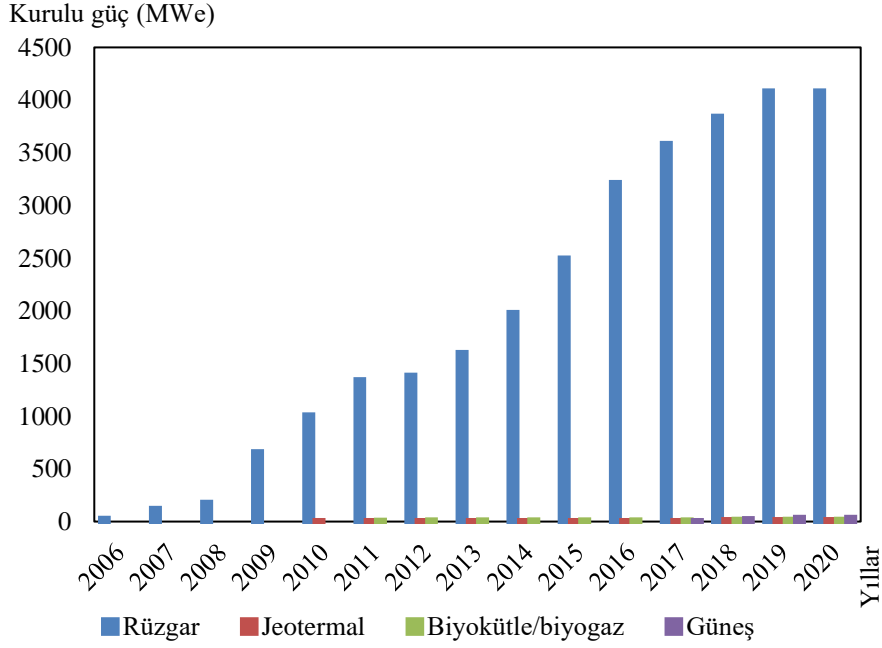
GS'ye 2006 yılından itibaren emisyon azaltım projeleri kaydı yaptıran santrallerin Tablo 4'teki ve Şekil 4'teki miktarları incelendiğinde, çoğunlukla RES'lerin kayıt yaptırdığı, 2006 yılında 1 santral kayıtlı iken günümüzde 84 santralin kayıtlı olduğu görülmektedir. JES'ler 2010, BES'ler 2011 ve GES'ler 2014 yılından itibaren kayıt yaptırmaya başlamıştır. Söz konusu santrallerinin sırasıyla günümüzdeki sayıları, 2, 3 ve 5 adettir. Santrallerin proje raporlarındaki emisyon azaltım hedefleri incelendiğinde 2006 yılında 1 santral ile 71.710 tCO₂ eşd. emisyon azaltımı planlanırken, 2020 yılında toplam 94 santral ile yaklaşık 100 kat artarak 7,71 MtCO₂ eşd emisyon azaltım miktarına ulaşmıştır [39]. Şekil 5'teki verilere göre santrallerin kurulu güçleri incelendiğinde, santral sayısındaki artışa paralel olarak kurulu güçlerde de artış yaşanmıştır. 2006 yılında 30 MWe olan kayıtlı kurulu güç değeri 2020 yılında 4.162,3 MWe değerine ulaşmıştır [39].

Tablo 4. GS yıllara göre santral sayıları ve emisyon azaltım miktarları (kümülatif) [39]

Yıllar	Toplam santral sayısı					Toplam Emisyon azaltım miktarı (tCO ₂ eşd.)				
	Rüzgar	Jeotermal	Biyokütle /Biyogaz	Güneş	Top.	Güneş	Rüzgar	Jeotermal	Biyokütle /Biyogaz	Top.
2006	1	0	0	0	1	0	71710	0	0	71710
2007	3	0	0	0	3	0	244846	0	0	244846
2008	4	0	0	0	4	0	329881	0	0	329881
2009	12	0	0	0	12	0	1158827	0	0	1158827
2010	17	1	0	0	18	0	1688925	32000	0	1720925
2011	25	1	1	0	27	0	2321446	32000	24673	2378119
2012	26	1	2	0	29	0	2388223	32000	54826	2475049
2013	30	1	2	0	33	0	2888476	32000	54826	2975302
2014	40	1	2	1	44	500	3619211	32000	54826	3706537
2015	52	1	2	1	56	500	4495754	32000	54826	4583080
2016	68	1	2	1	72	500	5813767	32000	54826	5901093
2017	73	1	2	2	78	8191	6482100	32000	54826	6577117
2018	80	2	3	4	89	28156	6925934	75000	189981	7219071
2019	84	2	3	5	94	38907	7405294	75000	189981	7709182
2020	84	2	3	5	94	38907	7405294	75000	189981	7709182



