

SERA GAZI EMİSYONU AZALTIMI İÇİN KARBONUN FİYATLANMASI: KARBON VERGİSİ Mİ EMİSYON TİCARETİ Mİ? *

Carbon Pricing for Greenhouse Gas Emission Reduction: Carbon Tax or Emission Trading?

Etem KARAKAYA **, Gamze AKKOYUN *** & Burcu HIÇYILMAZ ****

Öz

Anahtar Kelimeler:

Karbon
Fiyatlandırma,
Emisyon Ticaret
Sistemi, Karbon
Vergisi, Piyasa
Temelli Araçlar, Sera
Gazı Emisyonları.

JEL Kodları:

F18, Q56, Q58

Keywords:

Carbon Pricing,
Emission Trading
System, Carbon Tax,
Market-Based
Instruments,
Greenhouse Gas
Emissions.

JEL Codes:

F18, Q56, Q58

Sanayi devriminden bu zamana atmosfere salınan sera gazı emisyonlarının, negatif dışsallık yaratarak toplumsal refaha zarar verdiği ve en büyük piyasa başarısızlıklarından biri olan iklim değişikliğine yol açtığı görülmektedir. Çeşitli ekonomik araçlar kullanılarak kamu müdahalesi sayesinde emisyonlar azaltılabilir. Karbon emisyonunu maliyetli kılarak dışsal maliyetlerin içselleştirilmesini sağlayan karbon fiyatlandırılması bu araçlardan bir tanesidir. Emisyon salımını maliyetli kılan bu araç, üreticileri, tüketicileri ve hükümetleri düşük karbon içerikli alternatif arayışlara teşvik ederken, aynı zamanda enerji verimliliği ve malzeme verimliliği çabalarını da artırır. Fiyatlandırma, karbon vergisi veya emisyon ticareti ile uygulanabilir. Ancak iki uygulamanın, pratikte farklı sonuçları ortaya çıkabilir. Bu çalışmanın birinci amacı iki temel karbon fiyatlandırma aracı olan karbon vergisi ve emisyon ticaret sistemini ve bunların etkilerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktır. İkinci amacı ise, emisyon azaltımında kullanılan diğer araçlarla karşılaştırılmasıdır. Geniş bir literatür taramasında elde edilen sonuçlar, uygulanan ekonomik aracın tasarımı, piyasa koşulları ve ülkenin ekonomik yapısına göre farklı sonuçların ortaya çıkabildiğini göstermektedir.

Abstract

It is considered that greenhouse gas emissions released into the atmosphere since the Industrial Revolution as one of the biggest market failures caused by humanity have harmed social welfare by creating negative externalities and led to climate change. Government involvement in reducing emissions can be achieved through carbon pricing, which increases the cost of emissions and encourages low-carbon alternatives. Carbon tax or emissions trading can be used to implement carbon pricing. Both tools raise the cost of carbon-containing fossil fuels, forcing producers and consumers to shift to a low-carbon economic system. However, the implementation of these tools may produce different outcomes in practice. This research aims to analyze carbon tax and emission trading system applications and compare their consequences in detail. It also compares carbon pricing mechanisms with other emission-reduction tools. The outcomes obtained from a comprehensive literature survey indicate that results may vary by the design of the economic instrument, market conditions, and the country's economic structure.

* Bu çalışma "Malzeme Talebi ve Malzeme Verimliliğinin Sürdürülebilirlik Açısından Analizi: Ülkeler Arası Karşılaştırmalı bir Analiz ve Türkiye için Değerlendirmeler" başlıklı 221K082 numaralı proje kapsamında TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı tarafından desteklenmektedir.

** Prof. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Türkiye, ekarakaya@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0905-9116

*** Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Teorisi Bilim Dalı, Türkiye, gmkkn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0053-4737

**** Dr. Öğr. Üyesi., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Türkiye, burcu.yilmaz@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3501-2012

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 27.09.2023 Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 17.11.2023

Bu eser Creative Commons Atf 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



1. Giriş

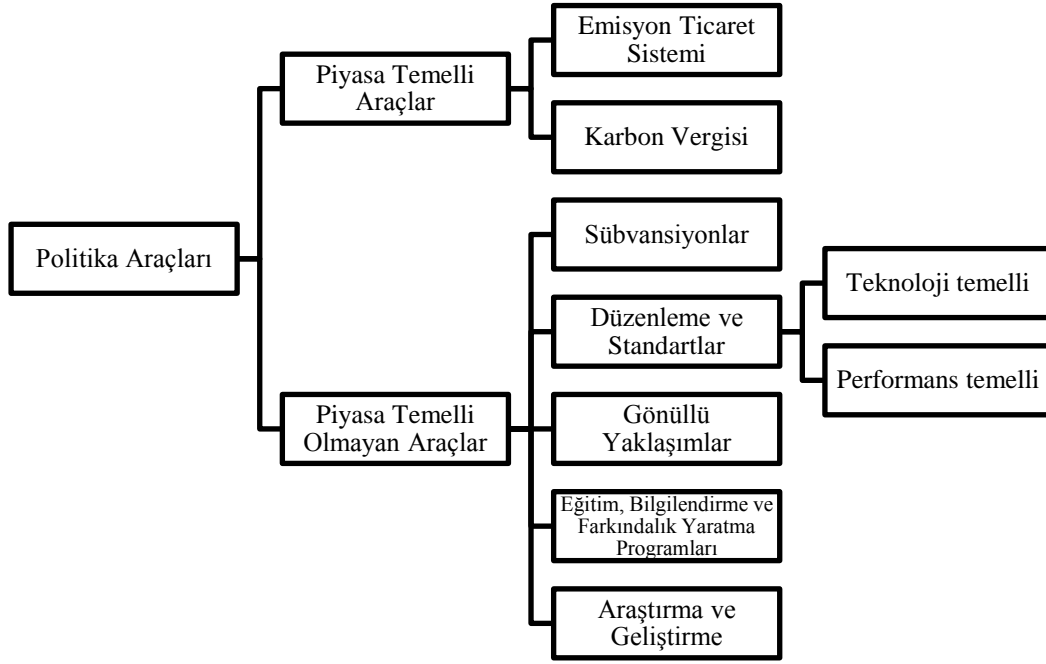
Yerkürenin ısınmasına yol açan başta karbondioksit (CO₂) olmak üzere sera gazı emisyonlarının azaltılması konusu uluslararası müzakerelerin en tartışmalı konu başlıkları arasında olmuştur. Ülkeler emisyon azaltımı konusunda ne kadar yükümlülük alacaklarını hem tarihsel sorumluluklarına, hem bilimin öngördüğü esaslara, hem de azaltım yapabilme kapasitelerine göre belirlerler.

Geçmiş dönemlerde iklim değişikliği ile ilgili tartışmalar temelde küresel ısınmanın varlığı, etkileri ve ülkelerin sera gazı azaltımı için nasıl bir uzlaşmaya varabileceği konularına odaklanmaktaydı. 21. Taraflar Konferansında 196 ülkenin uzlaşması ile kabul edilen Paris Anlaşması İklim değişikliği ile mücadele açısından önemli bir dönüm noktası olarak görülebilir. Bu anlaşma neticesinde artık yıllardır sera gazı azaltımı için uluslararası camianın nasıl bir uzlaşma sergileyebileceğine yönelik temel tartışmaların bitmesi ve etkili mücadele için eylemlerin belirlenip uygulanacağı bir dönem başlamıştır. Bu anlamda her ülke Paris Anlaşması'nın rehberliğinde düşük karbonlu ekonomiye geçiş için strateji planlarını somutlaştırıp bu planları gerçekleştirmek için uygulanacak politika araçlarını öncelikli olarak belirlemektedir.

Sera gazı emisyonlarının azaltımı için başta enerji sektörünün kendisi ve enerjiyi yoğun kullanan sektörler olmak üzere tüm ekonomik alanda ciddi bir dönüşümün sağlanması gerekmektedir. Genel anlamda bu dönüşümü sağlamak için yapılması gerekenler, yenilenebilir enerjiye geçiş ve hem enerji hem de malzeme verimliliğinde ilerleme kaydetmek şeklinde sıralanabilir. Düşük karbonlu ekonomiye dönüşümü sağlayabilmek için politika yapıcılarının, üreticilerin ve tüketicilerin yaklaşımlarında derinlemesine değişiklikler yapmaları gerekmektedir. Bu değişiklikler, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için zorunlu hale gelmiştir (Hiçyılmaz vd., 2022; Parry vd., 2022).

Ulusal ve uluslararası düzeyde, enerji ve malzeme verimliliği artırma ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etme amacıyla politika ve araçlar geliştirme sorumluluğu hükümetlere aittir. İklim değişikliği ile mücadele, yüksek emisyonların, enerji verimsizliğinin ve malzeme verimsizliğinin nedenleri olan faktörlerin detaylı bir analizini gerektirir. Bu tür politika araçları, emisyonları azaltmayı teşvik için azaltımı ödüllendiren veya azaltımı sağlayamayanları cezalandıran, hatta her ikisini birleştiren farklı biçimlerde tasarlanabilir. Karar vericiler, bu politika araçlarını seçerken, uygulanabilir, çevresel açıdan etkili, ekonomik açıdan verimli, düşük maliyetli, adil ve uluslararası rekabeti en az şekilde etkileyen politikaları tercih ederler (Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı [UNCTAD], 2022).

Genel anlamda çevre kirliliğini azaltmak için tercih edilen araçlar standart olarak “emir ve komuta sistemleri” ve “ekonomik/mali araçlar” olarak iki ana kategoride toplanabilir. Ancak daha detaylı olarak, hükümetlerin sera gazı azaltımı için uygulayabileceği araçlar kendi içerisinde Şekil 1'deki gibi sınıflandırılabilir.



Şekil 1. Sera Gazı Emisyonlarını Azaltmak için Kullanılabilecek Politika Araçları

Not: Duval (2008) ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC, 2014) çalışmalarına dayanarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1’den görülebileceği gibi “emir/komuta” araçları grubunda olan zorunlu düzenleme ve standartlar teknoloji temelli veya performans temelli nitelikte standartlar olabilir. Teknoloji temelli düzenleme durumunda, enerji yoğun işletmelerin sera gazı emisyonlarını azaltmak için belirli azaltım tekniği ya da spesifik teknolojileri kullanmaları konusunda standartlar getirilebilir. Araçlarda emisyon kontrolü için spesifik katalitik konverter standardı getirilmesi buna örnek verilebilir. Performans temelli düzenlemeler ise işletmelere birim üretim başına salınacak emisyon miktarı gibi temel standartlar koyup, bu hedeflere ulaşma konusunda teknoloji seçimini işletmeye bırakır. Örneğin araçlarda, kilometre (km) başına salınacak CO₂ emisyonu konusunda bir düzenleme getirilmesidir. Bu anlamda, standartlar konulması bir çeşit yasaklama içermekte ve kuruluşların her halükârda bu yasaklara uyması beklenmektedir. Her bir işletmenin sera gazı azaltımı kapasitesi, azaltılacak sera gazının çeşidine, sektörün özelliğine, işletmelerin büyüklüğüne göre farklılık göstereceği için, özellikle teknoloji temelli standartlar başta olmak üzere bu tür düzenlemeler işletmeler açısından ciddi maliyetler getirebilir (Duval, 2008).

İklim değişikliği ile mücadele için kullanılan ekonomik ve mali araçlar kendi içerisinde çeşitli gruplara ayrılmaktadır. Sübvansiyonlar ve teşvikleri içeren sabit fiyat alım garantileri (feed-in tariffs), ticareti yapılabilir yeşil sertifikalar ve vergi indirimi yatırımları yanında son yıllarda daha fazla önem kazanan karbonun fiyatlanması yoluyla emisyon azaltımı politikaları yer almaktadır. Ancak bu araçların içerisinde literatürde ve uygulamada üzerinde en çok durulan emisyon ticareti ve karbon vergisidir. Bu çalışmanın ana inceleme konusu da karbon fiyatlamasının bu iki temel araç yoluyla gerçekleştirilmesi ve iki aracın karşılaştırılmasıdır.

İklim değişikliği ile mücadelede sera gazı emisyonu azaltımı amacıyla geliştirilen politika araçlarının uygulanması noktasında ülkelerin belli bir tecrübeye eriştiğini söylemek mümkündür. Literatürde genellikle ekonomik ve mali araçların sera gazı azaltımında daha esnek, düşük maliyetli ve etkin olduğu belirtilmektedir. Emir ve komuta yöntemini içeren araçların ise nispeten dar kapsamlı, standart reçete yöntemleri olduğu ve ülkelerin ya da endüstrideki her firma için etkili bir sonuç oluşturmadığı iddia edilmekte ve bu nedenle ekonomik araçların kullanımının tercih edilmesi önerilmektedir (Farid vd., 2016).

Bu çalışmada düşük karbonlu ekonomiye geçiş sürecinde uygulanan ekonomik ve mali araçların detaylı bir incelemesinin yapılması hedeflenmektedir. Bu araçlardan özellikle emisyon ticareti ve karbon vergisi uygulamaları detaylı bir şekilde değerlendirilecek ve daha sonra bu uygulamaların standart araçlarla ve kendi aralarında karşılaştırmalı bir analizi geçmiş tecrübeleri esas alarak irdelenmeye çalışılacaktır. Türkiye’de de karbon fiyatlandırması uygulamalarının gündeme gelmesi, literatürde bu başlıklar hakkında kapsamlı bir politika tartışması olmaması ve çalışmalardan elde edilen güncel sonuçların kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi nedeniyle bu çalışmanın literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada benimsenen metodoloji çok yönlü bir yaklaşımı içermektedir. İlk olarak hem emisyon ticaret sisteminin (ETS) hem de karbon vergilerinin teorik temelleri, tasarım ilkeleri ve pratik uygulamaları hakkında bilgi toplamak amacıyla karbon fiyatlandırmasına ilişkin mevcut literatürün sistematik bir incelemesi gerçekleştirilmektedir. Bu literatür taraması, ekonomik araçlarla ilgili mekanizmalar, avantajlar ve zorluklara ilişkin kapsamlı bir anlayış geliştirmek için kullanılmaktadır. İkinci olarak, özellikle AB içerisinde karbon fiyatlandırma mekanizmalarını uygulayan ülkelerin deneyimlerinin karşılaştırmalı bir analizi yapılmaktadır. Bu analiz, mekanizmanın tasarımı, sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi, maliyet etkinliği ve sübvansiyonlar ve düzenlemeler vb. diğer politika araçlarıyla uyumluluğu gibi faktörleri inceleyerek her sistemin özelliklerini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın giriş bölümünden sonraki içeriği şu şekilde tasarlanmıştır. İlk bölümde karbon fiyatlandırması konusu detaylıca ele alınmaktadır. Bu bölümde ayrıca karbon fiyatlandırma araçlarından olan emisyon ticareti ve karbon vergisinin içeriği, tasarlanması ve gelişimi ele alınmakta ve her iki ekonomik araç karşılaştırılarak değerlendirilmektedir. İkinci bölümde ise karbon fiyatlandırmasının diğer politika araçları ile karşılaştırılması yapılmaktadır. Son bölümde ise karbon fiyatlandırmasına yönelik değerlendirme ve önerilerde bulunmaktadır.

