

KARBON PİYASASI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İBRAHİM CEVİZLİ

EĞİTİM
yayınevi

KARBON PİYASASI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İbrahim Cevizli

Yayınevi Grubu Genel Başkanı: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Kübra Konca Nam

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Tasarım Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 76780

E-ISBN: 978-625-385-479-9

1. Baskı, Kasım 2025

Kütüphane Kimlik Kartı

KARBON PİYASASI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İbrahim Cevizli

V+89 s., 135x215 mm

Kaynakça var, dizin yok.

E-ISBN: 978-625-385-479-9

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM
yayınevi

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah.
Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok,
No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42
bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Egitim Publishing Group, Inc.
P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America
americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah.
10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye
+90 332 499 90 00
bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr
bilgi@kitapmatik.com.tr

EĞİTİM YAYINEVİ
GRUBU

EĞİTİM
yayınevi

SALON
yayıncıları

Kitapmatik
Yayıncıları

kitapmatik
matematik kitapları

EĞİTİM
kitabevi

İÇİNDEKİLER

Önsöz	IV
İktisadi Perspektifte İklim Değişikliği Tartışmalarının Tarihsel Gelişimi.....	1
Sera Gazları ve Küresel Isınma.....	4
İklim Değişikliğinin Küresel Boyutu	6
İklim Değişikliğinin Ekonomik Boyutu	10
Ekolojik İktisat.....	21
Dışsallıklar ve Piyasa Başarısızlıkları	27
Pigou Vergisi ve Sosyal Maliyetin/Dışsallığın İçselleştirme....	31
Coase Teoremi: Pazarlık, Mülkiyet Hakları ve Etkinlik.....	34
Karbon Emisyonlarının Mikroekonomik Modellenmesi.....	37
Kamu Mallarında Bedavacılık, Müstereklerin Trajedisi	42
Mahkumlar açmazı, Kamu Malı Oyunu ve Ortak Malların Trajedisi	45
Karbon Piyasalarının Ortaya Çıkışı ve Karbon Fiyatlandırması	49
Türkiye de Karbon Piyasası.....	56
Gönüllü Karbon Piyasaları.....	60
Zorunlu Karbon Piyasaları	63
Karbon Ticareti: Cap-and-Trade (sınırla al-sat) ve Karbon vergisi	64
Karbon Ticaretinde Faydanın Nesnel Olarak Tespiti	68
Karbon Ticareti Lehine ve Aleyhine Yönelik Görüşler	73
Kaynakça.....	79

*Yeryüzü bize atalarımızın mirası değil,
çocuklarımızın emanetidir.*

Kızılderili Atasözü

Önsöz

Modern iktisadi hayatın şekillenmesine vesile olan “*Ulusların/Milletlerin Zenginliği*”¹ adlı o meşhur kitabın yazıldığı dönemde dünya nüfusu yaklaşık olarak 800 milyon civarındaydı. Dolayısıyla devreye giren *hayırsever görünmez el*,² kıt kaynakların etkin dağılımını piyasa kuralları içerisinde fiyat kuramı aracılığıyla çözüme kavuşturmuştur. Bahse konu bu dönemde iktisadi faaliyetlerin çevreyle olan ilişkisi ise tamamıyla göz ardı edilmiştir. Nitekim nüfus itibariyle dünya kaynakları herkese yetecek düzeyde olduğu için böyle bir ihtiyaçta oluşmamıştır. Dolayısıyla doğal kaynakların iktisadi büyüme üzerindeki sınırlayıcı etkisine yönelik algı önemsenmeyecek düzeyde kalmıştır.

Ancak geldiğimiz an itibariyle dünya nüfusu 9 milyara yaklaşmış bulunmaktadır. Bu durum iktisadi paradigmayı besleyen temelleri yeniden tartışmaya açmıştır. Nitekim günümüz itibariyle ana akım iktisadi yapının yol açtığı atıklar³ dünyanın yutak görevini fazlasıyla zorlayacak boyutlara ulaşmıştır. Bunun yanında istek ve arzuların⁴ karşılanması için dünyanın kaynak olma görevi de yine sürdürülebilir olmanın ötesine geçmiştir.⁵

Ayrıca sanayi devrimi ile birlikte atmosfere bolca sera gazı salınmaktadır. Nitekim sanayinin çarkları tabiri caizse enerji ile dönmektedir. Gereksinim duyulan bu enerji sera gazı salınımındaki en büyük etkenlerden bir tanesini oluşturan

1 İktisadın kurucu babası olarak da anılan *Adam Smith* tarafından kaleme alınmış ve 9 Mart 1776 yılında yayınlanmıştır.

2 Smith, piyasayı bireysel çıkarlar aracılığıyla düzenleyen “*Görünmez elin prensibi*” adlı meşhur metaforuyla siyasi bir ekonomik sistem ortaya koymuştur.

3 Ana akım iktisadi sistemde arzu edilen mal ve hizmetlerin üretimi esnasında (fabrikalardan çıkan sera gazları ve fabrika atıklarının nehirlere ve göllere boşaltılması gibi) ve tüketiminden sonra (bir ürünü tükettikten sonra ondan geriye kalan çöp yığınları gibi) atıklar oluşmaktadır.

4 Ana akım iktisadi paradigma tarafından söylendiği şekliyle ihtiyaçlarımızın

5 Yine bu istek ve arzular nihayetinde dünya kaynaklarından karşılanmaktadır. Nüfus arttığı kaynaklarında kıt olması sebebiyle dünyanın kaynak olma görevi de sürdürülebilir olmaktan uzaklaşmaktadır.

fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Bu noktada atmosferdeki sürdürülebilir sera gazı miktarının bazı sivil toplum örgütleri tarafından 350 ppm seviyesinde olması gerektiği öne sürülmektedir. Ancak halihazırdaki sera gazı miktarının 420 ppm seviyesinde olduğu iddia edilmektedir. Dolayısıyla oluşan bu atıklar atmosfer yüzeyinde birikerek dünyaya giren güneş ışınlarının tekrar uzaya kaçmasını engellemektedir. Böylelikle dünya yüzeyindeki sıcaklık genel düzeyinde bir artış meydana gelmektedir. Buda iklim değışikliklerinin ortaya çıkmasını vesile olmaktadır.

Bu sebeple sera gazını azaltmaya yönelik uygulanan ve uygulanması değeriendirilen yöntemlerin başında *karbon piyasaları* gelmektedir. Bu kapsamda kitap son zamanlarda öne çıkan hatta birçok ülkenin iklim kanununda dahi yer edinmiş olan karbon piyasalarını odağına alarak mikro iktisadi bir perspektifte analiz gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır.

İbrahim CEVİZLİ

21.10.2025

Doğayı insanların ihtiyacını karşılayacak bir kaynak topluluğu olarak görmek çevrenin yok olmasına davetiye çıkarmak demektir.

Anonim

İktisadi Perspektifte İklim Değişikliği Tartışmalarının Tarihsel Gelişimi

İklim değişikliğine yönelik tartışmaların ilk kez 1824 yılında fizikçi Joseph Fourier ile Paris Kraliyet Bilimleri Akademisi'nde başladığı görülmektedir. Nitekim Fourier bu akademide “*sera gazı etkisi*”nden bahsetmiştir. Fourier'in bu söylemi, sera gazı etkisinin bilimsel zeminde ilk ifadesi olarak kabul edilmektedir.¹

1860'lı yıllarda yine Fizikçi John Tyndall, karbondioksitin güneş ışınlarını içeriye geçirdiğini, ancak ısının yeniden dışarı çıkmasına engel olduğunu ileri sürerek bu durumun atmosferin yapısını değiştirdiğini iddia etmiştir.²

1896 yılında ise Kimyacı Svante Arrhenius, yanan kömürün yapay sera etkisi yarattığını ve bunun küresel sıcaklıklarda artışa yol açacağını dile getirmiştir. Böylelikle gelecek nesillerin daha ılıman bir gökyüzü altında yaşayacağını belirtmiştir³.

1930'lu yıllarda Mühendis Guy Stewart Callendar, dünyanın farklı bölgelerinden topladığı sıcaklık verilerini analiz ederek küresel sıcaklıkların belirgin şekilde arttığını ve bu artışın atmosferdeki karbondioksit oranındaki yükselişle ilişkili olduğunu belirtmiştir⁴.

1950'li yıllarda Gilbert Plass, Hans Suess ve Roger Revelle'in çalışmaları, insan faaliyetlerinin atmosfer üzerindeki etkilerine dikkat çekmiştir.

1957'de Revelle ve Suess, insanların büyük ölçekli jeofiziksel bir deney yürüttüğünü ifade eden çığır açıcı bir makaleyi yayımlamıştır⁵.

1 Fourier, 1824

2 Tyndall, 1861

3 Arrhenius, 1896

4 Callendar, 1938

5 Revelle & Suess, 1957

1958 yılında Charles Keeling'in görevlendirilmesiyle atmosferdeki karbondioksit seviyesi sistematik olarak ölçülmeye başlanmış ve günümüzde de kullanılan "Keeling eğrisi" ortaya çıkmıştır.⁶

20'nci yüzyılın ikinci yarısından itibaren iklim değişikliği tartışmaları hız kazanmıştır. 1963'te Conservation Foundation, atmosferdeki karbondioksitin iki katına çıkmasının küresel sıcaklıkları yaklaşık 4 °C artırabileceğini öngörmüştür.⁷

1974'te NASA, insan kaynaklı karbondioksit emisyonlarının iklim değişikliğiyle bağlantılı olabileceğine dikkat çekmiştir.⁸

1979'da Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından düzenlenen ilk Dünya İklim Konferansı'nda, iklim değişikliği konusunda küresel iş birliğinin önemi vurgulanmıştır.⁹

1980'lerden itibaren iklim değişikliği uluslararası politika gündemine taşınmıştır. 1987'de yayımlanan Brundtland Raporu, sürdürülebilir kalkınma kavramını küresel ölçekte gündeme getirmiştir.¹⁰

1988'de Dünya Meteoroloji Örgütü ve UNEP iş birliğiyle Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuş, aynı yıl NASA Goddard Enstitüsü sera gazlarının iklim üzerindeki etkisine %99 güven düzeyiyle işaret etmiştir.¹¹

1989'da ikinci Dünya İklim Konferansı'nda, iklim değişikliğine ilişkin uluslararası bir sözleşme hazırlanması çağrısı yapılmış ve bu süreç sonunda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) oluşturulmuştur.¹²

1990'lı yıllar küresel iklim yönetişiminin kurumsallaştığı bir dönem olmuştur. 1990'da yayımlanan ilk IPCC raporu, küresel sıcaklıkların yüzyıl içerisinde benzeri görülmemiş bir hızda artacağı öngörüsünü paylaşmıştır.¹³

6 Keeling, 1960

7 Conservation Foundation, 1963

8 NASA, 1974

9 WMO, 1979

10 WCED, 1987

11 Hansen et al., 1988

12 UNFCCC, 1992

13 IPCC, 1990

1992’de Rio Zirvesi’nde “ihtiyatlılık ilkesi”, “sürdürülebilir kalkınma” ve “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” ilkeleri kabul edilmiştir.¹⁴

1997’de Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik ilk bağlayıcı uluslararası anlaşma olarak imzalanmış ve 2005’te yürürlüğe girmiştir.¹⁵

2000’li yıllardan itibaren müzakereler daha somut adımlarla ilerlemiştir. 2001’de Marakeş Uzlaşmaları ile Kyoto Protokolü’nün teknik ayrıntıları belirlenmiştir.¹⁶

2007’de Bali Eylem Planı ile yeni bir anlaşmaya zemin hazırlanmış ve aynı yıl yayımlanan IPCC Dördüncü Raporu küresel ısınmanın “tartışmasız” olduğunu vurgulamıştır.¹⁷

2009’da Kopenhag Mutabakatı ile sıcaklık artışının 2°C ile sınırlandırılması hedefi benimsenmiştir.¹⁸

2010 sonrasında iklim diplomasisi ivme kazanmıştır. 2010 Cancun Anlaşmaları ile Yeşil İklim Fonu kurulmuştur.¹⁹

2011’de Durban Platformu ile 2015’te yeni bir anlaşmanın temeli atılmıştır.²⁰

2013–2014’te IPCC Beşinci Raporu, insan faaliyetlerinin iklim sistemi üzerindeki etkisini “son derece yüksek olasılıkla” olarak tanımlamıştır.²¹

2015 Paris Anlaşması, küresel sıcaklık artışının 2°C’nin altında, tercihen 1,5°C ile sınırlandırılmasını hedeflemiş ve uluslararası iklim rejiminde bir dönüm noktası olmuştur.²²

2016’da Kigali Değişikliği ile HFC’lerin azaltılması kararlaştırılmıştır.²³

2018’de IPCC 1,5°C Özel Raporunda emisyonların 2030 yılına kadar %45 oranında azaltılması gerektiği belirtilmiştir.²⁴

14 UN, 1992

15 UNFCCC, 1997

16 UNFCCC, 2001

17 IPCC, 2007

18 UNFCCC, 2009

19 UNFCCC, 2010

20 UNFCCC, 2011

21 IPCC, 2014

22 UNFCCC, 2015

23 UNEP, 2016

24 IPCC, 2018

2021’de Glasgow İklim Paketi, kömürden çıkışı gündeme getiren ilk karar olmuştur.²⁵

2022’de Şarm El-Şeyh’te düzenlenen COP27’de Kayıp ve Zarar Fonu kurulmuştur.²⁶

2023’te IPCC Altıncı Raporunda 1,5°C hedefinin giderek zorlaştığı vurgulanmıştır. Dubai’de yapılan COP28’de ise yenilenebilir enerjinin üç katına çıkarılmasına yönelik çağrı yapılmıştır.²⁷

Son dönemde, 2024 Bakü COP29 Zirvesi’nde iklim finansmanına odaklanılmış ve 2025 sonrasında geçerli olacak yeni Kollektif Nicel Finans Hedefi (NCQG) üzerine müzakereler yoğunlaşmıştır.²⁸ 2025 yılında Brezilya’da düzenlenecek COP30’un, Paris Anlaşması çerçevesinde ülkelerin güncellenmiş ulusal katkı beyanlarını sunacağı ve 1,5°C hedefiyle uyumlu yeni taahhütlerin belirleneceği kritik bir dönüm noktası olması beklenmektedir.²⁹

Sera Gazları ve Küresel Isınma

Sera kelimesi; birtakım kaynaklarda “*hassas veya mevsim dışı bitkilerin aşırı soğuk veya sıcaktan korunması için tasarlanmış yapı*”,³⁰ olarak tanımlanmakta iken diğer kaynaklarda “*sebze ve meyvelerin yetiştirildiği ve hava şartlarına karşı korunduğu cam ve naylonla kaplı yer; limonluk, ser*”³¹ olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda sera kelimesi tek başına küresel iklim değişikliğini andıracak bir anlam ifade etmemektedir. Fakat yanına kimyasal bir tepkimeyi belirten gaz ifadesi eklendiğinde (“*sera gazı*”) işte o zaman küresel iklim değişikliğinin de ana sebebini oluşturan fosil yakıt kaynaklı meydana gelen gazlar akla gelmektedir.

Doğal olaylardan kaynaklanan küresel iklim değişikliği aynı zamanda insan faaliyetlerinden de kaynaklanmaktadır.

25 UNFCCC, 2021

26 UNFCCC, 2022

27 IPCC, 2023; UNFCCC, 2023

28 UNFCCC, 2024

29 UNFCCC, 2025

30 Britannica, 1998

31 Türk Dil Kurumu

Nitekim içerisinde bulunduğumuz antropojen³² çağında insan eylemlerinin neden olduğu sera gazlarının iklim değişikliğinde önem arz ettiğine vurgu yapılmaktadır. Bilhassa malların üretim sürecinde ve tüketim faaliyetleri sonrası açığa çıkan birtakım gazların (CO₂, su buharı, metan ve ozon gibi) atmosferde birikerek sera etkisine yol açtığı değerlendirilmektedir. Böylelikle meteorolojik dengesizliklerin yanında sıra dışı hava olayları ve tabiat döngüsünde bozulmaların olduğu gözlenmektedir. Özellikle atmosferde uzun dalga boyuna sahip olan kloroflorokarbon (CFC) gazlarının (flüor, karbon, klorin ve hidrojen) radyasyonu emerek uzaya kaçmasını önleyip dünya yüzeyine geri yayma özelliği bulunmaktadır. Böylelikle atmosferde tutulan ısı iklim değişikliğine yol açmaktadır.³³

Sera gazları iklim değişikliği, çevresel etkiler ve sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmektedir. Bu bağlamda Ülkelerarası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre bu gazlar aşağıdaki şekilde karşımıza çıkmaktadır.³⁴

- * Karbondioksit (CO₂),
- * Metan (CH₄),
- * Azot Oksitler (N₂O),
- * Flüor (F),
- * Hidrojen (H),
- * Klorür (Cl)'dur.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesince (UNFCCC) sera gazları; atmosferde doğal veya insan faaliyetlerinden kaynaklanan ısıyı tutarak küresel ısınmaya sebep olan gazlardır.³⁵ Dünya Bankası (WB) sera gazlarını doğal süreçler ve insan faaliyetleri sonrası küresel ısınmaya neden olan gazlar olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda bu gazların yoğunlukla kullanıldığı enerji, ulaşım ve inşaat sektörlerinin önemine vurgu yapılmaktadır.³⁶

32 İnsan müdahalesi sonucu ortaya çıkan

33 Atabey, Aykaç ve Toprak, 2025.

34 IPCC, Climate Change, 2021

35 UNFCCC, Kyoto Ptorocol, 1997 & UNFCCC, Paris Agreement, 2015, p.10-12

36 WHO, Ambient air pollution: Health impacts, 2021.

Sera gazları atmosfere salındıktan sonra atmosferde bir katman oluşturarak güneş ışınlarının dünyaya ulaştıktan sonra tekrar uzaya geri yansımalarını büyük ölçüde engellemektedir. Böylelikle uzaya tekrar yansıyamayan güneş ışınları dünya yüzeyinde kalarak küresel çapta ortalama ısının artmasına sebep olmaktadır. Bu durum, seralarda (bitki yetiştirilen yerler) bitki yetiştirmek için gerekli olan ısının belirli bir alanda tutulması işlevine benzediği için atmosferde sera etkisinin oluştuğu şeklinde değerlendirilmektedir.

Sera gazları içerisinde sera etkisine yol açarak iklim değişikliğine neden olan en tehlikeli gaz karbondioksittir. Bu bağlamda araştırmaların büyük çoğunluğu genellikle bu gaz üzerinden yürütülmektedir. Normalde doğal şartlar altında atmosferde bulunan karbondioksit açık bir mevsimsel döngü içerisinde bulunmaktadır. Bu kapsamda karbon doğada doğal süreçler yoluyla sürekli olarak geri dönüşüme uğramaktadır. Bu süreçler günlük ve mevsimsel olarak meydana gelen kısa vadeli dalgalanmalardan yüz milyonlarca yıl süren çok uzun vadeli döngülere kadar değişebilmektedir. Örneğin bitkiler büyüme mevsimi boyunca fotosentez yaparak büyük miktarda karbondioksiti emerek uzaklaştırmaktadır. Ayrıca on yıllardan yüz yıllara uzanan bir süreçte atmosferde bulunan karbondioksit gazları okyanuslara karışmaktadır. Okyanuslar ayrıca küresel ısınma noktasında gezegenimizin ısınıp soğutarak katkı sağlamaktadır. Ancak atmosferde artan karbon miktarının doğal süreçler ile döngüsel çevrime giremediği zaman bu durum sürdürülebilir olmaktan uzaklaşmaktadır.

İklim Değişikliğinin Küresel Boyutu

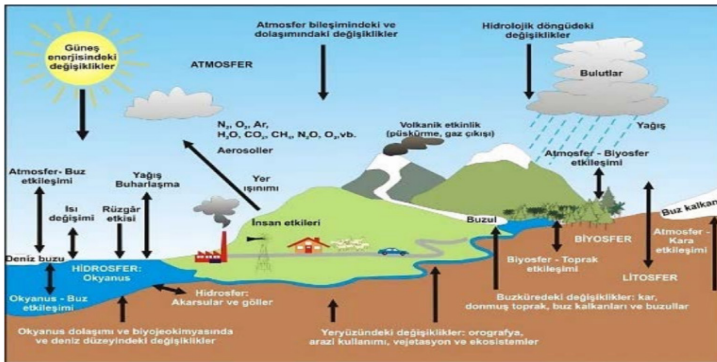
İklim; bir bölgedeki uzun vadeli hava koşullarının ortalama durumunu ifade etmektedir. İklimin temel bileşeni; farklı bölgelerdeki nem, sıcaklık, rüzgâr ve yağış gibi meteorolojik faaliyetlerin yıldan yıla değişmeden süregelen özelliklerden oluşturmaktadır.³⁷

37 IPCC, 2021

İklim değişikliği; yıllara sâri iklimde yaşanan kalıcı değişikliklerdir. Bu değişimler doğal süreçlerin (volkanik patlamalar, güneş aktiviteleri gibi) yanı sıra insan faaliyetlerden de (ormansızlaşma, fosil yakıt kullanımı gibi) kaynaklanmaktadır.³⁸

Dünya Meteoroloji Örgütü'ne (WMO) göre iklim değişikliğine yönelik ölçümler 30 yıllık süreçleri kapsamaktadır. Bu hususta iki unsur öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki ölçümün belirli bir alanda yapılmış olması iken diğeri yıllara sâri ölçülen hava koşullarının ortalamasının alınmasıdır.³⁹ Bu kapsamda atmosfer basıncı, sıcaklık, yağış miktarı, rüzgâr hızı ve nem iklimin meteorolojik değişkenlerini oluşturmaktadır. İklim uzun vadeli bir kavram olup on yıllardan milyonlarca yıla kadar gözlemlerin sonucunda vuku bulmaktadır.⁴⁰

Şekil 1: İklim Dönüşümü⁴¹



İklim sınıflandırma sistemleri arasında kabul görmüş olan Köppen İklim Sistemi, yerel bitki örtüsünden yola çıkarak farklı bölgelerdeki iklim bölgelerini belirlemektedir. Sistem gereğince bir bölgede yetişen bitki örtüsü, yağış ve sıcaklık miktarına bağlı olmaktadır. Bu iki faktör ana etkeni oluşturmaktadır. Yağışın ve sıcaklığın fazla olduğu yerlerde ormanlık alanlar fazla iken yağışın az olduğu yerlerde çölleşme

38 NASA, 2023

39 MGM, 2022

40 Mathews, 2022

41 Törkes 2010

(verimli toprakların giderek daha kurak hale gelmesi) meydana gelmektedir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre iklim Tropikal, Kurak, Ilıman, Karasal ve Kutupsal (Polar) olmak üzere beş gruba ayrılmaktadır.⁴²

Tablo 1: Köppen - Geiger İklim Sınıflandırması⁴³

İklim Türü		Özellikleri
A	Tropikal İklim	Kış mevsiminin görülmediği, tüm aylarda ortalama sıcaklığın 18°C'nin üzerinde olduğu iklim türüdür.
B	Kurak İklim	Yağıştan fazla buharlaşmanın görüldüğü sürekli su eksikliğinin yaşandığı iklim türüdür.
C	Ilıman İklim	En soğuk ayın ortalama sıcaklığının 10°C'nin üzerinde olduğu, en sıcak ayın ortalama sıcaklığının 18°C'nin üzerinde olduğu iklim türüdür.
D	Karasal İklim	En soğuk ayın ortalama sıcaklığı 0°C'ye eşit ya da altında olduğu en sıcak ayın ortalama sıcaklığın 10°C'nin üzerinde olduğu iklim türüdür.
E	Kutupsal (Polar) İklim	Yaz mevsiminin görülmediği, en sıcak ayın ortalama sıcaklığın 10°C'nin altında olduğu iklim türüdür.

İklim değişikliği, çağımızın en önemli ve karmaşık sorunlarından birisi olarak karşımızda durmaktadır. Nitekim, iklim değişikliği çevresel bir mesele olmaktan ziyade aynı zamanda iktisadi, politik ve sosyal boyutlara da sirayet etmiş çok yönlü bir problemdir. Atmosferde biriken sera gazlarının tetiklediği küresel ısınma; biyoçeşitlilik kaybı, kuraklık, deniz seviyelerindeki yükselme gibi ekolojik krizlere vesile olmaktadır. Dolayısıyla bu etkiler ekosistem başta olmak üzere, insan yaşamı ve haliyle dünya ekonomisini tehdit etmektedir.

Dünyamızın son zamanlardaki en önemli meselelerinden birisi haline gelmiş olan iklim değişikliğinin antropojenik (insan kaynaklı) sebeplerinin sürdürülebilir dünya için risk taşıdığı değerlendirilmektedir. Bu bağlamda gerçekleştirilmiş olan birçok çalışma 2030 yılına kadar küresel ortalama

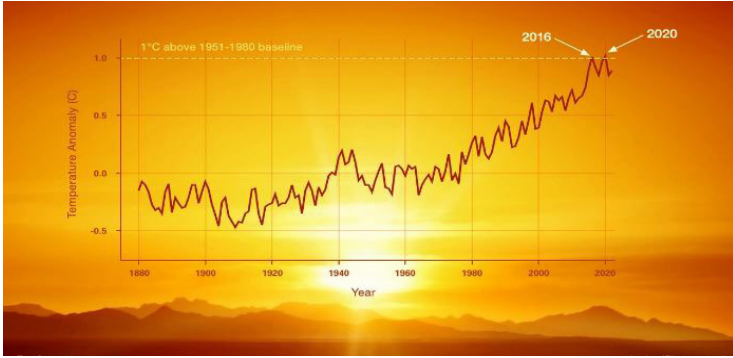
42 Öztürk, 2017

43 Öztürk, 2017

sıcaklık artışının 1,5 °C ile sınırlandırılması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Nitekim sanayi devrimi ile birlikte artan sera gazı emisyonlarındaki artış önlenemez boyutlara ulaşmıştır. Bu kapsamda sıcaklığın 2052 yılına kadar 1,5 °C'yi aşması beklenmektedir.⁴⁴

NASA'nın yayınladığı 1880-2020 yıllarına yönelik ortalama sıcaklık grafiğinde sıcaklık ortalamalarının zaman içerisinde artış gösterdiği gözlenmektedir. Özellikle 1951-1980 arası yaklaşık 30 yıllık süreçte yaşanan ortalama 1 °C sıcaklık artışının son zamanlara 2016-2020 yılları arasında yani 4 yılda gerçekleştiği görülmektedir.