Şekil 4. GS yıllara göre kayıtlı santral sayısı (kümülatif) [39]



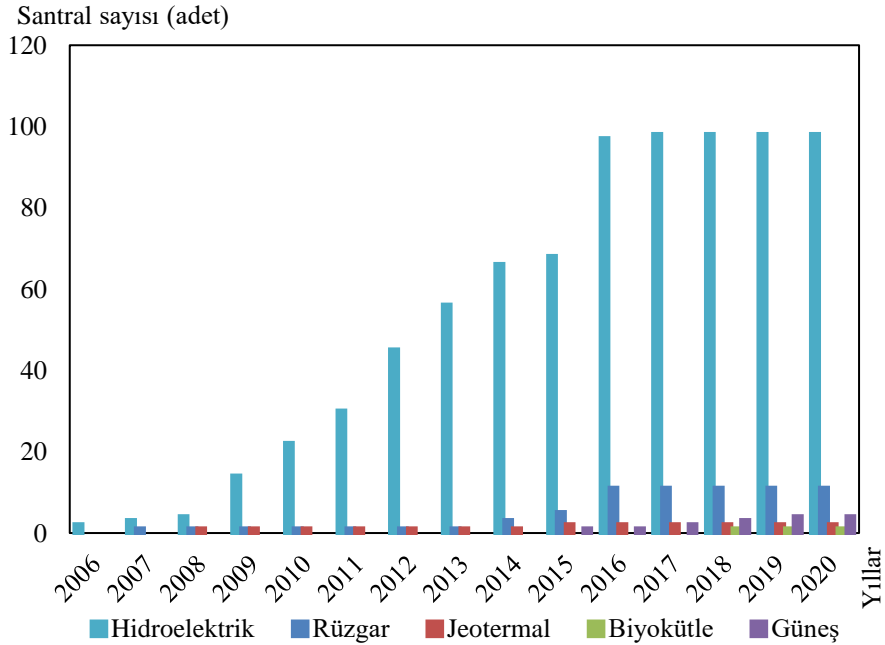
Şekil 5. GS yıllara göre santral sayıları ve emisyon azaltım miktarları (kümülatif) [39]

Verra'da kayıtlı YEK projelerinin Tablo 5 ve Şekil 6'daki verileri incelendiğinde, 2006 yılında 2 santral projesi kayıtlı iken, 2020 yılında kayıtlı santral sayısının 119'a ulaştığı görülmektedir. VERRA veri tabanına kayıtlı 3 santralin bilgilerini içeren dosyaları olmadığından kredi dönemleri bilinmemektedir. Grafiklerde bulunmayan bu santrallerin toplam emisyon azaltım miktarları ve santral güçleri toplam miktarlara eklenmiştir. HES projelerinin 2006 yılından bu yana, RES projelerinin 2007, JES projelerinin 2008, GES projelerinin 2015, BES projelerinin ise 2018 yılından itibaren sisteme kayıt ettirildikleri görülmektedir. Kayıtlı projelerin emisyon azaltım miktarları değerlendirildiğinde, 2006 yılında 70.413 tCO₂eşd. olan hacmin 2020 yılında 9,73 MtCO₂eşd.'ne ulaştığı görülmektedir. Santrallerin kurulu güç