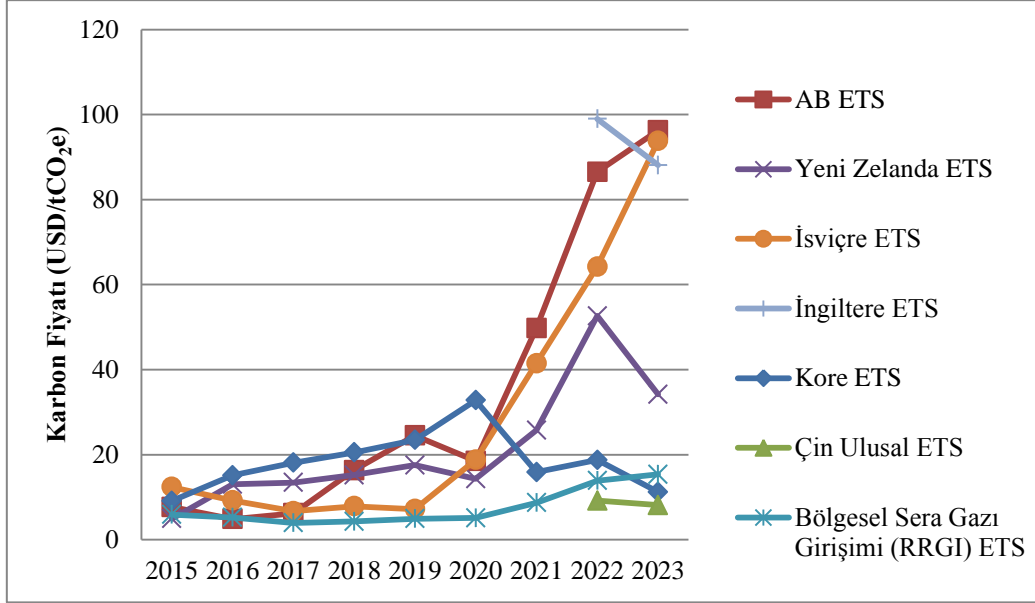
2. Politika Seçeneği Olarak Ekonomik/Mali Araçlar: Karbonun Fiyatlanması

Serbest piyasa sisteminde, ekonomik aktörlerin faaliyeti neticesinde toplumun refahı maksimize edilemiyorsa, bu durumda piyasa başarısızlığından bahsedilir ve hükümetlerin değişik politika araçları ile buna müdahale etmesi gerekir. Bu bağlamda, iklim değişikliği insan kaynaklı en büyük piyasa başarısızlıklarından biri olarak kabul edilmektedir (Stern, 2008). İnsan faaliyetlerinin etkisiyle üretim ve tüketim süreçleri kaynaklı atmosfere yayılan sera gazı emisyonlarının arttığı ve bu emisyon artışının yer kürenin ısınmasına sebep olduğu, bilim camiası tarafından kabul gören bir gerçektir (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli [IPCC], 2014). Emisyon artışlarının kontrol altına alınamaması halinde, iklim değişikliğinin gelecekte daha büyük felaketlere yol açabileceği tahmin edilmektedir (Tol, 2009; Bellard vd., 2012; Jehanzaib vd., 2020).

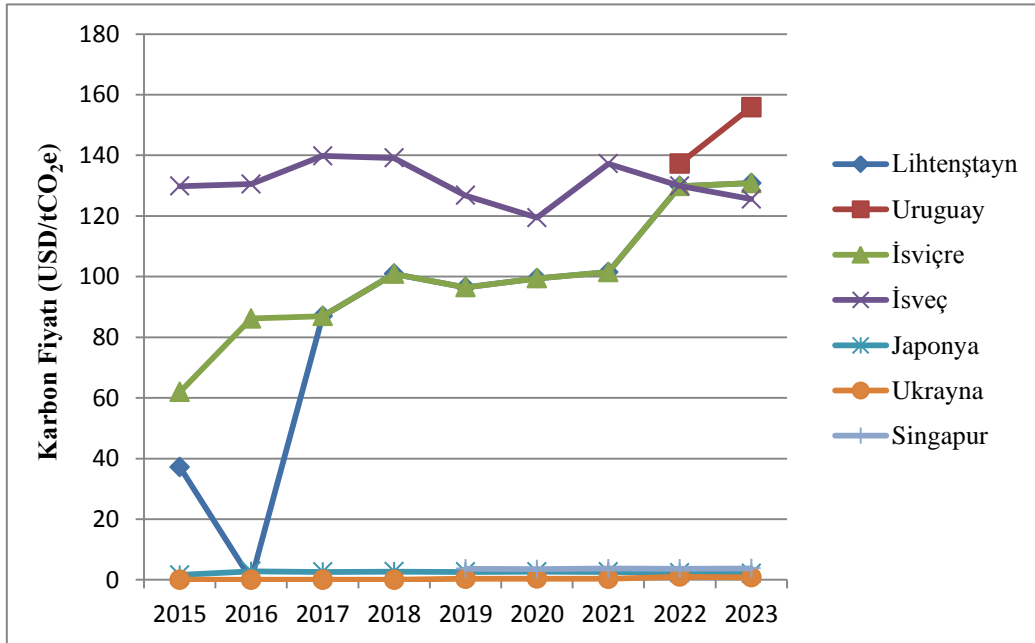
Karbon vergisi veya emisyon ticareti, şletmeler için önemli bir sinyal sağlayarak, şletmelerin üretim süreçlerini düşük karbonlu ekonomiye göre düzenlemelerine teşvik sağlar. Karbon fiyatlandırması uygulamaları sonrasında, kirlilikle en çok ilişkilendirilen faaliyetlerini azaltma, durdurma veya dönüştürme seçeneğine sahip şletmeler, aksi takdirde ödeme yapmak zorunda kalacakları emisyon maliyetlerini göz önünde bulundururlar. Böylece karbon fiyatı sayesinde, emisyonlarda azaltım düşük maliyetle sağlanabilir (Schmalensee ve Stavins 2017; Best ve Zhang, 2020). Karbon fiyatlaması, temiz teknolojilere geçişi teşvik ederek ve inovasyonu destekleyerek düşük karbonlu ekonomik büyümeyi de destekleyebilir (UNCTAD, 2022). Ancak “karbon fiyatının nasıl uygulanacağı ve fiyatın nasıl belirleneceği önemli bir konudur. Teorik olarak, karbon fiyatı negatif dışsallık yaratan sera gazı emisyonlarının yol açacağı, zararın maliyetinin, bu zarardan sorumlu olanlar tarafından karşılanmasını esas alır (Saruc ve Karakaya 2008; UNCTAD, 2022). Bir ton CO₂ salımının neden olacağı iklimsel felaketlerin günümüzdeki ekonomik değeri olarak hesaplanan Karbonun Sosyal Maliyeti (Social Cost of Carbon-SCC), oldukça karmaşık bir modelleme gerektirir. Çünkü gelecekle ilgili projeksiyonları oluştururken kullanılan varsayımlar, emisyonların gelecekte nasıl değışeceği, buna bağlı olarak hangi iklim felaketlerinin ne kadar etkili olacağı ve bu etkilerin ekonomik maliyetlerinin belirlenmesi konularında birçok belirsizlik içerir (Kuik vd., 2008). Tol (2023) çalışmasının incelediği son ampirik araştırmaya göre, varsayımlara bağlı olarak SCC'nin iklimle alakalı bilinirlik arttıkça sosyal maliyetinin arttığı ve düşük faiz (discount) oranları senaryosunda SCC'nin ton başına 122\$-525\$ gibi yüksek bir değeri aralığında olacağı tahmin edilmiştir. Amaç karbonun neden olduğu negatif dışsallıkları içselleştirecek bir karbon fiyatı uygulamak ise ideal olan, SCC'ye eşit seviyede bir fiyat belirlemektir ancak yukarıda sıralanan birçok sebepten ötürü bunu yapabilmek çok zordur. Bu nedenle, uygulamada ülkeler karbonun fiyatını gönüllü ya da zorunlu olarak almış oldukları emisyon azaltımı yükümlülüklerinin seviyesine göre belirlemektedir. Bu durum, ulusal veya bölgesel düzeyde karbon fiyatlarının oldukça düşük ve ülkelere bağlı olarak büyük farklılıklar gösterdiği bir sonuca yol açmaktadır (Best ve Zhang, 2020; Finch ve Bergh, 2022). Emisyon azaltım hedefi ne kadar yüksek olursa, sera gazı azaltımının marjinal maliyeti de o kadar artar ve bu nedenle karbon fiyatı nispeten yüksek olur. Daha düşük azaltım hedefleri belirlendiğinde ise, azaltımın marjinal maliyeti nispeten düşük olacağından, karbon fiyatının da daha düşük olduğu görülür. Ancak her durumda, belirli bir karbon fiyatının, optimum seviyede olmasa da önemli miktarda sera gazı azaltımına yol açabileceği ve bu azaltımın daha düşük maliyetle gerçekleştirilebileceği öne sürülmektedir (Marron ve Toder, 2014; UNCTAD, 2022). Pratikte, karbon fiyatının başlangıçta düşük bir seviyede belirlenmesi önerilir. Bu, siyasi olarak daha kabul edilebilir bir adım olabilir ve toplumun bu yeni uygulamaya alışmasını kolaylaştırabilir. Ancak, ilerleyen dönemlerde karbon fiyatının kademeli olarak artırılması gerekir. Bu artış, hem gerekli teknolojik değışikliklerin teşvik edilmesi için yüksek bir karbon fiyatının gerekliliğiyle hem de SCC'nin her yıl artması nedeniyle. (Marron ve Toder, 2014).

Karbon fiyatının uygulanması noktasında ETS'nin daha fazla tercih edildiği görülse de bazı yerlerde karbon vergisi uygulaması öne çıkmaktadır. Dünya Bankası'na (2023) göre 2023 yılında, uygulanan karbon vergilendirmesi ve emisyon ticareti, küresel sera gazı emisyonlarının %23'ünü temsil eden 11,66 GtCO₂e'yi kapsamaktadır. Bunun büyük çoğunluğunu %17.64 oranla emisyon ticareti oluşturmaktadır. Geri kalan %5.62 ise karbon vergisinden kaynaklıdır. Karbon vergileri ve ETS'lerden elde edilen devlet gelirleri ise 2022 yılı sonu itibarıyla bir önceki yıla kıyasla beş kat artarak 95 milyar dolar olmuştur. Aşağıdaki grafiklerden de

görülebileceği gibi uygulamalarda gerçekleşen karbon fiyatları büyük farklılık göstermektedir. Bu farklılık ülkelerin veya bölgelerin almış olduğu yükümlülüğe göre piyasa şekillenmesi sonucu oluşmaktadır. Ayrıca yine grafiklerden de görüldüğü üzere karbon vergisi uygulaması durumunda karbon fiyatı daha yüksektir. Örneğin Grafik 2'den görüleceği üzere İsveç'te 2015-2023 yılları arasında karbon fiyatı 120-140\$ arasında gerçekleşmiştir. ETS sonrası oluşan karbon fiyatları ise Grafik 1'den görülebileceği üzere uygulamaya koyuldukları yıllarda çoğunlukla 10\$ ve altında seyretmekte iken günümüzde yüksek düzeylerde olduğu görülmektedir.



Grafik 1. Dünyada Karbon Fiyatı (ETS)
Kaynak: Dünya Bankası (2023)



Grafik 2. Dünyada Karbon Fiyatı (Karbon Vergisi)
Kaynak: Dünya Bankası (2023)

Bundan sonraki kısımda, karbon fiyatı uygulamasında politika seçeneği olarak kullanılacak ETS ve karbon vergisi hakkında ve mevcut uygulamalarla ilgili detaylı bir değerlendirme yapılacaktır.

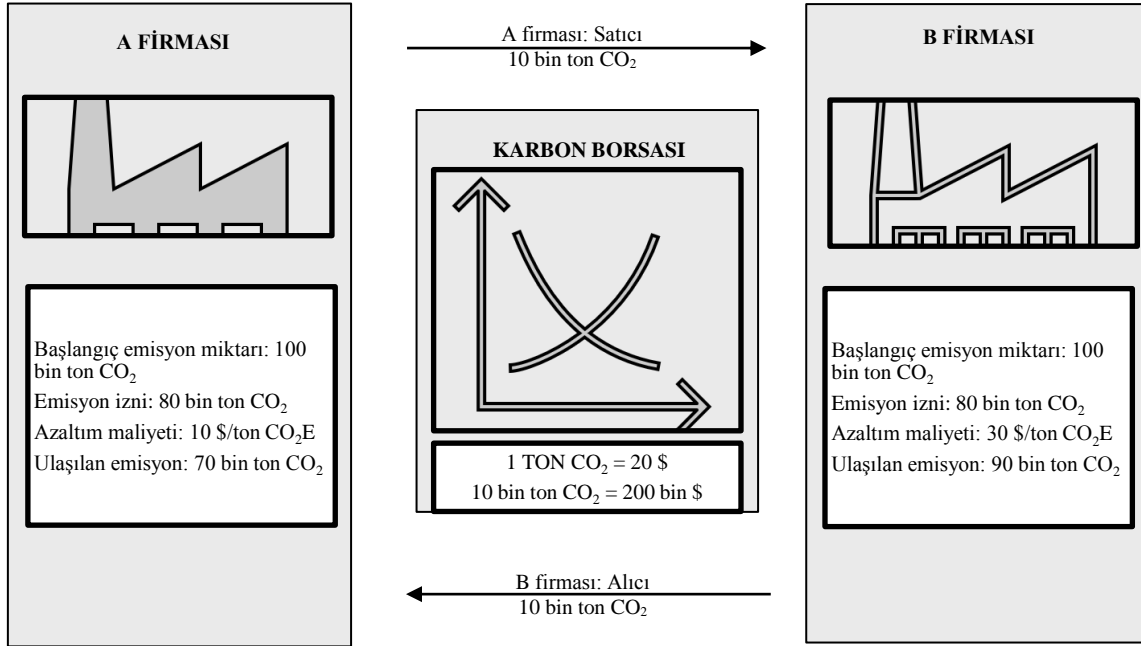
2.1. Emisyon Ticaret Sistemi (ETS)

Karbon fiyatı uygulamasının araçlarından biri emisyon ticaretidir. ETS sera gazı emisyonlarının dışsal maliyetlerinin piyasa mekanizması yoluyla kirletici aktöre yansıtılmasını esas alır. Emisyon ticareti uygulaması sınırla ve al-sat (cap-and-trade)¹ sistemine dayanmaktadır. ETS'nin işleyişi gereği belli bir dönemde gerçekleştirmek üzere yetkili otorite emisyon azaltımı için hedef bir seviye belirler ve bu hedefi yerine getirmek için belirlenen sektörlerdeki her işletmenin sera gazı emisyonlarını sınırlar. Düzenleyici kuruluş, her işletmeye sınırlı emisyon miktarı için bir kirletme hakkı (emisyon permisi= allowances) ihraç eder. ETS'nin temeli bu emisyon izinlerine dayanır. Bir permi işletmeye 1 ton CO₂ emisyon izni yani kirletme izni vermektedir. Hedef dönemin başında, ilgili devlet kuruluşu, sınırlı kirletme hakkını işletmelere dağıtır. Emisyon izinleri işletmelere ücretsiz olarak dağıtılabılır veya belirli bir ücret karşılığında satılabilir.