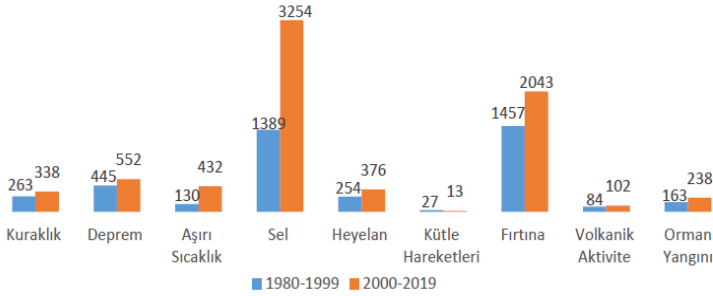
Şekil 2: 1880-2020 Dünya Sıcaklık Ortalaması⁴⁵



İklimde yaşanan bu değişimler sıcaklıktan kaynaklı insan ölümlerine yol açtığı gibi olağan dışı gerçekleşen mevsimsel geçişler, seller, fırtınalar, orman yangınları, dolu gibi ekolojik felaketlere yol açmaktadır. Bu kapsamda UNDRR tarafından 20'şer yıllık zaman dilimleri aralığında yayınlanan rapor antropojenik nedenlere bağlı olarak meydana gelen iklim değişikliklerinin yaşanabilir ve sürdürülebilir dünya için risk seviyesine geldiğini göstermektedir. Nitekim son zamanlarda yaşanan doğal felaketler bu durumu işaret etmektedir.

⁴⁴ IPCC 1,5 °C Raporu, 2018

⁴⁵ NASA, 2023

Grafik 1: Dünyada Yaşanan Afetler⁴⁶

İklim Değişikliğinin Ekonomik Boyutu

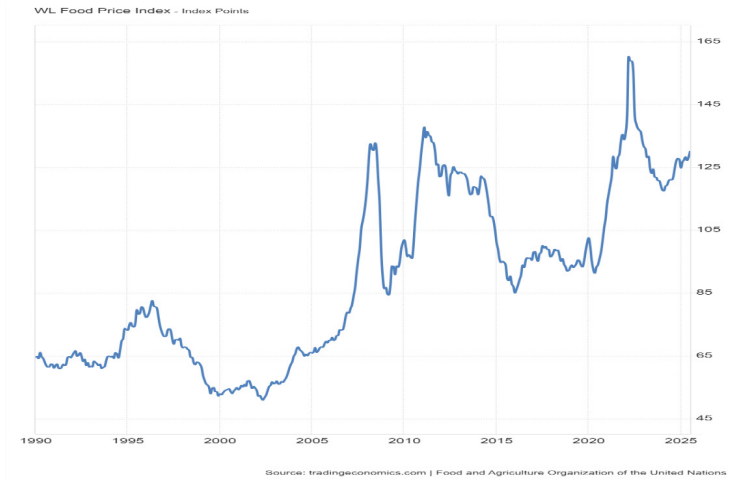
Küresel ısınmaya bağlı meydana gelen iklim değişiklikleri üretim tedarik zincirlerinden gıda fiyatlarındaki enflasyonist baskıya kadar küresel çapta birçok alanda önemli etkiler yaratmaktadır. Nitekim bu gibi etkilerden gıda fiyatları yıllık %1,49 ile %1,79 oranında etkilenirken genel enflasyon %0,76 ile %0,91 puan arasında etkilenmektedir.⁴⁷ Ayrıca Potsdam İklim Etkisi Araştırma Enstitüsü ve Avrupa Birliği Merkez Bankası tarafından gerçekleştirilen çalışmalar 2035 yılına kadar küresel ısınmanın gıda fiyatlarını %0,92 ile %3,23 oranında genel enflasyonu ise %0,32 ile %1,18 puan arasında artıracığını öngörmektedir.⁴⁸

Aşağıdaki grafikte yer alan Dünya gıda fiyatları endeksine göre 2008 yılına kadar gıda fiyatlarındaki yükselme trendinin ortalama 65 civarında olduğu görülmektedir. Ancak 2008 yılından sonra artış eğilimine girerek bu oranın 165'lere kadar ulaştığı gözlenmektedir.

⁴⁶ CRED&UNDRR, 2020

⁴⁷ Tanboğa, 2024

⁴⁸ Potsdam İklim Etkisi Araştırma Enstitüsü ve Avrupa Birliği Merkez Bankası. Bu noktada yüksek sıcaklıklara maruz kalan Küresel Güney enflasyonist baskılara maruz kalarak bu durumdan orantısız bir şekilde etkilenmektedir. Ayrıca daha yüksek enlemler de de yine iklim değişikliğinden kaynaklanan başka sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Grafik 2: Dünya Gıda Fiyatları Endeksi⁴⁹

IPCC 2007 raporuna göre dünyamızın alçak enlemlerinde küresel ısınmadan kaynaklı yaşanacak olan 1 ile 2 °C civarındaki sıcaklık artışları tarımsal üretim olumsuz yönde etkilenirken orta ve yüksek kesimlerde yaşanacak olan 1 ile 3 °C civarındaki sıcaklık artışı tarımsal üretimi olumlu yönde etkilemektedir.⁵⁰ Ayrıca Cline 2080'li yıllara gelindiğinde ortalama sıcaklığın 4,5 ila 5 °C civarında artacağını öne sürmektedir. İklim değişikliğinde kaynaklı verimlilik kaybını en çok hisseden bölge ise %27,5'lik oranla Afrika bölgesi olmaktadır.⁵¹ İklim koşullarına bağlı olarak meydana gelen tarımsal ürünlerde yaşanan verim kaybının neden olduğu fiyat dalgalanmaları sonrası oluşan belirsizlik Merkez Bankası'nın (MB) enflasyon ile mücadelesini de zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla fiyat istikrarının sağlanmasında güçlük yaşanmaktadır. Aynı zamanda MB'sının uyguladığı para politikalarının da güvenilirliğini sorgulatmaktadır. Ayrıca tarım sektörünün istihdam yaratma potansiyeli de yine iklim değişikliğinden kaynaklı giderek azalmaktadır. Nitekim Türkiye'de tarım sektörünün istihdamdaki payı 2013'lü yıllarda %25 civarında iken 2024 itibariyle bu oranın %14,8'lere

49 Food and Agriculture Organization of the United States, 2025

50 IPCC 2007

51 Cline, 2007

gerilediği görülmektedir.⁵² Bunların yanında Türkiye'nin GSYH, istihdam ve ihracat noktasında tarıma dayalı sanayiye hammadde sağlama ve tarım gıda temini önem arz etmektedir. Nitekim 2024 yılında GSYH'nin içinde tarımın payı %5.59 iken istihdamdaki yeri %14,8 olarak gerçekleşmiştir.⁵³

İklim değişikliğinden kaynaklı meydana gelen ekolojik felaketler yine üretim tedarik zincirlerinin ciddi şekilde etkilenmesine sebep olmaktadır. Nitekim 1980'li yıllarda dörder aylık dönemler halinde meydana gelen bu olaylar artık üç haftalık sürelerle kadar kısalmıştır. Hatta 2023 yılında yaşanan kuraklık Yangtze, Mississippi ve Ren gibi dünyaca önemli su yollarında dahi seviye düşüşlerine sebep olmuştur. Özellikle Panama kalanındaki azalan su seviyesi malların transit geçişlerini zorlaştırarak ticareti olumsuz etkilemiştir. Yine tersine büyük ve ani gerçekleşen sel felaketleri üretim tesislerini etkileyerek yine üretim tedarik zincirlerinin kesilmesine yol açtığı görülmektedir. Bu ve benzeri aksaklıklar, malların teslimat sürelerinde uzamaya, üretim maliyetlerinin artmasına ve arz miktarlarının azalmasına yol açmaktadır.⁵⁴

İklim değişikliğinden kaynaklanan ekolojik dengesizlikleri dikkate almamak işletmeler için olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Nitekim son zamanlarda meydana gelen yıldırım düşmesi, hortum, dolu, sel, sıcak hava ve orman yangınları gibi felaketler günden güne artmaktadır. Bu noktada sel felaketi ile yaşanan ekonomik kayıpların depremden sonra gelen ikinci kayıp olduğu bilinmektedir. Bu sebeple tedarik zincirleri, iklim değişikliklerini mutlaka dikkate alarak bu bağlamda teknolojiler geliştirmeli ve uygulamalıdır. Firmaların bu gibi durumlar karşısında uzun ve kısa vadeli dayanma güçleri artarak aynı zamanda küresel emisyon azaltımına da katkı sağlamış olacaktır. Uluslararası düzeyde iklim değişikliğiyle mücadele amaçlı araştırma ve geliştirme faaliyetleri artmaktadır. Ayrıca yine bunun gibi bazı gönüllü

52 Tabii ki bu düşüş Türkiye'nin tarım ülkesi olmaktan sanayi ülkesine geçiş yapıyor olmasının da etkisi göz ardı edilmemelidir.

53 TÜİK, 2024

54 Tanboğa, 2024

platformlar da iklim finansmanını ve teknolojisini gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere transfer etmektedir. İklim değişikliği ile mücadele gelecek dönemlerde daha istikrarlı ve sürdürülebilir bir ekonomik yapının oluşturulabilmesi için kurumsal düzenlemelerin yanında bireysel adımlarında atılmasını da gerektirmektedir.

Türkiye özelinde kısa bir değerlendirme yaptığımızda Türkiye'nin yağış noktasında coğrafi konumu itibarıyla farklılıkların yaşanacağı ülke olarak tanımlandığı görülmektedir. Nitekim sıcaklık artışları özellikle batı ve güney doğu bölgelerinde yağışları azaltarak nehirlerin akış miktarını olumsuz etkilemesi öngörülmektedir. Bu bölgelerdeki yağış miktarlarında bir azalma beklenirken aksine Doğu Karadeniz'de de yağış miktarının artması beklenmektedir. Bu bağlamda Türkiye su stresi altında bir ülke olarak değerlendirilmektedir. Nitekim Türkiye'deki yıllık kişi başına düşen yıllık yağış miktarı eskiden 1500 m³ civarında iken 2023 yılı itibarıyla bu oran 1,313 m³'e düşmüştür. 2050 yılında ise bu oranın nüfus artışlarına paralel olarak 1,120 m³ civarına düşmesi öngörülmektedir. Su miktarındaki azalma tarımsal üretimde/arzda azalışa, tarım ürünlerinin arz miktarındaki azalışa ise gıda fiyatlarında artışa yol açarak su yetersizliğinden kaynaklı ekonomik sıkıntıların ortaya çıkabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca tarımsal üretim istihdamın yanında kırsal refaha, gıda güvenliğine ve diğer sektörlere hammadde teminine varana kadar birçok noktada önem arz etmektedir. Nitekim ülkemizde tarımsal üretim genellikle yapısı itibarıyla doğal koşullarda icra edilmektedir. Dolayısıyla iklim değişikliklerinden doğrudan etkilenmektedir. Tarımsal üretimde ise en önemli etken kuraklıktır. Bunların yanında sel, dolu ve rüzgâr gibi iklim olayları da üretim üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. 2020 yılında yaşanan kuraklık Türkiye'deki arpa ve buğday üretimini yaklaşık %30'lara varan oranda düşürmüştür. Böylelikle tarımın milli gelirdeki payı %12'den %6'ya düşmüştür.⁵⁵ Kırsal gelirdeki

55 Tabi bu düşüşe girdi maliyetlerindeki artış ve kırdan kente göçün de etkileri bulunmaktadır.

azalma refah kayıplarına da yol açmaktadır. Gıda fiyatlarındaki artış ülke genelinde bireylerin refah seviyelerinde bir azalmaya yol açmaktadır. Haliyle dar gelirli ailelerin gıda harcamaları artarken aynı zamanda yoksulluk oranları da buna paralel olarak artmaktadır. Ayrıca küresel sıcaklık artışı Akdeniz iklimi kuşağında yer alan Türkiye'nin soğutma amaçlı enerji talebinin yaklaşık olarak %15 seviyesinde artmasına da vesile olmaktadır. Aynı zamanda kuraklık hidroelektrik üretimini de azaltarak enerji maliyetlerini de artırmaktadır. Tabii ki bu durum enerji ithalatının da artmasına yol açmaktadır. Bu noktada 2022 yılında gerçekleşen dünya genelinde enerji arz-talep dengesindeki yaşanan oynaklıklar enerji fiyatlarını %50'den fazla bir oranda artmasına vesile olmuştur. Aynı zamanda Türkiye bir turizm ülkesidir. Turizm gelirlerinin ihracata oranı %17 civarına yaklaşmıştır. Kıyı turizminin yanında kış turizmi, kültür ve doğa sporları gibi çeşitli alanlarda da turist çekmektedir.⁵⁶

Su kaynakları açısından küresel çapta bir değerlendirme yapıldığında ise yine problemin daha fazla ve ciddi olduğu görülmektedir. Nitekim BM su raporuna göre değişen iklim koşulları su kaynaklarını oldukça olumsuz etkileyerek tahminlere göre 2050 yılına kadar dünya nüfusunun yaklaşık %40'a varan kısmının su kıtlığı yaşayacağı belirtilmektedir. Haliyle su kaynaklarındaki azalma tarım ve sanayi sektörlerinde üretim maliyetlerinin artmasına vesile olmaktadır. Bu bağlamda su kaynaklarındaki baskının dünya ekonomisine yaklaşık 600 milyar dolarlık bir ilave maliyete yol açacağı öngörülmektedir.

İktisadi büyüme hızını da olumsuz etkileyen iklim değişikliğinin⁵⁷ ekonomik etkileri dünya genelinde ülkelere göre maliyet açısından farklılık arz etmektedir. Nitekim iklim değişikliğinden kaynaklı dünya ekonomisinin 2050 yılına kadar yıllık yaklaşık olarak 23 trilyon dolar zarar edeceği tahmin edilmektedir. Bu sonuç dünya GSYH'nın %10'una tekabül etmektedir. Özellikle bu oranın içerisindeki pay gelişmekte

⁵⁶ Aydoğan, 2024.

⁵⁷ Clements et al., 2011

olan ve iklime maruz kalan ülkelerde daha fazla olmaktadır. Nitekim Oxford Economics 2021 raporuna göre yaşanan iklim değişikliklerinin 2100 yılına kadar iktisadi büyümeyi %25'e varan oranda azaltacağı öngörülmektedir. Ayrıca Natural Catasrophe and Climate Reprt:2025'e göre 2024 yılında gerçekleşen doğal felaketlerin doğrudan ekonomik maliyetinin yaklaşık 417 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir.⁵⁸ Küresel çapta tarımsal üretimi azaltarak gıda güvenliğinin risk altına girmesine vesile olan iklim değişiklikleri özellikle sıcaklık artışından kaynaklı meydana gelen kuraklıklar sebebiyle tarımsal kayıplara yol açarak dünya genelinde tarımsal verimliliğin de düşmesine sebep olmaktadır. FAO'nun 2022 raporuna göre, bu gidişatın dünya çapında tarımsal üretimi %10-25 arası düşürmesi beklenmektedir.

Ayrıca iklim değişikliğinden kaynaklanan deniz suyu seviyelerindeki artış bazı sahil şeridinde bulunan tarımsal alanların tuzlu suya maruz kalmasına yol açmaktadır. Aynı zamanda yer altı sularını da olumsuz etkilemektedir. Tabi yüksek sıcaklıkların orman yangını riski de asla göz ardı edilmemelidir. Ayrıca yüksek sıcaklık ve hitamında oluşan kuraklık bazı zararlı haşerelerin (çekirge, güve, kırmızı örümcek, afit, beyaz sinek, thrips gibi) türemesine ve tarım alanlarının çölleşmesine de neden olabilmektedir. Ayrıca deprem başta olmak üzere ekolojik felaketlerin 2050 yılına kadar altyapı sistemlerini trilyonlarca dolar maliyete maruz bırakacağı tahmin edilmektedir. Bunların yanında çevresel kirlenmenin yol açtığı dışsallıklar toplumsal refahın azalmasına da vesile olmaktadır.⁵⁹

Aynı zamanda turizm sektörü de yine tarım sektörü gibi iklim değişikliklerine duyarlı sektörlerdendir. Nitekim birçok yerde çevre koşullarının turizm bölgeleriyle yakından ilişkisi bulunmaktadır. Örneğin kış şartları ve biyoçeşitlilik gibi turizm faaliyetleri üzerinde etkisi hissedilir derecededir. Ayrıca iklim değişikliğinden kaynaklı meydana gelen salgın ve bulaşıcı

58 Gallagher Re: "Natural Catastrophe and Climate Report: 2025

59 Panayotou, 2011

hastalık riskleri, orman yangınları da yine turizm sektörünü olumsuz etkilemektedir.⁶⁰ Turizm sektörü tatil imkânı sağlayarak bireylerin hayat standartlarının artmasına vesile olmaktadır. Tabi bu durum ekonomik hayata da yansımaktadır. Örneğin turizm sektörü turistin yaşadığı ülkeden seyahate geldiği ülkeye doğru bir servet transferi sağlamaktadır. Nitekim ada ülkeleri gibi turizm gelirinin fazla olduğu ülkelerde ödemeler dengesi bakımından bu gelirler önem arz etmektedir. 2007 yılı itibariyle 50 tane az gelişmiş ülkenin 46 tanesi döviz gelirlerini turizm sektöründen temin etmektedir. Bu kapsamda bu ülkeler için turizm istihdam kaynağı da sağlarken böylelikle yoksulluğun azalmasında da büyük rol oynamaktadır.⁶¹ Özellikle kış turizmleri küresel ısınmadan nasibi fazlasıyla almaktadır. Artan sıcaklıklar kış turizminin yapıldığı bölgelerde sezonu kısaltarak talebin daha yüksek enlemlere kaymasına vesile olmaktadır.⁶² Bu bağlamda yaklaşık 2 °C'den daha az seviyelerde meydana gelen sıcaklık artışı Kuzey Alp'lerdeki kar örtüsünün 5 aylık bir sürede 40 gün daha az kullanılmasına yol açmaktadır. Bu durum Almanya'nın Bavariyan Alp'lerinde yer alan kış sporlarının yaklaşık %60'ının kaybolması anlamına gelmektedir.⁶³ Turizm sektöründe yaşanan azalma ile birlikte turizm talebinde de yaşanacak olan azalma bu bölgelerde işgücüne olan talebinde azalmasına yol açmaktadır. Bu da sektörel işsizliğe varan sonuçları beraberinde getirecektir. Ayrıca altyapı tesisleri ve ulaşım ağı gibi yatırımlarda azalmalar görülebilecektir. Bu zincirleme etki turizm sektörünün tarımsal ürün talebinden bölgesel el ürünlerine kadar bir alanı ekonomik anlamda etkilemektedir.⁶⁴

Bu durumu yine Türkiye özelinde değerlendirdiğimizde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2024 yılı için turizm geliri, 61 milyar dolara seviyesinde gerçekleşmiştir.⁶⁵ Bu gelir 2024 yılı gayri safi milli hasılasının %4,63'ünü

60 UNWTO, 2008

61 UNWTO, 2007

62 UNWTO, 2003

63 UNWTO, 2007

64 UNWTO, 2003

65 TÜİK, 2024

oluşturmaktadır. Ayrıca yine 2024 itibariyle turizm sektöründe kayıtlı çalışan istihdamın oranı %8,8 olarak gerçekleşmiştir.⁶⁶ Gelir ve istihdam yaratma gibi faydalarının yanında cari işlemler dengesine de olumlu katkılar sunan turizm sektörü böylelikle açıkların finanse edilmesini de olumlu katkılar sunmaktadır. Örneğin 2024 yılında dış ticaret açığı 82,165 milyar dolar olmuştur. Turizm gelirleri ise 61,103 dolar olarak gerçekleşmiştir. Böylelikle turizm gelirlerinin dış ticaret açığını kapatma oranı %74,3 olarak gerçekleşmiştir.⁶⁷

Enerji noktasında iklim değişikliği artan sıcak hava, yağışların azalması, su seviyelerindeki azalmalar, fırtına ve seller, deniz suyu seviyesinde yaşanan yükselmeler yol açarak dolayısıyla enerji arz ve talep dengesi üzerinde de etkili olmaktadır. Enerji arz-talep dengesinin yanında aynı zamanda enerji kaynaklarının transferini ve tesislerini de etkileyebilmektedir. Örneğin hidroelektrik üretim tesislerinde yaşanan kuraklıklar sonucu gerçekleşen su seviyesindeki azalmalar enerji üretimini sekteye uğratmaktadır. Örneğin 2006 yılında Kaliforniya'daki bir hidroelektrik üretim tesisi üzerinde gerçekleştirilen çalışmada 4 °C'lik bir sıcaklık artışı durumunda yüzyıl sonra akarsu akışlarının %28 oranda azalacağı böylelikle enerji üretiminin %30 oranında düşeceği senaryolaşmıştır.⁶⁸ Ayrıca hidroelektrik üretiminde yaşanan bu azalmalar Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı ülkelerde ödemeler bilançosu sorununa yol açacaktır.

Ayrıca kıyı kesimlere kurulmuş olan enerji üretim tesisleri deniz seviyesindeki yaşanan değişimlerden aynı zamanda yine iklim değişikliğinden kaynaklanan fırtınalar doğrudan ve dolaylı olarak iklime bağlı olan bu gibi enerji üretim tesislerini risk altına almaktadır. Ayrıca elektrik dağıtım tesislerinde iklim değişikliğinden kaynaklı ekolojik felaketler (fırtına ve sel gibi) sonucu oluşan fiziki zararlar enerjinin taşınmasını zorlaştırarak uzun süreli elektrik kesintilerine dolayısıyla iş kesintileri yaşanmaktadır.

66 Turizm Ajansı, 2024

67 TÜİK, 2024

68 Cayan ve diğerleri, 2010

Enerji üretmek amacıyla kullanılan nükleer enerji santrallerinde soğutma işlemi su ile sağlanmaktadır. İklim değişikliğinden kaynaklı yaşanan su kayıpları enerji santrallerinin de kullanılmasını engellemektedir. Nitekim 2002 yılında Avustralya’da yaşanan kuraklık Queensland santralindeki enerji üretimini önemli ölçüde azaltmıştır. Aynı şekilde 2003 yılında da ısınan nehir suları Fransa’daki nükleer santrallerin enerji üretimlerini azaltmıştır.⁶⁹

İklim değişikliğinden kaynaklı ısıtma ve soğutma gereksinimleri enerji kullanım şeklini yeniden şekillendirerek enerji talebine etki etmektedir. Nitekim artan sıcaklıklar soğutma ihtiyacını artırarak enerji talebini artırmaktadır. Ayrıca 1,3 ila 2,9 °C arasındaki sıcaklık artışlarının 2050 yılında İngiltere’nin doğal gaz kullanımını %7 ile %10 arasında düşüreceği tahmin edilmektedir. Aynı şekilde ABD’nin MINK bölgesinde gerçekleşecek olan 0,8 °C’lik artışında bölgedeki fosil yakıt kullanım oranını %7 ile %16 arasında düşüreceği değerlendirilmektedir. Yine İtalya’da 2080 yılında yaşanacak olan 3 °C’lik sıcaklık artışı enerji talebini %20 oranında azaltacağı, soğutma içinde enerjiye olan talebi %50 oranında artıracığı tahmin edilmektedir.

Ayrıca iklim değişikliğinden kaynaklı yaşanan sıcaklık stresi, nem durumu emeğin verimliliğini de düşürmektedir. Üstelik yetersiz havalandırma da eklenince düşük ve orta gelirli ülkelerde çalışanlar bu etkiye daha çok maruz kalmaktadır. Geleneksel iktisadi modele göre üretimi artırmak iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan bir tanesi üretimdeki girdi miktarı artırmak iken diğeri üretim faktörlerinin verimliliğini artırmaktır. Nitekim yaşanan iklim koşulları çalışanların performanslarını da etkileyerek verimliliği düşürmektedir. Bu bağlamda iklim koşullarında yaşanan bu değişimlerin emek verimliliği üzerindeki olumsuz etki dünya GSYH ’sının yaklaşık %0,5’ine buda yaklaşık olarak yıllık 300 milyar dolar seviyelerine denk gelmektedir. Bu noktada Çin ve Hindistan’da

69 Stern, 2007

ilerleyen yıllarda bu kaybın yarım trilyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca 0,6 °C'lık bir sıcaklık artışının emek verimliliğini küresel çapta yaklaşık 2,5 trilyon dolar civarında etkileyeceği tahmin edilmektedir.