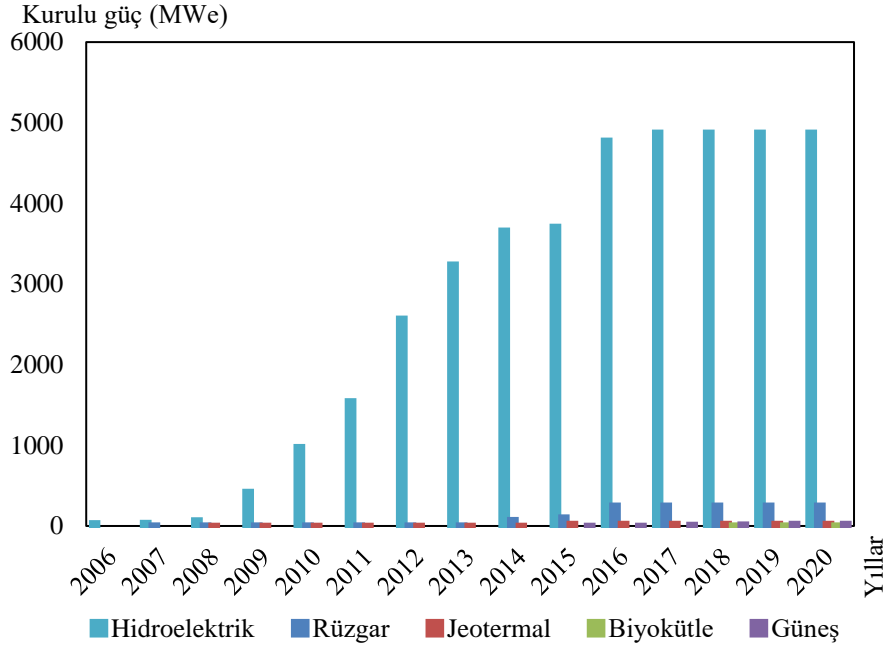
değerleri Şekil 7’de verilmiştir. Buna göre 2006 yılında 38,9 MWe olan kurulu güç değeri 2020 yılında 5213,5 MWe’ye ulaşmıştır [40].

Tablo 5. Verra yıllara göre santral sayıları ve emisyon azaltım miktarları (kümülatif) [40]

Yıllar	Toplam santral sayısı						Emisyon azaltım miktarı (tCO ₂ eşd.)					
	Rüzgar	Hidro- elektrik	Jeoter- mal	Biyokütle/ Biyogaz	Güneş	Top.	Rüzgar	Hidro- elektrik	Jeotermal	Biyokütle /Biyogaz	Güneş	Top.
2006	0	2	0	0	0	2	0	70413	0	0	0	70413
2007	1	3	0	0	0	4	24381	90266	0	0	0	114647
2008	1	4	1	0	0	6	24381	150994	30309	0	0	205684
2009	1	14	1	0	0	16	24381	985702	30309	0	0	1040392
2010	1	22	1	0	0	24	24381	2034673	30309	0	0	2089363
2011	1	30	1	0	0	32	24381	3076268	30309	0	0	3130958
2012	1	45	1	0	0	47	24381	4690989	30309	0	0	4745679
2013	1	56	1	0	0	58	24381	5903271	30309	0	0	5957961
2014	3	66	1	0	0	70	121091	6616483	30309	0	0	6767883
2015	5	68	2	0	1	76	181982	6698025	125731	0	6818	7012556
2016	11	97	2	0	1	111	465298	8656710	125731	0	6818	9254557
2017	11	98	2	0	2	113	465298	8882541	125731	0	33238	9506808
2018	11	98	2	1	3	115	465298	8882541	125731	35612	37190	9546372
2019	11	98	2	1	4	116	465298	8882541	125731	35612	44901	9554083
2020	11	98	2	1	4	116	465298	8882541	125731	35612	44901	9554083

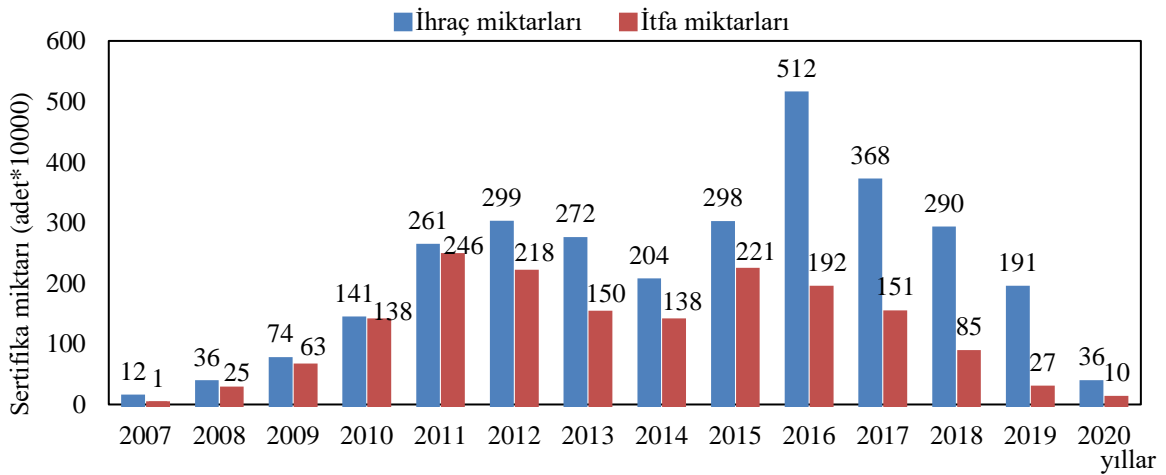


Şekil 6. Verra - yıllara göre santral sayısı (kümülatif) [40]