Bir yılın sonunda işletmeler kendilerine tahsis edilen emisyon izinlerini teslim etmek zorundadır. Diğer bir ifadeyle, İşletmeler, her 1 ton CO₂ emisyonu için ilgili miktarı karşılayan emisyon izinlerini ilgili devlet kuruluşuna teslim etmelidir. Ancak dönem başında bir işletmeye verilen emisyon permilerinin, dönem sonunda her zaman o işletmenin salınan emisyonuna birebir denk gelmeyeceği açıktır. İşletmenin emisyonu, kirletme hakkını ya aşabilir ya da altında kalabilir. Bunun farklı sebepleri olabileceği gibi, en büyük sebebi karbonsuzlaşmanın her bir sektör için maliyetinin aynı olmaması, bazı sektörler veya işletmeler için maliyetin daha yüksek, bazıları için daha düşük olmasıdır. Bu sebeple sistem, işletmelerin kendilerine tahsis edilen emisyon izinlerini belirlenen bir piyasada alıp satabilmeleri için hak tanır. Azaltım hedefini aşan işletmeler, ellerinde kalan fazladan emisyon izinlerini satabilirken, azaltım hedefini tutturamayanlar bu izinleri piyasadan satın alabilirler. ETS'de emisyon permileri için arz ve talep yaratılarak, kirletme hakları için bir piyasa oluşması sağlanmaktadır. Azaltım hedefini tutturamayan işletmeler, yaratılan piyasada da yeterli emisyon permisi bulamazlarsa, piyasada oluşan fiyattan daha yüksek bir oranda olmak kaydıyla azaltmadığı her miktar karşılığı devlete ceza ödemek durumunda kalır (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı [US EPA], 2003).

Sonuç olarak, piyasa mekanizmasını temel alan ETS'de, emir ve komuta araçlarının zorladığı gibi bir sınırlama ve bu azaltımın daha düşük maliyetle yerine getirilmesi söz konusudur. ETS'nin işleyişi ve sera gazı azaltımının niçin daha düşük maliyetle azaltılabileceği Şekil 2'de örnek verilerek gösterilmektedir.

¹ Türkçe literatürde "cap-and-trade" teriminde geçen İngilizce trade kelimesi çoğunlukla sadece ticaret olarak tercüme edilmektedir. Ancak, ilgili terimin içeriğine bakıldığında bu terimin bir isim değil fiil olduğu ve mübadele etmek, al-sat ticaretini yapmak anlamına geldiği söylenebilir.



Şekil 2. Emisyon Ticaret Sisteminin İşleyişi

Örnekte, her iki A ve B firmasının emisyon azaltımı yükümlülüğü öncesi 100 bin Ton CO₂ saldıgını varsayılmaktadır. Bir yılın sonunda her iki işletmenin de emisyonlarını %20 azaltarak toplam 80 bin ton CO₂ kirletme hakkı verilmiş olsun. Önceden de ifade edildiği gibi her işletmenin, farklı marjinal kirlilik azaltım maliyetleri (Marginal Abatement Costs, MAC) vardır. Bazı işletmeler daha düşük maliyetlerle CO₂ emisyonlarını azaltabilirken, diğerleri bunun için daha yüksek maliyetlere katlanmak durumunda kalır. Verilen örnekte, A Firması kendisine tahsis edilen 80 bin ton CO₂ kirletim hakkından daha fazlasını azaltabilmiş ve ulaştığı 70 bin emisyon miktarı sonrası ilave 10 bin emisyon permisi elinde kalmıştır. B Firması ise daha yüksek maliyetle azaltım yapabildiği için emisyonları 90 bin seviyesine çıkartmış ve permi hakkının 10 bin ton üzerinde kirletime yol açmıştır. Bu azaltım seviyelerinde, B firmasının MAC'ı 30\$ iken A firmasının ise MAC'ı 10\$ ise, bu noktada emisyon ticareti firmaların birbirleri arasında permi alıp satmalarına olanak sağlamaktadır. Varsayalım ki arz ve talebe göre piyasada oluşan Karbon fiyatı 20\$ olsun. Bu durumda düşük maliyetle azaltım yapmış olan A firması ilave azalttığı 10 bin ton emisyon permisini piyasa fiyatından, hedefini gerçekleştiremeyen B firmasına satacaktır.

Görüleceği gibi emisyon ticareti uygulamasının maliyet etkinliği ve çevre hedefi açısından üç önemli avantajı vardır. İki firma açısından da maliyet etkinliği söz konusudur. Çünkü A firması fazla azaltım yaptığı için ödüllendirilmekte ve piyasaya sattığı toplam 10 bin ton emisyon permisi sonucu 100 bin dolar kar sağlamaktadır. A firması düşük maliyetle yapacağı azaltım sonrası karbon piyasasında bu şekilde kar sağlayacağını gördüğü sürece daha fazla azaltım yapmaya istekli olacaktır. Emisyon ticaretinin olmadığı durumda böyle bir avantaj olmayacağı için azaltım yapma teşviki olmayacaktır. B firması, hedeften 10 bin ton fazla emisyon saldıgı için bu miktarı piyasadaki 200 bin dolara satın alacak ve kendi çabası ile azaltım

yapsaydı katlanması gereken 300 bin dolardan daha az maliyete katlanacaktır. Dolayısıyla 100 bin dolar tasarruf edecektir. Bu durumda “kirleten öder” ilkesi gereği temiz üretim yapana bir bedel ödetilmiş olacak ancak yine de kendi çabası ile azaltacağı durumda karşılaşacağı maliyete göre daha düşük maliyetle hedefini tutturmuş olacaktır. Böylece ülkeye emisyon azaltımının maliyeti daha düşük olmuştur. Emisyon ticareti sonucu üçüncü ve diğer önemli bir avantaj ise, bu sayede ülkenin %20 azaltım yükümlülüğü ya da hedefi de sağlanmış ve çevre açısından kesin sonuç elde edilmiş olacaktır. Görüleceği gibi, emisyon ticareti uygulamasında hedeflenen azaltım miktarının ne kadar olacağı kesinlik arz etmektedir, ancak piyasada oluşacak karbon fiyatı ise belirsizdir ve alınan hedefin ne kadar yüksek olup olmadığına göre değişiklik gösterir.

Yukarıda bahsedilen ETS’den de anlaşılabilceği üzere, teoride söylendiği gibi etkin bir sonuç alabilmesi için ilgili sistemin tasarımı, hangi sektörleri dahil edeceği, emisyonların ilk baştan itibaren doğru hesaplanması, bu azaltım faaliyetlerinin izlenip, raporlanmasına ve yaşanacak şoklara karşı hazırlıklı olunmasına bağlıdır. Bunun yanı sıra ETS etkili ve işlevsel olacaksa, karbon fiyatının yüksek ve istikrarlı bir seviyede olması son derece kritiktir. Karbon fiyatı, temiz enerji teknolojilerinin maliyetlerinden ne kadar yüksekse, bu durum, işletmelerin düşük karbonlu üretim yöntemlerine daha fazla yatırım yapmalarını teşvik edecektir. Piyasada oluşacak karbon fiyatı, işletmelere uygulanan emisyon sınırlamalarına bağlıdır. Eğer ciddi bir azaltım yükümlülüğü getirilmişse, piyasada karbon fiyatı yükselecek, aksi durumda ise nispeten düşük kalacaktır. Bu nedenle ülkeler, sera gazı azaltım hedeflerini her yıl önceki yıllara göre daha fazla artırarak ve karbon fiyatını yüksek tutarak emisyon ticaretinin etkinliğini artırmayı hedeflemelidir.

Emisyon ticareti, çeşitli ülkelerde ve bölgelerde yaklaşık 30 yıldır çevre politikalarının bir parçası olarak kullanılmaktadır. ETS’ler, kuramsal olarak sera gazı emisyonlarını sınırlayarak daha sonra bu emisyon izinlerinin ticaretini yapmayı sağlayan bir piyasa sistemi oluşturmayı amaçlasa da, uygulamada bazı değişkenlikler göstermektedir (Schmalensee ve Stavins, 2015).

ETS uygulamaları bölgesel düzeyde (Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi-AB ETS), ulusal düzeyde (örneğin G. Kore, Norveç, İsviçre, Yeni Zelanda, Kazakistan) ya da şehir veya eyalet(ler) düzeyinde (California, RGGI, Quebec, Beijing) uygulanabilmektedir. Bunun ötesinde 191 üyeli Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (ICAO) gibi çok-taraflı forumlarda ETS uygulamasını kullanabilmektedir. Paris Anlaşması öncesi sunulan ulusal katkı beyanlarında 90 kadar ülke karbon piyasasını kullanma yönünde niyetlerini belirtmiştir (EDF ve IETA, 2016). Dünya bankası verilerine göre günümüzde uygulanan ETS girişiminin sayısı ise 36’dır (Dünya Bankası, 2023). Avrupa Birliği (AB) tarafından pilot uygulama olarak 2005 yılında yaklaşık 11500 enerji yoğun işletme ile başlatılan AB ETS en büyük bölgesel emisyon ticareti niteliğindedir (Avrupa Komisyonu, 2016).

AB ETS, yaşanan sıkıntıları ve dönemsel revizyonları ile daha sonra uygulamaya konulan diğer ETS’ler için önemli ders ve tecrübeler barındırmaktadır. AB’nin iklimle mücadele programında en önemli politika araçlarından birisi olarak görülen AB ETS uygulaması pilot uygulama döneminden itibaren ciddi sorunlarla karşılaşmış ve daha sonraki yıllarda bu uygulamalar revize edilmeye çalışılsa da yine de bir müddet düşük seyretmiştir. Daha sonra, AB nezdinde emisyon permi sınırları ve daha katı azaltım kuralları sayesinde 2019 yılından sonra ciddi şekilde yükselme göstermiştir. Şubat 2023’de 100 Euro’yu aşmış, günümüzde ise yaklaşık 95 Euro düzeyinde seyir etmektedir (Dünya Bankası, 2023).

AB ETS'de yaşanan temel sorunlardan biri, sisteme dahil olan işletmelerin sahip olduğu emisyon permilerinin her yıl arz fazlasına yol açması ve bu nedenle fiyatların sürekli düşük kalmasıdır. AB ETS Piyasasında arz fazlasına yol açan nedenler başlıca şu şekilde sıralanabilir (Saruc ve Karakaya, 2008; Arı 2010; Karakaya ve Hiçyılmaz, 2016): i) İşletmelerin mevcut emisyonlarının gerçekte olduğundan fazla hesaplanması ve bu nedenle kirletme haklarının olması gerekenden fazla dağıtılması, ii) ilk uygulamada karbon permilerinin işletmelere bedava dağıtılması, iii) bir sonraki döneme aktarım hakkının (banking) verilmemesi, iv) 2008 sonrası yaşanan ekonomik krizin özellikle AB ülkelerini şiddetli ve uzun dönemli etkilemesi, v) AB ETS sisteminde proje temelli kredi mekanizmalarının dengelemek için işletmeler tarafından kullanılmasına izin verilmesi.

Tüm bu sıralanan sorunlar sistemin aksaklıklarıdır. Bu sorunlara rağmen her halükârda AB'nin hedeflediği sera gazı azaltımı geçmişte başarıyla gerçekleşmiştir. Başka bir deyişle, eğer amaç sera gazı emisyonlarını azaltmak ise ve bu azaltım alınan hedefler için yeterli ise, AB ETS'nin de katkısıyla AB, Kyoto dönemindeki hedeflerinin üstünde azaltım sağlamış, 2020 hedeflerine ulaşma noktasında ise herhangi bir sorun yaşamamıştır (Karakaya ve Hiçyılmaz, 2016). Ancak bunun ne kadarının sistemin başarısı olduğu tartışmalıdır. Örneğin Bel ve Joseph (2015) çalışması 2005-2012 dönemindeki azaltımın 2008 krizi sayesinde başarılı olduğunu tespit etmiştir. Sistemin başarısı olup olmadığı tartışmalarının da ötesinde, AB 2030 yılına kadar emisyonlarını en az %55 oranında azaltmayı, 2050 yılına kadar ise dünyanın iklim açısından nötr olmayı başaran ilk kıtası haline gelmeyi hedeflemektedir ve bu hedefleri tutturabilmek için ETS sisteminin yeterli olmayacağını tespit etmesi üzerine eksiklerini gidermek amacıyla Fit for 55 paketi ile sistemi reforme etmeyi planlamaktadır (Avrupa Komisyonu, 2021). Reformun en temel araçlarından biri olarak ise Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasını (SKDM) getirmiştir.

AB ETS sistemi AB'ne üye ülkelerin yerli üreticileri üzerinde uygulanan bir sistem iken SKDM ise AB ile dış ticarete konu olan ülkeler arasında gerçekleşen bir sistemdir. ETS, AB yerli üreticileri tarafından üretilen malların fiyatını etkilerken, SKDM AB'nin ithalatı sonucu ülkeye giren karbon yoğun malların üretimi sırasında salınan karbona yönelik bir fiyat uygulamasıdır. SKDM'nin başlangıçta çimento, demir ve çelik, alüminyum, gübre ve elektrik sektörleri ithalatına sertifika tabanlı bir sistem ile uygulanması planlanmıştır. Bu noktada SKDM, ETS gibi "cap-and-trade" tabanlı bir uygulama değildir. Ancak SKDM uygulamasında sertifikaların, ürünün AB'de üretilmiş olması durumunda uygulanacak olan ETS karbon fiyatı neyse o fiyat düzeyini yansıtması tasarlandı. SKDM'ye ihtiyaç duyulmasının nedenleri temelde şu şekilde sıralanabilir (Avrupa Komisyonu, 2020; Böning, Di Nino ve Folger, 2023): i) Bazı sektörlerin üretim faaliyetlerini karbon düzenlemesi olmayan başka ülkelere taşıyarak "karbon kaçağı"²na yol açmasını engellemek, ii) yükselen karbon ücretleri nedeniyle AB'deki üreticilerin rekabet gücünün zarar görmesini engellemek, iii) SKDM'den muaf olmak isteyen ülkelerin, kendi etkili karbon düzenlemelerini oluşturmasını teşvik etmek ve emisyon azaltımını çabalarını küreselleştirmek, iv) AB'nin iklim değişikliği ile mücadele politikalarına zarar veren ETS'deki ücretsiz tahsisatların, SKDM ile uygulanacak karbon ücretleri ile birlikte kademeli olarak kaldırılması.

