

Yayın Geliş Tarihi: 11.01.2019
Yayına Kabul Tarihi: 28.06.2019
Online Yayın Tarihi: 26.03.2020
http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.511984

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Cilt: 22, Sayı: 1, Yıl: 2020, Sayfa: 171-197
ISSN: 1302-3284 E-ISSN: 1308-0911

Araştırma Makalesi

KARBON VERGİSİNİN İKTİSADİ DARALMA ETKİLERİNİN GİDERİLMESİ İÇİN ALTERNATİF POLİTİKA ÖNERİLERİ: TÜRKİYE İÇİN SOSYAL HESAPLAR MATRİSİ TEMELİNDE BİR ANALİZ¹

Reyhan ÖZEŞ ÖZGÜR*
Selim ÇAĞATAY**

Öz

Uluslararası literatür karbon vergisinin sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltabileceğini ileri sürerken aynı zamanda ekonomide bir daralma yarattığını da göstermektedir. Dolayısıyla, ancak ekonomide bir daralma meydana gelmeden ya da oluşabilecek bir daralmanın etkilerini en aza indirerek uygulanabilecek bir karbon vergisi politikasının hem çevresel hem de ekonomik anlamda maksimum faydayı sağlayabileceği söylenebilir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de 10. Kalkınma Planı’nda öngörülen ekonomik büyüme hedefi ve Paris Konferansı’nda taahhüt edilen karbondioksit salınım hedefine birlikte ulaştırabilecek bir politika paketi önermektir. Çalışmada karbon vergisi emisyon salınımını azaltmak için kullanılırken, bu vergi gelirinin iktisadi aktiviteleri canlandırmak için ekonomiye geri enjekte edilmesi telafi edici politika aracı olarak kullanılmaktadır. Karbon vergisi tüm endüstrilere veya alternatif olarak en kirli üç endüstriye uygulanırken, geriye enjeksiyon hanehalkları veya firmalar üzerinden yapılmaktadır. 2012 yılı girdi-çıkış matrisi ve sosyal hesaplar matrisinin kullanıldığı araştırma sonuçları, karbon vergisi uygulamasının toplam sera gazı emisyonlarını azaltmakta etkili olduğu ancak tüm endüstrilere uygulanmasındansa seçilmiş en kirli endüstriler üzerine uygulanmasının daha düşük bir ekonomik küçülme yaratacağı yönündedir. Sera gazı emisyonlarının azaltımı için uygulanan karbon vergisinden toplanan kaynağın ekonomiye, firmalara bir transfer olarak geri döndürülmesinin ise hanehalklarına verilecek transfere göre daha etkili olacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sera Gazı Emisyonları, Karbon Vergisi, Sosyal Hesaplar Matrisi, Telafi Edici Politika.*

Bu makale için önerilen kaynak gösterimi (APA 6. Sürüm):

Özeş Özgür, R. & Çağatay, S. (2020). Karbon vergisinin iktisadi daralma etkilerinin giderilmesi için alternatif politika önerileri: Türkiye için sosyal hesaplar matrisi temelinde bir analiz. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22 (1), 171- 197.

¹ Bu çalışma Reyhan ÖZEŞ ÖZGÜR’ün “Sera Gazı Azaltımı İçin Alternatif Politika Önerileri: Türkiye İçin Çok Sektörlü Bir Analiz” başlıklı doktora tezinden (Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017) üretilmiştir.

* Dr., Ekonomist, ORCID: 0000-0002-0842-0590, reyhanozes@yahoo.com

** Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ORCID: 0000-0002-5471-3474, selimcagatay@yahoo.com

POLICY ALTERNATIVES TO REMOVE THE CONTRACTION EFFECTS OF CARBON TAX: AN ANALYSIS FOR TURKEY ON THE BASIS OF SOCIAL ACCOUNTING MATRIX²

Abstract

Literature provides the evidence that carbon tax policy creates economic contraction while it reduces greenhouse gas emissions. Therefore, carbon tax policy can maximize the environmental and economic utility at the same time only if the contraction is removed or impacts of contraction are reduced. This study aims to suggest a policy package that might simultaneously achieve the economic growth targets of the 10th Development Plan in Turkey and carbon emission commitments given in the Paris Conference. In the analyses, while carbon tax is used to reduce greenhouse gas emissions, backward injection of the collected tax to economy for boosting the economic activities is used as a compensatory policy instrument. Carbon tax is applied either on all industries accordingly with "polluter pay" principle or on three most dirty industries, and backward injection is realized either through households or firms. In the analyses where year 2012 input-output and social accounting matrices are used, carbon taxation is found to be more efficient in terms of economic damage when it is applied on three most dirty industries. In addition, backward injection becomes more effective if it is transferred through firms rather than households.

Keywords: Greenhouse Gas Emissions, Carbon Tax, Social Accounting Matrix, Compensatory Policy.

GİRİŞ

2013-2014 döneminde Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından yayımlanan Beşinci Değerlendirme Raporuna göre sanayi devriminden bu yana atmosfere salınan toplam insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının %40'ının son 40 yıl içerisinde gerçekleştiği belirtilmiştir (Yeldan & Voyvoda, 2015). Türkiye'de 1990 yılından itibaren hızla artış gösteren sera gazı emisyon miktarı 2014 yılı itibarıyla 467,6 mtCO₂e oranına ulaşmıştır. Bu oran içerisinde en önemli emisyon payını enerji üretiminin oluşturduğu ve yıllık emisyonlardaki artışın da %80'inin enerji üretiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Kişi başına emisyon miktarının da 1990 yılına göre 2014 yılında yaklaşık 2 kat artış gösterdiği belirlenmiştir (TÜİK, 2016). Ayrıca 1990-2014 döneminde Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonlarında karbondioksitin payı da %71'den %82'ye yükselmiş ve elektrik üretimi kaynaklı karbondioksit emisyonları söz konusu dönemde %343 oranında artış göstermiştir.

Sera gazı emisyonlarının azaltımına yönelik yol haritasının düzenlendiği iklim değişikliği konferanslarının sonuncusu Aralık 2015'de Paris'te gerçekleşmiştir. Söz konusu konferansta kabul edilen ve 4 Kasım 2016'da

² This paper is derived from Reyhan ÖZEŞ ÖZGÜR's PhD dissertation titled "Alternative Policy Proposals to Reduce Greenhouse Gas Emissions: A Multi-Sectoral Analysis for Turkey" (Akdeniz University, The Institute of Social Sciences, 2017).

yürürlüğe giren Paris Antlaşması'yla Kyoto Protokolü'nün aksine ilk kez tüm ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadeleye etkin bir biçimde katılması öngörülmüş ve küresel ortalama sıcaklık artışının sanayi öncesi döneme göre 2⁰C'nin çok altında tutulması kararlaştırılmıştır (Yeldan vd., 2016). Türkiye ise ulusal anlamda emisyon azaltım hedefini Paris toplantısı öncesinde belirlemiş ve resmi belge niteliğinde (INDC) 30 Eylül 2015 tarihinde BMİDÇS'na sunmuştur (CSB, 2017). Uygulama döneminin 2012-2030 yıllarını kapsadığı resmi belgede Türkiye'nin 2030 yılında baz senaryoda öngörülen toplam sera gazı salım miktarı 1.175 milyon ton CO₂ eşdeğeri olarak tespit edilmiştir. Söz konusu belgede Türkiye toplam sera gazı emisyonlarında %21 azaltım öngörerek, 2030 yılı itibariyle, toplam emisyonlarını 929 milyon ton CO₂ eşdeğerine indirmeyi beyan etmiştir. Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı'nda sunduğu çevresel hedeflerini gerçekleştirirken diğer yandan da bu çevresel hedefler ile uyumlu ekonomik hedeflerin de gerçekleştirilmesi daha makul sonuçlar ve daha anlamlı bir ilerleme sağlayacaktır. Bu maksatla Türkiye'nin Onuncu Kalkınma Planı'nda yer alan büyüme hedefleri önemli bir gösterge olacaktır. 2014-2018 dönemini kapsayan Onuncu Kalkınma Planına göre uygulanacak politikalar sonucunda reel GSYH'nın ortalama %5,5 oranında artış göstermesi öngörülmekte ve Plan dönemi sonunda Türkiye'nin 2023 hedefleriyle de uyumlu olarak cari GSYH'nın 1,3 trilyon dolara ulaşması hedeflenmektedir (SBB, 2017). Bu bağlamda Türkiye için en önemli nokta birbiriyle uyumlu çevresel ve ekonomik hedefler ortaya koymaktır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin sera gazı emisyonlarına yönelik çevresel hedefleri ve bu hedeflere yönelik uygulamaları Kalkınma Planı'nda öngörülen ekonomik hedefleri doğrultusunda incelenmektedir. Dolayısıyla çalışmanın asıl amacı Türkiye'de 10. Kalkınma Planı'nda öngörülen ekonomik büyüme hedefi ve Paris Konferansı'nda taahhüt edilen karbondioksit salım hedefine birlikte ulaşmayı sağlayabilecek bir politika paketi önermektir. Çalışmada öncelikle toplam sera gazı emisyon salımını azaltmak amacıyla tüm endüstrilere veya alternatif olarak en kirli üç endüstriye karbon vergisi uygulanmaktadır. Daha sonra söz konusu vergiden elde edilen gelir iktisadi aktiviteleri canlandırmak için ekonomiye geri enjekte edilmektedir. Geriye enjeksiyon hanehalkları veya firmalar üzerinden yapılmaktadır. 2012 yılı girdi-çıktı matrisi ve sosyal hesaplar matrisinin kullanıldığı araştırma sonuçları, karbon vergisi uygulamasının toplam sera gazı emisyonlarını azaltmakta etkili olduğunu ancak seçilmiş en kirli endüstriler üzerine uygulanan bir karbon vergisinin daha düşük bir ekonomik küçülme yaratacağını göstermektedir. Ayrıca toplam karbon vergisi gelirlerinin firmalara bir transfer olarak geri döndürülmesinin ise hanehalklarına verilecek transfere göre daha etkili olacağı tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde karbon vergisi gelirlerinin ekonomiye geri döndürüldüğü amprik çalışmalardan oluşan bir literatür taraması özeti verilmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde amprik yöntem tartışılmaktadır.