Şekil 7. Verra-kayıtlı santrallerin kurulu güçleri (kümülatif) [40]

GS veri tabanı [39] kullanılarak, yıllara göre sertifika ihraç ve itfa oranları elde edilmiş ve bu veriler Şekil 8’de verilmiştir. Aynı verilere Verra veri tabanında ulaşılamamıştır. Şekil 8’deki verilere göre, ihraç oranları 2016 yılına kadar artmış, 2016 yılından sonra düşmüştür. 2006-2020 yılları arasında GS’ye kayıtlı santrallerden ihraç edilen 29.940.000 adet karbon sertifikasının yalnızca 16.650.000 adedi itfa edilebilmiştir. Diğer yıllara ait yaklaşık değerlere bakıldığında 2010 yılında 1.410.000 adet ihraç edilen karbon sertifikasının 1.380.000 adedi, 2011 yılında ise 2.610.000 adet karbon sertifikasının 2.460.000’i olmak üzere toplam orana göre nispeten daha fazla sertifika itfa edilmiştir. Yıllar içerisinde, ihraç ve itfa miktarları arasındaki oran artmakla birlikte, son yıllarda ihraç edilen sertifikaların yarısından daha az bir kısmının itfa edildiği görülmektedir. 2019 yılındaki yaklaşık verilere göre 1.910.000 adet ihraç edilen sertifikanın 270.000 adedi, 2020 yılında ise 360.000 adet sertifikanın henüz yalnızca 10.000 tanesi itfa edilmiştir [39].



Şekil 8. GS ihraç ve itfa oranları [39]

IV. SONUC

Bu çalışma kapsamında 2005 yılından itibaren Türkiye’de aktif olarak kullanılan Gönüllü Karbon Piyasaları’nın gelişimi ve kullanım düzeyi değerlendirilmiştir. Gönüllü karbon sertifikaları genellikle iklim değişikliği ile mücadele konusunda duyarlı olan veya global raporlama yapan kurumsal firmalar tarafından tercih edilmektedir. Proje kabul şartlarına bağlı olarak çoğunlukla RES’lerin tercih ettiği GS ve HES’lerin tercih ettiği Verra standartlarına şunda yeni proje kabulü alınmamaktadır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın Gönüllü Karbon Projeleri Çevrimiçi Kayıt Sistemi de aktif olarak kullanılmamaktadır.

Rüzgar ve hidroelektriğe ek olarak jeotermal, güneş ve biyokütle enerji kaynaklarına dayalı santrallerin de zamanla Gönüllü Karbon Piyasaları’na katılması ile birlikte, portallardaki kayıtlı santral sayıları ve Gönüllü Karbon Piyasaları’na kayıtlı santral kurulu güç miktarları da artış göstermiştir. Türkiye’nin 2019 yılında kayıtlı YEK santral kurulu gücü 44.774,6 MW [41] iken, aynı yıl itibariyle GS ve Verra’ya kayıtlı santrallerin kurulu gücü toplamı 9.375,8 MW’dır [39], [40]. 2006 yılında 142.123 tCO₂ eşd. olan toplam emisyon azaltım miktarı 2020 yılı itibariyle 17,44 MtCO₂ eşd.’ne yükselmiştir. 2006-2020 yılları arasında GS’ye kayıtlı santrallerden ihraç edilen karbon sertifikaları incelendiğinde ihraç oranlarının da arttığı görülürken, itfa oranları 2016 yılına kadar artış göstermiş sonrasında azalmıştır. %4,9’luk hacimle bu piyasayı en fazla kullanan ülkelerden biri olan Türkiye’nin [22], mevcut YEK santral kurulu güçlerine bağlı mevcut emisyon azaltım kapasitesi değerlendirildiğinde Gönüllü Karbon Piyasaları’nın kapasitenin altında olduğu görülmektedir.