² Bir ülkede veya bölgede iklim değişikliğiyle mücadele amacıyla sıkılaştırılan sera gazı emisyon düzenlemelerinin veya politikalarının, ağır endüstrilerin faaliyetlerini daha az düzenlemeye veya düşük maliyetli emisyon kontrolüne sahip başka bir ülkeye veya bölgeye taşınmalarına neden olması durumunu ifade eder. İngilizce "carbon leakage" olarak kullanılır.

2.2. Karbon Vergisi

Çevresel tahribatın yarattığı negatif dışsallık konusunda çevre vergilerinin rolü ve önemi uzun yıllardır tartışılan bir konudur. Literatürde ilk kez A.C. Pigou, çevreye verilen zararın devlet tarafından bir vergi uygulaması ile müdahale edilmesi gerektiğini ve kirliliğe yol açanların özel maliyetlerinin yanında neden oldukları sosyal maliyetleri de yüklenmeleri gerektiğini belirtmiştir (Bashir vd., 2021; Çelikkaya, 2023). Literatürde kirlilik vergisi, yeşil vergi, emisyon vergisi ve hatta karbon vergisi çevresel vergilerinden bazıları olarak geçmektedir (Kargı ve Yüksel, 2010; Liu, 2013; Bashir vd., 2021). Bu çalışmanın incelediği konulardan biri olan karbon vergisi, emisyonun kaynağı olan faaliyetlerin, kirleten öder prensibiyle, cezalandırılmasını hedefler. Doğrudan karbonun maliyetini artıran bu vergi ile, emisyonundan sorumlu olan işletmelerin de maliyetleri artar (Parry, 2019). Karbon vergisi sonucunda, emisyonuna neden olanların, mecburi olarak fosil yakıtların kullanımını azaltması, temiz enerjiye geçiş arayışlarını artırması, enerji verimliliği ve malzeme verimliliği stratejilerini benimsemeleri beklenir. Etkili bir şekilde tasarlanan ve uygulanan karbon vergisinin, doğrudan fiyatları etkilemesi nedeniyle etkin ve düşük maliyetli bir azaltım sağlaması beklenir (Marron ve Toder, 2014; Parry vd., 2022).

Etkin ve etkili bir karbon vergisi sisteminin planlanması ve yönetilmesi sürdürülebilirlik için oldukça önem taşımaktadır. Kirletici faaliyet üzerine konacak bir vergi, maliyet artırıcı unsur olarak daha az kirletici olan ürünlerin benimsenmesini, temiz enerji teknolojilerinin kullanılmasını, yeni araştırma ve geliştirme faaliyetleri ile daha az kirli ürün geliştirme çabalarını artıracaktır. Ancak vergi doğru kirletici faaliyet ya da davranış baz alınarak uygulanmazsa, kirletici faaliyetin caydırıcılığı hedef alınmadığı için verginin emisyon azaltım potansiyeli de düşecektir (OECD, 2010). Bu bağlamda, karbon vergisinin tasarımı aşamasında hangi unsurların vergilendirileceği ve hangi yöntemle vergilendirileceği, vergi oranının ne olacağı ve toplanan verginin nasıl kullanılacağı gibi konular üzerinde ciddiyle durulmalıdır. Çevre vergileriyle ilgili en öncelikli mesele, vergi matrahının ne olacağının saptanmasıdır. Vergiler, dışsal maliyetlere neden olan faaliyetlere uygulanmalıdır. Bir ürünün üretim süreci vergi konusu olan karbon emisyonuna neden oluyorsa, bu vergiler, ürünün kendisi yerine emisyonlar üzerine konulmalıdır. Kirletici işletmenin kârına ya da ürününe uygulanacak bir vergi, zararlı faaliyetin kendisine getirilen bir verginin yerini alamaz (Kargı ve Yüksel, 2010). Bu noktada bir diğer sorun karşımıza çıkmaktadır ki, bu, karbon vergisi uygulanacak emisyonların hesaplanmasındaki belirsizlikler ve zorluklardır. CO₂ emisyonlarının tamamının ölçülmesi ve sabit bir oranda vergilendirilmesi, aslında izlenmesi gereken yöntemdir. Fakat, tüm emisyonların ölçülmesi karmaşık ve maliyetli olduğundan, kirletmeyle ilişkilendirilen temsili bir kriter kullanılır. Pratikte, fosil yakıtların karbon içeriğine dayalı olan bu yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan her bir ton CO₂ birim olarak kabul edilir. Nitekim, CO₂ emisyonlarının yaklaşık %90'ı fosil yakıtların yanması neticesinde salınır (Marron ve Toder, 2014). Bunun yanı sıra tedarik zincirinin başlangıç noktasına dayalı bir vergi uygulaması, daha az sayıda vergilendirilecek katmanı hedef almış olur. Buna göre, örneğin kömüre uygulanacak karbon vergisi maden ocağında, petrol için rafineri çıkışında, doğal gaz için ise işleme merkezi ya da boru hattı çıkışında vergilendirilmelidir (Metcalf ve Weisbach, 2009).

Karbonun ne kadar vergilendirileceği konusunda uygulamada en fazla kullanılan yöntem ise ölçüt alınan her bir ton CO₂ karşılığı için kaç yerli para birimi fiyat konulacağı şeklindedir. Vergi miktarıyla ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. En iyi yaklaşım, her bir yon karbonun neden olduğu zararı karşılayacak bir fiyatın belirlenmesi şeklinde özetlenebilir. Ancak bu

yöntemin tartışmalı olması nedeniyle, ülkeler, hedefledikleri emisyon azaltımını sağlayacak bir seviyeye karşılık gelen tahmini rakamları kullanmalıdır. Karbon vergisinin, bu noktada, en önemli sorunu şudur; Belirlenen karbon fiyatı ile fosil yakıt kullanımı ve bunun sonucunda CO₂ miktarı azaltımı amaçlanmaktadır. Ancak, karbon vergisi ile belirlenen fiyatın ne kadar azaltım sağlayacağı belirsizlik arz etmektedir. İşletmeler, fiyat artışı sonrası hala fosil yakıtları kullanmaya devam edebilirler. Özellikle verginin koyulduğu fosil yakıtın fiyat esnekliğinin göreceli olarak düşük olması nedeniyle, belirlenecek karbon fiyatı özellikle kısa dönemde arzulanan sonucu vermeyebilir.

Karbon vergisinin, uluslararası ticaret hesaba katıldığında ortaya çıkacak sorunu ise karbon vergisine tabi olmayan rakip yurt dışındaki şirketlerin rekabet avantajı yaratarak benzer ürünleri daha ucuza ülke içinde satabilecek olmalarıdır. Benzer nedenlerle, ülke içindeki bazı enerji-yoğun işletmeler bu rekabet dezavantajından dolayı, karbonun fiyatlanmadığı ülkelere sermayelerini kaydırabilir ve bu da ülke içinde ciddi ekonomik sıkıntılara yol açabilir. Bu konuda uygulanabilecek bir çözüm ise hem ihracat hem de ithalata karbon sınır vergisinin uygulanmasıdır. Alternatif olarak, enerji yoğun malların nihai tüketim seviyesinde vergilendirilmesi de uluslararası rekabet sorununu ortadan kaldırabilir (UNCTAD, 2022).

Başka bir önemli husus da karbon vergisinin düzeyinin, siyasi kabul edilebilirlik durumudur. Ters bir durumda, uygulama itirazlara yol açabilir ve etkisiz kalabilir. Karbonun fiyatının başlangıçta düşük bir seviyede olması ve daha sonra kademeli olarak artırılması, siyasi anlamda karşılaşılabilecek bu gibi sorunların önüne geçebilecektir (Carattini vd., 2019). Böylece, toplumun vergiye yavaş yavaş adaptasyonu gerçekleştirilecek, her bir aşamada uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi ve buna göre yeni fiyat için uygun durumun yaratılması kolaylaşacaktır. Tüm bunların yanı sıra, karbon vergisi için toplumun desteğinin alınması da siyasiler için önemlidir. Toplumun karbon vergisi için desteği, faydanın ve zararın toplum içinde nasıl dağıldığı algısına göre şekillenmektedir (Dolşak vd., 2020). Drews ve Bergh (2016) da toplum desteğinin kazanılması açısından toplumların farklı ideolojik yapıları, değerlere ve dünya görüşlerine sahip olduğunun anlaşılmasının önemini vurgulamaktadır. Politika yapıcılarının toplumun bu karakteristik özelliklerini analiz ederek iklim değişikliği hakkında iletişimi kuvvetlendirmeleri, toplumu daha çok bilgilendirmeleri ve şeffaf politikalar yürütmelerinin politika başarısı açısından kritik olduğu gözlemlenmiştir. Siyasi açıdan karbon vergisi için uygulama zorluğu yaratan bir diğer engel ise ekonomik büyüme, refah kaybı, ücret düşüşü ve istihdam kaybı gibi etkilerinin tespit edilmiş olmasıdır. Karbon vergisinin tüketiciler üzerindeki etkisini miktarsal olarak ele alan Liu vd. (2022) çalışması Çin'de enerji kaynakları üzerine getirilen bir karbon vergisi uygulamasında, vergi arttıkça refah kaybının da arttığını göstermektedir. Dissanayake vd. (2020) çalışması da karbon vergisinin en fazla ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediğini, bunun yanı sıra refah, enflasyon, ücret ve istihdam üzerinde de olumsuz etkilerinin bulunduğunu göstermektedir.

Vergilendirme yoluyla karbona bir fiyat konulması aynı zamanda hükümetler için ciddi bir gelir kaynağının sağlanması anlamına gelmektedir. Bu gelir, karbon vergisi ile doğrudan sağlanır iken, ETS sisteminde permilerin müzayedesi (auction) yolu ile sağlanmaktadır. Karbon vergisi ile hükümetin toplayacağı gelirin miktarı, belirlenen vergi oranı ve bu vergilerin ne kadar etkin toplanacağına bağlıdır. Bu şekilde elde edilen gelirin nasıl kullanılacağı diğer önemli bir tartışma konusudur. Karar vericiler karbonun fiyatlanması sonucu elde edilen kaynağı birçok farklı amaç için kullanabilir. Gelir, hane halkına transfer harcaması olarak yeniden dağıtılabilir, altyapı yatırımları ya da düşük karbonlu teknoloji yatırımları için

aktarılabılır. Alternatif olarak, kamu borcunun ödenmesi için de kullanılabilir. Uygulanacak yeni karbon vergisi toplam vergi gelirlerini değiştirmeyecek (revenue-neutral) nitelikte de tasarlanabilir. şöyle ki, karbonun fiyatlanması neticesinde elde edilen gelir karşılığında işgücü ya da kurumsal vergiler düşürülerek sektörün ve istihdamın üzerindeki vergi yükü eşit oranda azaltılabilir. Dolşak vd. (2020) karbon vergisi gelirlerinin farklı dağıtım şekillerinin, toplum tarafından karbon vergisine gösterilen desteği nasıl etkilediğini araştırmaktadır. Bulgularına göre, i) vergi gelirini emisyon azaltımına ayırmanın, vergi gelirinin harcanması hakkında hiçbir bilgi verilmeyen kontrol durumuna kıyasla karbon vergisine yönelik genel desteği %6,3 oranında artırdığı; ii) karbon vergisi gelirlerinin vatandaşlara vergi indirimi olarak geri döndürülmesinin düşük gelirli hane halklarının desteğini %6,6 ve siyasi bağımsızların desteğini %9,4 artırdığı; iii) vergi geliri ile vergiden olumsuz etkilenen kesimlere destek sağlanması ise düşük gelirli katılımcılar arasında desteği %6,1 artırdığı ortaya konulmuştur.

Dünya Bankası'nın karbon fiyatlandırması hakkında yayınlanan son raporuna göre karbon fiyatlandırmasından elde edilen gelirlerin yaklaşık %40'ı yeşil dönüşümün finansmanı için kullanılırken, %10'u kırılğan hane halklarının ve işletmelerin desteklenmesi için kullanılmıştır (Dünya Bankası, 2023). Dolayısıyla karbon fiyatlandırması, sadece çevresel hedefleri değil aynı zamanda sosyal ve politik öncelikleri de karşılamak amacıyla kullanılabilen bir araçtır. Literatürde, karbon vergisinin uygulanması sonucunda, emisyonların azaltılmasının yanı sıra devlete gelir sağlanması, diğer vergileri azaltma olanağı sunması, istihdam sağlanması gibi farklı olumlu sonuçların aynı anda elde edilmesine "çifte kazanç"³ (double dividend) etkisi denir. Freire-González (2018), literatürde genel denge analizi kullanarak elde edilen çevresel vergi gelirlerinden çifte kazanç sağlanıp sağlanmadığını araştıran çalışmaların bir özetini sunmaktadır. Elde ettikleri sonuca göre inceledikleri çalışmalar çifte kazancın mümkün olduğunu ve çoğunlukla ortaya çıktığını göstermektedir. Li vd. (2023) çalışması ise dört farklı karbon vergisi geri dönüşüm modeli kurarak Çin taşıma sektöründe uygulanan karbon vergisi politikasının çifte kazanç ortaya çıkarma durumunu simüle etmiştir. Ulaştıkları sonuçlara göre demiryolu, hava ve kara taşımacılığında güçlü çifte kazanç yakalanabilir. Su taşımacılığı sektöründe ise nispeten zayıftır ve şehir içi yolcu taşımacılığında ortaya çıkmamaktadır. Bu sonuçlara göre vergi geri dönüşümünün, karbon vergisi uygulamasının olumsuz etkilerini hafifletmek için etkili bir araç olduğu kanısına varılmıştır.