Dördüncü bölümde ise senaryo analizleri ile bulgular açıklanmaktadır. Beşinci bölümde araştırma sonuçlarının değerlendirilmesiyle çalışma tamamlanmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Uluslararası yazında salt karbon vergisi uygulaması ile ilgili önemli sayıda ampirik çalışma yer almaktadır ve çalışmaların geniş bir özeti Özeş (2017: 27-28)'de verilmektedir. Çalışmamızın bu bölümünün temel hedefi özellikle karbon vergisi ile toplanan gelirin ekonomiye geri enjeksiyonu ile ilgili ulusal çalışmaların bulgularına yer vermektir³. Aynı konudaki uluslararası literatürde taranan çalışmaların ise temel özellikleri kısaca anlatılmakta ve ilgili literatür çalışmanın ekinde tablo (Özeş, 2017: 27-28) olarak gösterilmektedir. Bu tablo anılan çalışmaların temel benzer ve ayırt edici özelliklerini vermektedir. Bu uluslararası çalışmaların detaylı bir özeti yine Özeş (2017: 27-28)'den görülebilir. Söz konusu ulusal ve uluslararası çalışmalarda hem karbon vergisi uygulamasının ekonomik ve çevresel etkileri değerlendirilmekte hem de verginin ekonomiye geri dönüşüm etkileri üzerinde önemle durulmaktadır.

İncelenen uluslararası literatürün neredeyse tamamında hesaplanabilir genel denge (HGD) modelleri kullanılmaktadır. Bazı çalışmalar dinamik HGD kullansa da çoğunluğu standart statik bir HGD yapısı benimsemiştir. Bu çalışmaların diğer ortak yanı emisyon azaltımı için kullandıkları aracın karbon vergisi olmasıdır. Bazı çalışmalar sadece sera gazı salımlarına değil farklı kirlilik türlerine de odaklanmakta ama bunun azaltımı için yine endüstri bazında caydırıcı farklı vergi politikalarını araç olarak seçmektedir. Dolayısıyla politika aracının modelleme platformuna entegre edilmesi teknik olarak bir farklılık göstermemektedir. Bu çalışmalarda karbon ve/veya farklı çevresel caydırıcı vergilerden elde edilen gelirlerin ekonomiye geri enjeksiyonu için birden fazla alternatif yer almaktadır. Örneğin toplanan dolaylı vergilerden, gelir vergisinden, kurumlar vergisinden, ücret ve/veya sermaye geliri üzerinden ödenen vergilerden yapılacak indirimler bu enjeksiyon için bazı alternatiflerdir. Vergi indirimlerine gidilmediği takdirde hanehalklarına ve/veya firmalara doğrudan transferler, düşük gelirlilere sosyal yardımlar, firmalara sektör bazında sağlanan sübvansiyonlar, ücret dışı emek maliyetlerinin indirilmesi de çevresel vergilerin ekonomiye geri enjeksiyonunda kullanılan diğer yöntemlerdendir. Çalışmaların tamamında geri enjeksiyonlar karbon veya diğer çevresel vergilerin ekonomi üzerinde yarattığı daraltıcı etkiyi farklı kanallar üzerinden uygulanarak azalttığı veya tamamen ortadan kaldırdığı görülmektedir. Bu çalışmaların ülke ve yıl odakları

³ Burada, taranması hedeflenen ulusal literatürle direkt olarak ilgili olmasa da “karbon vergisi ve benzeri enerji politikalarının büyüme ve refah etkilerine” odaklanmaları sebebiyle Aydın, L. (2007) ve Mercan, M. (2015)'i anmanın yerinde olduğu düşünülmektedir.

farklılaştığından burada tam bir mukayese çok gerekli görülmemektedir. Detaylı bir inceleme için Özeş (2017)'ye bakılabilir.

Diğer yandan Türkiye'de karbon vergisi ile ilgili yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan biri Yeldan vd.'ne (2016) aittir. Hesaplanabilir genel denge modelinin kullanıldığı çalışmada, 2012-2030 döneminde, Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonlarındaki %21 azaltım hedefine ulaşmak amacıyla fosil yakıtlara enerji vergisi getirilmiştir. Analiz sonucunda enerji vergileriyle karbondioksit emisyonlarında hedeflenen azaltıma ulaşılacağı ve vergi gelirlerinin istihdam vergilerini azaltmada kullanıldığı durumda milli gelir ve istihdamda meydana gelen kaybın önemli oranlarda azaltılabileceği saptanmıştır. Yeldan ve Voyvoda (2015)'ya ait diğer bir çalışmada ise, karbon vergisinin çevresel ve ekonomik etkileri 2015-2030 dönemi için değerlendirilmiştir. Yine hesaplanabilir genel denge çerçevesinde yapılan analizler sonucunda 2030 yılında yıllık karbondioksit emisyonlarında önemli miktarda azalma meydana geleceği ve karbon vergilerinin yenilenebilir yatırım fonu oluşturularak ekonomiye geri döndürüldüğünde 2030 yılı itibarıyla ekonomideki negatif etkinin giderilebileceği tespit edilmiştir. Bir diğer çalışma Bouzاهر, Şahin ve Yeldan (2015)'a aittir. 2010-2030 dönemi için yapılan çalışmada emisyonlar ile atık üretiminin etkileri değerlendirilmiştir. Hesaplanabilir genel denge modelinin kullanıldığı analizlerde çoğunlukla imalat ve enerji endüstrileri kapsanmıştır. Çalışmanın kentsel kesim analizinde emisyonlara karbon vergisi uygulaması ile birlikte sanayi sektörü ile hanehalkı emisyon, katı ve su atıklarına çeşitli çevresel vergiler getirilmiş ve vergi gelirleri yeşil mesleklere (greenjob) transfer, ücret vergilerinde azaltım gibi yollarla ekonomiye döndürülmüştür. Kırsal kesim analizinde ise maliyet iyileştirici reformlar uygulanmıştır. Araştırma sonucunda kentsel ve kırsal reformların birlikte uygulandığı durumda emisyonlar ve kentsel atıkta önemli bir düşüş saptanmış ve büyüme ile istihdamdaki olumsuz etkiler giderilebilmiştir. Yine Telli vd. (2008) Türkiye ekonomisi için 2006-2020 döneminde çevresel emisyon azaltım politikalarının ekonomik etkilerini değerlendirmişlerdir. Genel denge çerçevesine yapılan çalışmada özellikle temel enerji ve madencilik endüstrilerine odaklanılmıştır. Araştırma sonucunda karbon emisyon kota oranı düştükçe GSYH, özel yatırım ve toplam karbondioksit emisyon miktarlarında gittikçe daha fazla oranlarda bir azalma meydana geldiği; karbon vergisi oranı arttıkça toplam GSYH ve özel yatırımlardaki azalışın daha da arttığı tespit edilmiştir.

AMPİRİK YÖNTEM

Analizler girdi-çıkıtı ve sosyal hesaplar matris çarpanları⁴ kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde TÜİK 2012 yılı 64 endüstrili girdi-çıkıtı matrisi 15 endüstriye toplulaştırılarak kullanılmaktadır. Gelir transferi politikasının

⁴ Bu başlık altında yer alan tüm SHM matris çoğaltanları Alarcon (1991), Pyatt ve Round (1979) ve Stone (1985)'de gösterilen yöntemle elde edilmiştir.

makroekonomik ve mikroekonomik etkilerini değerlendirmek için 2014 yılı için sosyal hesaplar matrisi kurulmuştur. Söz konusu matris kurulurken 2012 yılı girdi-çıkıtı matrisinden elde edilen teknoloji katsayıları sabit kalacak şekilde matris verileri 2014 yılı endüstriyel arz toplamlarına oranlanarak güncellenmiştir.

Bu çalışmada girdi-çıkıtı matrisi ve sosyal hesaplar matrisinin kullanılmasındaki temel amaç, bu platformun hem endüstri bazında bulgu üretmesi hem de bu bulguları üretirken makroekonomik dengeleri göz önünde bulundurmasıdır. Girdi-çıkıtı ve sosyal hesaplar matrisi endüstri bazında bulgular ürettiğinden makroekonometrik modellerden ayrılmaktadır. Endüstriyel ayırım bu matrisleri hesaplanabilir genel denge modellerine yaklaştırırsa da egzojen ve sabit fiyat varsayımı bu matrisleri hesaplanabilir genel denge modellerinden farklılaştırmaktadır. Çalışmada endüstriyel ve makro ekonomi bazında maliye politikasına odaklanıldığından kullanılan matrisler kısa dönemde denge fiyatları bozulmadan vergi politikalarının direkt ve dolaylı mikro ve makro etkilerini ortaya koymaktadır. Ayrıca yine söz konusu matrisler ekonomi genelinde değişen bölüşüm ilişkilerini de ortaya çıkarmaya elverişli olduğu için tercih edilmekte ve önemli avantaj sağlamaktadır.