Aynı zamanda iklim koşullarında yaşanan değişimler istihdam üzerinde de etki oluşturmaktadır. Bazı durumlarda doğrudan istihdamı etkilerken bazı durumlarda da özellikle de hükümet düzenlemeleri gibi yöntemlerle dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Böylelikle iklimde yaşanan değişimler ve hükümet düzenlemeleri tüketicilerin tercih ve davranışlarında da etkiye yol açabilmektedir. Bu da haliyle istihdam üzerinde etkisini göstermektedir. İklimde yaşanan değişimler iktisadi aktivitelerinde ve iş çevrelerinde kapasite azalışlarına neden olarak iş gücü talebini önemli seviyede azaltmaktadır. Özellikle turizm, tarım ve enerji gibi sektörlerde bu etki daha çok hissedilmektedir. Nitekim tarım sektöründe dünya genelinde 2023 yılı itibariyle 916 milyon kişi istihdam edilmiştir. Bu oran toplam istihdamın %26,1'ini oluşturmuştur.⁷⁰ Aynı şekilde hizmetler sektörü içerisinde yer alan turizm sektörü de dünya GSYH 'sının yaklaşık %10'unu oluşturarak 2024 yılı itibariyle küresel ekonomiye 10,9 trilyon dolar hacme ulaşmıştır. Buradaki yaşanan istihdam kaybı da göz ardı edilmeyecek seviyededir.⁷¹

İklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik gerçekleştirilen politika uygulamaları ve düzenlemeler hizmet ve mal piyasasına yönelik arz-talep dengesini de etkilemektedir. Sonrasında bu durum emek piyasasına yansımaktadır. Bu hususta karşımıza çıkan en etkili örnek ise emisyon ticareti ve karbon vergisine yönelik uygulamalardır. Nitekim bu gibi uygulamalar maliyetlerin yükselmesine vesile olarak piyasalara fiyat sinyalinin gitmesine vesile olmaktadır. Çünkü karbon vergi uygulamaları nispi fiyatlar üzerinde hatırı sayılır değişikliklere yol açarak ara malı ve nihai mallar başta olmak üzere emek talebini etkilemektedir. Bu noktada enerji ve enerji yoğun

70 Food and Agriculture Organization of the United States, 2025

71 Dünya Bankası, Turizm Sektörü, 2025

mal ve hizmetlerin fiyatlarında bir artış meydana gelecektir. Meydana gelen fiyat mekanizması tüketici ve üreticilerin daha çevreyi önceleyen ürünler tüketip üretmelerine yol açacaktır. Emek talebinin bu özelliği enerji yoğun sektörler başta olmak üzere kirlетici sektörlerde çalışanların istihdamında azalmalara yol açacaktır. Unutmayalım ki emek talebi türev talebidir. Yani emek, nihai tüketici talebinden türeyen bir üretim faktörüdür. Dolayısıyla üretimine katıldığı mallara olan talep emek talebini de belirlemektedir. Bu kapsamda kirlетici ürünlere olan talebin azalması bu sektöre yönelik istihdamında azalmasına neden olmaktadır.⁷²

Ancak iklim değişikliğinin her ne kadar istihdam üzerinde olumsuz etkileri olsa da aynı zamanda yeni iş imkanlarının ortaya çıkmasına da vesile olmaktadır. Bunlar kıyı şeridini koruma, alt yapı ve üst yapıyı güçlendirme, emisyon azaltımı girişimleri, su kaynaklarını yönetme, düşük karbon teknolojileri ve yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımlar sonucu ortaya çıkabilecektir. Ancak halen de bu yatırımların istihdama olan etkisi belirsizliğini korumaktadır. Ancak kısa vadede karbon yoğun sektörlerde iş gücü kaybına yol açacağı değerlendirilmektedir. Düşük karbonlu sektörlerin yeni iş imkânı sağlama noktasında geleneksel sektörlerle nazaran daha emek yoğun olacağı tahmin edilmektedir.⁷³ Emeğin hareketliliğinde yaşanacak olan azalmalar, bilgi stoğunun daha kullanışsız hale gelerek yıpranmasına ilaveten yeni teknolojilere yönelik endüstrilerin bilgi- beceri (know-how) açığının giderilmesinde yaşanan zaman kaybı ekonomide yapısal işsizliğe neden olabilecektir.

Ayrıca iklim değişikliğinin sebep olacağı etkilenen bölgeden etkilenmeyen bölgeye olan göçler iklim değişikliğinden etkilenen bölgelerde beşerî sermaye kayıplarına da yol açacaktır. Nitekim beşerî sermaye yüksek mobilitesi ile bilinmektedir.

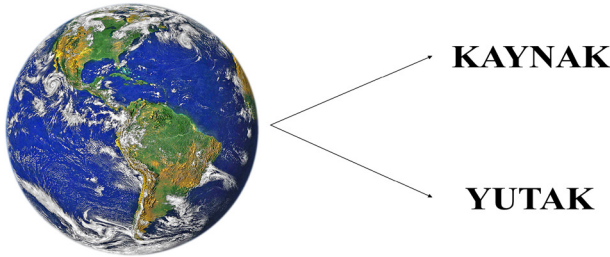
72 Başoğlu, 2014

73 IPCC, 2007

Ekolojik İktisat

Ekoloji kelimesi doğa ile insan arasındaki dengenin ifade edilmesi için söylenmiş oldukça geniş bir kavramdır. Nitekim sürekli mühendislik bilimine öykünerek onunla ilişkilendirilmiş ve çevrecilik olarak ele alınmıştır. Ancak unutulmamalıdır ki çevreciliğe göre doğa, insana hizmet olarak sunulan bir kaynaktan ibarettir. Ayrıca bu anlayıştan doğa çevre ekonomisi çevre sorunlarına karşı neoklasik iktisadi perspektifte çözümler aramaktadır. Bundan mütevellit doğal kaynaklarında piyasa temelli kullanımı üzerine odaklanmaktadır. Ancak ekolojik iktisat daha çok biyomerkezli bir çizgide durmaktadır. Doğa ile insan arasındaki dinamik döngüye yoğunlaşmıştır.⁷⁴ Bu bağlamda ekolojik iktisat hâkim iktisadi düşüncüyü biraz eleştirerek heterodoks iktisadi yaklaşımların arasında konumlanmaktadır.

Şekil 3: Dünyanın Yutak ve Kaynak Görevi



Ekolojik iktisat sanayileşmenin bir sonucu yaşanan doğal kaynak tahribatlarından kurtulmanın yolunu tüketim ve üretim kalıplarından başlayarak hâkim iktisadi sistemin acilen revize edilmesinde aramaktadır. Bu bağlamda ekolojik iktisat doğaya kaynak ve yutak olmak üzere iki temel görev üzerinden analiz ederek bu iki temel özelliğin artık mevcut iktisadi sistem ile düdürülebilir olmaktan çıktığına vurgu yapmaktadır.

Ekolojik iktisadi düşünceye göre ana akım iktisat, Adam Smith'in (iktisadın kurucu babası) meşhur eseri olan "Ulusların Zenginliği" adlı eseriyle beraber orta çıkmıştır. Bu

dönemde (yani 18'inci yüzyılda) dünya nüfusu yaklaşık olarak 800 milyon civarındaydı. Dolayısıyla kaynakların tükenmesi (dünyanın kaynak olma görevi) ve iktisadi faaliyetlerin sonrasında oluşan atıkların dünyaya yük olacağına (dünyanın yutak olma özelliği) dair bir tehdit bulunmamaktaydı. Bu sebeple sürekli insan refahı ön planda tutularak buna yönelik analizler gerçekleştirilmiş, fayda maksimizasyonu ise tüketim miktarıyla özdeşleştirilmiştir. En önemli unsur olarak da iktisadi büyümeye yani gayri safi milli hasılanın artırılmasına öncelik verilmiştir. Fayda-maliyet analizleri tek nesnel yöntem ve rasyonel olan durum olarak ele alınmıştır. Dışsallıklar, doğal kaynakları kullanmanın fırsat maliyetleri gibi olguların önemi yeterince algılanamamıştır. Üretim ve tüketime yönelik iktisadi kalkınma modelleri gaye edinilmiştir.⁷⁵



→ Adam Smith
Milletlerin Zenginliği-1776
(Dünya Nüfusu 800 Milyon)



→ 2025 yılı
(Dünya Nüfusu 8 milyar)

Bu kapsamda insanların istek ve arzularını tatmin etmeye yönelik fiyat mekanizması ile piyasa sistemini entegre ederek kıtlık bilimi olarak vuku bulan hâkim iktisadi yapı insanların refahını düşünürken kaynakların tükenmesine dolayısıyla doğanın kaynak görevinin zora girmesine ve tüketildikten sonra doğaya yutması için bırakılan atıkların eşik seviyelere gelmesiyle ilgilenmemiştir. Sonuçta istek ve arzularımız için üretilen tüm ürünlerin kaynağı dünyamızdır. Dünya kaynaklarından (hammaddelerinden) ürünler üretilmektedir. Ancak nüfus arttıkça bu istek ve arzuların karşılanması için daha fazla kaynak tüketimi meydana gelmektedir.

⁷⁵ Hahnel, 2014

KAYNAK



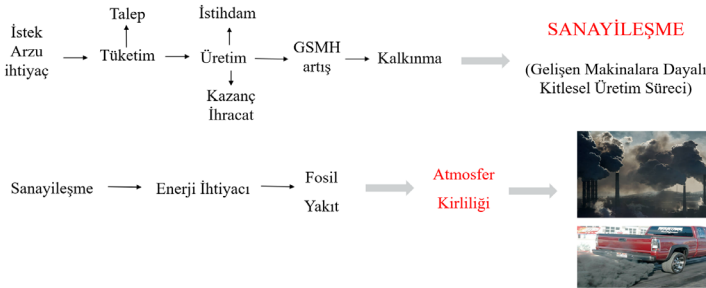
Örneğin piyasadan 1000 adet mutfak masası talep edildiğini varsayalım bu masanın üretilmesi için doğadan 500 ağaç kesildiğini varsayalım. Bu durumun sürdürülebilir olabilmesi için yani doğa kaynaklarına zarar vermeden gelecek nesillerin emanetini teslim edebilmemiz için tekrar 500 ağaç ekilerek büyümesi ondan sonra tekrardan 1000 adet masa arz edilmesi yani piyasaya sürülmesi gerekmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilir olması için kesilen 500 ağacın yerine yeni 500 ağaç büyüdüktan sonra ancak bu işlem yapılmalıdır. Nitekim modern iktisadi yapı buna göre tasarlanmayıp salt kar maksimizasyonu mantığıyla hareket ettiği için firma kar elde ettiği sürece piyasanın talebi kadar masa üretimine devam edecektir. Bu durum yerine yenisinin gelmesine bakılmadan kesilebildiği kadar ağaç kesilmesiyle sonuçlanacaktır. Buda sürdürülebilir olmaktan uzak bir durumdur. Ormanlarımız azalmasına vesile olmaktadır. Haliyle iklim değişikliklerinin oluşmasına yol açmaktadır. Mevcut iktisadi yapının fiyat kontrol mekanizması ta ki kaynaklar kısıtlaştığında yani ağaç oranı azaldığında ve azalan mal değerlendirilerek fiyatı arttığında bireylerin bu fiyatı karşılamakta zorlanıp ağaç masa talep etmekten vazgeçtiğinde ağaç kesimleri sona erecektir. Tabi bu noktadan sonra artık bir önemi de kalmamış olmaktadır. Çünkü ormanlar tükenmiştir. Bu basit örnek ile durum özetlenmeye çalışılmıştır.

YUTAK



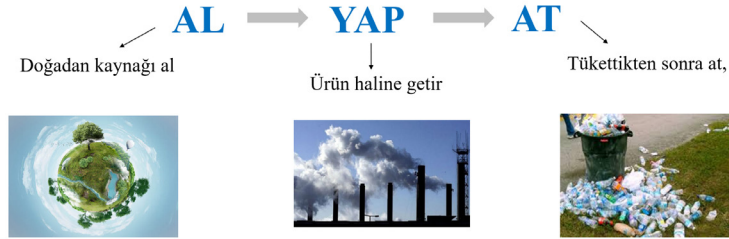
Bir diğer önemli hususta dünyamızın yutak görevinin zora girmesidir. Nitekim istek ve arzularımızı gidermek için üretilen ürünler üretim sürecinde ve tüketildikten sonra birtakım atıklar oluşturmaktadır. Örneğin üretim sürecinde fabrika bacalarından çıkan zararlı gazlar doğada atık olarak yerini almaktadır ve doğanın bunu yutması beklenmektedir. Aynı zamanda tüketilen ürünlerde yine tüketildikten sonra çöpleri yani atıkları doğaya yutulması için bırakılmaktadır. Sekiz milyar insanın atıklarının yutulması yine dünyamızın yutma kapasitesini zorlamaktadır. Sonucunda da kuraklıklar başta olmak üzere küresel ısınma gibi birçok etken iklim değişikliklerine ve ekolojik felaketlere yol açmaktadır.

ANA AKIM İKTİSAT



Kısacası istek ve arzularımızı gidermek için yola çıkan mevcut iktisadi anlayış tüketime odaklanmıştır. Tüketim piyasada talep olarak ele alınmıştır. Bireylerin taleplerini karşılamak için kâr amacıyla hareket eden girişimciler kitlesel üretim sürecini (sanayileşme) meydana getirmiştir. Nitekim kar maksimizasyonu peşinde koşan girişimci için maliyetlerini düşürerek kitlesel üretim yapan ve az zamanda çok ürün üretebilen sanayileşme teknolojisi muazzam bir gelişmedir. Ayrıca üretim beraberinde gayri safi yurt içi hasılda artışa buda üretilen fala ürünün yurtdışına ihracatı ile ülkeye döviz çekilmesine kısacası kalkınmaya yol açmaktadır. Dolayısıyla modern iktisadın oluşturduğu tüketim toplumunda talep arttıkça üretim faaliyetleri artmış daha çok fabrikalar çalışmış daha çok baca tütmüştür. İstek ve arzuların (ihtiyaçların) karşılanması için üretime koşulan kaynaklar doğadan alınarak (kaynak görevi) yine tüketim sonrası oluşan atıklar (gaz ve katı atık) yutulması için yine doğaya bırakılmıştır.

ANA AKIM İKTİSAT

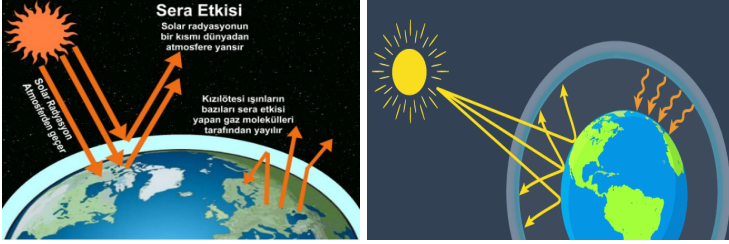


BOŞ DÜNYA VİZYONU



Dolayısıyla ekolojik iktisat hâkim iktisadi görüşü *al-yap-at* şekilden işleyen *boş dünya vizyonu* olarak görmektedir. İnsanı doğanın efendisi değil ancak parçası olabileceğini öne süren ekolojik iktisadi düşünce tüketim kapitalizmine karşı doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmeyen insan ve doğa dostu yeni alternatif bir sistemin geliştirilmesi gerekliliğini

öne sürmektedir. Nitekim liberal kapitalizmin bir sonucu olarak gelişen fosil yakıtlara bağımlı kitlesel üretim süreci çevre kirliliğine yol açarak termodinamiğin ikinci yasası olan entropiye göre problem olmaktadır.⁷⁶



Sanayileşmenin bir sonucu olarak oluşan fabrikasyon üretim süreci ile atmosfere saçılan sera gazlarını ormanlarımız ve okyanuslarımız yutmaya (tekrar oksijene çevirmek ve sıcaklığını soğutmak) çalışmaktadır. Doğal döngü bu şekilde işlemektedir. Ancak sera gazı miktarı arttıkça ormanlarımız tarafından emilemeyen (oksijene çevrilemeyen) miktar atmosfer yüzeyinde birikmektedir. 2024 yılı itibariyle bu miktar 420-450 ppm civarına ulaşmıştır.⁷⁷ Dünya emme kapasitesini aşan kısım atmosfer yüzeyinde birikerek bariyer oluşturmaktadır. Normalde dünyaya giren güneş ışınları dünyaya çarptıktan sonra tekrar yansıyarak uzaya gitmektedir. Böylelikle ortalama dünya sıcaklığı 15 °C civarında kalmaktadır. Ancak atmosfere biriken bahse konu sera gazları dünya yüzeyine çarpan güneş ışınlarına bariyer görevi yaparak uzaya kaçmasını önlemektedir. Bu sebeple uzaya gidemeyen güneş ışınları dünya genelinde küresel ısınmaya yol açmaktadır. Bu durum sürdürülebilir olmaktan çıkmıştır.

Sonuç olarak ekolojik iktisat;

* Sonlu kaynaklardan sonsuza kadar faydalanmanın imkânsız olduğunu,

* Ekonomi ile ekosistemin birbirinden ayrılamayacağını,

⁷⁶ Hahnel, 2014

⁷⁷ NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2024

- * İnsan-doğa dostu bir sistemin kurulması gerektiğini,
- * Mevcut iktisadi sistemin dünya kapasitesinin çok daha üzerinde doğa baskısı oluşturduğunu,
- * Sıfır karbonlu yeni tüketim ve üretim kalıplarının benimsenmesi gerektiğini,
- * Ana akım iktisadın temelinde var olan *şimdi çantada keklik gelecek ise havada turna* anlayışından vazgeçilmesi gerektiğini,
- * Çevresel sorunlara tek taraflı çözüm bulunamayacağını,
- * Tüketim noktasında dengeli davranış kalıplarına geçilmesi gerektiğini,
- * İhtiyatlılık ilkesinin esas alınmasını,
- * Fayda-maliyet paradigmasından vazgeçilmesi gerektiğini,
- * İktisadi büyümeden ziyade dengenin esas alınmasını,
- * İstihdamda yeşil yakalılar, talepte yeşil talep, kaynakta yeşil finansman gibi uygulamaların gelmesi gerektiğini,
- * Sıfır büyüme politikalarının geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Ancak bunları yaparken içerisinde bulunduğumuzun gezegenin kurtarıcılığı altında farklı amaçlara hizmet eden ezoterik yapılara çok dikkat edilmelidir. Örneğin büyükbaş hayvanlar sera gazı etkisi yaratıyor diye katline ferman vererek, insanlığın temel ihtiyacı olan et ürünlerinin yapay et endüstrisinin tekeline bırakılmamalıdır.

Dışsallıklar ve Piyasa Başarısızlıkları

Toplum olmanın gereklerinden bir tanesi, bir kişinin yaptığı bir eylemin diğer kişinin refahına etki (olumlu ya da olumsuz) etmesidir. Bu kapsamda ortaya çıkan dışsallıklar toplumsal hayatın dinamikleri arasında yer almaktadır. Bu sebeple birçok sosyal bilim bu etkiyi incelemektedir. Dışsallık iktisat biliminin esas aldığı mal ve hizmetlerin üretim, tüketim ve dağıtım süreçlerinde pek çok kez ortaya çıkmaktadır. Nitekim

bu dışsallıklar fiyat mekanizması içerisinde ve piyasa işleyiş sürecinde fiyatlara yansdığı sürece kamu iktisadının alanına girmemektedir.

Teorik anlamda dışsallığı ilk öne süren kişi Alfred Marshall'dır. Çalışmalarında dışsal ekonomiyi endüstri içerisindeki gelişme koşullarınca firmaların elde ettiği fayda olarak ele alırken aynı zamanda firmalar arasındaki rekabeti bozup bozmadığını da analiz etmiştir. Marshal'dan sonra dışsallık kavramı Arthur Cecil Pigou tarafından tekrar ele alınmıştır. Pigou çalışmalarında aksak rekabet koşullarında refah artışının devlet müdahalesi ile gerçekleşebileceğini öne sürerek dışsal ekonomi ile refah ekonomisi arasında bağ kurmaya çalışmıştır. Nitekim Pigou olumlu dışsallıkların yanında negatif dışsal ekonomilerini de analizlerine katarak Marshall'dan ayırmıştır. Pigou ile yakın düşüncelere sahip olan Mishan ise dışsal etkiyi genellikle bir firmanın çıktısı ya da bir kişinin faydasının diğerlerinin faaliyetlerine etkisi olarak tanımlamaktadır.

Buchanan dışsallığı özel mallar ile beraber vuku bulduğunu öne sürerek dışsal etki yaratan malları dışsal çıktılar olarak tanımlamıştır. Yine Buchanan'a göre bir bireyin mal veya hizmet, tüketimi-üretimi başka bir bireye maliyet veya fayda unsuru sağlıyorsa yani diğer kişinin fayda fonksiyonuna bir etki ediyorsa o zaman dışsallık vardır. Etki altında kalan kişi de piyasa yoluyla bu durumu tazmin edemiyorsa oluşan bu dışsallık "*Pareto Optimumu*"na ilişkindir. Bu durum gerekli marjinal şartların yerine getirilmediğini işaret etmektedir. Ayrıca Buchanan dışsallıkların olması halinde bu durum tek taraflı sübvansiyon veya vergi ile pareto etkinliğine ulaşılamayacağını ileri sürmektedir.

Dışsallık hususu Nath'a göre bir iktisadi birimin refah seviyesindeki olumlu veya olumsuz etkinin bir çeşididir. Yani iktisadi veya sosyal nitelikteki birimlerden kaynaklanan maliyetlerin veya faydaların karşılığı olmaksızın başka kişilere

yüklenmesidir.⁷⁸ Bu noktada Bator dışsallığın oluşmasındaki sebebi oluşan dışsallığa yönelik bir mülkiyet hakkının olmamasına bağlamaktadır.⁷⁹

Coase ise Pigou'yu eleştirerek dışsallığın doğru bir vergileme ilkesi ile önlenebileceğini öne sürmüştür. Bu hususta özellikle negatif dışsallığı içselleştirebilmek için optimum faydayı sağlamak adına bir teorem ileri sürmüştür.

Bu noktada dışsallık; herhangi bir iktisadi aktörün (satıcı veya alıcı) iktisadi faaliyetleri sonrası (tüketim ve üretim) dolaylı olarak veyahut doğrudan diğer iktisadi birimin refahını olumsuz veya olumlu bir şekilde etkilemesi olarak tanımlanmaktadır.⁸⁰

Genel itibarıyla dışsallıklar;⁸¹

- * Hem üretici hem de tüketiciler yani birey ve firmalar tarafından ortaya çıkabilmektedir.
- * Olumlu ya da olumsuz etkileri bulunmaktadır.
- * Karşılıklıdır, yani üretici ile tüketici sürekli etkileşim halindedir.
- * Bazen de kamusal mal olarak da vuku bulabilmektedir. Örneğin bireysel fayda sağlanmak amaçlanmışken ortaya çıkan durum toplumun geneline sosyal bir fayda sağlıyorsa oluşan dışsallık kamu malı olarak addedilmektedir.

Oluşan dışsallıkların fiyatlara yansımaması sebebiyle piyasa fiyatları gerçeği yansıtmamaktadır. Bu sonuç kaynak dağılımında etkinliğin sağlanamamasına ve yanlış yönlendirilmelerin oluşmasına yol açmaktadır. Ortaya çıkan dışsallıklar özel maliyet ile sosyal maliyet ve özel fayda ile sosyal fayda arasında bir farklılığa yol açarak, fiili üretimin optimal düzeyin altında veya üzerinde olmasına yol açmaktadır. Bu sebeple piyasa mekanizması iktisadi etkinliğini sağlayamayarak pareto optimum kriterleri oluşmamaktadır.⁸²

⁷⁸ Kargı ve Yüksel, 2010

⁷⁹ Kargı ve Yüksel, 2010

⁸⁰ İmrad, 2025

⁸¹ Rosen ve Gayer, 2014

⁸² Öztürk ve Bayraktar, 2010

Dışsallıklar genel itibariyle pozitif ve negatif olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır.

Dışsal Fayda/Pozitif Dışsallık; iktisadi bir birimin üretim ve tüketim gibi faaliyetleri sonrası ortaya çıkan durumun diğer iktisadi birimlere fayda oluşturmaları oluşan bu faydanın ise maliyetsiz olmasıdır. Pozitif dışsallıklara verilen en meşhur örnek arı yetiştiricisi ile elma bahçesi olan kişidir. Arı yetiştiricisinin yetiştirdiği arılar elmalar için polen taşıyarak pozitif yani olumlu bir dışsal fayda sağlamış olmaktadır. Aynı şekilde elma bahçesindeki ağaçların çiçekleri de arıların daha fazla bal yapmalarına vesile olarak fayda sağlamış olmaktadır. Nitekim pozitif dışsallığın hüküm sürdüğü durumlarda ortaya çıkan malın fiyatı ve üretim miktarı sosyal optimumu sağlayabilecek düzeyde olmamaktadır. Şayet tüm faydalar analize dahil edildiğinde piyasa üretim miktarı sosyal optimumun sağlandığı üretim miktarından daha az olacaktır.⁸³

Dışsal Maliyet/Negatif Dışsallık; iktisadi bir faaliyet sonrası ortaya çıkan durumun diğer iktisadi aktörler üzerinde olumsuz etkiye yol açması ve açılan bu zararın maliyetinin toplumdaki diğer bireylere yansımalarıdır. Bu duruma örnek olarak fabrika bacalarından havaya bırakılan zararlı gazlar yine fabrikaların üretim sonrası ortaya çıkan atıklarını deniz bırakması bu kapsamda suya ve toprağa karışan zararlı kimyasallar verilebilmektedir.