PA’nın onaylanması ile birlikte Türkiye’nin, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik sunduğu hedefleri gerçekleştirebilmesi için YEK’den elektrik üretimini arttırarak hedeflenen YEK kurulu gücüne ulaşması gerekmektedir. Bu hedefin sağlanması için de sera gazı emisyonlarına sebep olan endüstrilerin YEK kaynaklı elektrik kullanımına yönelmeleri, sebep oldukları karbon emisyonlarını azaltmak mümkünse nötrlemek amacıyla karbon sertifikalarını kullanmaları gerekmektedir. Firmaların gönüllü karbon kredisi olarak çevreye önem veren firma profillerine sahip olmaları için gönüllü karbon kredisi kullanmaları teşvik edilmelidir. Ayrıca karbon emisyonuna sahip tüm sektörlerin, emisyonlarını nötrlemek adına gönüllü piyasalara yönlendirilmeleri, gönüllü piyasaların gelişimine katkı sağlayacak, firmaların da çevresel sürdürülebilirlik adına karbon sıfır hedeflerine ulaşmalarına olanak sağlayacaktır.

V. KAYNAKLAR

[1] World Bank Group. (2020, May 27). *State and Trends of Carbon Pricing 2020* [Online]. Available: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33809>

[2] World Meteorological Organization. (2020, Mar 21). *WMO statement on the state of the global climate in 2016* [Online]. Available: <https://reliefweb.int/report/world/wmo-statement-state-global-climate-2016>

[3] M. Narin, "Flexible mechanisms of the Kyoto Protocol: Emissions Trading," *International Conference On Eurasian Economies*, St. Petersburg, Russia, 2013, pp. 941-952.

[4] International Energy Agency. (2021, Mar 2). *Global energy review: CO₂ emissions in 2020* [Online]. Available: <https://www.iea.org/articles/global-energy-review-co2-emissions-in-2020>

[5] European Commission. (2021, Mar 4). *European climate law* [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_en

[6] Türkiye İstatistik Kurumu. (2021, 31 Mart). *1990-2019 Sera gazı emisyonları* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1>

- [7] Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021, 30 Aralık). *Paris Anlaşması* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>
- [8] Climate Focus. (2019, Nov 29). *Opportunities for Turkey under CORSIA final report 2019* [Online]. Available: <https://www.climatefocus.com/publications/opportunities-turkey-under-corsia>
- [9] M. Öztürk ve A. Öztürk, "BMİDÇS'den Paris Anlaşması'na: Birleşmiş Milletler'in iklim değişikliğiyle mücadele çabaları," *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, c. 12, s. 4, ss. 527-541, 2019.
- [10] A. Öztürk, U. Demirci ve M. F. Türker, "İklim değişikliği ile mücadelede karbon piyasaları ve Türkiye için bir değerlendirme," *I. Ulusal Akdeniz Çevre ve Orman Sempozyumu*, Kahramanmaraş, Türkiye, 2011, ss. 306-312.
- [11] İ. Arı, "İklim değişikliği ile mücadelede emisyon ticareti ve Türkiye uygulaması," Uzmanlık tezi, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, Türkiye, 2010.
- [12] H. Çetintaş ve K. Türköz, "İklim değişikliği ile mücadelede karbon piyasalarının rolü," *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c. 20, s. 37, ss. 147-168, 2017.
- [13] N. Talu. (2020, 27 Mayıs). *İklim değişikliği eğitim modülleri serisi 3* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.iklimin.org/moduller/abpolitikalari.pdf>
- [14] S&P Global Platts. (2021, Nov 21). *COP26 article 6 adoption opens door to billions of dollars of investment in Voluntary Carbon Markets* [Online]. Available: <https://www.spglobal.com/platts/en/about-platts/media-center/press-releases/2021/press-rel111521-cop26-article-6>
- [15] CDP Turkey. (2021, Nov 22). *COP26'da neler oldu?* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://cdpturkey.sabanciuniv.edu/tr/content/cop26da-neler-oldu>
- [16] H. Çelikkol ve N. Özkan, "Karbon piyasaları ve Türkiye perspektifi," *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, c. 31, ss. 203-222, 2015.
- [17] European Commission. (2021, Sep 10). *EU Emissions Trading System (EU ETS)* [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en
- [18] B. Yılmaz, "Enerji sektörünün geleceği: Karbon ticareti," *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, c. 29 s. 1, ss. 65-91, 2019.
- [19] T. Ulusoy, "Emisyon ticareti ve karbon emisyonlarının firma değerine olan etkisi," *Turkish Studies Social Sciences*, c. 14, s. 4, ss. 1827-1840, 2019.
- [20] F. Can, "Türkiye'de uygulanan ve gönüllü karbon piyasalarında faaliyette bulunan projelerin paydaş katılımı açısından değerlendirilmesi," *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, c. 3, s. 1, ss. 1-17, 2018.
- [21] B. Cankır, D. Semiz and A. Aktas, "A comparative analysis of the standards used in voluntary carbon markets," *Journal of Economics, Finance and Accounting*, vol. 1, pp. 1-12, 2014.
- [22] S. Chen, D. Marbough, S. Moore, K. Stern, "Voluntary Carbon Offsets: an empirical market study," *Social Science Research Network*, Available at SSRN 3981914, 2021.
- [23] N. Birinci, "Karbon fiyatlandırmasından elde edilen gelirlerin kullanımı ve etkinliği," *Karadeniz*