Modelde analiz edilmek istenen politikalara göre içsel ve dışsal hesaplar oluşturulmakta ve dışsal hesaplara verilen bir şokun içsel hesaplar olarak tanımlanan ekonomik sisteme olan etkileri gelir çarpan analizi ile değerlendirilmektedir.

SHM'nin içerdiği çeşitli iktisadi akımlar farklı notasyonlarla gösterilmektedir. $T_{(ij)}$ ile gösterilen hücreler içsel (endojen) hesapları temsil etmekte ve bu hücrelerde, j harcamaları gerçekleştiren iktisadi ajanı veya harcamaların kaynaklandığı birimi ifade ederken, i bu harcamalardan doğan gelirden yararlanan iktisadi ajanı ya da bu harcamaların gelir olarak transfer edildiği birimi göstermektedir. Dışsal (egzojen) hesaplar ise kamu, sermaye ve dış dünya hesaplarından oluşmaktadır. İçsel hesaplar olarak tanımlanan harcamalar gelirdeki değişimlerden doğrudan etkilenirken dışsal olarak tanımlanan harcamalar ise gelirden bağımsız olmaktadır (Defourny & Thorbecke, 1984).

İçsel hesaplarda ortalama harcama eğilimini temsil eden $A_{(ij)}$ matrisini elde etmek için, içsel hesaplar ($T_{(ij)}$) sütunu bunlara karşılık gelen sütun toplamlarına bölünmektedir. Burada $Y_{(j)}$ her bir içsel hesabın sütun toplamlarını göstermektedir. Böylece A matrisi eşitlik (1)'deki gibi ifade edilmektedir.

$$A_{(ij)} = T_{(ij)} Y_{(j)}^{-1} \quad (1)$$

Eşitlik (1) yeniden düzenlendiğinde,

$$A_{(ij)} Y_{(j)} = (T_{(ij)} Y_{(j)}^{-1}) Y_{(j)} \quad (2)$$

$$T_{(ij)} = A_{(ij)} Y_{(j)} \quad (3)$$

elde edilmektedir. İçsel ve dışsal hesapların toplamını temsil eden $Y = T_{(ij)} + X_{(i)}$ denkleminde (3) numaralı denklem yerine yazıldığında (4) no'lu eşitlik elde edilmektedir.

$$Y = AY + X \tag{4}$$

Eşitlikte içsel hesapların toplam gelir vektörü Y ile gösterilirken dışsal hesapların ilaveleri ise X ile gösterilmektedir. Burada her bir içsel hesabın toplam geliri, harcama katsayısına karşılık gelen gelirin çarpımına dışsal hesaplardan gelen gelirin ilave edilmesiyle hesaplanmaktadır. Denklem (4)'ün Y için çözülmesiyle,

$$Y = (I - A)^{-1} X \tag{5}$$

elde edilmektedir. Denklem (5)'de yer alan $(I - A)^{-1}$ SHM çarpan matrisi olarak tanımlanmakta ve bu şekilde dışsal olan hesapların içsel olan hesaplar üzerindeki etkisi değerlendirilebilmektedir. Ayrıca (2) ile gösterilen A matrisi analiz edilmek istenen politikalara göre alt hesaplara ayrıştırılarak farklı çarpan etkileri hesaplanmaktadır. (2) numaralı eşitlikte dört içsel hesabın olduğu A matrisi iki alt matrise ayrıştırılarak B ve C matrisleri elde edilmektedir.

Denklem (4)'e A matrisi yerine B ve C matrisleri ilave edildiğinde;

$$Y = (I - B)^{-1} CY + (I - B)^{-1} X \tag{6}$$

denklemleri elde edilmektedir.

(4) numaralı denklem, dört içsel hesabın olduğu SHM formatına uygun olarak, matris formunda yazıldığında;

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & A_{12} & 0 & 0 \\ A_{23} & 0 & 0 & A_{24} \\ A_{31} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (I - A_{44}) \cdot A_{43} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (I - A_{44})^{-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix} \tag{7}$$

(7)'deki eşitliğin sağ tarafındaki birinci matris içsel hesaplar arasındaki etkiyi göstermektedir. Söz konusu matris, A^* olarak tanımlandığında ve (6) numaralı denklemde yerine konulduğunda denklem (9) elde edilmektedir.

$$A^* = (I - B)^{-1} C \tag{8}$$

$$Y = A^* Y + (I - B)^{-1} X \tag{9}$$

Böylelikle dışsal hesaptan yapılan bir transfer ve içsel hesapta yarattığı etkinin toplamı denklem (9) ile gösterilmektedir. Dışsal hesaptan gelen transferin içsel hesap üzerinden yarattığı net etkiyi hesaplayabilmek için (9) numaralı denklem yeniden düzenlendiğinde,

$$A^*Y = Y - (I - B)^{-1}X \quad (10)$$

elde edilmektedir.

Hanehalklarına yapılan bir transferin mallar, üretim aktiviteleri ve üretim faktörleri üzerindeki etkilerini tespit edebilmek için (9) numaralı denklemin her iki tarafı A^* ile çarpılmakta ve her içsel değişken için hesaplanan denkleme içsel değişken sayısı kadar çarpma işlemi devam ettirilmektedir. Nihayetinde ikinci içsel değişken için elde edilen denklem (11)'de gösterilmektedir.

$$A^*Y = A^*A^*Y + A^*(I - B)^{-1}X \quad (11)$$

A^*Y yerine birinci içsel değişken için hesaplanan $A^*Y = Y - (I - B)^{-1}X$ konulup (11) numaralı denklem yeniden düzenlendiğinde,

$$Y = A^{*2}Y + ((I + A^*)(I - B)^{-1})X \quad (12)$$

elde edilmektedir. Denklem (12) diğer içsel değişkenler için A^* ile tekrar çarpılarak üçüncü içsel değişken için işlemler tekrarlandığında elde edilen eşitlik denklem (13) ile ifade edilmektedir.

$$A^*Y = A^*A^{*2}Y + A^*((I + A^*)(I - B)^{-1})X \quad (13)$$

$$Y = A^{*3}Y + (I + A^* + A^{*2})(I - B)^{-1}X \quad (14)$$

Dördüncü içsel değişken için işlemler tekrarlandığında ise,

$$A^*Y = A^*A^{*3}Y + A^*((I + A^* + A^{*2})(I - B)^{-1})X \quad (15)$$

elde edilmektedir.

$$Y = (I - A^{*4})^{-1} \cdot (I + A^* + A^{*2} + A^{*3}) \cdot (I - B)^{-1}X \quad (16)$$

Nihai olarak, (16) numaralı denklemde kapalı döngü çarpan matrisi: $M_3 = (I - A^{*4})^{-1}$; açık döngü çarpan matrisi: $M_2 = (I + A^* + A^{*2} + A^{*3})$; direkt transfer çarpan matrisi: $M_1 = (I - B)^{-1}X$ olarak gösterilmektedir. Denklem (16)'da yer alan kapalı döngü, açık döngü ve transfer etkileri birikimli etkiler olarak tanımlanmakta ve bu etkilerin ayrıştırılmış şeklinin ifade edildiği denklemler aşağıda gösterilmektedir.

$$Y = M_3.M_2.M_1 \quad (17)$$

$$M = M_3.M_2.M_1 \quad (18)$$

$$M = I + (M_1 - I) + (M_2M_1 - M_1) + (M_3M_2M_1 - M_2M_1) \quad (19)$$

$$M = I + N_1 + N_2 + N_3 \quad (20)$$

Denklem (20)'de, I dışsal olarak yapılan ilaveleri, N₁ net transfer etkisini göstermekte ve herhangi bir içsel hesaba dışsal hesaptan gelen bir ilavenin birikimli etkisini ifade etmektedir. Aynı denklemde, açık döngü çarpan etkisini gösteren N₂, bir içsel hesaba yapılan ilavenin bir başka içsel hesap üzerindeki etkisini temsil etmektedir. N₃ ile ifade edilen kapalı döngü çarpan etkisi ise bir içsel hesaba yapılan ilavenin diğer hesapları etkileyerek tekrar başlangıçtaki hesaba olan etkisini göstermektedir (Alarcon, 1991; Pyatt & Round, 1979).