Negatif dışsallıkların yol açtığı maliyet, sorumlu olan firmaya yüklenmedikçe optimal düzeyin üzerinde üretim yapılması mümkün olmaktadır. Örneğin bir firma bir mal üretirken havaya saldırdığı zararlı gaz için herhangi bir maliyete katlanmıyorsa ve bu zararlı gazı bedavadan havaya salma özgürlüğüne sahipse (ki bu zararlı gaz bölgede yaşayanlar için negatif dışsallık demektir) bundan mütevellit firma üretim sürecinde ilave bir maliyete katlanmıyorsa bu durumda kar maksimizasyonu ile hareket eden işletme daha fazla üretimde bulunmak isteyecektir. Nitekim saldırdığı emisyonu orantılı

83 Kirmanoğlu, 2011

olarak ilave bir maliyete katlansaydı (örneğin bu maliyet üretim sürecine dahil olsaydı) bu durumda maliyet avantajı sağlayamadığı için ürettiği ürün kârlı olmaktan uzaklaşacak buda girişimci için olumsuz bir sonuç olacaktır. Fakat negatif dışsallığın ilave maliyet olarak üretim sürecine dahil edilmediği durumlarda girişimci kâr amacı ile daha fazla üretmek isteyerek optimal düzeyin üzerine çıkacaktır.⁸⁴

Emek, sermaye ve girdi maliyetleri gibi giderler firmaların içselleştirilen maliyetleri arasında yer almaktadır. Nitekim firmaların olağan olan bu maliyetlerine bir bedel ödemek zorunda oldukları için içselleştirmek zorundadırlar. Ancak negatif dışsallığın hâkim olduğu durumlarda firmalar oluşan zararı zorunlu olmadıkları için içselleştirmemeyi tercih etmektedir. Dolayısıyla negatif dışsallığın hâkim olduğu durumlarda piyasa tüm maliyetleri fiyata yansıtmadığı için piyasa başarısızlıkları ortaya çıkmaktadır.⁸⁵

Pigou Vergisi ve Sosyal Maliyetin/Dışsallığın İçselleştirme

Ana akım iktisat genel itibariyle kıt kaynakların etkin dağılımında piyasa mekanizmasının gerekliliğini ifade etmektedir. Nitekim A. Smith ile beraber 1776 yılında ortaya çıkan *hayırsever görünmez el* bu noktada aktif rol oynamaktadır. Malın fiyatı maliyetini karşıladığı sürece o malın arz miktarının artacağını öne süren Smith, ayrıca ilave maldan sağlanan tahminin malın fiyatından yüksek olduğu sürece de o mala olan talebin devam edeceğini öne sürmüştür. Smith'in piyasadaki görünmez hayırsever eli malları toplumsal olarak optimal ya da etkin miktarda üreteceğimiz şekilde yönlendirmektedir. Smith'n bu görüşlerinden 100 yıl kadar sonra 1912 yılında Pigou'ya göre üretilen malın üretim sürecinde üretici haricinde üçüncü kişilere de maliyet oluşuyorsa yani üretim süreci dışsal maliyet yaratıyorsa bu durumda o şeyi üretmenin marjinal toplumsal maliyeti (MTM) o malın marjinal özel maliyetinden

84 Nar, 2022

85 Kirmanoğlu, 2011

(MÖM) daha yüksek olacaktır ($MTM > MÖM$). Aynı şekilde bir malı tüketmenin tüketicisinden başka üçüncü kişilere de etkisi oluyorsa (dışsal etki) bu durumda o malı tüketmenin marjinal özel faydası (MÖF) marjinal toplumsal faydadan (MTF) farklı olacaktır. Yani mevcut sistem alıcı ve satıcılar üzerinde oluşabilecek bu gibi sonuçları dikkate almaya yönlendiren herhangi bir mekanizma bulunmamaktadır.⁸⁶

Dolayısıyla karar verme sürecinde sadece alıcı ve satıcıların katıldığı piyasa karar-alma süreci dışsal etkileri dikkate almakta başarısız olmaktadır. Oluşan bahse konu dışsal etkiler üçüncü kişiler tarafından olumsuz sonuçlara yol açıyorsa piyasa mekanizması alıcı ve satıcıların dışında kalıp olumsuz etkilenen tarafları haklarından fiilen mahrum bırakarak o malın toplumsal olarak etkin miktarından daha fazlasını üretmemize yol açmaktadır. Dolayısıyla Adam Smith'in kıt kaynakların etkin kullanımında toplumsal amaç ile bireysel arzuların başarıyla dizginlenmesine yönelik olan piyasa vizyonu dışsal etkilerin yer almadığı ya da çok önemsiz olduğu durumlarda geçerli olmaktadır. Piyasa ekonomisinin geçerli olduğu durumlarda üreticinin karını artırabilmesinin en geçerli iki yolundan bir tanesi üretilen mal veya hizmetin değerini artırmak iken diğeri onu elde ederken katlandığı zahmeti azaltmaktır. Tabii ki üreticinin malının değerini artırarak o malı daha yüksek fiyattan satmasını ümit etmesi en makul davranıştır. Ancak karını artırmanın karşılığında hiçbir telafi ödemeksizin maliyetlerini dışsallaştırıp karlarını içselleştirerek üretilen mal ve hizmetten daha fazla pay kapmak istiyorsa bu durum toplumun aleyhine bireysel çıkarlara hizmet etmektedir.⁸⁷

Dışsallıkları denetim altında tutabilmek için konulan vergilerin temel amacı sosyal maliyet (SM) ile özel maliyet (ÖM) ve özel fayda (ÖF) ile sosyal fayda (SF) arasında ortaya çıkan farkı uygulanan vergiler ile gidermektir.⁸⁸ Bu

86 Hahnel, 2014

87 Hahnel, 2014

88 Güneş, 2000

noktada Arthur C. Pigou, etkinliği sağlamak adına piyasa mekanizmasına müdahale edilerek üretim veya tüketimde meydana gelen negatif dışsallıkları üretimin optimal düzeyde olmasını sağlayacak kadar vergilendirilmesini pozitif dışsallık durumunda ise sübvansile edilmesini ileri sürmüştür.⁸⁹

Bu kapsamda Pigoucu diye de adlandırılan bu vergiler birtakım farklılıklar arz etmektedir. Böylelikle sosyal etkinlikleri noktasında cazip olmalarını sağlamaktadır. Örneğin küresel ısınma, atmosferin kirlenmesi ve trafik keşmekeşi gibi vuku bulan negatif dışsallıkların sonucu oluşan mağduriyetin engellenebilmesi veya azaltılabilmesi için buna sebep olan kişilere vergi uygulanırken ağaç dikmek gibi pozitif dışsallıklara vesile olanlara da sübvansiyon uygulanmaktadır. Böylelikle oluşan dışsallık/sosyal maliyet içselleştirebilecektir.

Üçüncü tarafları (üretici ve tüketici haricindeki kişiler) etkileyen dışsallıklar kaynak dağılımındaki etkinliği sekteye uğratarak piyasa ekonomisini sosyal açıdan bozmaktadır. Nitekim dışsallık kaynakların aşırı veya düşük düzeyde tahsis edilmesine sebep olarak piyasada oluşan aksaklığın sebeplerinden bir tanesini oluşturmaktadır.⁹⁰ Nitekim piyasa ekonomisinin hâkim olduğu düzende pozitif dışsallık yayan mal ve hizmetlerin toplum için gerekli olan düzeyin altında, negatif dışsallık yayan mal ve hizmetlerin ise gerekli olan toplumsal düzeyin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu sebeple ortaya çıkan bu kaynakların kullanımındaki etkinsizlik devlet tarafından vergiler yoluyla içselleştirerek piyasa mekanizmasında etkinliğin sağlanması amaçlanmaktadır. İçselleştirme esnasında devlet dış zararı en aza indirmeyi dış faydaları ise yükseltmeyi hedefleyerek uygulamaları caydırıcı veya sınırlayıcı nitelikte (tavan ve taban fiyat uygulaması, mali ve cezai önlemler, üretim standartlarının belirlenmesi gibi) olmaktadır. Bu kapsamda dolaylı veya dolaysız müdahalelerde bulunmaktadır.⁹¹

89 Öztürk, 2004

90 Bakırtaş, 2002

91 Armağan, 2003

Coase Teoremi: Pazarlık, Mülkiyet Hakları ve Etkinlik

1960 yılında Ronald Coase “*Toplumsal Maliyet Sorunu*” adlı eseri ile dışsallıkların piyasa mekanizması içerisinde çözülebileceğini belirtmiştir. Coase çalışmasında işlem maliyetlerine vurgu yaparak mülkiyet haklarının serbestçe alınıp satılması ve işlem maliyetlerinin düşük olması halinde karar mercilerinin aralarında pazarlık yapma imkanlarını artırarak pareto etkinliğine ulaşılacağını öne sürmüştür.⁹² Örneğin ırmağı kirleten fabrikayı ırmağın kenarında yaşayarak oradaki suyun mülkiyetini elinde bulunduranlar suyu bozduğu için o suyu kullananlar dava edebilmektedir. Fabrika da bu durumda sebep olduğu bu kirlenmenin bedelini ödemek zorundadır. Ya da tam tersi ırmaktaki suyun kalitesin artırıcı bir durumda fabrika sahibi su kullanıcılarından bir ücret talep edebilmektedir. Coase bu gibi durumlarda devlet müdahalesine gerek kalmaksızın tarafların karşılıklı pazarlık ve görüşmeleri ile negatif dışsallıkların içselleştirilerek çözülebileceğini öne sürmektedir.⁹³

Coase teoremine göre dışsallık oluştuğunda tarafların dışsallığı içselleştirmek için bir araya gelerek zararın giderilmesi için düzenleme yapmasını önermektedir. Coase tarafların pazarlı sürecinde etkinlik koşullarını yeniden sağlayacağını iddia etmektedir. Yine Coase’ye göre dışsallıkla ilgili sorunların devlet müdahalesi olmaksızın çözülebilmesi için dışsallığın tarafların mülkiyetinde olan alanla sınırlı olması taraf sayısının az ayrıca dışsallığın çözümü için tarafların pazarlık sürecinde karşılaşacakları pazarlık maliyetinin önemsenmeyecek derecede küçük olması gerekmektedir.⁹⁴ Kısacası Coase teoremine göre mülkiyet haklarının tanınmış olması ve tarafların pazarlık esnasında katlanacakları maliyetlerin çok önemsiz olması halinde devlet müdahalesine gerek olmaksızın etkinlik sağlanabilmektedir.

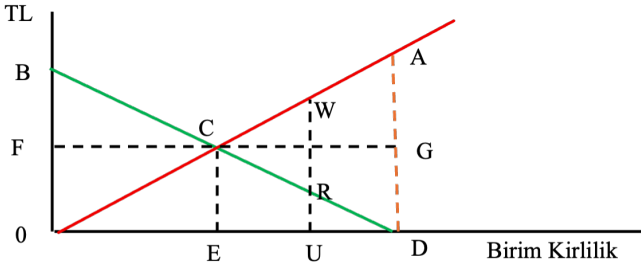
92 Kargı ve Yüksel, 2010

93 Öz ve Buyrukoğlu, 2012

94 Parlakay ve Yavuz, 2016

Coase teoreminin basit gösteriminde bir kirleten bir de kirlilik mağdurunun bulunduğu varsayılmaktadır. Sonrasında kirlletme hakkı ile kirlilikten kurtulma hakkının açıkça tanımlanmış olduğu varsayılmaktadır. Bu durumda yapılacak olan müzakerenin sonucunda elde edilebilecek olan kazanım aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Şekil 4: Coase Teoreminin Standart Gösterimi⁹⁵



Grafikteki yatay eksen birim başına düşen kirlilik miktarını göstermektedir. Dikey eksen ise kirlletenin kirlletme sebebiyle hiçbir maliyet ödemeyen ve bundan dolayı elde ettiği marjinal karı göstermektedir. Tabi aynı zamanda dikey eksen kirliliğe maruz kalan mağdurunda bu kirlilikten kaynaklanan maruz kaldığı marjinal zararı parasal olarak göstermektedir. Kısacası firmanın bir birim kirlletme karşılığında elde ettiği ilave karı, mağdurun ise bir birim fazla kirlilikten maruz kaldığı ilave zararı göstermektedir. Şekilde yer alan OBD doğrusu (yeşil çizgi) kirlletenin kirlilikten elde ettiği marjinal karı göstermektedir. OCA doğrusu (kırmızı doğru) ise mağdurun kirlilikten kaynaklı maruz kaldığı marjinal zarar eğrisidir. Şayet kirlleten kirlletme hakkına yasal olarak sahipse OD kadar (mavi çizgi) kirlilik yapacaktır. Kirlletenin saldıdığı bu OD'lik kirlilik, mağdura DA (turuncu kesik çizgi) kadarlık bir ilave zarar oluşturmaktadır. Aynı zamanda kirlletene de hiçbir ilave kar sağlamamaktadır. Bu durumda kirlletenin salınımı azaltması için ödeme yapılması kendisi için daha iyi olmaktadır. Mağdurun da aynı şekilde kirliliğin azalması için kirlletene DA'dan daha küçük miktarda

95 Hahnel, 2014

ödeme yapması kendisi için daha iyi olacaktır. Dolayısıyla kirletenin marjinal kar eğrisi BCD, mağdurun marjinal zarar eğrisi ise OCA'nın altında kaldığı sürece tarafların faydalı bir anlaşmaya varması mümkündür. Ancak kirlilik miktarı OE kadar azaltılırsa karşılık bir anlaşmaya varmak mümkün olmamaktadır. Kirlilik mağdurunun kirlilikten uzak yaşam hakkına sahipse mağdur o vakit kirletenin salınım yapma hakkına izin vermeyecektir. Kirleten ise salınım yapabilmek için mağdura ödeme yapmak zorunda kalacaktır. Kirletenin marjinal kar eğrisi BCD, mağdurun marjinal zarar eğrisi OCA'nın üzerinde olduğu sürece yine her iki taraf için faydalı anlaşmaya varmak mümkün olabilmektedir. Ancak salınımlar OE'ye kadar arttırıldığında anlaşmaya varmak mümkün olamamaktadır. OE toplumsal olarak etkin olan salınım miktarını göstermektedir. Böylesi basit ve varsayımsal durumda kirlilikten doğan yegâne toplumsal fayda kirletenin elde ettiği kardır. Tek toplumsal maliyette mağdurun uğradığı zarardır. OE marjinal toplumsal fayda (BCD) ile marjinal toplumsal maliyetleri (OCA) eşitleyen salınım miktarı olduğu için, net toplumsal faydayı maksimize etmektedir. Bu sebeple etkinlik kriterince toplumsal-etkinlik kirlilik seviyesidir. Kısacası coase teoremi kirletene mi yoksa mağdura mı mülkiyet hakkı verileceğinden bağımsız bir şekilde gönüllü olarak müzakerelerin etkin bir sonuca ulaşmasını sağlamaktadır.⁹⁶

Kirlilik problemini çözmek için serbest piyasa ekonomisini esas alan çevresel yaklaşımlar mülkiyet haklarının tesis edilmesi halinde kirliliğin bırakıldığı ortamda hak sahiplerinin bahse konu kaynağın nasıl kullanılacağı hususunda pazarlık yaparak kendi aralarında karar varmasını savunmaktadır. Bu noktada coase teoreminin dışsalılıkları çözmede *laissez-faire* çözüm sunduğunu, devlet müdahalesine gerek olmadığını söylemek doğru olmaktadır. Ancak bu müzakerelerden yola çıkarak piyasa süreci gibi lanse etmekte yanlış olacaktır. Nitekim dışsalılıklar için mülkiyet hakkı tanımak ile dışsalılıklar için bir piyasa oluşturmak aynı anlama gelmemektedir. Çünkü evet

mülkiyet haklarını tanımlamak piyasa güçlerinin vuku bulması için önemlidir. Ancak yeterli bir koşul değildir. Çok fazla mağdur olduğunda durum karışmaktadır. Ancak coase teoremi tek kirleten ve tek mağdurun olduğu durumda işlemektedir.

Karbon Emisyonlarının Mikroekonomik Modellenmesi

Karbon emisyonu mikro iktisadi perspektiften değerlendirildiğinde firmanın üretim süreci ile bireyim tüketim süreci ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Nitekim kar maksimizasyonu amaçlayan firmalar üretim sürecinde enerji kullanımına bağlı olarak ortaya karbon salınımı çıkarmaktadır. Bu noktada karbon yoğun üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$Y = f(K, L, E)$$

Üretilen Mal/Hizmet Sermaye Emek Enerji Girişi (fossil yakıt vb.)

Enerji kullanıma bağlı emisyon fonksiyonu ise;

$$C = \alpha E$$

Karbon Emisyonu Birim Enerji Başına Salınım Katsayısı Enerji Girişi

Ayrıca üretim ile ilişki olan ve üretim arttıkça karbon emisyonunda artacağına yönelik fonksiyon ise;

$$C = \beta Y$$

Karbon Emisyonu Karbon Yoğunluk Katsayısı Üretim Miktarı

Maliyet fonksiyonu;

$$\text{Maliyet} = wL + rK + p_E E + \tau C$$

İş gücü maliyeti sermaye maliyeti enerji fiyatı karbon vergisi

Bu bağlamda firma kar maksimizasyonuna giderken karbon vergisini de dikkate almaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan optimizasyon problemi ise;

$$\max_{L, K, E} \pi = PY - (wL + rK + p_E E + \tau C)$$

kar
malın piyasa fiyatı
üretilen çıktı
işgücü maliyeti
sermaye maliyeti
enerji maliyeti
karbon maliyeti

Tüketicilerin karbon yoğun mal ve hizmeti tercih etmedikleri durumda;

Fayda max;	$\max U(x_1, x_2, \dots, x_n)$
Bütçe kısıtı;	$\sum (p_i + \tau \gamma_i - s_i) x_i \leq M$
Toplam karbon emisyonu;	$C = \sum \gamma_i x_i$
Mal başına karbon yoğunluğu; γ_i	

Bu bağlamda üretim fonksiyonu ($Y = f(K, L, E)$) ile üretim miktarı ve enerji arasındaki ilişki belirlenirken karbon emisyonu ($C = \alpha E$) veya üretim miktarına bağlı ($C = \beta Y$) fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Dolayısıyla firmanın optimizasyon problemi fiyatlar ve karbon maliyeti çerçevesinde $\pi = PY - (wL + rK + p_E E + \tau C)$ kar fonksiyonunun maksimize edilmesi olarak formüle edilir. Tüketici açısından ise karbon yoğun malların tüketimi fayda fonksiyonu $U(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ile bütçe kısıtı $\sum_i p_i x_i \leq M$ altında değerlendirilirken toplam karbon emisyonu $C = \sum_i \gamma_i x_i$ ile ölçülür ve politika araçları (karbon vergisi, sübvansiyon) tüketici davranışını yönlendirebilir. Bu çerçevede, mikro iktisadi modelleme hem üretici hem tüketici kararlarının karbon salınımına etkisini nicel olarak analiz etmeye imkân verir ve karbon fiyatlama, vergi veya emisyon ticareti gibi politika senaryolarının ekonomik ve çevresel sonuçlarını değerlendirmek için güçlü bir araç sağlar.

Karbon emisyonları, mikro iktisadi düzeyde, üretim ve tüketim kararlarıyla doğrudan ilişkilidir. Firmalar, üretim fonksiyonlarını belirlerken enerji kullanımı ve buna bağlı karbon salınımını göz önünde bulundurmak durumundadır. Örneğin,

enerji maliyetleri ve karbon vergisi gibi faktörler, üretim maliyetlerini etkileyerek firma davranışlarını şekillendirir.⁹⁷ Ayrıca, karbon emisyonları üretim fonksiyonlarıyla doğrudan ilişkilendirilebilir; üretim miktarı arttıkça karbon emisyonları da artmaktadır.⁹⁸ Tüketici tarafında ise, karbon yoğun malların tüketimi, fayda fonksiyonu ve bütçe kısıtı altında değerlendirilirken, toplam karbon emisyonu tüketilen malların karbon yoğunluğuna bağlı olarak hesaplanabilir.⁹⁹ Bu çerçevede, mikro iktisadi modelleme, hem üretici hem de tüketici kararlarının karbon salınımına etkisini nicel olarak analiz etmeye imkân verir ve karbon fiyatlama, vergi veya emisyon ticareti gibi politika senaryolarının ekonomik ve çevresel sonuçlarını değerlendirmek için güçlü bir araç sağlar.

Basit bir firma modeli örneği ile açıklayacak olursak;

$$\text{Üretim fonksiyonu; } Y = K^{0,3} L^{0,5} E^{0,2}$$

$$\text{Emisyon yoğunluğu; } C = 0,5E$$

$$\text{Kar; } \pi = PY - (wL + rK + p_E E + \tau C)$$

$$\pi = P K^{0,3} L^{0,5} E^{0,2} - (wL + rK + p_E E + \tau 0,5E)$$

$$\partial \pi / \partial E = 0 \longrightarrow 0,2 P K^{0,3} L^{0,5} E^{-0,8} - (p_E + \tau 0,5) = 0$$

$$E^{-0,8} = \frac{p_E + 0,5\tau}{0,2 P K^{0,3} L^{0,5}}$$

$$E^* = \left(\frac{p_E + 0,5\tau}{0,2 P K^{0,3} L^{0,5}} \right)^{1/-0,8} = \left(\frac{0,2 P K^{0,3} L^{0,5}}{p_E + 0,5\tau} \right)^{1/0,8}$$

$$\partial^2 \pi / \partial E^2 = 0 \longrightarrow -0,16 P K^{0,3} L^{0,5} E^{-1,8}$$

Öncelikle üretim fonksiyonunu ve emisyon yoğunluğunu kar fonksiyonunda yerine yazıyoruz.

Birinci mertebeden optimal enerji kullanımını bulmak için türevini alıp sıfıra eşitliyoruz.

E'yi yalnız bırakıyoruz.

97 Dünya Bankası, 2020

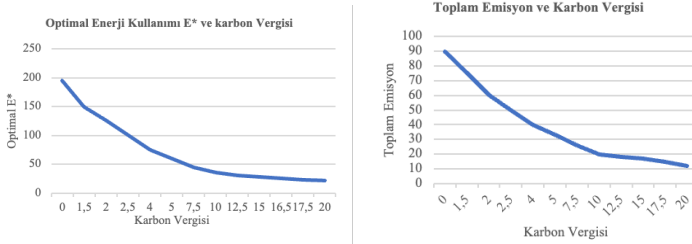
98 Zhou, et al., 2023

99 Davis et al., 2008

Her iki tarafı 1 / -0,8 'e yükseltiyoruz. Pay ile paydayı yer değiştirip üstel ifadenin işaretini değiştirdiğimizde aynı eşitlik elde edilmektedir. Negatif üstten kurtarmak için bu kuralı uyguluyoruz. Çünkü ekonomik açıdan uygun olabilmesi için pay ve paydanın pozitif olması gerekmektedir.

Maksimum olduğundan emin olmak için ikinci kez türev uyguluyoruz. $0 < 0,2 < 1$ iken $-0,8 < 0$ ve ikinci türev de negatiftir. Dolayısıyla kar maksimizasyonu için yerel maksimum elde edilmektedir.

Yani karbon vergisi ve karbon yoğunluğu arttıkça enerji kullanımı azalmaktadır (bakınız aşağıdaki grafik 1). Dolayısıyla karbon emisyonu da düşmektedir (bakınız aşağıdaki grafik 2). Sermaye emek ve fiyat arttığında da enerji kullanımı artmaktadır. Çünkü üretimde elde edilen marjinal gelir yüksekse daha fazla enerji kullanmak karlı olmaktadır.



$\tau = 5$ olarak ele aldığımızda aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir.

$$E^* \approx 66,553$$

$$Y \approx 74,873$$

$$C \approx 33,276$$

$$\pi \approx 647,969$$

$$\text{Enerji talebi (E*)} \approx 66,553$$

Bu değer, firmaların veya ekonominin optimal enerji kullanım miktarını göstermektedir. Oldukça yüksek bir değere sahip olan enerji talebi üretim sürecinde kritik öneme sahiptir.

Nitekim bu örneğe göre τ (karbon vergisi) 5 olarak alındığında bile enerji talebi yüksek kalmaktadır. Böylelikle enerji talebinin fiyatlara çok duyarlı olmadığı (inelastik) görülmektedir.

$$\text{Üretim (Y)} \approx 74,873$$

Bu değer ise toplam çıktı (milli gelir veya üretim düzeyi) düzeyini göstermektedir. Enerji talebiyle uyumlu çıkmış olması yüksek enerji kullanımının üretim kapasitesini artırdığını göstermektedir. Burada önemli olan husus Y'nin E^* 'dan biraz yüksek çıkmış olması; enerji dışında emek (L) ve sermaye (K)'nin de üretimi desteklediğini işaret etmektedir.

$$\text{Tüketim (C)} \approx 33,276$$

Bu değer hane halkalarının net tüketim düzeyini göstermektedir. Tüketime göre düşük kalması yüksek enerji maliyetleri ve vergi yükünün refahı sınırladığı anlamına gelmektedir.

$$\text{Kâr} (\pi) \approx 647,969$$

Bu değer diğer değerlere nazaran yüksek çıkmış olması kar fonksiyonunun ölçekli çalıştığını göstermektedir. Dolayısıyla küçük değişkenlere rağmen kar büyüklüğü daha hızlı artabilmektedir. Ayrıca bu sonuç, sermaye ve enerji kombinasyonunun firmalara yüksek getiri sağladığını da düşündürmektedir. Tabii ki de bu sonuç modelin varsayımlarına bağlı olarak teoriktir.

Genel olarak;

Vergi ya da maliyet 5 ($\tau = 5$) iken enerji kullanımı halen yüksek düzeydedir. Dolayısıyla karbon vergisi enerji talebini azaltmakta etkisiz kalmaktadır. Üretim yüksek ancak tüketim daha sınırlı kalmaktadır. Böylelikle maliyetler hane halkı refahını baskılamaktadır. Kar aşırı yüksek olması bu farazi modele göre firmalar lehine bir kaynak dağılım olduğunu devletin her ne kadar vergi politikasına rağmen firmalar enerji yoğun üretimden çok fazla kazanç sağlamaktadır.

Kamu Mallarında Bedavacılık, Müştereklerin Trajedisi

Kamusal mal ile özel mal farkına ilk kez Samuelson değinmiştir. Özel mal; faydası bireyler arasında bölünebilen mal iken kamu mallarının faydası bireyler arasında bölünememektedir. Ayrıca kamusal malların tüketiminde diğer bireylerin tüketiminde bir azalma olmamaktadır. Dolayısıyla ortak tüketimin konusu olan kamusal malların tüketiminde rekabet söz konusu olmamaktadır.

Tüketimden mahrum bırakılmaması ve rekabetin olmaması kamusal malların iki temel özelliğini oluşturmaktadır. Kamusal mallar birden fazla kişi tarafından aynı anda tüketilebilirken tüketilen malların karşılığında da bir bedel ödenmemektedir. Park ve bahçeler, sokak aydınlatmaları ya da temiz hava bunlara örnek oluşturmaktadır. Kamu mallarına herhangi bir bedel ödmeden fayda elde edeceğini bireyde bedavacılık sorunu belirlemektedir. Bedavacı kamu malından elde ettiği fayda karşılığında herhangi bir maliyet ödemeyen kişidir. Bu noktada kamusal malların en büyük sorunu bedavacılık sorunu olmaktadır. Dolayısıyla bedavacılık sorunu kullanılan kaynak karşılığında herhangi bir katkıda bulunulmaması halidir. Bu sorun bireyin kamu malından kendine düşen paydan fazlasını kullanması sonucu ortaya çıkmaktadır.