- [24] M. Johnson, J. Perks, C. Downey De Oliveira, A. Townend, I. Trim, C. Sachweh, J. Zhang, F. Taşdan, E. Mert, ve I. Sahin, "Türkiye’de piyasa temelli emisyon azaltım politika seçeneklerinin değerlendirilmesi," Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye, Rap. ED61984-2, 2017.
- [25] Dünya Bankası PMR Sekreteryası. (2021, Sep 5). *Uygulamada emisyon ticareti, tasarım ve uygulama el kitapçığı* [Çevrimiçi]. Erişim: https://pmrturkiye.csb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/Uygulamada-Emisyon-Ticareti_TR.pdf
- [26] A. Kossoy, G. Peszko, K. Oppermann, N. Prytz, N. Klein, K. Blok, L. Lam, L. Wong, B. Borkent, "State and trends of carbon pricing october 2015," World Bank and Ecofys, United States, Nov. 99533, 2015.
- [27] G. Binboğa, "Uluslararası karbon ticareti ve Türkiye," *Journal of Yasar University*, c. 9, s. 34, ss. 5732-5759, 2014.
- [28] European Environment Agency. (2021, Aug 05). *EU Emissions Trading System data viewer* [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>
- [29] Investing. (2022, 2 Mart). *Karbon emisyonlari vadeli işlemleri* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://tr.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data>
- [30] Forest Trends. (2021, Sep 15). *State of the Voluntary Carbon Markets 2021* [Online]. Available: <https://www.forest-trends.org/publications/state-of-the-voluntary-carbon-markets-2021>
- [31] Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği, *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 28790, 09 Ekim 2013.
- [32] Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021, Aug 10). *Gönüllü karbon piyasaları* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://iklim.csb.gov.tr/gonullu-karbon-piyasalari-i-4391>
- [33] World Wide Fund for Nature. (2021, Sep 10). *Türkiye, Avrupa Birliği yeşil mutabakatı’nu düşük karbonlu ekonomiye geçiş için bir fırsat olarak görmelidir* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.wwf.org.tr/?10722/Turkiye-Avrupa-Birligi-Yesil-Mutabakatn-dusuk-karbonlu-ekonomiye-gecis-icin-bir-frsat-olarak-gormeli>
- [34] Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı. (2022, 17 Şubat). *Yeni başımızdaki dev pazar Avrupa Birliği* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/avrupa-birligi/yani-basimizdaki-dev-pazar-avrupa-birligi>
- [35] G. Şahin, M.A. Taksim ve B. Yitgin, "Effects of the european green deal on Turkey’s electricity market," *Journal of Business Economics and Management Research*, vol. 4, no. 1, pp. 40-58, 2021.
- [36] European Parliamentary Research Service. (2022, Jan 24). *EU carbon border adjustment mechanism: Implications for climate and competitiveness* [Online]. Available: <https://epthinktank.eu/2022/01/24/eu-carbon-border-adjustment-mechanism-implications-for-climate-and-competitiveness-eu-legislation-in-progress/>
- [37] D. Emil ve A. Bayülker, "Avrupa yeşil mutabakatı döngüsel ekonomi eylem planı türk iş dünyasına neler getirecek?," Türk Sanayicileri ve İş insanları Derneği, Türkiye, Rap. T/2021-06/621, 2021.
- [38] Türkiye İstatistik Kurumu. (2021, 31 Mart). *TUIK websitesi* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.tuik.gov.tr/>

[39] The Gold Standard. (2021, Mar 1). *Gold Standard proje kayıt portalı* [Online]. Available: <https://registry.goldstandard.org/>

[40] Verra. (2021, Mar 1). *Verra proje kayıt portalı* [Online]. Available: <https://registry.verra.org/>

[41] Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi. (2021, 20 Şubat). *Türkiye elektrik üretim istatistikleri* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>