SENARYO ANALİZLERİ VE BULGULAR

Türkiye, 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe giren Paris Antlaşması öncesinde ulusal bazda sera gazı emisyon azaltım hedefini Ulusal Katkı Beyanı (INDC) (CSB, 2017) ile açıklamış ve söz konusu belgede, 2030 yılında salımı öngörülen 1.175 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazının %21 oranında azaltılarak yaklaşık 929 milyon ton CO₂ eşdeğerine indirilmesinin hedeflendiğini belirtmiştir. Türkiye'nin yukarıda anılan çevresel hedeflerine ulaşırken ekonomik büyüme hedefleri ve politikaları büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda Onuncu Kalkınma Planı'nda 2014-2018 dönemine ilişkin olarak belirlenmiş olan genel ekonomik büyüme hedefi dikkate değer bir hedefdir. Planda söz konusu dönemde reel GSYH'da ortalama %5,5 oranında bir artış öngörülmekte, 2017-2018 yılı için ise %5,9'luk bir büyüme hedeflenmektedir (SBB, 2017). Ancak yukarıda anılan çevresel taahhütler ve ekonomik hedefler birlikte değerlendirildiğinde, Paris Konferansı taahhütlerini yerine getirecek enerji kullanımının ekonomik büyüme hedeflerine ulaşılmasını zorlaştırdığı görülmektedir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin çevresel hedeflerini yerine getirdiği durumda ekonomik büyüme hedefine ulaşamayacağı argümanını Onuncu Kalkınma Planı'nın son yılı olan 2018 yılı için test etmektir. Birinci argümanın doğruluğu ortaya koyulduğu takdirde değerlendirilecek ikinci argüman, çevresel hedef tutturulurken ortaya çıkan ekonomik küçülmenin, doğrudan gelir transferi politikası ile ortadan kaldırılabileceği argümanıdır⁵. Analizlerde doğrudan transferlerin ilki kamu sektöründen hanehalkı nihai mal talebini arttırmak üzere, ikincisi ise kamu sektöründen firmaların üretimini arttırmak üzere yapılmıştır.

⁵ Doğrudan gelir transferi ile toplanan karbon vergisinin farklı kanallardan ekonomiye enjekte edilmesi kastedilmektedir.

Senaryo 1: Endüstrilerin Kirlilik Payına Göre Karbon Vergisi Uygulaması ve Ekonomiye Geri Enjeksiyon Etkileri

Birinci senaryoda, sera gazı emisyonlarının 2018 yılı hedefine ulaşması için tüm endüstrilere toplam sera gazı salımları içindeki paylarına göre bir karbon vergisi uygulanmaktadır⁶. Türkiye Ulusal Katkı Beyanı'na göre 2030 yılında 1.175 milyon ton olarak öngörülen sera gazı CO₂ eşdeğeri salımları %21 azaltımla 928.3 mn tona indirmeyi hedeflemektedir. Söz konusu beyana göre toplam sera gazı emisyonlarında yıllık ortalama %6,3 oranında bir artış tahmin edilmektedir. Çalışmada öncelikle, Türkiye'nin 2014 yılı gerçekleşen toplam sera gazı emisyon hacmi baz alınarak 2018 yılı için azaltım taahhüdünün olmadığı ve olduğu durumlardaki sera gazı emisyon miktarı hesaplanmıştır⁷. 2018 yılı için hedeflenen toplam sera gazı emisyon azaltım miktarı endüstrilerin toplam sera gazı emisyon payları kullanılarak endüstrilere dağıtılmış ve daha sonra her bir endüstride öngörülen emisyon azaltımını sağlayacak üretim düşüşü, endüstrilerde birim üretim değerine düşen sera gazı salım katsayıları kullanılarak hesaplanmıştır. Devamında ise endüstri bazında azalması gereken üretim değeri ve her bir endüstri için hesaplanan vergi-üretim esneklik⁸ katsayıları kullanılarak gerekli üretim azalışını sağlayacak karbon vergisi miktarı hesaplanmıştır (Tablo 1).

⁶ Uluslararası ampirik literatür azımsanmayacak sayıda çalışmada karbon vergisinin emisyon salımları üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu göstermektedir ve çalışmamıza zemin oluşturan argüman bu etkiye dayanmaktadır. Az rastlanmakla beraber bu etkinin ortaya çıkmayacağı bazı durumlara Hotunluoğlu ve Tekeli (2007)'de dikkat çekilmektedir ve burada da anmakta fayda görülmektedir. Yazarlar, bahsedilen durumun ortaya çıkmasını vergilerin tüm karbondioksit emisyonun kapsayamamasına ve ülke ve sektörler göre baskı gruplarının oluşması ve muafiyetlerin yaratılmasına bağlamaktadır.

⁷ Baz senaryoya göre 2018 yılı toplam sera gazı emisyon miktarı 581,7 mn ton CO₂ eşdeğeri; Paris konferansı toplam sera gazı emisyon hedefi (taahhüt sonrası) ise 535,5 milyon ton CO₂ eş değeri olarak hesaplanmıştır. Bu durumda hedef ve baz senaryo arasındaki emisyon farkı (46,7 mn ton CO₂ eş değeri) toplam sera gazı emisyon azaltım hedefi olarak belirlenmiştir.

⁸ Vergi-üretim esnekliği hesaplanırken TÜİK 2002-2012 girdi-çıkış tabloları 15 sektörde toplulaştırılmış ve bu yıllara ait endüstri bazında vergi ve arz verisi arasındaki esneklik katsayıları bulunmuştur.

2012 net vergi ve sübvansiyonlar (Y1), 2002 net vergi ve sübvansiyonlar (Y2)

2012 üretim değeri (X1), 2002 üretim değeri (X2)

$$\text{Vergi-üretim esneklik katsayısı: } \epsilon_{vü} = \frac{\% \Delta(X_1 - X_2)}{\% \Delta(Y_1 - Y_2)} * \frac{(Y_1 - Y_2)/2}{(X_1 - X_2)/2}$$

Tablo 1: Senaryo 1

	Birim Üretim Başına Emisyon (ton/TL)	Endüstriyel Emisyon Azaltım Gereksinimi (mn. ton)	Gerekli Üretim Değeri Azalışı (mn. TL)	Vergi Esneklik Katsayısı	Karbon Vergisi Miktarları (mn. TL)
Tarım, Orman ve Bahkçılık	0,00027	3,67	13631	0,369	76,41
Madencilik ve Taşocakçılığı	0,00017	0,22	1346	1,186	35,71
Gıda, İçecekler ve Tütün Ürünleri	0,00060	1,64	2724	0,972	18,88
Tekstil, Giyim Eşyası, Deri ve İlgili Ürünler	0,00046	0,82	1784	0,766	21,01
Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	0,00298	1,69	567	0,920	75,05
Kimya, Plastik Ürünler ve Metalik Olm. Mineraller	0,00078	7,79	9933	0,744	491,01
Ana Metaller	0,00188	1,76	939	0,777	78,63
Motorlu Kara Taşıtları Üretimi	0,00236	0,23	97	0,738	6,14
Orman Ürünleri, Kağıt ve Mobilya	0,00185	0,44	237	0,739	8,77
Metal, Elektronik, Optik ve Diğer İmalat	0,00095	0,37	389	0,719	19,69
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	0,00127	17,23	13564	0,797	1000,95
İnşaatlar ve İnşaat İşleri	0,00002	1,95	82286	1,005	3204,29
Taşımacılık ve Depolama	0,00006	6,02	99310	0,889	4709,82
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	0,00000	0,80	295536	0,753	8229,16
Hizmet	0,00001	2,08	201636	0,817	4346,27
Toplam		46,7	723978		22321,80

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Endüstriyel bazda üretim azalışı sonucu oluşan endüstriler arası etkileşim (dolaylı etkiler) sonuçları ile bu azalışlardan doğan ekonomik küçülme etkisi girdi-çıkı matrisinin talep yönlü çözümü ile hesaplanmıştır. Diğer yandan istihdam çarpanlarının da analize dahil edilmesiyle ekonomik küçülme sonrası endüstri bazında işgücüne yapılan ödemelerdeki azalma saptanmıştır. Elde edilen doğrudan ve dolaylı etkiler ile işgücüne yapılan ödemelerdeki azalma sonuçları Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2: Senaryo 1 Bulguları

Bin TL	Baz Senaryo* (ekonomi normal seyrinde büyüseydi)	Endüstriyel Üretim Azalışı (doğrudan etki)	Endüstriyel Üretim Azalışı (dolaylı etki)	İşgücüne Yapılan Ödemelerdeki Azalış
Tarım, Orman ve Balıkçılık	4.759.580	13.630.604	31.252.250	67.894
Madencilik ve Taş Ocakçılığı	5.392.303	1.346.069	31.322.011	206.114
Gıda, İçecekler ve Tütün Ürünleri	6.839.937	2.723.610	25.937.765	214.507
Tekstil, Giyim Eşyası, Deri ve İlgili Ürünler	6.248.774	1.784.336	7.558.188	214.507
Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	3.506.375	566.879	31.626.837	101.451
Kimya, Plastik Ürünler ve Metalik Olmayan Mineraller	8.991.670	9.933.123	53.520.690	251.908
Ana Metaller	5.913.483	938.788	18.456.469	510.210
Motorlu Kara Taşıtları Üretimi	3.673.781	97.170	4.399.423	278.870
Orman Ürünleri, Kağıt ve Mobilya	3.508.449	237.016	11.174.024	214.507
Metal, Elektronik, Optik ve Diğer İmalat	9.220.704	388.751	23.567.080	394.540
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	8.517.048	13.564.362	53.042.088	101.451
İnşaatlar ve İnşaat İşleri	15.671.953	82.286.061	108.550.978	515.783
Taşımacılık ve Depolama	12.803.013	99.309.875	163.848.802	169.381
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	16.432.551	295.535.519	339.980.641	301.241
Hizmet	38.967.499	201.635.708	331.351.223	263.217

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

*Baz senaryo değerleri, endüstrilere ait ortalama büyüme yüzdeleri kullanılarak hesaplanmıştır. Endüstriyel ortalama büyüme yüzdeleri WIOD veri tabanından elde edilen Türkiye'ye ait 2004-2014 yılı girdi-çıkı tablolarından yararlanılarak hesaplanmıştır. Söz konusu tablo 15 sektörde toplulaştırıldıktan sonra her bir endüstriye ortalama büyüme yüzdeleri hesaplanmıştır.