2.3. Emisyon Ticareti ve Karbon Vergisi Karşılaştırması

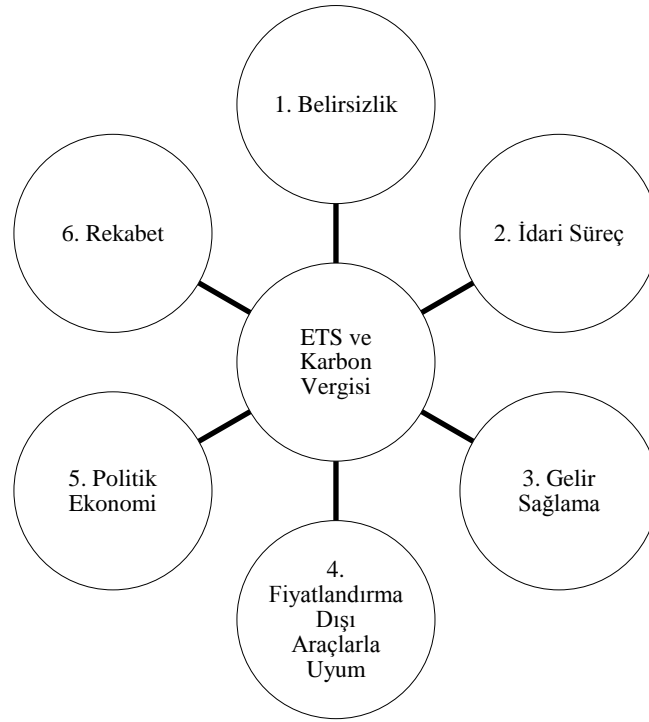
Teorik olarak, sera gazı azaltımı için güçlü politika seçeneklerinden olan emisyon ticareti ve karbon vergisinin benzerliklerinin ve farklılıklarının ele alınarak karşılaştırılması emisyon azaltımında hangisinin tercih edilmesi gerektiğine karar vermek açısından önemlidir. Bu kısımda öncelikle benzerliklerinden kısaca bahsedilip, hangi noktalarda farklılaştıkları üzerinde sistematik olarak durulmaktadır.

İki uygulamanın benzer yanlarına bakacak olursak, iki aracın da piyasa temelli olması ve ikisinde de karbona fiyat getirilmesi söz konusudur. Ayrıca bu iki uygulama da işletmelere kirleten öder prensibiyle ek maliyet yaratmakta ve bu sayede emisyon salan işletmeleri emisyonlarını düşürmeye, temiz teknolojiye geçmeye, enerji verimliliği ve malzeme verimliliği stratejilerini uygulamaya teşvik etmektedir. Ayrıca her iki araç ile de iklim finansmanı için gelir

³ Çifte Kazanç Etkisi ve bu etkinin hangi durumlarda daha etkin olduğuna dair bakınız (IPCC, 2022).

yaratılabilmektedir. Bunların ötesinde iki araç da uygulandıkları ülke için dış ticarete rekabet dezavantajı yaratabilmektedir.

Benzer yanları olmasına rağmen, karbon vergisi ve emisyon ticareti araçlarının, uygulamada birbirlerinden farklı neticeleri ortaya çıkabilmektedir. 20 yılı aşkın bir süredir uygulamada olan emisyon ticareti ve uygulanan karbon vergisi uygulamalarının teorik ve pratikte görülen farklılıkları, avantaj ve dezavantajları aşağıda karşılaştırmalı olarak analiz edilecektir. Bu amaçla sistematik ilerleyebilmek için Şekil 3'te hangi yönlerden karşılaştırılacakları sırasıyla kategorize edilmiştir.



Şekil 3. ETS ve Karbon Vergisi Karşılaştırma Unsurları

Kaynak: Parry vd. (2022) çalışmasına dayanarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

Karbon vergisi ve emisyon ticareti araçları uygulanırken ortaya çıkan birinci fark emisyon miktarı ve emisyon fiyatının nasıl kontrol edildiği ve belirlendiği hakkındadır (Parry vd, 2022). Karbon vergisinde, yasal olarak her bir ton karbon emisyonunun fiyatı belirlenirken ve dolayısıyla bilinirken, bu fiyatın emisyonu ne kadar azaltacağı bilinemez. Emisyon ticaretinde ise, emisyon miktarının ne kadar azalacağı baştan bellidir ve emisyon permileri buna göre dağıtılır. Ancak uygulamanın ardından emisyon fiyatının ne olacağı belirsizdir. Çünkü bu sistemde fiyatlar, ticareti yapılan permilerin piyasadaki talep ve arzına bağlıdır. Dolayısıyla karbon vergisinde emisyon azaltım miktarı konusunda, ETS'de karbon fiyatı konusunda belirsizlik söz konusudur. Hangi aracın tercih edileceği ise politik yapıcılarının hedeflerine bağlıdır. Örneğin gelecek dönemde gerçekleşmesi gereken kesin bir emisyon azaltım miktarı söz konusu ise, politik yapıcılar açısından ETS daha caziptir ve azaltım miktarı konusunda belirsizlik içeren karbon vergisine göre tercih edilir. Farklı durumlar için farklı tercihleri destekleyen örnekler ampirik literatürde de mevcuttur. Lee ve diğerlerinin (2008) incelediği Tayvan örneğinde, gayri safi yurtiçi hasılanın daha az düşmesi isteniyorsa, ETS ve karbon

vergisinin birlikte uygulanmasının bunu başarabileceği söylenmektedir. Li ve Jia (2017) alışması da benzer şekilde ETS ve karbon vergisi karışımından oluşan bir politika paketinin Çin için 2030'a kadar daha fazla emisyon azaltımı sağlayacağını tespit etmiştir. Xu vd. (2023) alışması ise Çin'de karbon vergisinin ETS'ye göre daha fazla ekonomik maliyeti olduğunu yani ekonomik çıktıyı daha fazla azalttığını ifade etmektedir. Barragán-Beaud vd. (2018) Meksika için ETS'nin en uygun araç olduğunu ve 2030 yılına kadar emisyon azaltımının st sınırının %31 olarak ayarlanması gerektiğini tespit etmiştir.

Karbon vergisi uygulamasında karbon fiyatının kesin biliniyor olması, fiyat belirsizliği olan emisyon ticaretine göre önemli bazı avantajlar ortaya çıkarır. İlk olarak karbon fiyatını bilen şletmeler, pozisyonlarını daha net planlayabilir. Bunun yanı sıra, vergi oranı kısa dönemde değişmeyeceğinden ve vergi artış oranı tahmin edilebilir olduğundan, gelecek dönem planlamalarını daha doğru ve risk oranı dşuk olarak yapabilirler. Diğer yandan, ETS'de emisyon permilerinin miktarı sabit olduğundan, arz esneklikleri tam inelastiktir ve fiyat düzeyi böyle bir durumda talebe bağlıdır. Talep ekonominin genişleme ve daralma aşamalarında dalgalanma gösterebileceği için, karbon fiyatı da dalgalanma gösterebilir. Örneğin, Covid-19 ekonomik krizi AB ETS başta olmak üzere diğer ETS'leride etkilemiştir. California ve Quebec gibi bölgelerde tahsisat fiyatları düşmüş, ayrıca Kanada, Kore ve Çin'in bazı ETS denemeleri gibi diğer bölgelerde uyum yükümlülüğü dönemlerinin uzatılması yoluna gidilmiştir (Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2020)). Farklı bir örnek olarak ise, Kaliforniya'da RECLAIM ETS'de 2000'de meydana gelen elektrik santralleri kaynaklı arızalar sonucu Los Angeles'da yer alan daha kirletici santrallerin devreye sokulması verilebilir. Bu uygulama RECLAIM ETS'nin hedeflediği nitrik oksit emisyonlarının epey artmasına ve piyasada fiyatının 400 dolar seviyelerinden 40000 dolar seviyelerine çıkmasına neden olmuştur (Gaulder ve Schein, 2013). Azaltım miktarının kesin olduğu ETS sisteminde, bu gibi ekonomik şoklardan etkilenen fiyatın belirsiz olması, şletmelerin emisyon azaltım stratejilerini ve planlarını olumsuz etkilemektedir. Ekonomik dalgalanmaların daha yoğun görüldüğü gelişmekte olan lkelerde, ETS sisteminin uygulanması neticesi sıralanan bu risklerin meydana gelme ihtimali gelişmiş ülkelere göre daha fazla olacaktır. Bu sebeple de fiyatı kesin belirleyen karbon vergisi daha avantajlı bir politika seçeneği olarak görülebilir. Ancak, iktisatçıların ve bazı kuruluşların yaptığı çalışmalar da, ETS'de yaşanan şoklar sonucu ortaya çıkan bu tür olumsuzlukların taban fiyat ve tavan fiyat uygulaması ile azaltılabileceği de ileri sürülmektedir (Gaulder ve Schein, 2013; Baranzini vd. 2016; Parry vd., 2022).

İkinci karşılaştırma unsuru olan idari süreç ile ilgili olarak ETS ve karbon vergisi açısından yine önemli ayrışmalar ortaya çıkabilmektedir. İdari yapılanma tarafından bakıldığında, karbon vergisi lkeler için daha kolay bir seçenektir çünkü uzun yıllara dayanan bir vergi altyapısı halihazırda bulunmaktadır (Pope ve Owen, 2009; Parry vd., 2018). Bunun yanı sıra, birçok ülke emisyon salımına neden olan enerji ve yakıtlar üzerine vergi uygulama deneyimine sahip olduğundan, mevcut vergileri karbon temelli geliştirerek, uygulamayı daha az çabayla hazır hale getirip hızlandırabilirler. Diğer yandan ETS daha karmaşıktır ve idari yükleri daha fazla olabilir. ETS'nin kurulması, yeni bir idari yapı da gerektirir. Bu idari yapı, yani sorumlu makam, emisyonların izlenmesi ve tescil işlemleri ile birlikte emisyon ticareti ve kayıt tutma sistemini de oluşturmalıdır. Tüm bunlar, bürokrasi sürecini artırır ve idari olarak maliyet ve sorumlulukları büyük ölçüde artırır (Haıtes vd. 2018; IMF, 2019; Parry vd. 2022). Cao vd. (2019) ETS'nin idari yükünün, ETS dışındaki sektörler için bir karbon vergisinin getirilmesi halinde sınırlanabileceğini ifade etmektedir. Bunun yanı sıra ETS'yi küçük ve dağınık yapıdaki

sektörlere genişletmenin idari zorluğunun, ETS ve karbon vergisinin bir arada uygulandığı hibrid bir sistemin idari zorluğuna göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

İdari bağlamda iki politika aracı arasındaki bir diğer önemli zorluk iki politika aracının kontrolünün hangi bakanlıkta olacağı ile ilgilidir. Güney Kore'de ETS uygulamasının başlangıcında, Çevre Bakanlığı'nın sorumluluğunda olan piyasa tabanlı bir ekonomik politika araç yönetimi ciddi zorluklara yol açtı ve sonrasında ETS ile ilgili görevler Maliye Bakanlığı'na devredildi. Karbon vergisi uygulamasında, temel sorumluluk vergi alanında deneyimli olan Maliye Bakanlığı'na verilirken, ETS için yükümlülüğün her iki bakanlığa verilmesi, süreç yönetiminde karmaşıklığa neden olabilir. Çevre Bakanlığı, piyasa tabanlı bir aracın uygulanması ve yönetilmesinde zorluklar yaşarken, Maliye Bakanlığı ise emisyon izleme, izinlerin dağıtımını ve yönetimi konularında teknik sorunlarla karşılaşabilir. Tüm bunların yanı sıra, ETS sisteminin idari işlemleri oldukça yoğun ve yüksek maliyetli olabilir. Bu nedenle, ulaştırma sektörü gibi daha fazla paydaş içeren sektörler için uygulamak daha zorlayıcı hale gelebilir. Bu zorluklar, ETS uygulamasının toplam emisyonların sadece büyük işletmelere ait kısmına odaklanabileceği anlamına gelir. Düşük miktartlı, ancak toplamda önemli bir emisyon miktarına denk gelen enerji kaynaklı emisyonlar için karbon fiyatlandırması, genellikle karbon vergisi ile birlikte sisteme dahil edilir. Bu tür zorlukları aşmak için son yıllarda, büyük tesisler için ETS ve küçük ölçekliler için karbon vergisinin getirildiği karma bir sistemin daha etkili olabileceği konuşulmaktadır. Daha önce bahsedilen Cao vd. (2019) çalışması da bu iddiayı Çin açısından desteklemektedir.

Üçüncü karşılaştırma unsuru gelir sağlama açısından iki politika aracının değerlendirilmesidir. Karbon vergisine tabi olan işletmeler, kirletme miktarları dikkate alınarak devlete sabit oranda bir vergi öder. Dolayısıyla karbon vergisi sayesinde hükümetler ciddi gelirler elde edebilmektedir. Ancak ETS sisteminde gelir yaratma durumu sistemin farklı aşamalarına göre farklılık gösterebilmektedir. Emisyon permileri işletmelere başlangıçta fiyat karşılığı olmadan dağıtılmış ise, devletin gelir sağlama imkânı olmaz. AB ETS uygulamasının pilot uygulama dönemi bu duruma bir örnektir. Ancak, son yıllarda birçok emisyon ticareti uygulaması, permilerin ilk dağıtımını belirli bir fiyatla devlete gelir sağlama amacıyla işletmelere satma yoluna gitmektedir. Bu durumda, ETS uygulamasında ilk dağıtılan izinler de belirli bir fiyat karşılığında devlete gelir getirmektedir. ETS sistemi anlatılırken yukarıda verilen örnekte olduğu gibi, azaltım sağlayabilen işletmeler, ellerinde kalan sattıkları izinlerle belirli miktarlarda gelir elde edebilirler. Bu, ETS'nin, işletmelerin emisyon azaltma çabalarını teşvik etmek için ek bir ekonomik teşvik sağladığı bir gelişmedir. Gelir ile ilgili iki politika aracı arasındaki bir diğer önemli fark ise yaratılabilecek gelirin öngörülüp öngörülemeyeceği ile ilgilidir. Karbon vergisi söz konusu olduğunda vergi oranı belirli olduğu için devlete sağlanacak gelirin öngörülmesi mümkündür. Ancak ETS'de fiyatların belirli olmaması, uygulamadan elde edilecek gelirin öngörülmesini zorlaştırır. (Wittneben, 2009). İki politika aracının karşılaştırılabileceği dördüncü kategori, bu araçların fiyatlandırma dışı araçlarla uyumlu olup olmadıkları hakkındadır. Karbon vergileri genellikle emisyon oranı düzenlemeleri ve temiz teknoloji sübvansiyonları gibi fiyatlandırma dışı araçlarla, ETS'lere göre daha uyumludur. Bu tarz fiyatlandırma dışı araçlar yeni bir vergi yükü getirmediikleri için, vergilerle birlikte daha fazla kabul edilebilirliğe sahiptir ve emisyon azaltımını destekleyebilir. ETS sisteminde ise emisyon azaltım miktarı belli olduğu için, emisyon azaltımına katkı sağlamaz ve emisyon fiyatlarını azaltacak şekilde hareket ederler. Dolayısıyla da emisyon azaltım sürecinde maliyetleri düşürerek süreci baltalar ve hatta ETS gelirini düşürebilirler (Parry vd., 2022).