Adam Smith 1776 yılında kaleme aldığı “*Ulusların Zenginliği*” adlı eseri ile iktisadın kurucu babası olarak literatürde yer almaktadır. Smith bu eserinde kamu mallarının sağlanması ve bireylerin kendi çıkarlarının peşinde koşmaları konularında uzunca bir tartışma yapmıştır. Bu noktada bireysel çıkarların korunmasının toplumsal çıkara olumlu etki edeceğini öne süren Smith kamusal malların bedavacılık sorununa da ışık tutmuştur. Bedavacılık sorununa ilişkin olarak David Hume’da 1739 yılındaki eserinde değinmiştir. Hume bahse konu eserinde bir meranın kullanımında iki komşu aralarında sorun oluşturmuyacakken sayının artması halinde aynı meranın kullanımında sorunların ortaya çıkacağını ifade etmiştir.

Hume grupların küçük olması halinde tarafların üzerine düşecek olan sorumlulukları yerine getireceğini nitekim grup büyüdükçe bireylerin sorumluluktan kaçmaya meyilli olduklarını belirtmiştir. O dönemden beri bedavacılık konusu insan doğasına ilişkin popüler kavramlar arasında yerini almaktadır. Ancak bu sorun ancak 1965’li yıllarda ayrıntılı olarak analiz edilmeye başlanmıştır. Kamu malları söz konusu olduğunda bedavacılık durumu modern iktisada göre rasyonel bir davranıştır.

Kamu malları ve doğal çevre gibi müşterek kaynakların karşılaştığı en büyük problem bedavacılık sorunudur. Çünkü her iki malında tüketiminden hiç kimse dışlanamadığı gibi aynı zamanda bu malların kullanımında da herhangi bir ücreti bulunmamaktadır. Dolayısıyla bedavacılık ortaya çıkmaktadır. Homoeconomicus bireyin doğasında var olan bencil davranış ve fayda maksimizasyonu gibi duygular onu bedavacılığa bunun sonucu olarak da bedava olan müşteriye sapkın bir teşviğine yol açmaktadır. Bu durumda müşterek malın aşırı kullanılması durumu ortaya çıkmaktadır. Nitekim 1968 yılında Garret Hardin okyanus, hava, park ve nehir gibi müştereklerin trajedik sonla karşılaşmasına vurgu yapmıştır. Hardin çalışmasında geldiğimiz nokta itibariyle çevresel felaketin eşiğine nasıl geldiğimizi göstermiştir. İnsanların rasyonalite adı altında uygun ve masum görünen davranışlarının tehlike arz eden durumlara yol açtığını göstermiştir. Özellikle de müştereklerin paydaşlarca suistimal edilmesi Hardin tarafından *müştereklerin (ortak malların) trajedisi* olarak teorileştirilmiştir.¹⁰⁰ Hardin müştereklerin trajedisini koyun otlatan çoban örneği ile açıklamıştır. Herkese açık meralarda rasyonel düşünen çobanın otlatılabildiği kadar koyun otlatmaya çalışacaktır. Çoban otlatmak için bir hayvan daha artırmış olduğunda bütün kazanç çobanın olacağından pozitif yarar sağlayacaktır. Bu durumda ortaya çıkan negatif bileşen ise ilave hayvan otlatmanın ortak merada diğer çobanlarla aynı

yeri paylaşacak olmasıdır. Rasyonellik temelinde hareket eden her çoban kendi sürüsünü genişletme yoluna gidecektir. Ancak müşterek paylaşım alanı olan merada her çobanın kişisel refahını artıracığına olan inancı ile rasyonel hareket etmesi sonucu her çoban tarafından sürüye katılan ilave hayvanlar müştereklerin tahribatıyla sonuçlanacaktır. Her çobanın sürüsünü sonsuzca artırmaya teşvik eden mevcut sistem sınırlı bir dünya içerisinde tıkanmıştır. Müştereğe olan sapkın teşviğin kendi çıkarı peşinde koşan rasyonel birey ile kesiştiği durumda özgürlük herkese yıkım getirecektir.¹⁰¹ Örneğin bir göldeki balık örneği de bu hususta çok verilmektedir. Gölde tutulan balık bedavadır. Ayrıca göl herkesin kullanımına açık müşterek bir alandır. Gölde balık tutan kişi kazanç elde ettiğinde herkes gölden balık tutmaya teşvik olacaktır. Herkes balık tuttuğunda da göldeki balıkların neslinin tükenmesi ile sonuçlanacaktır. Burada bireysel çıkarlar toplumsal çıkarlar ile çatışmaktadır. Esasında bu iki davranışın temelinde de serbest sürüş mantığı yatmaktadır. Dolayısıyla katkı yapmadan faydalanma ve sorumluluk almadan tüketme eğilimi bulunmaktadır.

Gölde balık tutma örneğinden yola çıkarak bir diğer öne çıkan orman ve odun kesme örneğini verecek olursak; bu örnekte bir köyün yakınında herkesin ortak kullanımına açık geniş bir orman olduğu varsayılmaktadır. Başlarda köy halkı, bu ormandan ısınmak ve yemek pişirmek için odun toplamaktadır. Dolayısıyla başlangıçta herkes sadece ihtiyacı kadar odunu ormandan almaktadır. Böylelikle orman kendini yenileyebildiği için bu durum sürdürülebilirlik noktasında herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Ancak zamanla bazı köylüler satarak para kazanmak için daha fazla odun toplamaya başladığında, buradaki karlı faaliyeti gören diğer köylülerde bundan geri kalmayarak elinden geldiği kadar fazla odunu toplayacaktır. Bunun sonucunda ağaç sayısı hızla azalarak, orman kendini yenileyemez hale gelmektedir. Sonuçta ne satacak odun ne de ısınacak yakıt amaçlı odun kalacaktır. Sürecin sonunda köy halkı, bireysel çıkar peşinde koşarken ortak kaynağı (müşterek)

tüketerek hep birlikte zarar görecektir.

Güncel ve özgün örnek verilecek olursa, ortak alanlarda kullanılan wi-fi problemi ile apartmanın ortak bahçesine atılan çöplerde verilebilmektedir.

Mahkumlar açmazı, Kamu Malı Oyunu ve Ortak Malların Trajedisi

Rasyonalite temelli Homoeconomicus (bencil, akıllı, fayda maksimizasyonu peşinde koşan ve fayda-maliyet analizi yapan rasyonel iktisadi birey) ekseninde hareket eden ana akım iktisadi teori, herkesin kendi çıkarını gözetmesi halinde aslında farkında olmadan toplumun genel refahına da katkıda bulunacağını öne sürmektedir. Nitekim Adam Smith bu durumu görünmez elin prensibi kavramında meşhur fırıncı örneği ile açıklamıştır. Örnekte fırın sahibi aslında kendi çıkarını gözeterek para kazanma amacıyla ekmek üretirken aynı zamanda insanların ekmek ihtiyacını karşılayarak toplumsal refaha da katkı sağlamaktadır. Bu iyiliği amaçlamadığı halde bireysel çıkarı toplum için faydalı bir sonuca yol açmaktadır.

Ancak ekolojik iktisatçılar bu durumu eleştirerek tam tersi bir sonucun ortaya çıkacağını öne sürmektedir. Örneğin fabrikalar maliyeti düşük tutmak adına daha fazla hava kirliliğine yol açtıklarında bu durum herkes için kötü sonuç doğuracaktır. İşte herkes kendi çıkarını gözetirse toplum için iyi olan açığa çıkar düşüncesinin zıddını oluşturan bu durum sosyal açmaz olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani esasen insanlar kendi çıkarlarını düşündüklerinde toplumun genel yararına zarar vermektedirler. Dolayısıyla bireysel çıkar ile toplumsal çıkarın çeliştiği bir durum ortaya çıkmaktadır. Çünkü herkes kendi çıkarını düşündüğünde A. Smith tarafından göz ardı edilen ortak kaynaklar zarar görebilmektedir. Buda toplumsal refah için istenmeyen bir sonuçtur.

Bu noktada sosyal açmaz olgusu mahkumlar açmazı, kamu malı oyunu ve ortak malların trajedisi olmak üzere üç modelleme ile analiz edilmektedir.¹⁰²

102 Akın ve Urhan, 2018

Mahkumlar açmazı (tutsak ikilemi veya prisoner's dilemma) sosyal bilimler içerisinde en çok bilinen (bilhassa iktisat bilimi) strateji oyunudur. Oyun ilk olarak 1950 yılında Merrill Flood ve Melvin Dresher tarafından uygulanmıştır. Sonrasında A. William Tucker oyuna hapis cezasını ekleyerek tutsak ikilemi olarak anılmaya başlanmıştır. İş birliği yapmak ile bireysel davranmak (çıkarını kollamak) arasındaki paradoksu ortaya koyan mahkumlar açmazında iki kişinin banka soyduğu ve yoldaki bir çevirmede yakalandığı varsayımı üzerine dayanmaktadır. Nitekim hikâyede polis onların suçu işlediğini bildiği halde elinde kanıt olmadığı için ispatlayamamaktadır. Sadece çevirme esnasında suç unsuru olarak sayılabilecek ruhsatsız silah bulunmuştur. Polislerin onları sorguya çekip itiraf ettirmekten başka şansı bulunmamaktadır. Bu esnada polisin şüphelilere sunduğu teklif ile verecekleri cevaba göre karşılaşacakları ceza aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3: Mahkumlar Açmazı¹⁰³

		2. Süpheli	
		Kabul	Ret
1. Süpheli	Kabul	4 yıl	1 yıl / 8 yıl
	Ret	8 yıl / 1 yıl	6 ay

Böyle bir durumda şüpheliler rasyonel iktisadi bireyler kendi çıkarını gözeterek kendisi için en iyi olacak olan seçeneği yani itiraf etmeyi tercih edecektir. Nitekim diğer şüpheli inkâr ederse polise suçun aydınlatılmasında yardım ettiği ve iyi hal indiriminden yararlanarak cezası 1 yıl ceza alacaktır. Diğer şüpheli inkâr ettiği için 8 yıl ceza alacaktır. Şayet her ikisi de kabul etseydi 4 yıl ceza alacaktı. Bu durumda 1 yıl ceza onun için karlı bir sonuç olacaktır. Zaten bu karar dominant olan (baskın strateji) yani optimal olan seçenektir.

Ancak her ikisi de suçu inkâr ederse bu sefer polis hiçbir delil olmadığı için sadece üzerlerinde ruhsatsız silah

103 Aktan, Sanver ve Sanver, 2006'dan esinlenerek oluşturulmuştur.

bulundurmaktan 6 ay ceza verecektir. Aslında bu karar grup için en iyi durumdur. Çünkü sadece bu durumda en az ceza alınabilmektedir. Dolayısıyla en iyi alternatifi oluşturmaktadır. Her iki şüphelide salt kendi çıkarını düşünerek (bencil davranarak) itirafta bulunsa ikisi de 4 yıl ceza alacaktır. Ters durumda yani her ikisinin de inkâr etmesi halinde ikisi de 6 ay ceza alacaktır. Ancak birisi inkâr edip diğeri itiraf ederse, itiraf eden 1 yıl inkâr eden 8 yıl ceza alacaktır. Nitekim burada ana akım iktisadi görüşe göre (herkesin kendi çıkarını gözettiği durumda) iki tarafından itiraf edeceği (Nash Dengesi) ile sonuçlanacağını öne sürmektedir.

Bu sonucu ekolojik iktisadi perspektiften değerlendirdiğimizde esasen toplum için (herkes için) iyi olan ana akım iktisadi düşüncenin tersine ikisinin de itiraf etmesidir. Nitekim ana akım iktisat herkesin kendi çıkarını düşündüğünde toplumsal faydanın vuku bulacağını (görünmez elin prensibi) öne sürmektedir. Bu örneği çevresel bozulma yani kamu malları üzerinden değerlendirdiğimizde söz konusu olduğunda kendi çıkarımızı gözetmekten ziyade iş birliğinin toplumsal faydaya yol açacağını göstermektedir.

Kamu mallarının öne çıkan en önemli iki özelliği; dışlanamaz olması ve rekabet edilemez olmasıdır. Bu durum beraberinde bedavacılık sorununu getirmektedir. Nitekim kendi çıkarını düşünen birey bedava olan kamu malını kullanarak fayda elde etmek isteyecektir. Ancak bu faydayı elde ederken maliyetine de katlanmak istememektedir. Söz konusu kamu malı gibi çevresel faaliyet olduğunda kamu malların bu iki özelliğinden dolayı herkesin kendi çıkarını gözetmesi halinde toplumsal fayda ile sonuçlanmamaktadır. Nitekim bu durumu gözler önüne sürebilmek için literatürde kamu malı oyunu olarak anılan bir oyun oynatılmıştır.

Bu oyunda öncelikle 6 katılımcı (denek) belirlenmiştir. Sonrasında katılımcılara bir miktar para verilmiştir (varsayalım ki bu miktar 100 TL olsun). Akabinde ortak bir havuz oluşturularak katılımcılara ellerindeki paradan (hepsi ve hiçbir

de dahil olmak üzere) ortak havuza atabilecekleri, biriken paranın 3 ile çarpılarak tüm katılımcılara (para atan atmayan dahil 6 katılımcının hepsine) eşit bir şekilde dağıtılacağı bilgisi verilmiştir. Katılımcıların havuza aktardığı varsayımsal miktarlar ile oyun sonunda elde ettikleri miktarlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4: Kamu Malı Oyunu¹⁰⁴

	Havuza Aktarılan Miktar (TL)	Oyun Sonrası Kazancı (TL)	Toplam Miktarı (TL)
Katılımcı-1	15	102,5	187,5
Katılımcı-2	25	102,5	177,5
Katılımcı-3	0	102,5	202,5
Katılımcı-4	5	102,5	197,5
Katılımcı-5	100	102,5	102,5
Katılımcı-6	60	102,5	162,5

Tablodan görüldüğü gibi bazı katılımcılar bencil davranıp kendi çıkarını gözeterek hiç para aktarmamış ya da çok az bir meblağ aktarmıştır. Nitekim bu bireyler ana akım iktisadın öne sürdüğü kendi çıkarını düşünerek diğerlerinin atacağı paradan almak istemiştir. Ancak bunun yerine hiç kimse kendi çıkarını düşünmeyerek iş birliğine gidilip tüm parasını havuza aktarsaydı havuzda biriken para 600 TL olacaktır. Sonrasında oyunun kuralı gereği biriken paranın 3 katı 6 kişiye eşit olarak paylaştırıldığında kişi başı toplam miktar 300 TL olacaktır. Ancak tabloda en fazla kazananın 202,5 TL kazandığı görülmektedir. Bu havuzu doğa olarak düşündüğümüzde herkesin kendi çıkarını gözetmesi demek toplumsal faydanın ortaya çıkmasına vesile olmamaktadır. Aksine herkes iş birliği yaptığı durumda toplumsal fayda ortaya çıkmaktadır.

Kamu mallarının karşı karşıya kaldığı aşırı tüketim ve sapkın teşvikler ortak malların trajik sonla sonuçlanmasına vesile olmaktadır. Bu noktada literatürdeki en yaygın örnek gölde balık avlama faaliyetidir. Gölde balık tutma faaliyeti bedava olduğu için önceki balıkçıların kazancını gören diğer

¹⁰⁴ Leylard, 1995'den esinlenerek varsayımsal bir şekilde oluşturulmuştur. Gerçek deney uygulanmamıştır.

balıkçılar kendi çıkarlarını gözeterek bu kazançtan pay almak isteyerek balık tutmaya yöneleceklerdir. Nitekim herkes aynı sapkın teşvik ile göldeki balıkları yakalamaya güdülendiğinde aşırı tüketim söz konusu olacak ve balık neslinin tükenmesi ile karşı karşıya kalınacaktır. Buda yine toplumsal kötü faydanın ortaya çıkması demektir. Bu iç modelde de herkes kendi çıkarını gözeterek iş birliksiz sonuç ortaya çıktığında toplumsal olarak etkin olmayan durum oluşmaktadır.¹⁰⁵

Karbon Piyasalarının Ortaya Çıkışı ve Karbon Fiyatlandırması

Karbon fiyatlandırmasının tarihi iktisat teorisine dayanmaktadır. Kirliliğin kontrolü maksadıyla iktisadi mekanizmaları kullanma fikri ilk kez 1920’lerde Arthur Pigou tarafından öne sürülmüştür.¹⁰⁶ Karbonun fiyatlandırılması ise modern anlamda 20’inci yüzyılın sonlarına doğru William Nordhaus ve diğer çevre ekonomistleri tarafından karbon emisyonlarının gerçek sosyal maliyeti içerecek şekilde fiyatlandırılması gerektiğini savunmasıyla ortaya çıkmıştır.¹⁰⁷ Bu hususta Finlandiya karbon vergisini dünyada uygulayan ilk ülke olmuştur.¹⁰⁸ Piyasa temelli iklim politikaları kapsamında konulan vergi ilk başlarda düşük miktarda olmuş olsa da zamanla artmış hatta diğer ülkelere de sirayet etmiştir. 2005 yılında Avrupa da başlatılan Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) dünyanın ilk büyük ve köklü karbon piyasası haline gelerek elektrik santralleri başta olmak üzere endüstriyel tesislere varana kadar birçok emisyon saçan yerlere üst sınırlama getirmiştir. Başlarda sistem önceliği CO₂ emisyonunu kapsamış olsa da sonraları kapsamına nitroz oksit ve perflorokarbon gibi gazlarda eklenmiştir.

Karbon fiyatlandırması sera gazlarını yayanların maliyetleri üstlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu hususta karbonun sosyal maliyeti bu yaklaşımda önemli bir ölçüt olarak

¹⁰⁵ Akın ve Urhan, 2018

¹⁰⁶ Pigou, 1920

¹⁰⁷ Nordhaus, 1993

¹⁰⁸ Sumner, Bird, Dobos, 2011

karşımıza çıkmaktadır. Karbonun sosyal maliyeti salınan her bir ton CO₂ gazının neden olduğu zararın tahmini parasal değerini temsil etmektedir.¹⁰⁹ Böylelikle maliyetleri iktisadi karar sürecine dahil ederek daha sürdürülebilir davranışları ve daha temiz teknolojik yatırımları teşvik etmektedir. Firmaları ve bireyleri daha temiz alternatifleri aramaya motive ederken aynı zamanda hükümetlerin de kaynakları ekolojik dengeye uyum sağlayacak projelere yönlendirmesine vesile olmaktadır. Karbon emisyonunu fiyatlandırma işlemi iki temel mekanizma üzerinden gerçekleşmektedir. Bunlardan birisi karbon vergisi iken diğeri Emisyon Ticaret Sistemi (ETS)'dir.

Karbon vergisi; salınan ton başına doğrudan alınan ve fiyat belirten mekanizmadır. Bu mekanizma fiyatta oluşturduğu kesinlik ile firmaların emisyon miktarını azaltmayı daha temiz enerjilere yatırım yapmalarına yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu mekanizma belirli bir emisyon miktarında azalmayı garanti etmese de emisyonun artış hızını önlemeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda vergiler karbon emisyonlarındaki azalmayı teşvik ederken mali tarafsızlığı da korumaktadır.¹¹⁰

Karbon Vergisi Nedir?

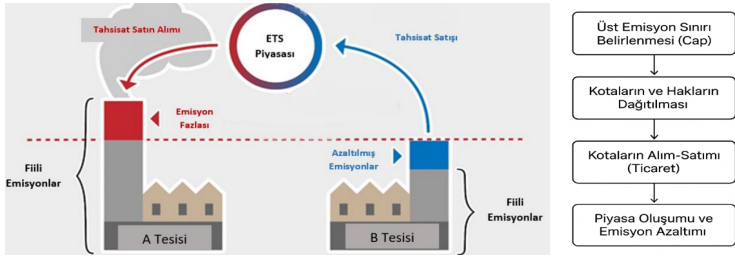


Emisyon Ticaret Sisteminde (ETS) maksimum emisyon seviyesi (üst sınır) belirlenmektedir. Bu kapsamda firmalara alıp satma izni verilmektedir. Böylelikle piyasa odaklı bir yaklaşım ile uygun maliyetle emisyonun azaltılması amaçlanmaktadır.¹¹¹ Avrupa Birliği tarafından 2005 yılında kurulan ETS sistemi firmalara belirli miktarlarda karbon izni vermektedir. Aynı zamanda emisyonunu belirtilen miktarın altında kullanan firmalar ellerinde ki fazlalığı satabilmektedir. Bu şekilde işleyen bir sistem üzerine kurgulanmıştır.

¹⁰⁹ Pindyck, 2019

¹¹⁰ Sumner, Bird, Dobos, 2011

¹¹¹ Ellerman, Convery, Perthuis, 2010

Şekil 5: Emisyon Ticaret Sistemi (ETS)¹¹²

Karbonun fiyatlandırılmasında ki temel amaç yatırımları temizteknolojilere teşvik etmektir. Kaynaklar arasında minimum maliyet ile emisyon hedeflerine ulaşma düşüncesi başta Pigou (1920) ve Coase (1960) olmak üzere birçok iktisatçı tarafından belirli zamanlarda farklı teorik çerçevelerde değerlendirilmiştir. Pigou vergiler dışsallığın meydana getirdiği maliyeti marjinal özel maliyetlere ekleyerek piyasadaki verimsizliği önlemeye çalışmaktadır. Bu durumda meydana gelen orijinal maliyet ile vergi maliyetinin eklenmesi ile oluşan nihai maliyet iktisadi faaliyetin tüm sosyal maliyetini yansıtmaktadır. Böylelikle olumsuz dışsallıklar içselleştirilerek etkin olmayan piyasa koşulları düzeltilmeye çalışılmaktadır. Nitekim günümüzde de Pigou vergiler sera gazı emisyonu sonucu oluşan dışsallığı azaltmak için politika yapıcılar tarafından kullanılmaktadır.

Bazı ekonomistler kirliliğin azaltılması noktasında fayda-maliyet kapsamında ticari faaliyetlerle çözüme kavuşturulacağını öne sürmektedir. Piyasa mekanizması içerisinde alım ya da satıma konu olan emisyon haklarına ya da Dales'in 1968 yılında söylediği şekliyle "*kirlilik hakları*" zararlı emisyonları yönetmede bir araç olmaktadır. Emisyonu azaltma hedefleri amacıyla öncelikle kabul edilebilir bir üst emisyon sınırı miktarına karar verilmektedir. Sonrasında bu miktarı oluşturan kota ve haklar alım ve satıma konu olmaktadır. Bu şekilde emisyonlara ilişkin mülkiyet hakkı belirlenerek bir piyasanın oluşması mümkün olabilmektedir. Emisyon hakları "*kirleten öder*" ilkesini hayata geçirmek için kullanılan piyasa

temelli bir araçtır. Hem kirliliğin toplam düzeyini kontrol altına alırken aynı zamanda kirletenin maliyete katlanmasını da sağlamaktadır. Ayrıca politika yapıcılara kirlilik miktarının belirlenmesinde yetki verdiği için firmalar tarafından da teşvik edici bir durum ortaya çıkmış olmaktadır.¹¹³

1972 yılında Montgomery çeşitli kirlilik kaynaklarının azaltılmasına yönelik maliyetlerin piyasa perspektifinden, etkin tahsis yoluyla düşürüldüğünü, uygulamalı bir ekonomik model üzerinde teorik olarak göstermeye çalışmıştır. Emisyon ticaret sisteminin iktisadi teoride iklim politikaları kapsamında belirli bir emisyon hedefine (sınırına) en az maliyetle ulaşmak için en popüler bir enstrüman olduğunu belirtmiştir. Kirliliğe yönelik sertifikaların alım satımının yapıldığı tam rekabet piyasalarında statik bir model ile çevresel amaçla karşı karşıya olan firmaların en az maliyet dengesinin varlığını ilk kez göstermiştir.¹¹⁴

Tietenberg emisyon ticaretine yönelik ayrıntılı bir analiz yapmıştır. Ona göre politika yapıcılar kirlilik kontrolünü yasal düzenlemelere dayandırmaktadır. Ayrıca emisyon tavan uygulamasının da hayata geçirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Esasen düzenlemeler serbest piyasa mekanizmasından çok vergi ve regülasyonlar ile müdahaleci bir yaklaşımı ortaya koymaktadır. Nitekim her sektör için belirlenen kotaların firma ve iktisadi aktörler arasında paylaştırılması sonucu ortaya çıkan dağılım mekanizması çeşitli yollar ile işlevsellik kazanabilecek iken genel itibariyle iki uygulama karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan birisi açık artırma diğeri ise grandfathering'dir. Açık artırma yönteminde kirleten emisyon izni için fiyat teklifi sunmaktadır. Grandfathering yönteminde ise kota izni ücret alınmadan sektörlerin geçmişteki emisyon kayıtlarına göre dağıtılmaktadır. Ancak bu yöntemde ki eksiklik izin dağıtımı noktasında çok kirletenin ödüllendirilmesi olmaktadır. Ayrıca serbest piyasa ekonomisinden ziyade yapısı gereği müdahaleciliğe ve bürokrasiye daha yatkındır. Karbon

113 Oates, 2005

114 Çelikkol & Özkan, 2015

piyasası sera gazı emisyonunu azaltmaya yönelik oluşmuş bir iktisadi mekanizmadır. Bu piyasalarda karbon kredileri alınıp satılmaktadır. Aynı zamanda emisyonu azaltan projelerde finansal açıdan desteklenmektedir. Böylelikle sera gazı emisyonunun küresel çapta düşürülmesi amaçlanmaktadır. Kyoto protokolü ile karbon piyasalarına olan ilgi bir hayli artmıştır.¹¹⁵ Karbon piyasaları genel olarak Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) ve Karbon Vergisi olmak üzere iki ana mekanizma ile işlemektedir. Emisyon ticaret sisteminde firmalara belirli bir karbon emisyon kotası verilmektedir. Bu kotayı kullandıktan sonra firma emisyon salarak üretime devam etmek istiyor ise ilave karbon kredisi satın almak durumundadır. Karbon vergisi ise emisyon yapılan her bir tona karşılık alınan bir ödeme sistemidir.¹¹⁶ Karbon piyasaları iklim değişikliği kapsamında çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda kullanılan bir araçtır. Bu kapsamda küresel çapta giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Anacak unutulmamalıdır ki bu piyasalarda etkinliğin sağlanabilmesi için karbon fiyatlandırmalarının doğru bir şekilde belirlenmesi ve piyasa mekanizmalarının iyi işlemesine bağlı kalmaktadır.¹¹⁷ Genel itibariyle dünyada öne çıkan 3 büyük karbon emisyon ticaret sistemi bulunmaktadır.