Bu aşamaya kadar gerçekleştirilen analizler Paris Konferansı çevresel hedefleri ile Onuncu Kalkınma Planı büyüme hedeflerinin çelişkili olduğunu göstermektedir. Böyle bir durumda ekonomik küçülmenin en aza indirilmesi veya ekonomik büyümenin yeniden sağlanabilmesi için doğrudan gelir transferi politikaları uygulanmıştır. Analizlerde karbon vergisi ile genel bütçeye sağlanan ek gelir farklı kanallardan ekonomiye geri enjekte edilmekte ve bunların etkileri değerlendirilmektedir. Karbon vergileri ekonomiye, “kamu sektöründen hanehalkı nihai mal talebini arttırmak üzere” ve “kamu sektöründen firmalara üretim yapmak üzere” iki alternatif yöntemle geri enjekte edilmektedir. Bu iki alternatif transferin makroekonomik etkileri makro-SHM, endüstriyel etkileri ise mikro-SHM ile ortaya konulmaktadır. Makro sonuçlara Tablo 3’de detaylıca değinilirken mikro sonuçlardan bulgular bölümünde bahsedilmektedir.

Tablo 3: Alternatif Gelir Enjeksiyon Etkileri-Senaryo 1

Bin TL		Kamu Sektörünün Hanehalkı Üzerinden Yarattığı Nihai Mal Talep Etkisi	Kamu Sektörünün Firmalar Üzerinden Yarattığı Üretim Etkisi
Gelir Transferi		22.321.803	22.321.803
Doğrudan Transfer Etkisi		17.494.087	22.321.803
Birincil Etkiler	Ara Mal Talebi	9.681.865	12.353.699
	İşgücü Talebi	3.017.531	3.850.257
	Sermaye Talebi	4.722.361	6.025.556
İkincil Etkiler	Ara Mal Talebi	4.199.415	5.358.297
	İşgücü Talebi	1.308.825	1.670.011
	Sermaye Talebi	2.048.278	2.613.526
Hanehalkı Geliri Etkisi		2.612.569	3.333.541
Hanehalkı Mal Talebi Etkisi		5.874.710	7.495.911
Toplam Çarpan Etkisi		33.465.554	42.700.799
Toplam Etki		50.887.310	64.930.311

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Senaryo 2: Karbon Vergisinin Üç Yoğun Kirletici Endüstriye Uygulanması ve Ekonomiye Geri Enjeksiyon Etkileri

Bu senaryoda 2018 yılı sera gazı salım hedefine (46,7 Mn ton CO₂ e) ulaşmak amacıyla en çok sera gazı emisyonu salan üç endüstriye toplam salım içindeki göreceli payları dikkate alınarak karbon vergisi uygulanmaktadır. Uygulanan karbon vergisi gelirleri, birinci senaryoda olduğu gibi, ekonomideki küçülmeyi önlemek veya en aza indirmek amacıyla iki alternatif yöntemle ekonomiye geri transfer edilmektedir.

Bu senaryoda üzerine odaklanılan endüstriler seçilirken toplam emisyon içindeki payları dikkate alınmıştır. Bu endüstrilerden “elektrik, gaz, su, arıtma, altyapı” ve “kimya, plastik ürünler, metalik olmayan mineraller” toplam içinde en çok emisyon payına sahip iki endüstri olması; “kok ve rafine petrol ürünleri” ise emisyon payı yüksek olmakla birlikte temel enerji endüstrisi olması sebebiyle büyük önem taşımaktadır. Birinci senaryodan farklı olarak azaltılması gereken emisyon miktarı sadece bu üç endüstriye pay edilmektedir. Ancak paylaşım yapılırken bu endüstrilerin toplam içindeki payı, emisyon hacimleri ve birbirlerine göre emisyon oranları dikkate alınmaktadır. Dolayısıyla, azaltılacak emisyon miktarı bu endüstrilere dağıtılırken endüstrilerin birbirleriyle emisyon hacmi cinsinden ilişkisi mümkün olduğunca sabit bırakılmaktadır. Tablo 4’de verilen emisyon azalım miktarlarını sağlayacak endüstriyel üretim azalışı birinci senaryoda olduğu gibi hesaplanmıştır. Sonraki aşamada vergi-üretim esneklikleri kullanılarak üç endüstri için karbon vergisi oranları tespit edilmiştir (Tablo 4). Endüstriyel bazda üretim azalışının yaratacağı endüstriler arası etkileşim (dolaylı etkiler)

sonuçları ve buradan doğan ekonomik küçülme etkisi yine birinci senaryoda olduğu gibi hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 4: Senaryo 2

	Birim Üretim Başına Emisyon (ton/TL)	Endüstrilerin Emisyon Payları (%)	Azaltılacak Emisyonun Endüstrilere Dağılımı (%)	Gerekli Üretim Değeri Azalışı (mn. TL)	Vergi Esneklik Katsayıları	Karbon Vergisi Miktarları (mn. TL)
Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	0,00298	3,62	3,04	1020	0,920	135,09
Kimya, Plastik Ürünler ve Metalik Olm. Mineraller	0,00078	16,69	14,03	17880	0,744	883,82
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	0,00127	36,89	29,63	23331	0,797	1721,64
Toplam		57,2	46,7	42231		2740,55

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 5: Senaryo 2 Bulguları

Bin TL	Baz Senaryo (ekonomi normal seyrinde büyüseydi)	Endüstriyel Üretim Azalışı (doğrudan etki)	Endüstriyel Üretim Azalışı (dolaylı etki)	İşgücüne Yapılan Ödemelerdeki Azalış
Tarım, Orman ve Bahççılık	4.759.580	-	210.178	3.034
Madencilik ve Taş ocakçılığı	5.392.303	-	8.599.561	9.212
Gıda, İçecekler ve Tütün Ürünleri	6.839.937	-	171.405	9.587
Tekstil, Giyim Eşyası, Deri ve İlgili Ürünler	6.248.774	-	212.288	9.587
Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	3.506.375	1.020.383	1.945.855	4.534
Kimya, Plastik Ürünler ve Metalik Olmayan Mineraller	8.991.670	17.879.622	23.989.979	11.258
Ana Metaller	5.913.483	-	479.913	22.802
Motorlu Kara Taşıtları Üretimi	3.673.781	-	37.088	12.463
Orman Ürünleri, Kağıt ve Mobilya	3.508.449	-	359.984	9.587
Metal, Elektronik, Optik ve Diğer İmalat	9.220.704	-	813.416	17.633
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	8.517.048	23.330.702	39.356.101	4.534
İnşaatlar ve İnşaat işleri	15.671.953	-	834.405	23.052
Taşımacılık ve Depolama	12.803.013	-	1.701.241	7.570
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	16.432.551	-	1.672.386	13.463
Hizmet	38.967.499	-	3.529.98	11.764

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Senaryo 2 bulguları da birinci argümanın reddedilmediğini yani Paris Konferansı çevresel hedefleri ile Onuncu Kalkınma Planı büyüme hedeflerinin çelişkili sonuçlar verdiğini göstermektedir. Böyle bir durumda ekonomik büyümenin tekrar sağlanabilmesi için karbon vergileri birinci senaryoda olduğu gibi ekonomiye yine aynı iki alternatif yöntemle geri enjekte edilmiştir. Bu transferlerin makroekonomik etkileri makro-SHM, endüstriyel etkileri ise mikro-SHM ile ortaya konulmuştur. Makro sonuçlara Tablo 6’da değinilirken mikro sonuçlardan bulgular bölümünde bahsedilmektedir.

Tablo 6: Alternatif Gelir Transferi Etkileri-Senaryo 2

Bin TL		Kamu Sektörünün Hanehalkı Üzerinden Yarattığı Nihai Mal Talep Etkisi	Kamu Sektörünün Firmalar Üzerinden Yarattığı Üretim Etkisi
Gelir Transferi		2.740.552	2.740.552
Doğrudan Transfer Etkisi		2.147.831	2.740.552
Birincil Etkiler	Ara Malı Talebi	1.188.688	1.516.721
	İşgücü Talebi	370.476	472.714
	Sermaye Talebi	579.786	739.786
İkincil Etkiler	Ara Malı Talebi	515.582	657.863
	İşgücü Talebi	160.690	205.035
	Sermaye Talebi	251.477	320.875
Hanehalkı Geliri Etkisi		320.757	409.274
Hanehalkı Mal Talebi Etkisi		721.266	920.308
Toplam Çarpan Etkisi		4.108.722	5.242.576
Toplam Etki		6.247.672	7.971.797

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Bulgular

Çevresel Bulgular

Senaryo 1 ve 2 çözümlerinden elde edilen emisyon değerleri Tablo 7’de verilmektedir. Tüm endüstrilere kirlilik paylarına göre karbon vergisinin uygulandığı birinci senaryo sonrasında “elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı”, “kimya, plastik ürünler ve metalik olmayan mineraller” ve “taşımacılık ve depolama” endüstrileri emisyon azalışının en fazla olduğu endüstrilerdir. Söz konusu endüstrilerde toplam sera gazı emisyon azalış miktarları sırasıyla, 17.23 mn. ton, 7.79 mn. ton ve 6.02 mn. ton’dur. Aynı senaryo sonrasında emisyon azalışının en az olduğu endüstriler “madencilik ve taşocakçılığı”, “motorlu kara taşıtları üretimi” ve “metal, elektronik, optik ve diğer imalat” endüstrileridir. Bu endüstrilerde emisyon azalış miktarları sırasıyla 0.22 mn. ton, 0.23 mn. ton 0.37 mn. ton’dur.