Örneğın yenilenebilir enerji için sabit fiyat alım garantisi gibi getirilecek uygulamalar sayesinde emisyon salımı azalabilir, ancak aynı zamanda ETS sistemi üzerindeki fiyat baskısı düşer ve emisyon azaltımını teşvik edici bir fiyat oluşumu etkisini zayıflatabilir (IEA, 2020).

Karbon vergisine kıyasla, ETS'nin önemli bir farkı, ulusal veya uluslararası diğer ETS uygulamalarıyla işbirliği yaparak ortak bir karbon fiyatı belirleme ve koordineli çalışma yeteneğidir. Bu işbirliği sonucunda genişleyen piyasada yine tek bir karbon fiyatı oluşur. Piyasanın genişlemesi, piyasadaki fiyat seviyesini daha istikrarlı hale getirirken daha fazla piyasa derinliği ortaya çıkar. Pratikte, AB ETS ile İsviçre ETS sistemlerinin birleştirilmesi gibi işbirliği örnekleri verilebilir. Bu tür entegrasyonlar, emisyon azaltımını daha etkili bir şekilde yönetmeye yardımcı olabilir (Kossoy vd., 2015; ICAP, 2023). Teorik olarak bakıldığında, küresel çapta bir karbon pazarının oluşturulmasının da imkanı vardır. Fakat karbon vergisi, çoğunlukla ulusal düzeyde uygulanır, uluslararası ölçekte uygulamak daha zordur. (Karakaya, 2008).

Beşinci ve kritik bir diğer karşılaştırma kategorisi politik ekonomidir. ETS'ler vergilere göre politik açıdan daha uygulanabilir araçlardır. Bunun en önemli sebeplerinden biri başlangıç aşamasında ETS'de bedava permilerin dağıtılabilmesidir. Bir diğer neden ise vergilerin toplum içinde daha çok tepki ile karşılanabilecek olmasıdır. Nitekim literatürde karbon vergisi için toplum desteğinin nasıl sağlanabileceğini araştıran çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Destek toplama açısından, Dolşak vd. (2020) karbon vergisinin fayda ve zararının toplum açısından nasıl algılandığının önemli olduğuna odaklanırken; Drews ve Bergh (2016) toplumların ideolojik yapılarına, değerlerine ve dünya görüşlerine vurgu yapar. Toplum desteğinin yanı sıra, karbon vergisini uygulamada zorluk çıkaran bir diğer unsur, daha önce de tartışıldığı gibi, karbon vergisinin ekonomik büyüme, refah, istihdam gibi makro ekonomik göstergeler üzerindeki etkisidir. Vergi, işletmelere maliyet yaratarak, çıktıların azalmasına ve büyümenin düşmesine neden olabilmektedir (Dissanayake vd., 2020; Liu vd., 2022).

Son ve altıncı olarak, iki politik aracın uygulanması sonucunda işletmelere ek maliyet yüklenmesi sebebiyle uygulamaya tabi olan işletmelerin rekabet dezavantajı yaşamaları gösterilebilir. Maliyeti yükselen işletmeler, üretimin kirlenmesi ve enerji yoğun aşamalarını ya da doğrudan üretimlerini başka ülkelere kaydırmaya çalışabilir. Yani iki uygulamanın sonucunda da karbon kaçağı ile karşılaşılabilir. Bu sorunun en etkili çözümü uluslararası camianın emisyon azaltımını küreselleştirerek, 'küresel bir karbon fiyatı' koyması ya da SKDM ile var olan fiyatı küreselleştirmesi yoluyla olabilir.

3. Karbon Fiyatı Uygulamasının Diğer Politika Araçları ile Karşılaştırılması

Çalışmanın bu bölümünde bir önceki bölümde geniş kapsamda anlatılan karbon fiyatlandırma yöntemleri ile emisyon azaltımına yönelik diğer politika araçları karşılaştırılmakta ve emisyon azaltımında bu yöntemlerin etkinlikleri karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır. İlk olarak karbon fiyatı uygulaması ile emir ve komuta yöntemi araçları (standartlar ve düzenlemeler), devamında ise karbon fiyatı ve sübvansiyon uygulaması karşılaştırılmaktadır.

3.1. Karbon Fiyatı, Standartlar ve Düzenlemeler

Karbon fiyatlandırması ve emir komuta araçlarından olan standartlar ya da düzenlemeler çeşitli açılardan karşılaştırılabilir. İlk olarak ortaya çıkardıkları maliyet açısından değerlendirilebilir. Kirliliğin azaltılması amacıyla uygulanan piyasaya dayalı yaklaşımlar, yani karbon fiyatlandırması, emir ve komuta yöntemi politika araçlarına göre daha uygun maliyetlidir (Baranzini vd., 2016; Rossetti vd., 2018; IMF, 2019). Daha düşük maliyetli olmasının temel sebeplerinden biri karbon fiyatı uygulaması ile, birçok sektör, tüm sera gazları ve faaliyetlerin hedef alınabilmesidir. Bunun yanı sıra ETS işleyişi anlatılırken bahsedildiği üzere (Şekil 2), her faaliyetin, ya da firmanın azaltım yetkinliği, gücü ve maliyeti farklılık gösterebilir. Bazı işletmelerin marjinal azaltım maliyetleri oldukça yüksek olabilir. Ancak karbonun tek bir fiyatı olacağı için, yüksek maliyetle azaltım yapacak kurum ya da firmalar marjinal maliyetlerinden daha düşük olan bu karbon fiyatından azaltım yükümlülüklerini yerine getirebilirler. Yapılan ampirik çalışmalar da karbon fiyatı uygulamasının emir ve komuta yöntemi uygulamalarına göre sera gazı azaltımını daha düşük maliyetle sağladığını ortaya koymuştur (Pizer, 2002; Fischer ve Newell, 2008). Boyce (2018) karbon fiyatlandırmasının, kısa vadede hane halkları, firmalar ve hükümet için uygun maliyetli emisyon azaltım teşviki yarattığını, uzun vadede ise maliyet düşürücü inovasyon için teşvik yarattığını ifade eder. Mo vd. (2016) çalışması ise Çin hükümetinin 11. Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde, 2006-2010 yılları arasında hedeflediği enerji yoğunluğunda iyileşmeler için politika aracı olarak emir ve komuta yöntemlerini uyguladığını ve bu düzenlemelerin Çin ekonomisine çok yüksek maliyetler getirdiğini vurgular. Bunun sonucu olarak bazı bölgelerde sanayi tesislerinin kapandığı da gözlemlenmiştir. Ortaya çıkan bu maliyetler sebebiyle Çin daha düşük maliyetle hedeflere ulaşmak için piyasa temelli araçlardan ETS uygulamasına geçmiştir.

İkinci olarak iki politika aracı etki alanları yani kapsayıcılıkları açısından da karşılaştırılabilir. “Kirliten öder” prensibine dayanan karbon fiyatı uygulaması ile enerji yoğun sektörlerde fosil yakıtların göreceli fiyatı pahalılaşırken, temiz enerji teknolojilerinin fiyatları ise nispeten ucuzlanmış olur. Bu yolla, örneğin en fazla kirleticisi olan kömür kullanımından doğal gaz, daha sonra da yenilenebilir enerji ve nükleer enerji kullanımına doğru bir dönüşüm gerçekleşebilir. Nitekim Anser vd. (2021) karbon kirliliğinin geleneksel fosil yakıtları kullanan enerji sektörüyle bağlantılı olduğunu ve karbon fiyatlandırması gibi politikalar sayesinde alternatif temiz enerji türlerinin tüketiminin artmasının karbon zararlarının azaltılması için umut verici olduğunu ifade eder. Bunun yanında karbon ayak izi yüksek olan tüketicilerin davranışlarında bir değişime neden olacak karbon fiyatlaması, tüketicileri de daha az enerji tüketimi için teşvik eder. Öte yandan, uygulanacak politika aracı standart ve düzenleme niteliğinde ise, bu uygulamalar sadece ilgili sektör ya da teknolojiyi esas aldığı için etkisi ilgili teknoloji ya da servis ile sınırlı kalacaktır. Örneğin enerji verimliliği amacıyla getirilen teknoloji temelli bir düzenleme, sadece o sektördeki üreticileri ilgilendireceği için etkisi sınırlı kalacaktır. Dahası, tüketicileri dahil etmeyen böyle bir düzenleme, düzenlemeye tabi sektörün azalan enerji tüketimi sonucu enerji fiyatlarını düşürdüğü için, hane halkı enerji talebinde bir artışa neden olabilir ve enerji verimliliği sonrası daha fazla enerji tüketimi ve emisyon artışı söz konusu olabilir. Geri tepme etkisi (rebound effect) olarak bilinen bu durum karbon fiyatı uygulaması durumunda daha hafif olarak atlatılabilir. Çünkü, her ilave enerji kullanımının, tüketicilere de ilave maliyet getirmesi sayesinde geri tepme etkisinin daha az olması teorik olarak beklenebilir (UNCTAD, 2022).

Ekonomik ve mali araçlar doğrudan sera gazı azaltımı sağlamanın yanında, iklim finansmanı konusunda da merkezi bir role sahip olabilir. İklım finansmanı dūřuk karbonlu ve iklıme dirençli bir ekonomik yapıya dōnūřümü sağlamak için gerekli olan yatırımların yerel, ulusal veya uluslararası kaynaklarla finansmanı anlamına gelmektedir. Üçüncü olarak iklim değişikliği finansmanında önemli olan, gelir yaratımı açısından da iki yöntem birbirinden ayrılmaktadır. Emir ve komuta yöntemlerine göre, karbon fiyatlandırması sayesinde hükümetlerin ciddi bir gelir yaratması söz konusudur (OECD, 2021). Ayrıca fosil yakıt kullanımını esas alarak uygulanacak bir karbon vergisi ya da emisyon permilerinin önceden satılması yoluyla uygulanan ETS sayesinde ülkelerin elde edeceği bu ilave gelir ile azaltım sağlayan ilgili sektörlerin ya da hane halklarının katlanmış oldukları maliyetleri hafifletme yoluna gidilebilir.

3.2. Karbon Fiyatı, Teşvik ve Sübvansiyonlar

Emisyon azaltımını sağlamak amacıyla kullanılabilir önemli politika araçlarından biri de teşvikler ve sübvansiyonlardır. Emisyon azaltımında kullanılan karbon fiyatlandırma araçları ile karşılaştırılması da bu yüzden önemlidir ve bu bölümde bu politika araçlarının karşılaştırılması üzerinde durulmaktadır.

Ülkeler, stratejik saiklerle bazı sektörlerin geliştirilmesine özel önem verirler ve bu amaçla farklı teşvik mekanizmaları uygularlar. Sera gazı azaltımı sağlamak için kullanılan destek mekanizmaları özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirmeyi ve verimliliği arttırmayı amaçlamıştır. Ancak son yıllarda elektrikli araçlardan, kritik mineral ve hammaddeye erişime ve enerji depolamaya kadar birçok dūřuk karbonlu dōnūřüm için teşvikler kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan başlıca teşvik türleri sabit fiyat garantileri (feedin tariffs), yenilenebilir enerji sertifikaları (renewable energy certificates) ve yatırım vergi kredileri (investment tax credits) şeklinde sıralanabilir. Bu teşvik yöntemlerinden sabit fiyat garantilerini günümüzde Amerika Enflasyon Azaltma Yasası (Inflation Reduction Act (IRA)) ile uygulamakta Almanya, İngiltere, Türkiye gibi Avrupa ülkelerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji sertifikaları genellikle gelişmiş ülkelerce tercih edilmekte, yatırım vergi kredileri ise özellikle Amerika Birleřik Devletleri'nde etkin olarak kullanılmaktadır.

İlk olarak daha önce de üzerinde durulduğu üzere çoğu ekonomistin piyasaya dayanan karbon fiyatlandırma araçlarının emisyon azaltımı için birinci en iyi seçenek olduğunu, standartlar, teşvikler, eğitimler gibi diğer politikaların ise ikinci en iyi seçenek olduğunu ifade ettiklerini belirtmek gerekir (Fischer ve Newell, 2008; Boyce, 2018; Gugler vd., 2021; Pizer, 2022;). Bu bağlamda karbon fiyatının, teşvikler ve sübvansiyonlara göre de daha uygun maliyetli olduğu söylenebilir. Nitekim ampirik çalışmalar da bu çıkarımı desteklemektedir. Gugler vd. (2021) alışması İngiltere ve Almanya'da karbon fiyatlandırmasının rüzgâr veya güneş enerjisini sübvansiyon etmekten daha üstün olduğunu da tespit etmiştir.

Öte yandan, uygulanan bazı sübvansiyonlar, sera gazı emisyonları artışının asıl tetikleyicisi olabilmekte ve iklim değişikliği ile mücadelede ciddi sorunlara yol açabilmektedir. Örneđin, uzun zamandır birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin fosil yakıtlara sağladığu teşviklerin devam etmesi önemli bir sorundur ve bunların kaldırılması büyük önem arz etmektedir (UNCTAD, 2022). Dūřuk karbonlu ekonomiye geçiş için enerji sektöründe

yaşanması gereken radikal dönüşümün önünde en büyük engellerin başında görülen fosil yakıtlara sağlanan sübvansiyonlar konusunda çok ciddi bir politika değişikliğine gidilmelidir. IEA (2023) verilerine göre küresel ölçekte kömür, petrol ve doğalgaza 2022 yılında sağlanan sübvansiyonlar ilk kez 1 Trilyon \$’ın üzerine çıkmıştır. G-20 Ülkelerinde bu rakam 452 Milyar \$ ile yenilenebilir enerji kaynaklarına sağlanan 121 Milyar \$’lık teşviklerin neredeyse dört katı daha fazladır (Bast vd., 2015). IPCC (2022) raporuna göre, fosil yakıtlara sağlanan sübvansiyonların ortadan kalkması ile küresel CO₂ emisyonlarının %1-4 oranında ve sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar yaklaşık %10 oranında azalabileceği öngörülmektedir. Liebensteiner vd. (2023) iyi niyetli bir piyasa müdahalesi olan yenilenebilir enerjiye yönelik sübvansiyonların fiyat sinyallerini bozabileceğini ve bu yüzden piyasa temelli olmayan bir politikanın tamamlayıcı teknolojileri olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir. Karbon fiyatlandırmasının, piyasaya dayalı fiyat sinyali yoluyla çalışması sayesinde sorunları önemli ölçüde ortadan kaldıracığını vurgulamıştır.