AB Karbon Emisyon Ticaret Sistemi (AB ETS): sanayi, enerji ve havacılık aktivitelerini kapsayacak şekilde oluşturulan direktifin¹¹⁸ kabul edilmesinin (2003 yılında) ardından, 2005 yılında üç yıllık bir pilot dönemle başlatılmıştır. Halihazırda 2021-2030 dönemini kapsayan dördüncü aşamasındadır. Sistem “*cap and trade*” yani sınırla sat şeklinde işlemektedir. Sistemde sektörlerde belirlenen sera gazı emisyonlarının üst sınırı (cap) belirlenerek sınırlayıp azaltılması amaçlanmaktadır. Belirlenen üst sınır “*tahsisat*” olarak adlandırılmaktadır. Bahse konu bu tahsisat emisyon izinlerine bölünmüştür. Bir emisyon izni bir ton CO₂ eşdeğerdir. Her sene sınırlı miktardaki tahsisat piyasada ticarete sunulmaktadır. Bu miktar ise yıldan yıla

115 Çetintaş ve Türköz, 2017

116 Karakaya, Akkoyun ve Hiçyılmaz, 2023.

117 Duru, 2025

118 Directive 2003/87/EC, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02003L0087-20230605>

azalarak devam etmektedir. Firmalar ücretsiz olarak aldıkları tahsisatlarını kullanıp isterse satabilmektedir. Böylelikle birbirleriyle ticaret yapabilmektedir.¹¹⁹

Çin Ulusal Karbon Piyasası; sera gazı emisyonu noktasında 2000’li yılların başında Çin Halk Cumhuriyeti dünyanın en büyük sera gazı emisyonuna sahip ülkelerinden birisi haline gelmiştir. Bu sebeple ulusal ve uluslararası baskıların odağında yer almıştır. 2008 yılında ise Çin’in Ulusal İklim Değişikliği Programı emisyon azaltım stratejilerinin temelini atarak karbon piyasasına yönelik ilk politik belgeyi oluşturulmuştur. Bu kapsamda Çin hazırlamış olduğu programlarla karbon yoğun endüstrileri dönüştürmeyi ve temiz enerjiye geçişi hızlandırmayı amaçlamıştır. 2021 yılına gelindiğinde ise Çin hızla artan sera gazı emisyonunu kontrol altına almak amacıyla karbon piyasası geliştirerek Ulusal Emisyon Ticaret Sistemini başlatmıştır.¹²⁰ Dünyanın en büyük karbon piyasası olarak öne sürülen sistem ilk başta enerji üretim sektörlerini hedefine almış sonrasında sanayi ve ulaşım gibi sektörlerle de sirayet etmiştir. ETS başlangıçta karbon tahsisatlarını ücretsiz dağıtmış ancak zamanla piyasa modeline dayalı bir model oluşturmuştur.¹²¹ Model AB ETS sistemi ile kıyaslandığında daha esnek ve hükümet kontrollü bir yapıda olduğu görülmektedir.¹²²

Amerika Birleşik Devletleri Karbon Piyasaları; ABD’de federal düzeyde kapsamlı bir emisyon ticaret sistemi henüz bulunmamaktadır. Karbon piyasaları bölgesel girişimler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bunların arasında Bölgesel Sera Gazı Girişimi (RGGI) ile Batı İklim İnisiyatifi (WCI) öne çıkan iki büyük sistemi oluşturmaktadır.

RGGI ilk olarak 2009 yılında ABD’nin kuzeydoğusunda yer alan 10 eyalet¹²³ tarafından başlatılmıştır. Bu uygulama

119 T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023

120 Alexander, Chen-Fei ve Xi-Liang, 2023

121 “Enhancing China’s ETS for Carbon Neutrality: Introducing Auctioning – Analysis”, IEA, 23 Mayıs 2024, 17, <https://www.iea.org/reports/enhancing-chinas-ets-for-carbon-neutrality-introducing-auctioning>.

122 “Enhancing China’s ETS for Carbon Neutrality”, 34.

123 Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Rhode Island ve Vermont

ülkenin ilk zorunlu sera gazı emisyon ticaret programı olarak kabul edilmektedir.¹²⁴ Temel olarak elektrik üretim tesislerinin yol açtığı karbon emisyonunu azaltmayı amaçlamıştır.¹²⁵ Üye olan eyaletlerin elektrik santrallerine CO₂ emisyonu için belirli bir üst sınır getirilmiştir. Emisyon tahsisatları açık artırma yoluyla fiyatlandırılmış ve gelecekte emisyon azaltımına katkı sağlaması hedeflenmiştir.¹²⁶

WCI Kanada ve Amerika'da bölgesel emisyon ticaret sistemleri geliştirerek iklim değişikliği ile mücadele etmeyi amaçlamıştır. Sınır ve ticaret sistemine dayalı bölgesel bir iş birliği modeli ortaya koymaktadır.¹²⁷ İlk başlarda 6 tane ABD eyaleti ile 4 tane Kanada eyaletinin katılımıyla başlamış ancak sonrasında bazı üyeler geri çekilmiştir.¹²⁸ WCI sera gazı emisyonuna belirli bir üst sınır koyarak bu sınır içerisinde ticarete (trade) izin vermektedir. Böylelikle karbon azaltımını teşvik etmektedir. Bu sistemde de diğerleri gibi üst limiti aşan firmalar ilave emisyon izni satın almak istemektedir. Düşük emisyon kullanan firmalarda fazlalıklarını satabilmektedir.¹²⁹

Güney Kore Emisyon Ticaret Sistemi; 2015 yılının ocak ayında devreye giren sistem Asya kıtasında ulusal perspektifte uygulanan ilk zorunlu karbon piyasası olmaktadır. 2030 yılına kadar emisyon düzeyini %30 oranında azaltmayı hedeflemektedir.¹³⁰ Sistem ABETS piyasasında olduğu gibi fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonu ve elektrik tüketiminden kaynaklanan emisyonu düzenlemeye çalışmaktadır.¹³¹ Sistemde tahsis kredileri Kore Borsalarında işleme açılmışken emisyon azaltım işleminden elde edilen dengeleme kredileri tezgâh üstü piyasalarda ticarete konu olmaktadır.¹³² İlk aşama 2015-2017 yılları arasında uygulanmış ancak işlem hacminde herhangi bir artış gözlenmemiştir. Hatta ticaretten ziyade emisyon

124 "Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) – Policies", IEA, erişim 17 Mart 2025, <https://www.iea.org/policies/74-regionalgreenhouse-gas-initiative-rggi>.

125 Murray, Maniloff, ve Murray, 2014

126 Mooij, Keen, ve Parry, 2012

127 "Careers | About Us", WCI, Inc.,

128 USA - California Cap-and-Trade Program

129 Barnett, 2010

130 Choi, Liu, ve Lee, 2017

131 Oh, Yeo, ve Lee, 2015

132 Choi, Liu, ve Lee, 2017

izinlerinin biriktirilmesi yönünde bir davranış eğilimi ortaya çıkmıştır.¹³³ Kısa bir süre sonra ise arz kıtlığı nedeniyle yeterli emisyon kredisi bulunamaması sebebiyle likidite sorunları ortaya çıkmıştır.¹³⁴ Ayrıca birim fiyatlarda meydana gelen aşırı dalgalanmalar sanayi sektörünün tepkisine yol açmıştır.¹³⁵ Güney Kore güçlü devlet liderliği ve sıkı düzenleyici tedbirleri ile piyasaya doğrudan müdahalelerde bulunarak piyasanın istikrarında aktif rol almaktadır.¹³⁶

Japonya Bölgesel Karbon Piyasaları; karbon emisyonlarını azaltmak amacıyla bölgesel ETS sistemleri uygulamaktadır. Bu kapsamda en öne çıkanı 2010 yılında başlayan Tokyo ETS sistemidir. Ve onunla paralel olan Saitama ETS sistemidir. Bu sistemler özellikle enerji kaynaklı olduğu değerlendirilen karbon azaltımına piyasa temelli yaklaşım getirmektedir.¹³⁷

Türkiye de Karbon Piyasası

Türkiye 1972 yılında düzenlenen Stockholm Konferansı ile iklim değişikliği noktasında sürece dahil olmuştur. Bu hususta gerçekleştirilen etkinliklere katılımını sürdürerek, 1990 yılında Cenevre’de düzenlenen 2. Dünya İklim Konferansının önemli katılımcılarından birisi olmuştur. Bu kapsamda İklim Değişikliği ve Değişebilirlik Birimi faaliyete geçmiş sonrasında 1991 yılında Çevre Bakanlığı kurulmuştur.¹³⁸

Ancak Türkiye 1992 yılında Rio’da düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi’nin (BMİDCS) hazırlık konferanslarında yer almamıştır. Çünkü Türkiye OECD üyesi olması hasebiyle hem sera gazı emisyonlarını azaltacaklar listesinde (Ek-1) yer almış hem de gelişmiş ülke olarak görülerek gelişmekte olan ülkelere finansal destek sağlayacaklar listesinde (Ek-2) yer almıştır. Bu sebeple sözleşmeyi kabul etmiş olsa da tarafsız kalmıştır.¹³⁹

133 Yoon, Berna and Karali, 2025

134 Choi, Liu, ve Lee, 2017

135 Yoon ve and Karali

136 Etienne ve Yu, 2017

137 Abe ve Arimura, 2022

138 Şahin, 2014

139 Duru, 2025

Türkiye'nin her iki listede de yer alıyor olması uzunca çözülememiş 2001 yılında düzenlenen COP-7'ye kadar özellikle Ek-2'den çıkma talebini ısrarla kabul ettirmeye çalışmıştır.¹⁴⁰ Nitekim Fas-Marakeş'te düzenlenen COP-7 ile bu talep karşılık görmüş ve Türkiye Ek-2 listesinden çıkartılarak sadece Ek-1 listesinde yer almıştır.¹⁴¹ Böylelikle 20 Ekim 2003 tarihinde 4990 sayılı kanun gereğince sözleşmeyi onaylamış, 24 Mayıs 2004 tarihinde de sözleşmeye taraf olan ülkeler arasına girmiştir.¹⁴² Ancak bu zamana kadar gelişmiş ülke statüsünde yer aldığı için gelişmekte olan ülkelere sağlanan finansal destekten faydalanamamıştır. Buda Türkiye'nin iklim değişikliği politikalarında istediği ilerlemeyi sağlayamamasına vesile olmuştur.¹⁴³ Ancak 2004 yılında Ankara'da düzenlenen iklim değişikliği konferansından sonra 2005 yılında bölgesel çevre merkezi görevlendirilerek 2006 yılında BM Çevre Sözleşmesi sekreteryasına ilk sera gazı envanteri arz edilmiştir. Böylelikle gönüllü karbon ticareti başlatılmıştır. 2007 yılında da TBMM'de küresel ısınma araştırmaları komisyonu kurulmuştur. Kyoto protokolü 5 Şubat 2009 tarihinde kabul edilerek Ek-1 listesinde yer alınmıştır. Nitekim 2011 yılından sonra Çevre ve Orman Bakanlığı'nın ayrılması bu husustaki ilerleme çabalarını yavaşlatmıştır. Yeni kurulan bakanlık Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olurken iklime dair hususlar Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na devredilmiştir. Ayrıca 2012 yılının Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından kömür yılı ilan edilmiş olması yine bu çabaları sekteye uğratan hususlar arasında yer almaktadır. 2013 yılında da Orman ve Su İşleri Bakanlığı "İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi" başlıklı bir proje başlatmış olsa da kalkınma hedeflerine hızlıca ulaşma arzusu iklim noktasında gelişmelerin tam olarak hayata geçmesini önlemiştir.¹⁴⁴

Türkiye'de 2013 yılında çıkan "Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği" ile Osera gazının azaltılmasına yönelik

140 Şahin, 2014

141 Türkeş, 2002

142 BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi / T.C. Dışişleri Bakanlığı

143 Duru, 2025

144 Şahin, 2014.

projelerin kayıt altına alınmasını ve karbon sertifikası edinmek isteyen firmaların sisteme dahil edilmesi amaçlanmıştır. 2014 yılında yürürlüğe giren “*Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik*” ve yine aynı yılda çıkan “*Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ*” ise bu alanda gerçekleştirilmiş olan ilk somut adımları oluşturmaktadır.¹⁴⁵ Ayrıca Egzoz Gazı Emisyon Kontrolü Yönetmeliği, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Isınmaya Bağlı Hava Kirliliği Yönetmeliği gibi yönetmeliklerle de hava kirliliği konularına odaklanılmış, nitekim birçok sera gazı emisyonu kapsama alınmamıştır.¹⁴⁶

Türkiye’de zorunlu bir ulusal emisyon ticaret sisteminin bulunmaması sebebiyle Birleşmiş Milletlerin özel statüsüne dahil olup karbon piyasalarına katılımı Kyoto Protokolü çerçevesinde gönüllü karbon piyasaları aracılığıyla gerçekleşmektedir.¹⁴⁷

Gönüllü karbon piyasaları esasen bir emisyon azaltım projesidir. Türkiye’de emisyon azaltımına yönelik çabalar genellikle yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve katı atık yönetimi gibi konulara odaklanmaktadır.¹⁴⁸ Karbon kredileri gönüllü karbon piyasalarının devamı açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple Türkiye’de uluslararası alanda geçerliliği olan sertifikalandırma standartlarını benimsemektedir. Bu standartlar içerisinde en yaygın olanları Gold Standart ile Verified Carbon Standart’tır. Ancak bu standartlar 2020 yılı itibariyle Türkiye’den yeni proje kabul etmemektedir. Bu sebeple Türk proje girişimcileri alternatif sertifikasyon kurumlarını oluşturmaya çabalamaktadır. Gönüllü karbon piyasaları farklı standartlar ve metodolojiler sebebiyle kredi ve fiyat istikrarı açısından sorunlara gebe olmaktadır. Nitekim talep tamamıyla gönüllülük esasına dayandığından fiyatlar firmaların etik ve sürdürülebilirlik amaçlarına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu sebeple küresel çapta

145 Altuğ ve Özkan, 2025

146 Şahin, 2014

147 Ari, 2013

148 Ari, 2013.

gönüllü karbon piyasalarının ölçeklendirilerek daha şeffaf hale getirilmesine çaba harcanmaktadır. Türkiye’de gönüllü karbon piyasalarındaki birikimin uzun vadede oluşturulacak olan ulusal karbon piyasasına entegre etmeyi hedeflemektedir. Türkiye’nin gönüllü piyasalardaki yaşayacak olduğu deneyimler 2053 net sıfır hedefleri kapsamında ulusal emisyon ticaret sistemine geçişte önem arz etmektedir.¹⁴⁹

Türkiye emisyon ticaret sistemine yönelik öncelikle sağlam bir alt yapı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda 2012 yılında “*Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik*” çıkartılmıştır. Bu yönetmelik gereğince sanayi ve enerji sektörlerine sera gazı emisyonlarının izlenmesi raporlanması ve doğrulanması (İRD) sistemi kurulmuştur. 2015 yılında bu yana da yaklaşık olarak 740’a yakın tesisin bu yönetmelik gereğince raporlama işlemleri gerçekleştirilmiştir.¹⁵⁰ Bahse konu bu izleme-raporlama-doğrulama sistemi 20 mega watt üzeri ısıl güce sahip yakma tesisleri ile kâğıt, cam, demir-çelik rafineri, seramik ve kimya gibi enerjinin yoğun olarak kullanıldığı sektörleri kapsamaktadır. Bu sektörler ile belirlenen eşik değerler Avrupa Birliği emisyon ticaret sistemindeki değerler ile uyumaktadır.

Ulusal çapta gerçekleşmiş olan ETS tasarımıda önem arz eden hususlardan birisi kapsamının ve üst sınırının belirlenmiş olmasıdır. Türkiye bu noktada kademeli bir geçişi önemseyerek öncelikle pilot uygulama yapmayı planlamıştır. Bu kapsamda 2022 yılında toplanan “İklim Şurası” ile emisyon ticaret sistemindeki pilot uygulamanın en az bir yıllık süreyi kapsamak üzere 2024 yılında başlatılması kararı alınmıştır.¹⁵¹ Ancak pilot uygulamayı öneren İklim Kanunu Teklifi Şubat 2025 tarihinde komisyondan geçerek meclise sunulmuştur. Bu sebeple henüz başlatılmış bir pilot uygulama bulunmamaktadır. Teklifin dokuzuncu maddesinde emisyon üst sınırı ve toplam tahsis edilebilecek sera gazı miktarı tanımlanmıştır. Maddede belirlenen sınırın uygulanabilirliğini sağlayabilmek adına

¹⁴⁹ Duru, 2025

¹⁵⁰ Carbon Markets in Turkey, 2025

¹⁵¹ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, “İklim Şurası Raporu”, 2022

tesislerin senelik sera gazı emisyonlarını izleme-raporlama-doğrulama sistemi perspektifinde beyan etmeleri ve bahse konu verilerin bağımsız denetleyiciler tarafından doğrulanması gerektiği belirtilmiştir.¹⁵² Sürecin sonunda tesislerin doğrulanmış emisyon miktarı kadar tahsisatı dönem bitiminde teslim etme sorumluluğu ortaya çıkmıştır. Böylelikle idare belirlenen iklim hedeflerinin gerçekleşmesini izlerken aynı zamanda güvence altına da alabilmektedir. Ayrıca yine bu madde gereği sorumluluğun ihlali halinde uygulanacak yaptırımlarda açık bir şekilde belirtilmiştir. Bu kapsamda üst sınırın belirlenmesi çevresel hedeflerin yanında piyasa disiplinin tesisinde de önemini ortaya koymaktadır.

Gönüllü Karbon Piyasaları

Gönüllü karbon piyasaları, gönüllü karbon kredilerinin alış-satış ve ticaret faaliyetlerinin yürütüldüğü platformlardır. Farklı nedenlere bağlı olarak sera gazı emisyonunu dengelemeyi (offsetleme) amaçlamaktadır. Gönüllü karbon piyasaları karbonun dengelenmesi süreçlerini desteklerken karbon kredileri ile de emisyon azaltımında rol oynamaktadır.¹⁵³

Gönüllü karbon piyasaları oluşan sera gazı salınımlarını gönüllülük esasına dayalı olarak azaltmayı amaçlayan bir pazardır. Yapısı itibarıyla Kyoto Protokolüncə zorunlu olarak uygulanan mekanizmalara benzemektedir. Farkı ise salınım azaltım miktarları devletlerin belirlediği politikaların dışında tamamen gönüllülük esasına göre belirlenmektedir. Kyoto Protokolü'ne girmeyen ülkeler ve sektörler arasında geçerlidir. İlkeleri ise aşağıdaki gibidir.¹⁵⁴

- İklim değişikliği etkilerini azaltmada istekli olmak
- Kamu yararına olan finansa sağlama hususunda yenilikçi yaklaşımlar içerisinde olmak
- Paydaşlar ile ilişkileri güçlendirmeye çabalamak

¹⁵² TBMM, İklim Kanunu Teklifi, 2025

¹⁵³ Casem, 2025

¹⁵⁴ İklim Gönüllüleri, 2025

- Ulusal veya bölgesel sorumlulukları için hazırlanma aşamasında olmak
- Karbon kredilerin satılması yoluyla kar sağlamak
- Yenilenebilir enerji ile enerji verimliliği hususlarında program geliştirmek gibi amaçlara girişmek.

Bu kapsamda gönüllü karbon piyasalarının çeşitli standartları bulunmaktadır. Bunlardan;

Gold Standart; karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılmaktadır. Uluslararası standartlara sahiptir. Projelerde çevresel yaraları dikkate almaktadır. Birçok çevre STK'sı tarafından onaylanmış kâr amacı gütmeyen bir kuruluştur. Amaçları; sürdürülebilir enerji projelerine yapılan yatırımların artırılmasına, kamu desteği sağlanmasına ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlanmaktadır. Yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve sürdürülebilir kalkınma gibi projeleri kabul etmektedir.

Verified Carbon Standart (VCS); Doğrulanmış Karbon Standardı Programı Dünya Bankası (WB) ve Uluslararası Salım Ticaret Derneği (IETA) tarafından uygulanan uluslararası ölçekte bir standarttır. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik özelliklere odaklanır. Bu standartta projelerin ilave çevresel ve sosyal fayda sağlaması ile ilgilenmez. Ayrıca VCS karbon denkleştirme sektörüne¹⁵⁵ oldukça geniş kapsamda desteklenmektedir.

VER Plus (Global Greenhouse Warming); Almanya'nın Münih kentinde bulunan TÜV Süd firması tarafından kurulmuş, geliştirilmiş ve dengeleme projeleri ile karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılmaktadır.

ISO 14064; Uluslararası düzeyde dengeleme projeleri ile karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılan bir standarttır.

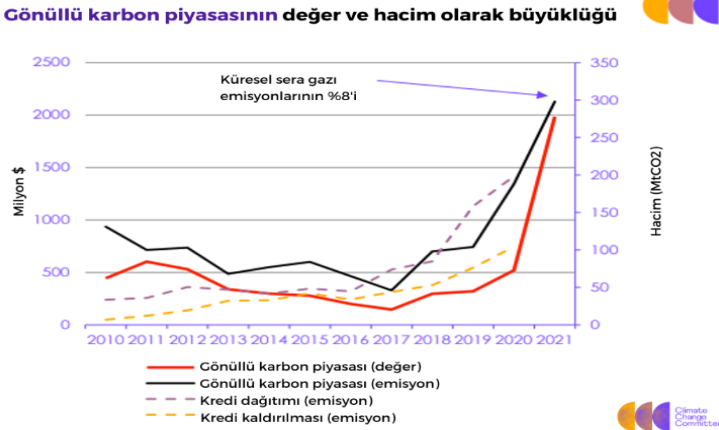
Gönüllü karbon piyasaları, uluslararası düzeyde özel kredi ve kamu mekanizmaları ile bu kredilerin satın alındığı

¹⁵⁵ Proje geliştiriciler, büyük karbon bedeli alıcıları, doğrulayıcılar ve proje danışmanları

piyasalardır. Bu noktada karbon kredileri; karbon azaltma veya önleme (ormanların korunması, yenilenebilir enerji, endüstriyel tesislerde karbon yakalama ve depolama sistemleri gibi) ve karbon giderme (ağaç dikilmesi, toprağın güçlendirilmesi, teknolojik çözümler gibi) olmak üzere iki kısmı ayrılmaktadır. Karbon kredisi sağlayanlar genel itibariyle orman projesi ve yenilenebilir enerji iken bu krediye yönelik talepler ise genel olarak petrokimya, gaz ve petrol gibi endüstrilerden gelmektedir.¹⁵⁶

Gönüllü karbon piyasaları hacim olarak 2024 yılında 4,04 milyar dolar değerlendirilmiş bu değer 2050 yılına kadar 250 milyar dolara ulaşması hedeflenmektedir.¹⁵⁷

Şekil 6: Gönüllü Karbon Piyasasının Değer ve Hacmi¹⁵⁸



Küresel çapta satılan karbon kredilerinin büyük çoğunluğu ormanların korunması ile yenilenebilir enerji projelerine yapıldığı görülmektedir. Dünya Bankası'nın 2022 verilerine göre yenilenebilir enerji projelerinin karbon kredileri içerisinde ki payı %45'lere ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji projelerinin kurulum maliyetlerinin azalması bu projelerin kâr amaçlı hayata geçişinde bir ivmelenme kazandırmıştır.

¹⁵⁶ Yeşil Büyüme, Gönüllü Piyasalar, 2025

¹⁵⁷ Voluntary Carbon Credit Market (2025 - 2030)

¹⁵⁸ İklim Değişikliği Komitesi, 2022

Zorunlu Karbon Piyasaları

Kyoto Protokolünün 2005 yılında devreye girmesi ile birlikte tarafların emisyon salınımını sınırla-azaltım yükümlülüklerini yerine getirmelerini kolaylaştırmak adına ulusal çapta destekleyici mekanizmalar oluşturulmuştur. Bunların başında Emisyon Ticareti (ET) olmak üzere Temiz Kalkınma Mekanizması ve Ortak Yürütme gelmektedir. Bunların temel amacı ise teknoloji transferi ve yatırımlar aracılığıyla sürdürülebilir kalkınmayı özendirmek, Kyoto hedeflerine ulaşmada mali etkin yollarla veya emisyon salınımını atmosferden uzaklaştırmaya yardımcı olmak, gelişmekte olan ülkelerde emisyon salımını azaltmaya yönelik olarak özel sektöre destek vermektir.¹⁵⁹

Emisyon ticaret sistemi; piyasa temelli olup, Kyoto Protokolü kapsamında sayısallaştırılmış emisyon azaltım sorumluluğu alan ülkelere emisyon hedeflerini gerçekleştirmede kolaylıklar sunmaktadır. Protokole taraf olan ülkeler arasında gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda fazla azaltım sağlayan ülkelere ilave azaltımlarını başka ülkelere satma imkânı sağlamaktadır. Bunun yanında ayrıca bölgesel veya ulusal çağda geliştirilen ETS'lerde bulunmaktadır. En büyüğü olarak bilinen Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi 2005 yılında yürürlüğe girmiştir.

Temiz Kalkınma Mekanizması; Kyoto Protokolü Eki'nde yer alan emisyon sınırlama ve azaltım sorumluluğu bulunan ülkelere bu amaçlarını gerçekleştirebilmesinde ve sera gazı emisyonu azaltma hedefi edinmeyen ülkelere de iş birliği dahilinde proje uygulamasını sağlamaktadır.

Ortak Yürütme; Kyoto Protokolü kapsamında emisyon sınırlama ve azaltım sorumluluğu olan ülkelere ve diğer ülkelere (Kyoto Protokolünde yer almayan ülkeler) emisyon azaltım projesi uygulamaktadır. Ortak Yürütme projeleri ile emisyon azaltımı yapabilen ülkeler kazandıkları emisyon azaltım kredilerini protokolde yer almayan ülkelere de satabilirler.