Üç yoğun kirlletici endüstriye kirlilik paylarına göre karbon vergisinin uygulandığı ikinci senaryo sonrasında ise en fazla emisyon azalışının sırasıyla “elektrik, gaz, su, arıtma, altyapı” endüstrisi ve “kimya, plastik ürünler ve metalik

olmayan mineraller” endüstrilerinde meydana geldiği görülmektedir. Söz konusu endüstrilerdeki toplam sera gazı emisyon azalış miktarları sırasıyla 29.63 mn. ton ve 14.03 mn. ton’dur. “Kok ve rafine petrol ürünleri” endüstrisinde ise emisyon azalış miktarı 3.04 mn. ton olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 7: Senaryolardan Elde Edilen Sera Gazı Emisyon Değerleri

Milyon Ton	Senaryo Öncesi	Senaryo Sonrası Sera		Senaryo Sonrası Sera Gazı	
	Sera Gazı	Gazı Emisyonları		Emisyonları Azalış	
Sektörler	Emisyonları	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Tarım , Orman ve Bahçılık	36.70	33.04	36.70	3.67	0.00
Madencilik ve Taşocaklığı	2.23	2.00	2.23	0.22	0.00
Gıda, içecekler ve tütün ürünleri	16.43	14.79	16.43	1.64	0.00
Tekstil, giyim eşyası, deri ve ilgili ürünler	8.23	7.40	8.23	0.82	0.00
Kok ve rafine petrol ürünleri	16.93	15.24	13.88	1.69	3.04
Kimya, Plastik ürünler ve metalik olm. Mineraller	78.03	70.23	64.00	7.79	14.03
Ana metaller	17.63	15.87	17.63	1.76	0.00
Motorlu kara taşıtları üretimi	2.29	2.06	2.29	0.23	0.00
Orman ürünleri, Kağıt ve Mobilya	4.38	3.94	4.38	0.44	0.00
Metal, elektronik, Optik ve diğer imalat	3.70	3.33	3.70	0.37	0.00
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	172.49	155.26	142.85	17.23	29.63
İnşaatlar ve inşaat işleri	19.48	17.53	19.48	1.95	0.00
Taşımacılık ve Depolama	60.28	54.26	60.28	6.02	0.00
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	7.98	7.18	7.98	0.80	0.00
Hizmet	20.79	18.72	20.79	2.08	0.00
Toplam	467.55	420.85	420.85	46.70	46.70

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Çevresel sonuçlar değerlendirildiğinde, hedef emisyonlara ulaşılırken en fazla azalmanın yaşanacağı endüstri tanımları arasında 2 senaryo arasında bir farklılık ortaya çıkmamakta ancak en az azaltımın gerektiği endüstri tanımlarının farklılaştığı görülmektedir. Bunun sebebi toplam emisyon içindeki paylara bakıldığında en büyük paya sahip 2 endüstrinin doğal olarak en kirli 2 endüstri olmasıdır. Tabii endüstri bazında gereken azaltım miktarları değişiklik göstermektedir.

İktisadi Bulgular

Tüm endüstrilere "kirleten öder prensibi" altında kirlilik paylarına göre bir karbon vergisi uygulamasının getirildiği birinci senaryo sonucunda üretim azalışının en yüksek olduğu endüstriler “toptan, perakende ticaret ve konaklama” ile “hizmet” endüstrileridir. Üretim azalışının (doğrudan etki) en düşük olduğu endüstriler ise “motorlu kara taşıtları üretimi”, “orman ürünleri, kağıt ve mobilya”

ve “metal, elektronik, optik ve diğer imalat” endüstrileridir. Endüstriler arası üretim azalışına bakıldığında ise (dolaylı etki) “motorlu kara taşıtları üretimi”, “tekstil, giyim eşyası, deri ve ilgili ürünler” ile “orman ürünleri, kağıt ve mobilya” endüstrilerinin en düşük üretim azalışlarına sahip endüstriler olduğu görülmektedir. İkinci senaryoda ise üretim azalışının en yüksek olduğu endüstriler sırasıyla “elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı” ile “kimya, plastik ürünler ve metalik olmayan mineraller” endüstrileridir. Üretim azalışının en düşük olduğu endüstriler “motorlu kara taşıtları üretimi” ve “gıda, içecekler ve tütün ürünleri” endüstrileridir (Tablo 8).

Her iki senaryo sonucuna göre işgücüne yapılan ödemelerdeki azalışın en yüksek olduğu endüstriler “inşaat ve inşaat işleri” ile “ana metaller” endüstrileridir. İşgücüne yapılan ödemelerdeki azalışın en düşük olduğu endüstriler ise “tarım, orman ve balıkçılık”, “kok ve rafine petrol ürünleri” ve “elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı” endüstrileridir (Tablo 8).

Tablo 8: Üretim ve İşgücüne Yapılan Ödemelerde Daralma

Bin TL	Baz Senaryo (ekonomi normal seyrinde büyüydü)	Endüstriyel Üretim Azalışı		İşgücüne Yapılan Ödemelerdeki Azalma	
		Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Tarım, Orman ve Balıkçılık	4759580	31252250	210178	67894	3034
Madencilik ve Taşocakçılığı	5392303	31322011	8599561	206114	9212
Gıda, İçecekler ve Tütün Ürünleri	6839937	25937765	171405	214507	9587
Tekstil, Giyim Eşyası, Deri ve İlgili Ürünler	6248774	7558188	212288	214507	9587
Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	3506375	31626837	1945855	101451	4534
Kimya, Plastik ürünler ve Metalik Olm. Mineraller	8991670	53520690	23989979	251908	11258
Ana Metaller	5913483	18456469	479913	510210	22802
Motorlu Kara Taşıtları Üretimi	3673781	4399423	37088	278870	12463
Orman Ürünleri, Kağıt ve Mobilya	3508449	11174024	359984	214507	9587
Metal, Elektronik, Optik ve Diğer İmalat	9220704	23567080	813416	394540	17633
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	8517048	53042088	39356101	101451	4534
İnşaatlar ve İnşaat İşleri	15671953	108550978	834405	515783	23052
Taşımacılık ve Depolama	12803013	163848802	1701241	169381	7570
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	16432551	339980641	1672386	301241	13463
Hizmet	38967499	331351223	3529098	263217	11764

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 9: Genel Ekonomik Büyüme Etkisi (%)

	Senaryo 1	Senaryo 2
Ekonomi Geneli Büyüme (Baz Senaryo)	4.42*	4.42*
Ekonomi Geneli Daralma (Karbon Vergisi Uygulaması Sonucu)	-12.51*	-0.85*
2018 Ekonomi Geneli Büyüme Hedefi	5.9**	
2014-2018 Dönemi Ortalama Büyüme Hedefi	5.5**	

Kaynak: *Yazar tarafından hesaplanmıştır.

** SBB, 2017.

Tüm endüstrilere kirlilik paylarına göre karbon vergisi uygulamasının getirildiği 1. Senaryo'ya göre, karbon vergisinin ekonomi genelinde meydana getirdiği daralma etkisi %12.5; seçili endüstrilerde karbon vergisi uygulamasının değerlendirildiği 2. Senaryo'ya göre ise söz konusu verginin ekonomi geneli daralma etkisi %0.85'tir. 2018 yılı ekonomi geneli büyüme hedefi (%5.9) göz önünde bulundurulduğunda ek bir politika paketi uygulanmaksızın sadece karbon vergisi uygulamasının ekonomiyi büyüme hedeflerinden oldukça uzaklaştırıldığı görülmektedir (hedefle birlikte değerlendirildiğinde 1. Senaryo %18.5, 2. Senaryo %6.8 civarında bir daralma yaratmaktadır). Karbon vergisinin tüm endüstrilere uygulanmasındansa seçili en kirli 3 endüstriye uygulanması sonucu ekonomi genelinde meydana gelecek daralma etkisinin daha makul bir seviyede olduğu görülmektedir.

Çevresel hedefi tutturmak amacıyla uygulanan karbon vergisi yükü Senaryo 2'de 1. Senaryo'ya göre daha düşük, buna bağlı olarak da ekonomide üretim ve istihdam anlamında yaşanan daralma daha küçüktür. İki senaryonun ekonomik etkilerinin farklılaşması endüstriler arası etkileşim (dolaylı etkiler) ve endüstriyel ileri/geri bağ etkilerinden kaynaklanmaktadır. Birinci senaryoda her ne kadar daha adil bir uygulama gibi görülen "kirliten öder prensibi" uygulamaya koyulsa da, bu senaryoda tüm endüstrilere vergi yükü geldiğinden bu 15 endüstrinin yarattığı dolaylı daralma etkisinin hacmi, 2. senaryoda sadece 3 endüstrinin yarattığı dolaylı daralma etkisinden çok daha büyüktür.