Ele alınan her iki uygulamanın da farklı koşullar altında avantaj ve dezavantajları vardır. Öncelikle teşvikleri ele alacak olursak sabit fiyat garantili teşvikleri örnek verebiliriz. Yenilenebilir enerji teknolojilere geçişi desteklemek için uygulanan sabit fiyat garantili teşviklerin (feedin tariff) özellikle iki amacı vardır; i) yenilenebilir enerji teknolojileri fosil yakıtlara göre daha pahalı ise veya teknolojisi tam gelişmemiş ise bunların rekabet edebilmesi için uygulanabilir, ii) yenilenebilir enerji kullanımı fosil yakıtların fiyatları ile rekabet edebilir olduğu halde, ülkede artan enerji talebinin özellikle temiz enerji kaynakları ile temin edilmesi amaçlanıyor ise sabit fiyat garantili teşvik sistemi uygulanabilir.

İlk durumda fiyat rekabeti sağlanınca, yani maliyetler fosil yakıtlarla aynı seviyeye gelince, teşvik uygulamasından vazgeçilir (İspanya, İngiltere ve Türkiye örneklerinde olduğu gibi). İkinci durumda yatırımlar istenilen seviyede gerçekleşinceye kadar teşviklere devam edilebilir. Ancak, her iki uygulamada görüleceği gibi, sabit fiyat garantili teşvik sistemi özellikle “yeni ve ilave yatırımlar” üzerinde etkili olurken, süregelen mevcut karbon temelli enerji yapısını dönüştürmede yeterince etkili değildir. Diğer yandan karbon fiyatlandırmasını ele alacak olursak yine avantaj ve dezavantajlarla karşılaşırız. Yukarıdaki örneğe devam edersek, mevcut yapıda fosil yakıtla çalışan elektrik santralleri bu durumdan fazla etkilenmeden faaliyetlerine devam edebilirler. Bu faaliyetlerde emisyon azaltımı sağlamak için ise karbonun fiyatlandırılması gerekir. Karbonun fiyatlanması söz konusu olduğunda, fosil yakıt temelli yatırımlar için ek maliyet ortaya çıkar. Mevcut fosil yakıt temelli elektrik santrallerinin büyük oranda CO₂ yayma durumu var ise, böyle bir cezalandırma sübvansiyon uygulamasına göre çok daha etkili sonuçlar doğurur. Dahası, karbon fiyatının, yeni ve ilave yapılacak yatırımlarda da getireceği ek maliyetler sebebiyle, fosil yakıt temelli yatırımları önleyici bir özelliği vardır. Ancak, karbon fiyatı uygulaması özellikle rekabet edebilir seviyede olmayan pahalı yenilenebilir enerjiye geçişi teşvik edecek bir sonuç doğurmayabilir. Böyle durumlarda sabit fiyat garantili teşvik sistemi daha etkin sonuçlar doğurur. Çünkü bu tür teşvikler sayesinde pahalı olan yenilenebilir enerji, nispeten daha karlı ve devlet garantili bir yatırım olarak görülecek ve bu sayede tercih edilen, kolay finansman sağlanan bir sektör haline gelecektir. Böyle bir uygulamaya örnek olarak ise 16 Ağustos 2022 de Joe Biden tarafından imzalanarak yürürlüğe giren IRA verilebilir. ABD Başkanı Joe Biden, yasayı imzalayarak ülkenin temiz enerji dönüşümüne yaklaşık 400 milyar dolar yatırım yapmıştır (Seltzer, 2023). Bu yasa ile ABD, enerji depolama, yeşil hidrojen, deniz üstü rüzgâr üretimi, alüminyum ve yeşil çelik gibi temiz teknoloji fırsatları için rekabet gücü kazanmıştır. IRA’nın ABD karbon emisyonları

üzerindeki etkisini araştıran Bistline ve diğerlerinin (2023) yaptığı çalışmaya göre IRA'dan önce ABD karbon emisyonlarını yılda yaklaşık %2 oranında azaltırken söz konusu yasa sonrası bu oranın %4'e çıktığı görölmektedir.

Nihai olarak, araştırmalardaki çoğunluğun standartlar, düzenlemeler, teşvikler ve sübvansiyonlar gibi araçlara kıyasla piyasa temelli olan karbon fiyatlama araçlarını, emisyon azaltımı ve teknolojik dönüşüm sağlamada daha etkili sonuç doğuran bir araç olarak kabul ettiğini görürüz. Ancak literatürde alternatif görüşler de mevcuttur. Bunlardan ilki çeşitli politika araçlarının bir arada kullanılması durumunda daha etkili sonuçlar elde edilebileceğini gösteren çalışmalardır (Kivimaa ve Kern, 2016; Rosenbloom vd., 2020). Diğer görüşler ise karbon fiyatlamasının emisyonlar üzerinde sınırlı etkide bulunduğunu gösteren alışmalar Green (2021) ve karbon fiyatına doğrudan karşı çıkan görüşlerdir (Patt ve Lilliestam, 2018). Literatürden elde edilen sonuçlar bir bütün olarak değerlendirilecek olursa ölkeye, sektör yapısına, toplum yapısına ve piyasa koşullarına göre etkili olacak politikanın değişebileceğini görürüz. Bu açıdan politika yapıcıların koşulları doğru değerlendirmeleri ve doğru politika ya da politika bileşimlerini uygulamaları emisyon azaltımlarının hızlı, az maliyetli ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için önemlidir.

4. Sonuç

Sanayi devriminden bu yana atmosfere salınan sera gazı emisyonlarının, toplumsal refaha zarar vermesi, negatif dışsallık yaratması ve iklim değişikliğine yol açması neticesinde emisyon azaltım çabaları uluslararası alanda kendini öncelikle Kyoto Protokolü daha sonra Paris Anlaşması ile göstermiştir. Paris Anlaşması, imzalayan tüm ölkeleri kendi ulusal katkılarını belirlemeye ve düşük karbonlu bir geleceğe adım atmaya teşvik etmiştir. Dolayısıyla kamu müdahalesinin emisyon azaltımında önemli bir rol oynadığı kesindir. Ulusal katkı hedeflerinin tutturulması bağlamında önemli olan politika araçları bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Özellikle piyasa tabanlı olan karbon vergisi ve ETS sistemlerinin hem birbirleri arasında hem de diğer politik araçlarla karşılaştırılması, avantajlarının ve dezavantajlarının ortaya konulması, hali hazırda ulusal ETS sistemini kuracak Türkiye gibi ölkeler açısından önemlidir. Karbon vergisi ve ETS, uygulandıkları ölkelerde, üreticileri, tüketicileri ve hükümetleri düşük karbon içerikli yenilenebilir enerji yatırımları yapmaya teşvik ederken, aynı zamanda enerji verimli ve malzeme verimli çabalarını artırabilir. Bunun sağlanabilmesi için ise politika araçlarının etkili ve etkin kullanımı oldukça önemlidir. Bu ölkeler, geçmiş uygulama örneklerinden elde edilen derinlemesine tecrübelerden yararlanarak emisyon azaltım stratejilerini daha etkili oluşturabileceklerdir. Emisyon azaltımında da bu sayede daha planlı hareket edebilecek ve hedeflerini tutturabileceklerdir.

Karbon fiyatlandırması, çevresel politikaların merkezinde yer alan ve avantajlı bir yaklaşımdır. Bu politika aracı, sera gazı emisyonlarını düşürme amacı güderken aynı zamanda ekonomik açıdan da avantajlar sunar. Sürdürülebilir büyümeyi destekler ve hükümetlere ek gelir kaynakları sunar. Ayrıca uluslararası işbirliğini teşvik eder ve iklim değişikliği ile mücadelede önemlidir. Bu nedenle hem Kyoto Protokolü hem de Paris Anlaşması metinlerinde emisyon azaltımı için etkin bir seçenek olduğu vurgulanmıştır. Fiyatlandırmada hangi yöntemin kullanılacağı ise çeşitli unsurlara bağlı olacaktır. Örneğin vergi kaçağının çok olduğu bir ekonomide karbon vergisi oranını artırmak emisyon azaltımında etkin sonuç vermeyebilir. Karbon vergisi ve ETS araçlarının her ikisinin de avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Ancak temelde karbon vergisi ve ETS de aynı sonuçları sağlayacak ve emisyon azaltımına katkıda bulunacaktır. Mühim olan, seçilen aracın dikkatli bir şekilde planlanması ve uygulanmasıdır.

Fakat elbette karbonun fiyatlandırılması, emisyon azaltımında belirli bir noktaya kadar destek verebilecektir ve tek başına yeterli görülmemektedir. Sürdürülebilir ve yeşil bir ekonomiye geçiş için tüm ekonomik araçların ve emir komuta sistemlerinin birbiriyle uyumlu, birbirlerinin eksikliklerini kapatıcı şekilde kullanılması gerekir. Tek bir politika aracına bağlı kalmak yerine, hibrid politikalar oluşturmak bu bağlamda literatürde de daha çok ilgi görmektedir. Sübvansiyonlar, teşvikler, standartlar ve düzenlemeler, eğitim ve bilinçlendirme kampanyaları gibi mekanizmalar, karbon fiyatlandırma yaklaşımlarıyla uyumlu yürütülebilir. Örneğin, malzeme verimliliğini sağlayarak enerji tüketimi ve emisyon azaltımını sağlayabilecek malzeme yoğun bir sanayi sektörüne getirilen döngüsel ekonomi standartları ve düzenlemeleri ile karbon fiyatlandırma sistemleri koordineli çalışır. Düşük karbonlu, enerji verimli ve malzeme verimli uygulamalara daha fazla teşvik sağlanmış olur. Bu kombinasyonlar, emisyonları düşürmenin maliyet etkin ve verimli yollarını bulma amacına hizmet ederken, teknolojik dönüşümü ve geleceğin ekonomilerini yakalamanın mümkün olmasını sağlar.

Paris Anlaşması sonrası, artık ülkelerin düşük karbonlu ekonomik dönüşümü nasıl sağlayacağı konularının etraflıca tartışıldığı bu dönemde, yaşanan geçmiş tecrübeleri de göz önünde bulundurarak karbon fiyatının ve onu destekleyecek diğer araçların birlikte hibrid bir oluşum içinde daha yaygın olarak uygulanacağını söylemek mümkündür.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

1. yazar %40, 2. yazar %30 ve 3. Yazar %30 oranında makaleye katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Araştırmacıların Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Anser, M.K., Munir, A., Khan, M.A., Nassani, A.A., Askar, S.E., Khalid Zaman, ... Kabbani, A. (2021). Progress in nuclear energy with carbon pricing to achieve environmental sustainability agenda: On the edge of one's seat. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(26), 34328–34343. doi:10.1007/s11356-021-12966-y
- Arı, İ. (2010). *İklim değişikliği ile mücadelede emisyon ticareti ve Türkiye uygulaması*. Ankara: DPT Yayınları. Erişim adresi: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Iklim-Degisikligi-ile-Mucadelede-Emisyon-Ticareti-ve-Turkiye-Uygulamasi-Izzet-Ari.pdf>
- Avrupa Komisyonu. (2016). *The EU emissions trading system (EU ETS)*. Retrieved from https://climate.ec.europa.eu/system/files/2016-12/factsheet_ets_en.pdf
- Avrupa Komisyonu. (2020). *Stepping up Europe's 2030 climate ambition - Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people* (European Commission Communication Notes No. COM/2020/562). Retrieved from https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/communication-com2020562-stepping-europe%E2%80%99s-2030-climate-ambition-investing-climate_en
- Avrupa Komisyonu. (2021). *Carbon border adjustment mechanism: Questions and answers* (European Commission Questions and Answers). Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661
- Baranzini, A., Van den Bergh, J., Carattini, S., Howarth, R., Padilla, E. and Roca, J. (2016). *Seven reasons to use carbon pricing in climate policy* (Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper No. 253). Retrieved from <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2016/02/Working-Paper-224-Baranzini-et-al.pdf>
- Barragán-Beaud, C., Pizarro-Alonso, A. Xylia, M., Syri, S. and Silveira, S. (2018). Carbon tax or emissions trading? An analysis of economic and political feasibility of policy mechanisms for greenhouse gas emissions reduction in the Mexican power sector. *Energy Policy*, 122, 287–299. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.010>
- Bashir, M.F., Ma, B. Bilal., Komal, B. and Bashir, M.A. (2021). Analysis of environmental taxes publications: A bibliometric and systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 20700-20716. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12123-x>
- Bast, E., Doukas, A. Pickard, S. Burg, L. van de, and Whitley, S. (2015). *Empty promises: G20 subsidies to oil, gas and coal production* (Oil Change International Research Report). Retrieved from <https://www.sdgfund.org/empty-promises-g20-subsidies-oil-gas-and-coal-production>
- Bel, G. and Joseph, S. (2015). Emission abatement: Untangling the impacts of the EU ETS and the economic crisis. *Energy Economics*, 49, 531–539. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.03.014>
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. and Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4), 365–377. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x
- Best, R. and Zhang, Q.Y. (2020). What explains carbon-pricing variation between countries? *Energy Policy*, 143, 111541. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111541>
- Bistline, J., Blanford, G., Brown, M., Burtraw, D., Domeshek, M., Farbes, J., ... Credgington, D. (2023). Emissions and energy impacts of the inflation reduction act. *Science*, 380(6652), 1324–1327. doi:10.1126/science.adg3781
- Böning, J., Di Nino, V. and Folger, T. (2023). *Benefits and costs of the ETS in the EU, a lesson learned for the CBAM design* (European Central Bank Working Paper Series No. 2764). Retrieved from <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2764~3ff8cb597b.en.pdf>
- Boyce, J.K. (2018). Carbon pricing: Effectiveness and equity. *Ecological Economics*, 150, 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.030>
- Cao, J., Ho, M.S., Jorgenson, D.W. and Nielsen, C.P. (2019). China's emissions trading system and an ETS-carbon tax hybrid. *Energy Economics*, 81, 741–753. doi:10.1016/j.eneco.2019.04.029