159 İklim Gönüllüleri, 2025

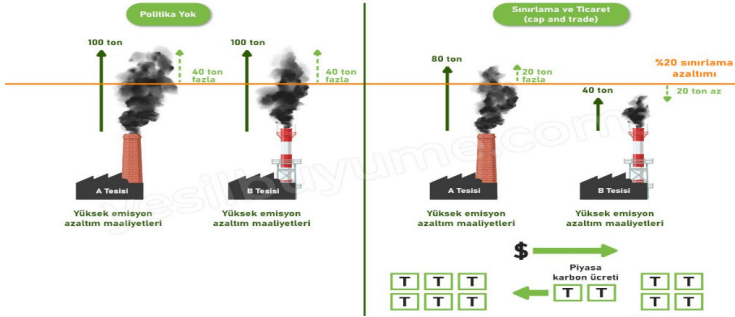
Karbon Ticareti: Cap-and-Trade (sınırla al-sat) ve Karbon vergisi

Karbonun fiyatlandırılmasındaki temel araçlardan birisi daha öncede belirtildiği gibi emisyon ticaret sistemidir. Sistem (ETS) sera gazı emisyonu sonucu oluşan maliyeti piyasa mekanizması kapsamında kirleticiye yansıtmayı esas almaktadır. Emisyon ticaret sistemi ise *sınırla al-sat (Cap-and-Trade)* esasına dayanmaktadır. Emisyon ticaret sisteminde otorite belirli bir dönemde emisyonun azaltım hedefi ortaya koymaktadır. Bu kapsamda hedefe ulaşmak için belirlenen sektörlerdeki firmaların sera gazı emisyonları sınırlanmaktadır. Otorite (düzenleyici kuruluş) her firmaya sınırlı emisyon miktarınca bir *kirletme hakkı (emisyon permisi)* ihraç etmektedir. 1 izin miktarı 1 ton CO₂ emisyon iznini yani kirletme hakkını ifade etmektedir. Hedeflenen dönemin başında otorite sınırlı kirletme hakkını firmalara ücretsiz olarak veya belirlediği bir ücret düzeyinden dağıtabilmektedir.¹⁶⁰

Dönemin sonunda (bir yıl) firmalar kendilerine tahsis edilen emisyon izinlerini teslim etmek durumundadırlar. Nitekim dönemin sonunda firmaların emisyonu kirletme haklarını aşabilir ya da altında kalabilir. Çünkü her firmanın maliyeti aynı olmamaktadır. Bu sebeple firmalar kendilerine tahsis edilen bu emisyon miktarını bir piyasada alıp satabilmektedir. Elllerinde fazladan emisyon izni kalan firmalar bu izinleri piyasada satabildikleri gibi yetersi gelenlerde yine bu firmadan satın alabilmektedir. Böylelikle emisyon izni için oluşturulan arz ve talep piyasa mekanizmasının oluşmasına vesile olarak kirletme hakları için imkân sağlamaktadır.¹⁶¹

¹⁶⁰ Karakaya, Akkoyun, Hiçyılmaz, 2023

¹⁶¹ ABD Çevre Koruma Ajansı (US EPA), 2003

Şekil 7: Karbon Piyasası^{162 163}

Örnekte görüldüğü üzere sınırla yokken (sol resim) firmalar 100 tonluk bir CO₂ emisyonu salmaktadır. Otorite tarafından iki firma için dönem sonunda emisyonunu 40 ton azaltma hedefi konulmuş ve 60 tonda sınırlı tutularak firmalara 60 tonluk CO₂ emisyon (kirletme) hakkı tanınmıştır. Nitekim her firmanın marjinal kirlilik azaltım maliyetleri farklılık arz etmektedir. Bazı firmalar daha düşük bir maliyet ile hedefi tutturabilirken bazıları daha yüksek bir maliyete katlanmak durumunda kalabilmektedir. Örnekte cap-and-trade politikası sonrası (sağ resim) B tesisi bu hedefin çok daha aşağısında kalarak 40 tonluk bir emisyon salmış ve elinde 20 tonluk bir miktar kalmıştır. A tesisi ise 80 tonluk salım ile hedefin 20 ton kadar üzerinde kalmıştır. Bu durumda emisyon ticaret sistemi B tesisinin elinde kalan 20 tonluk fazlalığı 20 ton eksiği olan A tesisine e satma imkânı tanımaktadır. Bu uygulama sonrası öncelikle firmalar açısından bir maliyet etkinliği ortaya çıkmaktadır. Yani B tesisi azaltım yaptığı için ödüllendirilerek piyasaya sattığı ilave emisyon izni için para kazanmıştır. Dolayısıyla B tesisi bu karı gördüğü için daha fazla emisyon azaltımı için istekli olacaktır. Hatta bunun yollarını arayacaktır. Nitekim ETS gibi bir piyasa olmasaydı B tesisi bu durumda herhangi bir motivasyona ulaşmayacaktı. A tesisi ise hedefi tutturamayıp 20 ton fazla emisyon saldığı için bunu piyasadan satın almış olmaktadır. Nitekim bunu

162 <https://olc.worldbank.org/content/emissions-trading-systems-using-markets-promote-low-emissions-development-self-paced>

163 Yeşil Büyüme, ETS, 2025

satın alma gibi bir durum olmasaydı bu sefer salımı azaltmak için satın aldığından çok daha fazla maliyete katlanmak durumunda kalacaktı. Dolayısıyla onun içinde etkin bir durum ortaya çıkmış olmaktadır. Bir diğer katkısı ise ETS sisteminin dönemin sonunda 100 ton olan (iki firma için toplam 200 ton) emisyon salınımı 60 ton ile kısıtlanarak toplamda 80 tonluk bir hedefi sağlanarak çevreye daha az zarar verilmiş olmaktadır.

A.C. Pigou çevreye verilen zarara devlet tarafından bir vergi uygulaması ile müdahale edilerek kirliliğe vesile olanlara özel maliyetlerin yanında neden olunan sosyal maliyetlerinde yüklenmesi gerektiğini belirterek literatürde bu hususa dair ilk olmuştur.¹⁶⁴ Ancak halen çevre vergilerinin tahribatı önlemede ki rolü tartışmalara konu olmaktadır. Bu hususta literatürde karbon vergisi, emisyon vergisi, yeşil vergisi ve kirlilik vergisi çevresel vergiler olarak yer almaktadır.¹⁶⁵ Karbon vergisi kirletenin ödeyerek cezalandırıldığı bir enstrümandır. Direk olarak karbon maliyetini artıran bu vergi emisyon yayan firmaların maliyetlerini artırmaktadır.¹⁶⁶ Karbon vergisi ile emisyon yayanların fosil yakıt kullanımını azaltarak, temiz enerjiye geçmeleri, enerji verimliliği ve malzeme verimliliği hususlarında stratejiler geliştirmeleri beklenmektedir. Etkili bir şekilde tasarlanarak uygulanan karbon vergilerinin direkt olarak fiyatları etkileyerek etkin ve düşük maliyetli bir azaltım sağlamaları beklenir.¹⁶⁷

Etkili ve etkin olarak uygulanacak olan karbon vergisinin sürdürülebilirlik açısından oldukça önem taşımaktadır. Kirleticiye uygulanan vergi maliyeti artıracığı için daha az kirletici olan ürünlerin tercihini, temiz enerji teknolojilerinin kullanılmasını ve yeni ARGE'ler ile daha az kirli ürün geliştirme çabasında bulunmalarına vesile olacaktır. Nitekim vergi doğru kirletici ve faaliyet esas alınarak uygulanamazsa o durumda kirletici eylemin caydırıcılığı hedef alınamadığından dolayı verginin emisyon azaltım potansiyeli de düşecektir.

164 Bashir, 2021

165 Kargı ve Yüksel, 2010

166 Parry, 2019

167 Marron & Toder, 2014

Bu sebeple karbon vergisinin tasarımı hangi unsurların vergilendirileceği ve hangi yöntemlerin uygulanacağı, vergi oranının ne olacağı ve toplanan vergilerin nasıl kullanılacağı önem arz etmektedir.¹⁶⁸ Burada karşılaşılan en büyük problemlerden birisi karbon vergisi uygulanacak emisyon hesaplamalarındaki belirsizlik ve zorluktur. Bu noktada CO₂ emisyonlarının tamamının ölçülmesi ve sabit bir oranda vergiye tabi tutulması esasen izlenmesi gereken en etkili yöntemdir. Nitekim tüm emisyonun ölçülmesindeki karmaşıklık ve ölçerken karşılaşılan maliyetten dolayı kirletmeyle ilişkilendirilen temsili bir kriter kullanılmaktadır.¹⁶⁹

Karbonun ne kadarının vergiye tabi olacağı hususunda kullanılan en öne çıkan yöntem ölçüt alınan her bir ton CO₂ karşılığında ne kadarlık bir para birimi konulacağıdır. Nitekim burada önem arz eden husus karbon vergisi ile ne kadar karbon salınımının azaltacağındaki belirsizliktir. Hatta verginin uygulandığı fosil yakıtının fiyat esnekliği görece düşük olursa belirlenen karbonun fiyatı kısa dönemde istenilen sonucu vermeyebilir. Bir diğer mesele ise uluslararası düzeyde karbon vergisine tabi olmayan rakip ülkelerdeki şirketler rekabet avantajı sağlamış olmasıdır. Hatta bu rekabet avantajı enerji-yoğun firmaların karbon fiyatlamayan ülkelere sermaye kardırmasına bile yol açabileceği bunun da ciddi ekonomik sonuçlarının olacağı değerlendirilmektedir.

Karbon vergisinin yol açtığı bir diğer sonuç ise iktisadi büyüme, refah ve istihdam kaybı ile ücret düşüşü olmaktadır. Ayrıca vergi sonucu hükümete ciddi bir gelir kaynağı sağlamaktadır. Nitekim bahse konu gelir karbon vergisi ile direk olarak elde edilirken ETS sisteminde emisyon izinlerinin müzayedeleri ile elde edilmektedir.¹⁷⁰

Teoride sera gazını azaltmak için güçlü bir politik araç olarak karşımıza çıkan emisyon ticareti ve karbon vergisi öncelikle piyasa temelli olup her ikisinde de karbona fiyat getirilmesi söz

168 Kargı ve Yüksel, 2010

169 Marron ve Toder, 2014

170 Karakaya, Akkoyun, Hiçyılmaz, 2023

konusudur. Ayrıca her iki uygulamada firmalara kirlenen öder prensibiyle ilave maliyet oluşturarak emisyonlarını azaltmayı, temiz teknolojilere geçmelerini ve enerjide verimlilik sağlamalarını teşvik etmektedir. İlave olarak her iki araçta da iklim finansmanına yönelik gelir oluşturulabilmektedir.

Karbon Ticaretinde Faydanın Nesnel Olarak Tespiti

20'inci yüzyılın ikinci yarısında (1960'lı yıllarda) termik santral sahibine enerji üretim esnasında yaydığı kükürtdioksitin azaltma maliyeti sorulsa vereceği cevap şüphesiz ki çok pahalı olacağı şeklinde olurdu. Nitekim nicel bir rakam vermekte epeyce zorlanırdı hatta belki de direk bir rakam dahi veremezdi. Çünkü o dönemde iktisadi anlayış santralin yaydığı kükürtdioksitin ücretlendirilmesine odaklanmamıştır. Bu sebeple de firma sahibi ne mühendisine bu gazı azaltmanın teknik yollarını danışmış ne de muhasebecisine bunun maliyetini hesaplattırılmıştır. Ancak 1990'lı yıllar artık kükürtdioksit için sınırla-al-sat (cap-and-trade) politikalarının vuku bulduğu, enerji santrallerinin salınan kükürtdioksit için bedel ödeyeceği dönemin ayak seslerini oluşturmuştur. Bu dönemden sonra artık firma sahipleri mühendisleri ile muhasebecilerine bu salınımı azaltmanın maliyetlerini hesaplattırmaya başlamıştır. Ancak dönem itibariyle ortaya çıkan manzarada hesaplanan değerlerin belirsizlik barındırdığı bazı rakamların merkezi otoriteden daha fazla imtiyaz elde edebilmek için kasıtlı olarak abartıldığı görülmüştür. Sonrasında bacalara takılan filtreler ve daha az kükürt içeren kömürlerin kullanılması gibi uygulamaların yürürlüğe girmesi ile bir nebze olsun salım azaltmanın maliyeti hakkında nicel tahminler oluşturulmaya başlanmıştır. Ancak bu salımı azaltmanın saylayacağı faydalar noktasında o zamandan bu zamana kadar henüz net bir nicel ifade oluşturulamamıştır. Nitekim bu çokta zor bir durumdur. İşte bu noktada ana akım iktisadi düşünce bu soruna çözüm olarak fayda maliyet analizini öne sürerek bu perspektifte çözümler üretmiştir. Böylelikle faydayı nicel olarak ifade etmenin yollarını aramıştır. Bu sebeple bazı tespitlerin ortaya

konması gerekmektedir. Bunların başında da çevrenin kapsamı gelmektedir ki bu noktada çevre birçok kişinin faydalandığı bir kamu malı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple etkilenen kişilerin belirlenerek farklı faydaların nasıl belirleneceğine karar verilmelidir. Nitekim daha temiz havayı soluyanlar, bir milli parkta piknik yapanlar, sahilde güzel bir deniz manzarası karşısında oturanlar veya daha temiz suya erişebilenler iktisat jargonu ile bu durumdan bir *“kullanım değeri”* elde etmektedir. İşte bu noktada yani bireylerin doğaya bunların haricinde değer vermeleri halinde durum biraz daha karmaşıklaşmaktadır. Örneğin bazı kişiler biraz önce bahsedilen kullanım değerlerinden hiçbirisini elde etmiyor olsa dahi çevreye farklı bir anlam yükleyebilip değerli kılabilir. Burada unutulmaması gereken önemli hususlardan birisi de ekolojik düzenin bozulması sonrası karşılaşılabilecek olan sonuçların belirsiz olması ve alınacak olan kararların da geri dönüşünün olmayacak olması yine iktisat jargonu ile *“opsiyon değerini”* ortaya çıkartmaktadır. Buna gösterilecek en güzel örnek ise günümüzdeki emtia spekülasyonları gösterilmektedir. Nasıl ki bu spekülatörler istedikleri zaman bir metayı gelecekteki bir tarihten önce belirlenmiş bir fiyattan satın alma hakkında pek bir şey sağlamayan *“opsiyonlar”* için para ödüyorsa, insanlarda aynı şekilde çevreyi korumak için ileriki bir tarihte karar alabilmek için opsiyona sahip olmak istemektedir.¹⁷¹

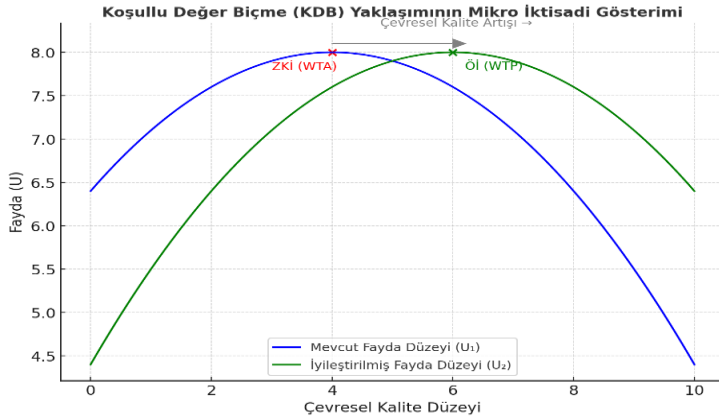
Çevresel faydaların nicel olarak ölçülmesindeki zorluğa rağmen yine de ne kadar ve nasıl ağırlık verileceği noktasında önem arz etmektedir. Bu sebeple çevre iktisatçıları tüm bu zorluğa rağmen pratikte sorunu aşabilmek için üç temel yöntem kullanmaktadır. Çevresel faydaları nesnel olarak ölçmeyi amaçlayan bu yaklaşımlar sonuçları itibariyle güven uyandırarak, ilk etapta ana akım iktisadi teorisinin esaslarından olan fayda maliyet analizinin kullanılması için güçlü bir destek oluşturduğu durumlarla karşılaşmaktadır. Ancak faydanın nicel olarak belirlenmesi problemin çözümü için tam anlamıyla

171 Hahnel, 2014

yeterli olmamaktadır. Bu kapsamda bu üç çalışma sırasıyla koşullu değer biçme, seyahat maliyeti çalışmaları ve hedonik regresyondur.

Koşullu değer biçme (KDB): bu yaklaşım çevresel faydaların nicel olarak değerinin belirlenmesinde kullanılan en doğru yaklaşımı ifade etmektedir. Nitekim bu yaklaşıma göre bireylere basit bir şekilde çevresel bozulmanın veya faydanın parasal olarak değeri sorulmaktadır. Bu yöntem iki şekilde gerçekleşir. Bunlardan bir tanesinde katılımcılara bir birim daha fazla çevresel fayda elde edebilmek için ödemeye razı olacakları en fazla miktar sorulurken (bunun literatürdeki adı “*ödeme istekliliği (Öİ)*” dir), diğerinde bir birim daha fazla çevresel zarara razı olabilmek için ikna olacakları tazminatın en alt düzeyi sorulmaktadır (bunun adı da “*zararı kabullenme istekliliği (ZKİ)*” dir).¹⁷²

Grafik 2: Koşullu Değer Biçme Yaklaşımının Mikro İktisadi Gösterimi



Grafikte görüldüğü gibi, koşullu değer biçme yaklaşımı mikro iktisadi düzeyde bireyin fayda (U) eğrisine dayanmaktadır. Grafikte, ZKİ ve Öİ noktaları aynı fayda düzeyinde (U_1 veya U_2) gösterilir.

172 Carson, Flores, & Meade, 2001

- * U_1 mevcut çevresel kalite düzeyinde bireyin faydasını temsil etmektedir. U_2 ise çevresel iyileşme sonrası faydayı temsil etmektedir.
- * *Ödeme istekliliği* ($\bar{O}I - WTP$) bireyin çevresel kalitenin artması için ödemeye razı olduğu miktardır. Yani bireyin çevresel kalite artarken mevcut fayda düzeyini koruyabilmesi için ödemeye razı olduğu miktardır.
- * *Zararı kabullenme istekliliği* ($ZK\bar{I} - WTA$) ise çevresel kalitenin azalması durumunda kabul edeceği tazminat düzeyini ifade eder. Yani bireyin çevresel kalite azalırken mevcut fayda düzeyini koruyabilmesi için talep ettiği tazminat miktarıdır.

Bu şekilde, bireylerin çevresel faydaya atfettiği parasal değer mikro iktisadi anlamda fayda farklılığı üzerinden ölçülmektedir.

İki eğrinin kesiştiği A noktası, bireyin mevcut çevresel kaliteye ilişkin denge fayda noktasını ifade etmektedir. Bu nokta; bireyin çevresel kaliteye ilişkin mevcut refah düzeyini temsil eder. Bu refah düzeyi etrafında yapılan değişiklikler, $\bar{O}I$ veya $ZK\bar{I}$ kavramlarını ortaya çıkarmaktadır.

Şu şekilde örneklendirecek olursak, varsayalım ki bir yerdeki hava kalitesi 0 ile 10 arasındaki (0 çok kötü, 10 çok temiz hava) bir sayı ile ölçülmektedir. 1 birim faydanın karşılığı ise 2,5 TL olarak belirtilmiştir. Bu varsayımlar altında bölgede kurulacak olan bir işletmenin salacağı sera gazı ile hava kalitesini 2 puan düşüreceği ilan edilmiştir. Oluşacak olan yeni durumu (yani hava kalitesindeki düşüşü) kabullenmesi için bölgede yaşayan insanların ne kadar tazminat isteyecekleri (yani zararı kabullenme isteklilikleri) sorulmuştur. Normalde denge hava kalitesinin 5 olduğu seviyede oluşmuştur. Bu sebeple dengenin olduğu A noktasında bireylerin elde ettiği fayda düzeyinin 100 util olduğu varsayılmaktadır. Denge seviyesindeki 2 puanlık gerileme ise fayda düzeyinde 20 util'e denk gelmektedir. Yani fayda düzeyinin 5'ten 3'e düşmesi birey üzerinde 20 utillik bir fayda kaybına yol açmaktadır. Bu kaybı

telafi etmek için birey kirleticiden 50 TL'nin (2,5 TL x 20 Util = 50 TL) üzerinde bir zararı kabullenme isteğinde (ZKİ) yani tazminat talebinde bulunacaktır.

Tersi durumunda yani bu sefer varsayalım ki bu sefer gerçekleştirilecek olan faaliyet bölgedeki hava kalitesini 5'ten 7'ye çıkaracaktır. Bu durumda artacak olan hava kalitesi için bölgede yaşayanlara ödeme istekliliği sorulacaktır. Yine denge durumu olan 5'te bireyin fayda düzeyi 100 util iken iyileştirme sonrası 7 olacak olan fayda düzeyinde 110 util olacağını varsayalım. Bireye hava kalitesinin 5'ten 7'ye yükselmesi için ödemeye razı olacağı en fazla miktarın kaç TL olacağı sorulsun. Şayet bu durumda birey 50 TL ödemeye razı olursa gelir kaybında yaşanan bu 50 TL 10 utillik bir fayda düzeyine denk gelmektedir. Bu durumda oluşacak olan yeni fayda düzeyi 90 util olacaktır. Ancak hava kalitesindeki iyileştirmenin de 10 puan ilave artıracığını düşünürsek bu sefer faydası 90 utilden 100 util'e geri gelerek yine aynı fayda düzeyinde kalacaktır. Dolayısıyla bireyin ödeme istekliliği $Öİ = 50$ TL olacaktır. Böylelikle birey mevcut fayda düzeyini koruyarak çevre kalitesini artırabilmiş olacaktır.

Koşullu değer biçme (KDB) yönteminde karşılaşılan en büyük problemlerden birisi "*bedavacılık sapması*"dır. Bu sapmaya göre insanlar ödeme istekliliği sorularında genellikle verdikleri cevapları düşük gösterme eğilimindedirler. Zararı kabullenme istekliliğinde de tahminlerini yüksek gösterme eğilimindedirler. Çünkü ankette sorulan durum farazi olduğu ve gerçek değerlendirme ve ödemeyle bir ilgisi olmadığı için bu gibi sapmaların olması kaçınılmaz olmaktadır. Bir diğeri ise "*farazilik sapması*"dır. Bu sapmada bireyler gerçekte eline para geçmeyeceğini bildiği için vereceği cevaba ciddiyetle yaklaşmayacaktır. Üçüncü sapma "*iliştirilmiş sapma*"dır. Bu sapmada kişiler konuya dair yeterli bilgi sahibi olmadığını beyan ettiğinde olgusal bilgiler vermek kişinin aynı zamanda bu olgulardan etkilenmesine ve buna göre karar verebilmesine vesile olmaktadır. Dördüncü sapma "*bilgisizlik sapması*"dır.

Bu sapmada bireylerin çevresel mallar hususunda iyi ve kötü mal konusunda piyasadan sürekli satın aldığı mallar kadar hâkim olamayabilir. Beşinci sapma ise “*stratejik sapma*”dır. Bu sapmada insanlar cevap verirken eğer çoğu insanın çevresel güzelliğe ondan daha fazla değer biçtiğini biliyorsa bu durumda kendi tercihi daha yüksek gösterme eğiliminde olabilmektedir.¹⁷³

Seyahat maliyeti çalışmaları: millet bahçesi, park ve bahçe gibi rekreasyon bölgelerinde çevresel güzelliklerin faydalarına yönelik herhangi bir ücret talep edilmiyor olsa da seyahat maliyetleri için bir talep eğrisi tahmini yaratılarak ölçülebilmektedir. Bu çalışmada ölçüm bireylerin ne kadar mesafe kat ettikleri, seyahat maliyeti ve çevresel güzellikten faydalanabilmek için bölgeyi kaç defa ziyaret ettikleri sorulmaktadır. Farklılık arz eden seyahat maliyetleri farklı fiyatlar olarak değerlendirilmektedir. Böylelikle değer biçilmeye çalışılır. Avantajı bireylerin beyan ettikleri ile ceplerinden çıkan maliyetin aynı olması iken dezavantajı opsiyon ve varlık değerlerinin ölçüme dahil edilememesidir.¹⁷⁴

Hedonik regresyon: bu konuda çalışmalar çevresel güzelliğin bozulmasının değerini diğer piyasa mallarındaki değişmeye yüklemektedir. Örneğin şehirler arasındaki gayrimenkul fiyatlarındaki fark, farklı kirlilik seviyeleri ile ilişkilendirilmektedir. Bir sahil kasabasındaki konut fiyatlarında yaşanan azalma çevrede yaşanan bir kirlilikle ilişkilendirilmektedir.

Karbon Ticareti Lehine ve Aleyhine Yönelik Görüşler

Şüphesiz ki karbon salınımını azaltmak firmalar için maliyetlerinde bir artış anlamına gelmektedir. Bu sebeple küresel çapta birçok şirket zorunlu azaltım oranının sürekli aşağı çekmek için lobicilik faaliyetleri başta olmak üzere sürekli girişimlerde bulunmaktadır. Ancak şöyle de bir gerçek vardır

¹⁷³ Bateman ve arkadaşları, 2002

¹⁷⁴ Freeman, 2003

ki salınımı azaltmak topluma da bir maliyet oluşturmaktadır. Örneğin firmaların salınım azaltmak için karşılaştığı maliyetleri fiyatlara yansıtmaktadır. Ya da karbon ile mücadele kapsamında uygulanan politikalar sonucu benzin fiyatlarının artmasından kaynaklı markete gidilememesi ve ekmek süt gibi ürünlerin alınamaması gibi sorunların oluşması eski enerji verimliliği şartlarını yerine getirmediği için değiştirmek zorunda kalmanızın yarattığı maliyetler. Mesela karbon salınımı kapsamında elektrikli araba üretmenin maliyetinin benzinli araba üretmekten yüksek olması gibi. Nitekim fosil yakıtlı ekonomiden yenilenebilir enerji tabanlı bir ekonomiye geçmek toplumsal olarak bir maliyete yol açmaktadır. Ayrıca fosil yakıtlı ekonomiden çevreci ekonomiye geçiş esnasında da bir maliyet yaşanmaktadır. Nitekim bu geçiş maliyeti felaket tellalları tarafından öne sürüldüğü kadar büyük olmamaktadır.¹⁷⁵ Ancak salınım azaltımından yaşanan toplumsal fayda elbette ki yaşanan maliyetten çok daha büyüktür. Bu sebeple salınımı azaltmak etkindir. Artan salınım karşısında kayıtsız kalmak da etkinlik kayıplarına yol açmaktadır. Kısa vadede karbona fiyat biçerek üretim yapmak maliyetli olacaktır.