Tablo 10: Karşılaştırmalı Gelir Transferi Etkileri

Bin TL	Kamu Sektörünün Hanehalkı Üzerinden Yarattığı Nihai Mal Talep Etkisi		Kamu Sektörünün Firmalar Üzerinden Yarattığı Ara Mal Talep Etkisi		
	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2	
Nötr Vergi	22.321.803	2.740.552	22.321.803	2.740.552	
Doğrudan Transfer Etkisi	17.494.087	2.147.831	22.321.803	2.740.552	
Birincil Etkiler	Ara Mal Talebi	9.681.865	1.188.688	12.353.699	1.516.721
	İşgücü Talebi	3.017.531	370.476	3.850.257	472.714
	Sermaye Talebi	4.722.361	579.786	6.025.556	739.786
İkincil Etkiler	Ara Mal Talebi	4.199.415	515.582	5.358.297	657.863
	İşgücü Talebi	1.308.825	160.690	1.670.011	205.035
	Sermaye Talebi	2.048.278	251.477	2.613.526	320.875
Hanehalkı Geliri Etkisi	2.612.569	320.757	3.333.541	409.274	
Hanehalkı Mal Talebi Etkisi	5.874.710	721.266	7.495.911	920.308	
Toplam Çarpan Etkisi	33.465.554	4.108.722	42.700.799	5.242.576	
Toplam Etki	50.887.310	6.247.672	64.930.311	7.971.797	

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 10’da farklı senaryolarda elde edilen gelir transferi etkileri verilmektedir. Üç yoğun kirletici endüstriye karbon vergisinin uygulandığı ikinci senaryo sonucunda ekonomide meydana gelen negatif etkilerin, tüm endüstrilere kirlilik paylarına göre bir karbon vergisi uygulamasının getirildiği birinci senaryo sonucu meydana gelen negatif etkilerden daha az olduğu tespit edilmiştir. İlk senaryo ile yaratılan doğrudan transfer etkisi ikinci senaryo ile yaratılan doğrudan transfer etkisinden daha büyük olduğu için her iki gelir transferi seçeneğinde de birinci senaryo ile ulaşılan etkilerin ikinci senaryo ile ulaşılan etkilerden daha büyük olduğu görülmektedir. Yine her iki gelir transferi seçeneği sonucunda birinci senaryo ile yaratılan hanehalkı gelir etkisi, hanehalkı mal talebi etkisi ve toplam nihai gelir etkisinin ikinci senaryo ile yaratılan aynı etkilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer yandan kamu transferinin firmalar üzerinden üretime yönlendirildiği ikinci gelir transferi seçeneğinin ekonomi genelinde meydana getirdiği etkilerin, kamu transferinin hanehalkı nihai mal talebine yönlendirildiği birinci gelir transferi seçeneğinin ekonomi geneli etkilerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Nihai olarak üç yoğun kirletici endüstriye kirlilik paylarına göre karbon vergisinin uygulandığı ikinci senaryo sonucunda, toplam karbon vergisi gelirleri firmalar üzerinden üretime yönlendirildiğinde bu dönüşümün yaratacağı birincil ve ikincil etkiler, hanehalkı gelir etkisi, hanehalkı mal talebi etkisi ve toplam nihai gelir etkisi, karbon vergisi gelirlerinin hanehalkı nihai mal talebine yönlendirildiği birinci gelir transferi seçeneğinin yaratacağı aynı etkilerden daha büyük olmaktadır.

Tablo 11: Karşılaştırmalı Büyüme Etkileri

Yüzde (%)		Senaryo 1	Senaryo 2
Ekonomi Geneli Büyüme (Baz Senaryo)		4.42	4.42
Ekonomi Geneli Daralma (Negatif Şok Sonrası)		-12.51	-0.85
Geri Dönüşüm Sonucu Büyüme Etkileri	Kamu Sektörünün Hanehalkı Üzerinden Yarattığı Nihai Mal Talep Etkisi	2.91	0.36
	Kamu Sektörünün Firmalar Üzerinden Yarattığı Ara Mal Talep Etkisi	3.71	0.46

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır

Her iki senaryo sonrası ekonomi geneli daralma etkileri sırasıyla %12,51 ve %0,85'tir. Yine her iki senaryo için kamu transferinin firmalar üzerinden üretime yönlendirildiği ikinci gelir transferi seçeneğinin yarattığı ekonomi geneli büyüme etkisinin, kamu transferinin hanehalkı nihai mal talebine yönlendirildiği ilk gelir transferi seçeneğinin yarattığı ekonomi geneli büyüme etkisinden daha büyük olduğu görülmektedir (Tablo 12).

Tablo 12: Endüstriyel Bazda Karşılaştırmalı Büyüme Etkileri

Yüzde (%)	Kamu Sektörünün Hanehalkı Üzerinden Yarattığı Nihai Mal Talep Etkisi		Kamu Sektörünün Firmalar Üzerinden Yarattığı Üretim Etkisi	
	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Tarım, Orman ve Balıkçılık	0,16	0,00	0,21	0,00
Madencilik ve Taş ocaklığı	-0,01	0,00	-0,06	0,00
Gıda, İçecekler ve Tütün Ürünleri	0,02	0,00	0,02	0,00
Tekstil, Giyim Eşyası, Deri ve İlgili Ürünler	0,02	0,00	0,03	0,00
Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	-0,26	-0,47	-0,80	-1,43
Kimya, Plastik Ürünler ve Metalik Olmayan Mineraller	-3,62	-6,51	-6,78	-12,20
Ana Metaller	1,14	0,00	3,41	0,00
Motorlu Kara Taşıtları Üretimi	0,01	0,00	0,02	0,00
Orman Ürünleri, Kağıt ve Mobilya	0,02	0,00	0,03	0,00
Metal, Elektronik, Optik ve Diğer İmalat	0,02	0,00	0,03	0,00
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	4,42	7,61	5,38	9,25
İnşaatlar ve İnşaat İşleri	2,02	0,00	1,58	0,00
Taşımacılık ve Depolama	3,23	0,00	4,15	0,00
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	3,86	0,00	4,26	0,00
Hizmet	1,11	0,00	1,18	0,00

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 12'de endüstriyel bazda karşılaştırmalı büyüme etkileri gösterilmektedir. Her iki senaryo sonucunda da karbon vergisi uygulaması sonucu en çok üretim azalışının meydana geldiği "elektrik, gaz, su, arıtma, altyapı"

endüstrisinin, karbon vergisi gelirlerinin ekonomiye geri transferi sonucu en yüksek büyüme oranına sahip endüstri olduğu görülmektedir. Söz konusu endüstrinin toplam nihai gelirindeki en büyük yüzde artış seçili 3 endüstriye karbon vergisinin uygulandığı 2. senaryo ile elde edilmiştir. Her iki senaryo sonucu “kimya, plastik ürünler, metalik olmayan mineraller” ve “kok ve rafine petrol ürünleri” endüstrilerinde meydana gelen büyüme etkilerinin ise her iki gelir transferi seçeneği sonucunda da negatif olduğu görülmektedir. Üç yoğun kirletici endüstriye karbon vergisi uygulanması sonucunda söz konusu iki endüstrinin daralma oranlarında daha küçük bir azalma olduğu görülmektedir.

İki senaryo sonucunda da karbon vergisi gelirlerinin ekonomiye geri transferi nihai talep yaratmaktansa doğrudan firmaların üretimine kaydırıldığında endüstrilerde daha büyük bir büyüme etkisi yaratmaktadır. Yani firmaların üretim yapmaları için aktarılacak bir transfer endüstrilerin üretimlerinde daha fazla bir artış meydana getirmektedir.

SONUÇ

Sera gazı emisyonlarının azaltımı ve ekonomik büyüme birbirleriyle çelişen iki hedef olarak ortaya çıkmaktadır. Emisyon azaltımı ancak iktisadi aktivitelerin sınırlandırılması ile gerçekleşebilmektedir. Bu durumda sera gazları ile mücadele öncesinde cevaplanması gereken önemli sorular ortaya çıkmaktadır. Çevresel boyut dikkate alındığında örneğin, “hangi politika araçları emisyon azaltımında daha etkilidir” ve “uygulama şekli nasıl olmalıdır” akla gelen ilk sorulardır. İktisadi boyut dikkate alındığında cevaplanması beklenen sorular ise “ekonomik daralmayı giderecek hangi alternatif politikalar vardır” ve “bunlar nasıl devreye sokulmalıdır” soruları akla gelmektedir.

Bu çalışma yukarıda anılan soruların cevaplarını bulmaya odaklanmaktadır. Konuya bir başka açıdan bakıldığında bu soruların aslında Türkiye'nin 10. Kalkınma Planında öngördüğü büyüme hedefleri ve Paris Konferansı'nda öngördüğü emisyon azaltım hedefleri ile yakından ilgili olduğu görülmektedir. Çalışmada 2012 yılı için kurulmuş girdi-çıktı ve sosyal hesaplar matrisleri kullanılarak birbirine alternatif senaryo analizleri gerçekleştirilmiştir. Senaryo analizlerinin amacı alternatif politikaların hem iktisadi hem de çevresel çıktılarını görmek ve buradan yola çıkarak bir politika paketi önermektir.