- Carattini, S., Kallbekken, S. and Orlov, A. (2019). How to win public support for a global carbon tax. *Nature*, 565(7739), 289–291. doi:10.1038/d41586-019-00124-x
- Çelikkaya, A. (2023). Karbon fiyatlandırması seçenekleri ve tasarım sorunları. *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 1–26. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/finance/>
- Dissanayake, S., Mahadevan, R. and Asafu-Adjaye, J. (2020). Evaluating the efficiency of carbon emissions policies in a large emitting developing country. *Energy Policy*, 136, 111080. doi:10.1016/j.enpol.2019.111080
- Dolšák, N., Adolph, C. and Prakash, A. (2020). Policy design and public support for carbon tax: Evidence from a 2018 US national online survey experiment. *Public Administration*, 98(4), 905–921. <https://doi.org/10.1111/padm.12657>
- Drews, S. and Van den Bergh, J.C. (2016). What explains public support for climate policies? A review of empirical and experimental studies. *Climate Policy*, 16(7), 855–876. doi:10.1080/14693062.2015.1058240
- Duval, R. (2008). *A taxonomy of instruments to reduce greenhouse gas emissions and their interactions* (OECD Economics Department Working Papers No. 636). Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/236846121450.pdf?expires=1701171205&id=id&accname=guest&checksum=799C1B299CB1B64B2D4A83E5D181BB7F>
- Dünya Bankası. (2023). *State and trends of carbon pricing* (The World Bank Report No. 2023-05). Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/58f2a409-9bb7-4ee6-899d-be47835c838f>
- EDF and IETA. (2016). *Carbon pricing: The Paris agreement's key ingredient* (Research Report April 2016). Retrieved from <https://www.ieta.org/Reports#:~:text=Carbon Pricing%3A>
- Farid, M., Keen, M., Papaioannou, M., Parry, I., Pattillo, C. and Ter-Martirosyan, A. (2016). *After Paris: Fiscal, macroeconomic, and financial implications of climate change* (IMF Staff Discussion Notes No. 20016/001). Retrieved from <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/006/2016/001/006.2016.issue-001-en.xml>
- Finch, A. and van den Bergh, J. (2022). Assessing the authenticity of national carbon prices: A comparison of 31 countries. *Global Environmental Change*, 74, 102525. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102525>
- Fischer, C. and Newell, R.G. (2008). Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(2), 142–162. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.11.001>
- Freire-González, J. (2018). Environmental taxation and the double dividend hypothesis in CGE modelling literature: A critical review. *Journal of Policy Modeling*, 40(1), 194–223. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2017.11.002>
- Gaulder, L.H. and Schein, A.R. (2013). Carbon taxes versus cap and trade: A critical review. *Climate Change Economics*, 4(3). doi:10.1142/S2010007813500103
- Green, J.F. (2021). Does carbon pricing reduce emissions? A review of ex-post analyses. *Environmental Research Letters*, 16(4), 043004. doi:10.1088/1748-9326/abdae9
- Gugler, K., Haxhimusa, A. and Liebensteiner, M. (2021). Effectiveness of climate policies: Carbon pricing vs. subsidizing renewables. *Journal of Environmental Economics and Management*, 106, 102405. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102405>
- Haites, E., Maosheng, D., Gallagher, K.S., Mascher, S., Narassimhan, E., Richards, K.R. and Wakabayashi, M. (2018). Experience with carbon taxes and greenhouse gas emissions trading systems. *Duke Environmental Law and Policy Forum*, 29(1), 109–182. Retrieved from <https://delpf.law.duke.edu/>
- Hiçyılmaz, B., Alataş, S. ve Karakaya, E. (2022). Sanayide karbonsuzlaşma: Malzeme etkinliği stratejilerinin rolü. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(2), 81–118. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/csidd>

- ICAP. (2023). *Emissions trading worldwide* (ICAP Status Report 2023). Retrieved from <https://icapcarbonaction.com/>
- IEA. (2020). *Implementing effective emissions trading systems: Lessons from international experiences* (IEA Reports). Retrieved from <https://www.iea.org/reports/implementing-effective-emissions-trading-systems>
- IEA. (2023). *Fossil fuels consumption subsidies 2022* (IEA Policy Report).. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/fossil-fuels-consumption-subsidies-2022>
- IMF. (2019). *Fiscal monitor: How to mitigate climate change* (IMF Staff Report). Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/FM/Issues/2019/09/12/fiscal-monitor-october-2019>
- IPCC. (2014). *AR5 synthesis report: Climate change 2014* (IPCC Synthesis Report). Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change* (IPCC Assessment Report) . Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- Jehanzaib, M., Sattar, M.N., Lee, H.J. and Kim, T.W. (2020). Investigating effect of climate change on drought propagation from meteorological to hydrological drought using multi-model ensemble projections. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 34(1), 7–21. doi:10.1007/s00477-019-01760-5
- Karakaya, E. (2008). Proje temelli esneklik mekanizmaları: Temiz kalkınma mekanizması ve ortak yürütme. E. Karakaya (Ed.), *Küresel ısınma ve Kyoto protokolü: İklim değişikliğinin bilimsel, ekonomik ve politik analizi* içinde (s. 169–196). Ankara: Bağlam Yayıncılık.
- Karakaya, E. ve Hiçyılmaz, B. (2016). Avrupa Birliği'nde enerji ve iklim değişikliği politikalarının gelişimi. P.G. Bal ve R.İ. Connelly (Eds.), *Ekonomik kriz ve Avrupa Birliği* içinde (s. 131–156). İstanbul: Der Yayınevi.
- Kargı, V. ve Yüksel, C. (2010). Çevresel dışsallıklarda kamu ekonomisi çözümleri. *Maliye Dergisi*, 159, 183–202. Erişim adresi: <https://www.hmb.gov.tr/yayinlar>
- Kivimaa, P. and Kern, F. (2016). Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. *Research Policy*, 45(1), 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.09.008>
- Kossoy, A., Peszko, G., Oppermann, K., Prytz, N., Klein, N., Blok, K., ... Borkent, B. (2015). *State and trends of carbon pricing* (The Report of the World Bank and Ecofy, September 2015.) Retrieved from <https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/State-and-Trend-Report-2015.pdf>
- Kuik, O., Buchner, B., Catenacci, M., Gorla, A., Karakaya, E. and Tol, R. (2008). Methodological aspects of recent climate change damage cost studies. *The Integrated Assessment Journal*, 8(1), 19–40. Retrieved from <https://iaj.journals.publicknowledgeproject.org/>
- Lee, C.F., Lin, S.J. and Lewis, C. (2008). Analysis of the impacts of combining carbon taxation and emission trading on different industry sectors. *Energy Policy*, 36(2), 722–729. doi:10.1016/j.enpol.2007.10.025
- Li, J., Du, Q., Lu, C., Huang, Y. and Wang, X. (2023). Simulations for double dividend of carbon tax and improved energy efficiency in the transportation industry. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(7), 19083–19096. doi:10.1007/s11356-022-23411-z
- Li, W. and Jia, Z. (2017). Carbon tax, emission trading, or the mixed policy: Which is the most effective strategy for climate change mitigation in China? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 22(6), 973–992. doi:10.1007/s11027-016-9710-3
- Liebensteiner, M., Haxhimusa, A. and Naumann, F. (2023). Subsidized renewables' adverse effect on energy storage and carbon pricing as a potential remedy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 171, 112990. doi:10.1016/j.rser.2022.112990
- Liu, A.A. (2013). Tax evasion and optimal environmental taxes. *Journal of Environmental Economics and Management*, 66(3), 656–70. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.06.004>

- Liu, J., Gong, N. and Qin, J. (2022). How would the carbon tax on energy commodities affect consumer welfare? Evidence from China’s household energy consumption system. *Journal of Environmental Management*, 317, 115466. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115466>
- Marron, D.B. and Toder, E.J. (2014). Tax policy issues in designing a carbon tax. *American Economic Review*, 104(5), 563–68. doi:10.1257/aer.104.5.563
- Metcalf, G.E. and Weisbach, D. (2009). The design of a carbon tax. *Harvard Environmental Law Review*, 33, 499–556. Retrieved from <http://www.law.uchicago.edu/Lawecon/index.html>
- Mo, J.L., Agnolucci, P., Jiang, M.R. and Fan, Y. (2016). The impact of Chinese carbon emission trading scheme (ETS) on low carbon energy (LCE) investment. *Energy Policy*, 89, 271–283. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.002>
- OECD. (2010). *Taxation, innovation and the environment*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264087637-en>
- OECD. (2021). *Tax policy and climate change* (IMF/OECD Report for the G20 Finance Ministers and Central Bank Governors). Retrieved from <https://www.oecd.org/tax/oecd-secretary-general-tax-report-g20-finance-ministers-october-2021.pdf>
- Parry, I. (2019). What is carbon taxation?. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2019/06/what-is-carbon-taxation-basics>
- Parry, I., Black, S. and Zhunussova, K. (2022). *Carbon taxes or emissions trading systems?: Instrument choice and design* (IMF Staff Climate Note 2022/006). <https://doi.org/10.5089/9798400212307.066>
- Parry, I., Heine, M.D., Kizzier, K. and Smith, T. (2018). *Carbon taxation for international maritime fuels: Assessing the options* (International Monetary Fund Working Paper No. 2018/203). Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2018/09/11/Carbon-Taxation-for-International-Maritime-Fuels-Assessing-the-Options-46193>
- Patt, A. and Lilliestam, J. (2018). The case against carbon prices. *Joule*, 2(12), 2494–2498. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.11.018>
- Pizer, W.A. (2002). Combining price and quantity controls to mitigate global climate change. *Journal of Public Economics*, 85(3), 409–34. [https://doi.org/10.1016/S0047-2727\(01\)00118-9](https://doi.org/10.1016/S0047-2727(01)00118-9)
- Pope, J. and Owen, A.D. (2009). Emission trading schemes: Potential revenue effects, compliance costs and overall tax policy issues. *Energy Policy*, 37(11), 4595–4603. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.014>
- Rosenbloom, D., Markard, J., Geels, F.W. and Fuenfschilling, L. (2020). Why carbon pricing is not sufficient to mitigate climate change—and how ‘sustainability transition policy’ can help. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(16), 8664–68. <https://doi.org/10.1073/pnas.2004093117>
- Rossetti, P., Bosch, D. and Goldbeck, D. (2018, July 2). Comparing effectiveness of climate regulations and a carbon tax. *American Action Forum*. Retrieved from <https://www.americanactionforum.org/research/comparing-effectiveness-climate-regulations-carbon-tax-123/>
- Saruc, N.T. ve Karakaya, E. (2008). Emisyon ticareti ve karbon piyasası. E. Karakaya (Ed.). *Küresel ısınma ve Kyoto protokolü: İklim değişikliğinin bilimsel, ekonomik ve politik analizi* içinde (s. 197–224). İstanbul: Bağlam Yayıncılık.
- Schmalensee, R. and Stavins, R.N. (2017). Lessons learned from three decades of experience with cap and trade. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 59-79. <https://doi.org/10.1093/reep/rew017>
- Seltzer, M. (2023, July 12). New study evaluates the climate impact of the IRA. *Princeton University News*. Retrieved from <https://partnerships.princeton.edu/news/2023/new-study-evaluates-climate-impact-ira#:~:text=The%20research%20teams%20found%20that,as%20the%20U.S.%20has%20pledged.>

- Stern, N. (2008). The economics of climate change. *American Economic Review*, 98, 1–37. doi:10.1257/aer.98.2.1
- Tol, R.S.J. (2009). The economic effects of climate change. *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29–51. doi:10.1257/jep.23.2.29
- Tol, R.S.J. (2023). Social cost of carbon estimates have increased over time. *Nature Climate Change*, 13, 532–536. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01680-x>
- UNCTAD. (2022). *Carbon pricing: A development and trade reality check*. Retrieved from <https://unctad.org/publication/carbon-pricing-development-and-trade-reality-check>
- UNFCCC. (2014). *FVA, NMA and NMM technical papers* (UNFCCC Briefing Notes). Retrieved from https://unfccc.int/files/bodies/sbsta/application/pdf/sbsta_techpapers_briefing_nov2014.pdf
- US EPA. (2003). Tools of the trade: A guide to designing and operating a cap and trade programme for pollution control. Retrieved from <https://www.epa.gov/emissions-trading-resources/tools-trade-guide-designing-and-operating-cap-and-trade-program>
- Wittneben, B.B.F. (2009). Exxon is right: Let us re-examine our choice for a cap-and-trade system over a carbon tax. *Energy Policy*, 37(6), 2462–64. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.01.029>
- Xu, H., Pan, X., Li, J., Feng, S. and Guo, S. (2023). Comparing the impacts of carbon tax and carbon emission trading, which regulation is more effective? *Journal of Environmental Management*, 330, 117156. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117156>

CARBON PRICING FOR GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION: CARBON TAX OR EMISSION TRADING?

EXTENDED SUMMARY

Introduction and Aim of the Study

Market failure occurs when the welfare of society cannot be maximized due to the actions of economic actors in an unregulated system. Climate change is one of the most significant examples of market failure caused by humanity. It is widely acknowledged that greenhouse gas emissions, which have been released into the atmosphere since the Industrial Revolution, cause negative externalities that harm societal well-being. To address this issue, governments employ various economic instruments aimed at reducing emissions and internalizing the social costs. Economists argue that carbon pricing can be an effective and cost-efficient way to achieve this goal. Carbon pricing can be implemented directly through a carbon tax or indirectly through an emissions trading scheme. Both approaches, in theory, raise the costs of carbon-containing fossil fuels, encouraging both producers and consumers to shift to a low-carbon economic system.

In this study, a comprehensive methodology is employed to assess the effectiveness of economic instruments, specifically carbon pricing mechanisms, in facilitating the transition to a low-carbon economy. The primary focus of the analysis revolves around carbon pricing through emission trading systems (ETS) and carbon taxes, which have emerged as critical tools in the pursuit of greenhouse gas emissions reduction goals. This study is expected to make a significant contribution to the literature, particularly in the context of carbon pricing practices being on the agenda in Turkey, because there is no comprehensive policy discussion on these issues in the literature, and this study comprehensively evaluates the current results obtained from previous studies in the literature.

Methodology

The methodology adopted in this study comprises a multifaceted approach. Firstly, a systematic review of the existing literature on carbon pricing is conducted to gather insights into the theoretical foundations, design principles, and practical applications of both ETS and carbon taxes. This literature review serves as the cornerstone for developing a comprehensive understanding of the mechanisms, advantages, and challenges associated with these economic instruments.

Secondly, a comparative analysis of the experiences of countries particularly within the EU that have implemented carbon pricing mechanisms is undertaken. This analysis delves into the specifics of each system, examining factors such as the design of the mechanism, its impact on greenhouse gas emissions, its cost-effectiveness, and its compatibility with other policy tools such as subsidies and regulations. Case studies of successful implementations, as well as instances where challenges were encountered, are scrutinized to extract valuable insights.

Conclusion

The comprehensive analysis presented here demonstrates the effectiveness of carbon pricing mechanisms, in advancing countries' transition towards a low-carbon economy. When properly designed and implemented, the analysis shows their potential to significantly reduce greenhouse gas emissions. However, the success of these mechanisms depends on factors like design, emissions caps, taxation levels, market conditions, and economic structures, leading to diverse outcomes. In conclusion, carbon pricing mechanisms, such as ETS and carbon taxes play a significant role in achieving emissions reduction goals, offering guidance to policymakers and stakeholders amidst the climate change battle. Following the Paris Agreement, during this era when countries are debating how to accomplish low-carbon economic transformation, it is possible to propose that the carbon price and other tools should be applied in a hybrid method, considering prior experiences.