Uluslararası karbon ticareti de bazı aktivistler tarafından eleştirilmektedir. Nitekim Kyoto gereğince belirli ülkelere (gelişmiş ülkeler) zorunlu salınım sınırlamaları getirilmiştir. Buda iklim değişikliği noktasında tüm maliyetin bu ülkeler tarafından karşılanması anlamına gelmektedir. Yani iklim değişikliğini önlemenin maliyetini gelişmiş ülkelerdeki kirleticiler üstlenecektir. Bu durumda gelişmiş ülkeler azaltımın tümünü kendi sınırları içerisinde gerçekleştirmek yerine bir kısmını gelişmekte olan ülkelerdeki kaynaklardan sağlayarak maliyetlerini azaltma yoluna gidecektir. Çünkü gelişmekte olan ülkelerde salınım daha az maliyetlidir. Gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere kredi satmalarına izin verildiğinde iklim değişikliğini önlemede en büyük maliyete karşılayan gelişmiş ülkeler bu iyileşmeden hiçbir yarar sağlamadıkları

175 Ackerman v.d., 2009

gibi aynı zamanda gelişmekte olan ülkelere mali kazanç da sağlamış olmaktadırlar. Ayrıca karbon ticareti ile salımların ucuz olan bölgelere kaydırılmasına da yol açmaktadır.¹⁷⁶

Karbon ticaretinin küresel eşitsizliği artıracakı iddia edilmektedir. Hatta bazı çevrelerce karbon azaltım sertifikalarının hedeflenen azaltıma karşılık, gelişmiş ülkelerdeki kaynaklar tarafından satın alınması halinde bunun küresel salım sınırlarında delikler açacağı öne sürülmektedir. Nitekim sertifika satıcısı sera gazı salınımı sınırlandırılmış bir ülke olması halinde karbon ticareti küresel salım sınırlarında delik açamamaktadır. Şayet sertifika satıcısı salınım sınırları belirlenmemiş bir ülkede bulunsa dahi sertifika değerlendirmesi doğru bir şekilde yapılmadığı sürece küresel salım sınırlarında delik açılmamaktadır. Sadece temiz kalkınma mekanizması icra kurulu sınır tayin edilmemiş ülkelere gayri resmi bir şekilde sertifika tayin edilirse o vakit ekte yer alan ülkelerin toplam salım sınırları üzerinde deliklerin açılması mümkün olabilmektedir.¹⁷⁷

Ayrıca salım haklarının emtiaya dönüştürülmesi halinde, Amerikan borsalarının (Wall Street) sertifikaları riskli finansal yapının bir parçası haline getireceği ve yeni bir mali krize yol açabileceği öne sürülmektedir.¹⁷⁸

Karbon ticaretinde tüm salınımlar eşdeğer olamadığı için azaltım ticareti de sorunlu olabilmektedir. Nitekim birçok kirleticisi maddenin ne kadar hasara yol açtığı ve bundan kimlerin etkilendiği o kirleticisinin konumuna bağlı bulunmaktadır. Çevre iktisatçıları tarafından sıcak nokta olarak adlandırılan bu durum kirleticilerin eş dağılımlı olmamaları halinde vuku bulmaktadır. Yani etkiler kaynağın konumuna bağlı olarak değişmektedir. Nitekim kaynağa ne kadar yakın olunursa etki o kadar artmaktadır. Ancak karbondioksit gazı eş dağılımlı kirleticiler açısından güzel bir örnektir. Ne de olsa bir ton karbondioksit dünyanın her yerinde ve nereden salınırsa salınsın (örneğin

176 Paterson, 2010

177 Schneider, 2009

178 Lohmann, 2010

elektrik santralinden veya fabrika bacalarında ya da otomobil egzozundan gibi) oluşturacağı etki aynıdır. Dolayısıyla mevzu zarar olduğunda karbon salınımlarının azaltılması hususunda yerin önemi olmamaktadır. Sonuçta hepsi ortak atmosferimize zarar vermektedir. Bu durumda dikkat edilmesi gereken farklı kaynaklardan gerçekleşen salınımları azaltmanın maliyeti ile bu maliyetin kimler tarafından karşılanacağı olmaktadır. Sınırla al sat politikasının ticari kısmı salınımlar en az maliyetli olduğu bölgelere kaydırılmasını içermektedir.¹⁷⁹

Atmosferde yer alan sera gazı konsantrasyonlarındaki artış iklimde değişikliğe yol açmaktadır. Antropojen çağı gereği insan faaliyetleri sonrası karbon çevrimi kapsamında doğanın kendi kendine kurduğu karbondioksit salınım ve yakalama dengesi bozulmaktadır. Bu sebeple bizlere düşen görev karbon çevrimindeki dengeyi sağlamaktır. Bu noktada atmosfere bin ton karbon salmak ile atmosferden bin ton karbon azaltmak karbondioksit konsantrasyonunda açısında miktarda bir azalmaya yol açacağı için bu iki durum tamamıyla eşdeğer kabul edilmektedir. Dolayısıyla net salınının önemi ortaya çıkmaktadır.

$$E_{\text{net}} = E_{\text{salım}} - E_{\text{azaltım}}$$

E_{net} : Net salınım miktarı

$E_{\text{salım}}$: Toplam salınan sera gazı miktarı

$E_{\text{azaltım}}$: Azaltım, yakalama veya offset (telafi) edilen miktar

Şayet $E_{\text{salım}} = E_{\text{azaltım}}$ ise; Net sıfır salınım durumu oluşur.

Şayet $E_{\text{salım}} > E_{\text{azaltım}}$ ise; Net pozitif salınım durumu oluşur.

Yani hala çevreye sera gazı salınmaktadır.

Şayet $E_{\text{salım}} < E_{\text{azaltım}}$ ise; Net negatif salınım durumu oluşur.

Yani karbon negatiftir. Dolayısıyla atmosferden çekilen gaz salınan gazdan fazladır.

Salınımı azaltmadan elde edilen fayda ile karbondioksiti yakalamaktan elde edilen faydanın arasında fark olmadığından

179 Tietenberg & Lewis, 2023

burada önem arz eden şey bunların maliyeti ile bu maliyetleri kimin ödeyeceğidir.

Birçok kişi tarafından karbon ticareti gelişmiş ülkelerin karbon ekonomileri ile sürdürülemez yaşam tarzlarını değiştirecek gerekli düzenlemeleri yapmaktan kurtaran bir çıkış noktası olarak görmektedir. Bu sebeple fosil yakıtların yenilenebilir enerji kaynakları ile değiştirilmesi ve enerji tasarrufuna yönelik yeni tüketim alışkanlıkları geliştirme noktasında gelişmiş ülkelere azami derece baki oluşturulması gerektiğini savunmaktadır. Nitekim kişi başına düşen karbon salım miktarı gelişmiş ülkelerde en üst düzeydedir. Bu sebeple karbon-nötr ekonomisine geçişin en acil olduğu ülkeler de bunlar olmaktadır. Bu eleştiri karbon ticaretinin engellenmesi halinde gelişmiş ülkelerdeki değişim baskısının artacağı dışarıdan karbon kredisi satın alması halinde de gerekli iç değişimlerin erteleneceği savunulmaktadır.¹⁸⁰

Gelişmiş ekonomilere sürdürülemez ekonomik şartları değiştirmesi için baskı yapıldığı aşikardır. Nitekim gelişmiş ülkelerdeki enerji ve sanayi başta olmak üzere ulaşım ve tarıma kadar birçok sektör değişip aynı zamanda tüketim kalıpları da enerji verimli hale gelmez ise iklimde yaşanan değişimlerin devam etmesi kaçınılmazdır. Bu noktada gelişmiş ülkelerin bu görevleri yerine getirme reaksiyonları ne kadar çabuk olursa ekolojik felaketlerin önlenme süreside o kadar çabuk olacaktır. Ancak Kyoto gelişmiş ekonomilerde bu düzeni sağlamakta pek başarılı olmamaktadır. Asıl olan salınım sınırlarını aşağı çekmektir. İlave olarak tam karbon ticaretine izin verilmelidir. Daha düşük sınırlarında mümkün olduğu sürece daha düşük maliyetle karşılanmasına olanak tanınmalıdır.¹⁸¹

Gelişmekte olan ülkelerdeki kaynakların gelişmiş ülkelere ofset şeklinde satılması ileride bu ülkelerdeki ucuz salım azaltım yollarının tükenmesine yol açacaktır. Sonrasında bu ülkeler salınım azaltma ihtiyacı duyduğunda maliyetli yolları

180 Böhm, 2009

181 Hepburn, 2007

tercih etmek durumunda kalacaklardır. Bu sebeple ofsetlerinin tamamını ucuz iken satmamaları gerekmektedir. Aksine fiyatların yükselmesini bekleyerek daha yüksek fiyattan satmalı ve salım azaltımının daha ucuz yollarını ileride kendileri için kullanmalıdırlar.¹⁸²

Ormansızlaşmanın yol açtığı salımlar küresel çapta salınımların %20 ila %25 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu sebeple ormansızlaşmanın önlenmesi için çözüm aranmalıdır. Nitekim karbon piyasasında buna dair bir çözüm önerisi bulunmamaktadır. Ticari fayda sağlamak için ormanların yok edilmesi ardından karbon yakalama ofsetlerini satmak için yeniden ağaçlandırılma eğilimi sapkındır. Ayrıca mevcut ormanların sunduğu çevresel imkanların, türlerin korunmasının, toprağın muhafazasının ihmal edilerek sadece karbon yakalama hedefine odaklanması doğru bir yaklaşım olmamaktadır. Ayrıca yok edilen ormanların yerine ekilen yeni ağaçların ilave karbon yakalama hızının yavaş olacağı bu sebeple iklim değişikliğinin daha hızlı gerçekleşeceği değerlendirilmektedir. Bu sebeple REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) ormansızlaşma ve orman bozulmasından kaynaklanan emisyonların azaltılması için ormanlar üzerinde gerçekleşen sapkın teşviği ortadan kaldırarak tehdit altındaki ormanların korunmasına yönelik kredi vermektedir.¹⁸³

182 Wara, 2007

183 Hahnel, 2014

Kaynakça

- Abe, T., & Arimura, T. H. (2022). Causal effects of the Tokyo emissions trading scheme on energy consumption and economic performance. *Energy Policy*, 168, 113151. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113151>
- Ackerman, F., Stanton, E. A., DeCaanio, S. J., Goodstein, E., Howarth, R. B., Norgaard, R. B., ... & Sheeran, K. A. (2009). The economics of 350: the benefits and costs of climate stabilization. October.
- Akın, Z., & Urhan, Ü. B. (2018). Davranışsal oyun teorisi. *İktisatta Davranışsal Yaklaşımlar*, 2. Baskı, 279-341. Ankara: İmge Kitabevi.
- Aktan, C. C., Sanver, İ., & Sanver, M. R. (2006). Oyunlar, kurallar ve düzen. In C. C. Aktan (Ed.), Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu Yayınları, 97-114.
- Armağan, R. (2003). Kamu ekonomisinde dışsallıklar ve dışsallıkların içselleştirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 1-20.
- Arrhenius, S. (1896). On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41, 237-276.
- Atabey, S., Aykaç, Z., & Toprak, Z. F. (2025). Türkiye’de Sera Etkili Gazları Kavramsal Olarak Tanımlama Hassasiyeti. *Hendese Teknik Bilimler ve Mühendislik Dergisi*, 2(1), 13-19.
- Ayaz, H. (2024). Ulusal Emisyon Ticaret Sistemi. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı. <https://www.cevreportal.com/wp-content/uploads/2024/10/Ulusal-Emisyon-Ticaret-Sistemi.pdf>
- Aydoğdu, M. H. (2024). İklim Değişikliğinin Sosyal ve Ekonomik Yapı Üzerine Etkilerinin Genel Değerlendirmesi. *Sürdürülebilir Gelecek İçin İklim Perspektifleri*. Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub564.c2270>

- Bashir, M. F., Ma, B. Bilal., Komal, B., & 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>
- Başoğlu, A. (2014). Küresel iklim değişikliğinin ekonomik etkileri. *Sosyal bilimler dergisi*, 7, 175-196.
- Bateman, I. J., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, W. M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroğlu, E., Pearce, D. W., Sugden, R., & Swanson, J. (2002). *Economic valuation with stated preference techniques: A manual*. Edward Elgar Publishing.
- Bakırtaş, İ. Dışsallıklar sorununun içselleştirilmesinde düzenleyici vergiler ve sübvansiyonların etkinliği: Analitik bir yaklaşım. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7.
- Beomseok Etienne & Karali, B. (2025). Efficiency in the early stages of carbon markets: The case of the Korean emissions trading scheme. *Emerging Markets Finance and Trade*, 61(1), 126. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2024.2379460>
- BM İklim Değişikliği Cerceve Sözleşmesi / T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2025, March 20). <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklimdegisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa>
- Böhm, S. (2009). *Upsetting the offset: The political economy of carbon markets*. London: MayFlyBooks.
- Brian Murray, Peter Maniloff, & Evan Murray. (2014). Why have greenhouse emissions in RGGI states declined? An econometric attribution to economic, energy market, and policy factors. *SSRN Electronic Journal*, 51, 581. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2467545>
- Britannica Ansiklopedisi Editörleri. (1998). Greenhouse. <https://www.britannica.com/search?query=greenhouse>

- Callendar, G. S. (1938). The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 64(275), 223–240.
- Carson, R. T., Flores, N. E., & Meade, N. F. (2001). Contingent valuation: Controversies and evidence. *Environmental and Resource Economics*, 19(2), 173–210.
- Casem. (2025). <https://www.casem.com.tr/gonullu-karbon-piyasasi-nedir/>
- Cayan, D. R., Das, T., Pierce, D. W., Barnett, T. P., Tyree, M., & Gershunov, A. (2010). Future dryness in the southwest US and the hydrology of the early 21st century drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(50), 21271-21276.
- Çelikkol, H., & Özkan, N. (2015). Karbon piyasaları ve Türkiye perspektifi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31.
- Çetintaş, H., & Türköz, K. (2017). İklim değişikliği ile mücadelede karbon piyasalarının rolü. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(37), 147-168.
- Cevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). *İklim Şurası Raporu*. Ankara: Cevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/iklim-surasi-3135-20241024123150.pdf>
- Clements, R., Haggard, J., Quezada, A., & Torres, J. (2011). *Technologies for climate change adaptation: agricultural sector*. TNA Guidebook Series. UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development / Practical Action, Roskilde, Denmark.
- Cline, W. R. (2007). *Global warming and agriculture: Impact estimates by country*. Peterson Institute.
- Conservation Foundation. (1963). Impacts of carbon dioxide on climate. Washington, DC.

- CRED, UNDRR. (2020). *Human cost of disasters; An overview of the last 20 years (2000-2019)*.
- Davis, S. J., Caldeira, K., & Matthews, H. D. (2008). Consumption-based accounting of CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(45), 18788–18793.
- Dellal, A. (2008). *De l'entraînement à la performance en football*. De Boeck Supérieur.
- Dünya Bankası. (2020). *Enterprise Surveys: Carbon and energy management practices*. Washington, DC: World Bank.
- Dünya gıda fiyatları endeksi. https://api.tradingeconomics.com/historical/country/World/indicator/Food%20Price%20Index?c=Your_Key:Your_Secret
- Ellerman, A. D., Convery, F. J., & De Perthuis, C. (2010). *Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*. Cambridge: Cambridge University Press.
- European Commission. (2023). EU Emissions Trading System (EU ETS). https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en
- Etienne, X. L., & Yu, J. (2017). Inverse price spread and illiquid trading in Korea-ETS. *Carbon Management*, 8(3), 230. <https://doi.org/10.1080/17583004.2017.1309205>
- Fourier, J. (1824). Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires. *Annales de Chimie et de Physique*, 27, 136–167.
- Freeman, A. M. (2003). *The measurement of environmental and resource values: Theory and methods* (2nd ed.). Resources for the Future.
- Gül, İ. (2024). Çevresel müştereklerin yönetiminde yetki meselesi: Trakya'da müşterek mera yönetimi üzerine bir alan araştırması. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.

- Güneş, İ. (2000). Dışsallıklar, kamunun düzenleyici rolü: Enerji sektöründe bir uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, S.B.E., Adana.
- Hahnel, R. (2014). Yeşil iktisat: Ekolojik krize karşı koymak (B. Ersoy, P. Ertör, M. Gülboy, A. İlhan, & A. K. Saysel, Çev.). İstanbul: BGST Yayınları.
- Hansen, J., et al. (1988). Global climate changes as forecast by Goddard Institute model. *Journal of Geophysical Research*, 93(D8), 9341–9364.
- Hepburn, C. (2007). Carbon trading: A review of the Kyoto mechanisms. *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 375–393. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.053006.141203>
- IPCC. (1990). *First Assessment Report (FAR)*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2007). *Fourth Assessment Report (AR4)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Fifth Assessment Report (AR5)*. Geneva: IPCC.
- IPCC. (2018). *Special Report on Global Warming of 1.5°C*. Geneva: IPCC.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2023). *Sixth Assessment Report (AR6)*. Geneva: IPCC.
- İmddad, A. (2025). Negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde kamusal çözümler: Türkiye örneği. Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- İzzet, A. (2013). Voluntary emission trading potential of Turkey. *Energy Policy*, 62, 911-912. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.054>

- Kargı, V., & Yüksel, C. (2010). Çevresel dışsallıklarda kamu ekonomisi çözümleri. *Maliye Dergisi*, 159, 183–202. <https://www.hmb.gov.tr/yayinlar>
- Keeling, C. D. (1960). The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere. *Tellus*, 12(2), 200–203.
- Karakaya, E., Akkoyun, G., & Hiçyılmaz, B. (2023). Sera gazı emisyonu azaltımı için karbonun fiyatlanması: Karbon vergisi mi emisyon ticareti mi?
- Kirmanoglu, H. (2011). *Kamu ekonomisi analizi* (3. Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Leyland, J. O. (1995). Public goods: a survey of experimental research. In J. Kagel & A. Roth (Eds.), *The Handbook of Experimental Economics*. New Jersey: Princeton University Press.
- Lohmann, L. (2010). Uncertainty markets and carbon markets: Variations on Polanyian themes. *New Political Economy*, 15(2), 225–254.
- Marron, D. B., & Toder, E. J. (2014). Tax policy issues in designing a carbon tax. *American Economic Review*, 104(5), 563–568. doi:10.1257/aer.104.5.563
- Matthews, J. V.-D. (2022). Annex VII: Glossary - IPCC. IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_AnnexVII.pdf (1 Aralık 2024 tarihinde erişildi).
- M. Barnett. (2010). Canadian provinces and the western climate initiative: The constitutionality of extraordinary cross-border cooperation. *Columbia Journal of Transnational Law*, 48(2), 322.
- MGM. (2022). *Klimatoloji II*. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji2.pdf> (15 Aralık 2024 tarihinde erişildi).
- Nar, M. (2022). *Kamu ekonomisi: Teori, politika ve uygulama* (3. Baskı). Konya: Eğitim Yayınevi.

- NASA. (1974). *Carbon dioxide and climate change: NASA report*. Washington, DC.
- Natural Catastrophe and Climate Report. (2025). <https://www.ajg.com/gallagherre/-/media/files/gallagher/gallagherre/news-and-insights/2025/natural-catastrophe-and-climate-report-2025.pdf>
- Nordhaus, W. D. (1993). Optimal Greenhouse-Gas Reductions and Tax Policy in the “DICE” Model. *American Economic Review*, 83(2), 313–317.
- NOAA. İklim bakanlığı. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide?utm>
- Oates, W. E. (2005). Toward a second-generation theory of fiscal federalism. *International Tax and Public Finance*, 12(4), 349-373.
- Oh, I., Yeo, Y., & Lee, J.-D. (2015). Efficiency versus equality: Comparing design options for indirect emissions accounting in the Korean emissions trading scheme. *Sustainability (Switzerland)*, 7(11), 14985. <https://doi.org/10.3390/su71114982>
- Öz, E., & Buyrukoğlu, S. (2012). Negatif dışsallıkların önlenmesinde çevresel vergiler: Türkiye ve OECD ülkeleri karşılaştırması. *Tisk Akademi*, 14, 1-26.
- Öztürk, M. Z., vd. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye’nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35(17), 17-27.
- Öztürk, N. (2004). Piyasa başarısızlıkları. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Öneri Dergisi*, 6(21), 173-187.
- Öztürk, N., & Bayraktar, Y. (2010). Dışsallıkların içselleştirilmesinde devletin rolü. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar Dergisi*, 47(542), 19-29.

- Parry, I. (2019). What is carbon taxation? <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2019/06/what-is-carbon-taxation-basics>
- Parlakay, O., & Yavuz, A. (2016). Negatif dışsallıkların çevreye olumsuz etkilerinin önlenmesinde kullanılan çözüm yolları. *Akademik Bakış Dergisi*, 57, 210-220.
- Panayotou, T. (2011). Investing in rural industry for employment and balanced. *The Pacific Rim: Investment, Development, and Trade*, 156.
- Paterson, M. (2010). Legitimation and accumulation in climate change governance. *New Political Economy*, 15(3), 345–368.
- Pindyck, R. S. (2019). The social cost of carbon revisited. *Journal of Environmental Economics and Management*, 94, 140–160.
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*. London: Macmillan.
- Revelle, R., & Suess, H. (1957). Carbon dioxide exchange between atmosphere and ocean. *Tellus*, 9(1), 18–27.
- ROSEN, H. S., & GAYER, T. (2014). *Public finance* (10th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ruud A. de Mooij, Michael Keen, & Ian W. H. Parry. (2012). Fiscal Policy to Mitigate Climate Change: A Guide for Policymakers. International Monetary Fund. <https://www.elibrary.imf.org/display/book/9781616353933/9781616353933.xml>
- Schneider, L. (2009). Assessing the additionality of CDM projects: practical experiences and lessons learned. *Climate Policy*, 9(3), 242–254.
- Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge University Press.

- Sumner, J., Bird, L., & Dobos, H. (2011). Carbon taxes: A review of experience and policy design considerations. *National Renewable Energy Laboratory (NREL), Technical Report NREL/TP-6A2-47312*.
- Tatsuya, A., & Toshi, H. A. (2022). Causal effects of the Tokyo emissions trading scheme on energy consumption and economic performance. *Energy Policy*, 168, 113151.
- Tanboğa, S. (2024). İklim değişikliği ve ekonomik etkileri. Türkiye İhracatçılar Meclisi. https://tim.org.tr/files/downloads/Mevzuat/Iklim_Degisikligi_ve_Ekonomik_Etkileri.pdf
- Tekin Altuğ & Füsün Özkan. (2015). Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi, Doğrulanması ve Raporlanması. *Verimlilik Dergisi*, 2(25 Kasım), 80.
- TÜİK. (2024). Sera gazı emisyonu istatistikleri, 1990-2022 (Sayı: 53701). *Türkiye İstatistik Kurumu*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2022-53701>.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayınları.
- Tietenberg, T., & Lewis, L. (2023). *Environmental and natural resource economics*. Routledge.
- Tyndall, J. (1861). On the absorption and radiation of heat by gases and vapours. *Philosophical Magazine*, 22(146), 169–194.
- UN. (1992). Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio Declaration). New York: United Nations.
- UNEP. (2016). *Kigali Amendment to the Montreal Protocol*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNFCCC. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York: United Nations.

- UNFCCC. (1997). *Kyoto Protocol to the UNFCCC*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2001). *Marrakech Accords*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2009). *Copenhagen Accord*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2010). *Cancun Agreements*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2011). *Durban Platform for Enhanced Action*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2015). *Paris Agreement*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2021). *Glasgow Climate Pact (COP26)*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2022). *COP27 Sharm El-Sheikh Implementation Plan*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2023). *COP28 UAE Consensus*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2024). *COP29 Baku Outcomes*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNFCCC. (2025). *COP30 Belém Preparatory Document*. Bonn: UNFCCC Secretariat.
- UNWTO Tourism Highlights, 2003 Edition” <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284406647?utm>
- UNWTO Tourism Highlights, 2008 Edition” <https://www.htrends.com/trends-detail-sid-36366.html?utm>
- UNWTO World Tourism Barometer Vol. 5 No. 2, June 2007. <https://www.tourismtoday.com/sites/default/files/docs/business/untwo-2007.pdf?utm>
- US EPA. (2003). Tools of the trade: A guide to designing and operating a cap and trade programme for pollution control. <https://www.epa.gov/emissions-trading-resources/>

- tools-trade-guide-designing-and-operating-cap-and-trade-program
- Voluntary Carbon Credit Market (2025 - 2030). <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/voluntary-carbon-credit-market-report>
- WCED. (1987). *Our Common Future (Brundtland Report)*. Oxford: Oxford University Press.
- WHO. (2021). Ambient air pollution: Health impacts.
- WMO. (1979). *World Climate Conference: Declaration of the World Climate Conference*. Geneva: World Meteorological Organization.
- World Bank. (2020). *Enterprise Surveys: Carbon and energy management practices*. Washington, DC
- Wara, M. (2007). Is the global carbon market working? *Nature*, 445(7128), 595–596. <https://doi.org/10.1038/445595a>
- Zengin, C. (2020). Çevre, ekolojik iktisat ve büyüme. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Zhou, P., Ang, B. W., & Zhou, D. Q. (2023). Carbon emissions and production: A microeconomic perspective. *Energy Economics*, 117, 106519.