Emisyon azaltımı için önerilen politika aracı karbon vergisidir. Bu verginin amaca ulaşmada etkili olduğu ve vergi oranı artıkça gaz salımlarında artan oranda azalma olduğu görülmektedir. Fakat aynı zamanda vergi artıkça ekonomide meydana gelen daralma, bir başka ifade ile tedavi edilmesi gereken yara da büyümektedir. Bu durumda senaryo analizleri karbon vergisi uygulaması konusunda, “kirleten öder” prensibiyle her endüstri üzerine gaz salım oranıyla uyumlu bir şekilde uygulanacak karbon vergisinden ziyade en kirli üç endüstri üzerine karbon vergisi uygulanmasının daha etkin bir politika olduğunu

göstermektedir. Burada etkinlik hem gaz azaltım hedeflerine ulaşmak hem de çevresel hedefe ulaşırken ekonomide daha düşük bir daralma elde etmek anlamında kullanılmaktadır.

Karbon vergisi, ortaya çıkan ekonomik daralmanın giderilmesi için de kullanılabilir. Toplanan bu ekstra vergi bir şekilde ekonomiye geri enjekte edilirse istenilen iktisadi aktivitelerin canlandırılması amacıyla kullanılabilir. Bu vergi gelirinin geri enjekte edilebilmesi için bir alternatif bu geliri hanehalklarına transfer etmek ve ekonomi genelinde talebi arttırmaktır. İkinci alternatif ise firmalara doğrudan transfer ederek istenilen iktisadi aktiviteleri canlandırmak ve aynı zamanda istihdam yaratmaktır. Burada görel olarak az salım yapan endüstrileri seçmek de mümkündür. Bulgular, daha fazla büyüme ve istihdam yaratmak açısından karbon vergisi gelirlerinin firmalara direkt transferinin daha etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın verdiği bir mesaj “sürdürülebilirlik” üzerine olabilir. Çevresel ve iktisadi hedeflerin birbiriyle çeliştiği bir ortamda “en iyi” politikanın ortadan kalktığı görülmektedir. Çevreye verilen bir zararın giderilmesi ekonomik performansı kötü etkilemekte, bu zararın telafisi mümkün görünmekte ama bu da en iyi olasılıkla az kirleten endüstrilerin canlanmasıyla mümkün olmaktadır. Bu durum “güçlü sürdürülebilirlik” ilkesine aykırı, “zayıf sürdürülebilirlik” prensibi ile uyumlu bir çıktıdır. Bu da çalışmanın verdiği ikinci mesaja önem kazandırmaktadır.

Ekonomiye ve sera gazı salımlarına yaptığı katkı açısından endüstrilerin üretimdeki paylarıyla birlikte kullandıkları enerji ve üretim teknolojilerinin belirleyici olduğu görülmektedir. Bir endüstrinin üretim payının düşük/yüksek ama kirlilik oranı yüksek/düşük olma ihtimali olduğu gibi endüstriler arası girdi-çıkı ilişkisinin endüstri bazında küçülmelerin beklenenden daha fazla genel etkiye yol açması da muhtemeldir. Etkileri açısından çevre ve ekonomi üzerinde birbiriyle çelişen etkiler yaratabilecek politikalar yerine endüstriyel üretimde temiz enerji kullanımına yönelmek daha rasyonel bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

Alarcon, J. (1991). *Social accounting matrix-based modeling, extensions wellbeing and environment applications using the sams for Ecuador 1975 and Bolivia 1989*. <http://www.iss.nl>, (Erişim Tarihi: 05.01.2017).

Allan, G., Lecca, P., Gregor, P. & Swales, K. (2014). The economic and environmental impact of carbon tax for Scotland: a computable general equilibrium analysis. *Ecological Economics*, 100, 40-50.

Alton, T., Arndt, C., Davies, R., Hartley, F., Makrelov, K., Thurlow, J. & Ubogu, D. (2014). Introducing carbon taxes in South Africa. *Applied Energy*, 116, 344-354.

Aydın, L. (2007). *Enerji politikalarının Türkiye ekonomisi üzerine etkileri: Türkiye için genel denge analizi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Beck, M., Rivers, N., Wigle, R. & Yonezawa, H. (2015). Carbon tax and revenue recycling: Impacts on households in British Columbia. *Resource and Energy Economics*, 41, 40-69.

Brenner, M., Riddle, M. & James K, M. (2005). *A Chinese sky trust? Distributional impacts of carbon charges and revenue recycling in China*. http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1189&context=peri_workingpapers (Erişim Tarihi: 20.07.2016).

Bureau, B. (2011). Distributional effects of a carbon tax on car fuels in France. *Energy Economics*, 33, 121-130.

Bouzaher, A. (2015). How to go green: a general equilibrium investigation of environmental policies for sustained growth with an application to Turkey's economy. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 8 (1), 49-76.

Combet, E., Ghersi, F., Hourcade, J.C. & Thery, D. (2010). Carbon tax and equity: the importance of policy design. *Critical Issues in Environmental Taxation*, Oxford University Press, Oxford, 8, 277-295.

Defourny, J. & Thorbecke, E. (1984). Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework. *The Economic Journal*, 94 (373), 111-136.

Dissou, Y. & Eyland, T. (2011). Carbon control policies, competitiveness and border tax adjustments. *Energy Economics*, 33, 556-564.

Faehn, T., Gomez-Plana, A.G. & Kverndokk, S. (2009). Can a carbon permit system reduce Spanish unemployment?. *Energy Economics*, 31, 595-604.

Gonzalez, F. (2012). Distributional effects of carbon taxes: the case of Mexico. *Energy Economics*, 34, 2102-2115.

Grottera, C., Pereira, A.O. & La Rovere, E.L. (2015). Impacts of carbon pricing on income inequality in Brazil. *Climate and Development*. <http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2015.1067183> (Erişim Tarihi: 10.07.2016).

Gül, Z.B. (2017). Construction industry in Turkey: an input-output analysis using the world input-output database (wiod) for the 2002-2011 periods. *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 31 (1), 157-174.

Hotunluoğlu, H. & Tekeli, R. (2007). Karbon vergisinin ekonomik analizi ve etkileri: Karbon vergisinin emisyon azaltıcı etkisi var mı?. *Sosyoekonomi*, 2, 107-126.

Howarth, R.B. (2006). Optimal environmental taxes under relative consumption effects. *Ecological Economics*, 58, 209-219.

Liang, Q-M., Wei, Y-M. & Fan, Y. (2007). Carbon taxation policy in China: how to protect energy- and trade-intensive sectors?. *Journal of Policy Modeling*, 29, 311-333.

Lu, C., Tong, Q. & Liu, X. (2010). The impacts of carbon tax and complementary policies on Chinese economy. *Energy Policy*, 38, 7278-7285.

Majocchi, A. & Missag Lia, M. (2002). Environmental taxes and border tax adjustments an economic assessment. <http://www.siepwweb.it/siepw/images/joomd/1398076448127.pdf> (Erişim Tarihi: 5.07.2016).

Meng, S. (2014). How may a carbon tax transform Australian electricity industry? A CGE analysis. *Applied Economics*, 46 (8), 796-812.

Mercan, M. (2015). Türkiye'de enerji yoğun sektörler üzerine uygulanan karbon vergilerinin refah üzerindeki etkileri: Genel denge analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1 (1), 49-60.

Özeş, R. (2017). *Türkiye'nin çelişen büyüme ve emisyon hedefleri: alternatif çözüm önerileri*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

Pyatt, G & Round, J. (1979). Accounting and fixed price multipliers in a social accounting matrix framework. *The Economic Journal*, 89 (356), 850-873.

Rausch, S. & Reilly, J. (2012). Carbon tax revenue and the budget deficit: a win-win-win solution?. Science MIT Joint Program Policy. https://www.esa.org/esa/wpcontent/uploads/2012/09/MITJPSPGC_Rpt228.pdf (Erişim Tarihi: 10.07.2016).

Telli, Ç., Voyvoda, E. & Yeldan, E. (2008). Economics of environmental policy in Turkey: a general equilibrium investigation of the economic evaluation of sectoral emission reduction policies for climate change. *Journal of Policy Modeling*, 30, 321-340.

Timilsina, G.R. & Shrestha R.M. (2007). Alternative tax instruments for CO₂ emission reduction and effects of revenue recycling schemes. *Energy Studies Review*, 15 (1), 19-48.

Timilsina, G.R., Mevel, S. & Csordas, S. (2011). When does a carbon tax on fossil fuels stimulate biofuels?. *Ecological Economies*, 70, 2400-2415.

Vandyck, T. & Regemorter, D. (2014). Distributional and regional economic impact of energy taxes in Belgium. *Energy Policy*, 72, 190-203.

Williams, R.C., Gordon, H., Burtraw, D., Carbone, J.C. & Morgenstern, R.D (2014). The initial incidence of a carbon tax across income groups. <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-14-24.pdf> (Erişim Tarihi: 25.07.2016).

Yeldan, E. & Voyvoda, E. (2015). *Türkiye İçin Düşük Karbonlu Kalkınma Yolları ve Öncelikleri*. WWF-Türkiye Araştırma Raporu, İstanbul.

Yeldan, E., Özenç, B.V., Voyvoda, E., Yılmaz, A., Yücel, İ., Ünüvar, B., Turhan, E., Taşkın, F., Soyaş, U., Sarı, R., Şahin, Ü., Kurnaz, L., Kulaçoğlu, V., Kat, B., İpek, P., Demirer, G.N., Mazlum, S.C., Çakmak, İ., Berke, M.Ö., Balaban, O., Aşıcı, A.A. & Acar, S. (2016), *Ekonomi Politikaları Perspektifinden İklim Değişikliğiyle Mücadele*. TÜSİAD Araştırma Raporu, Yayın No: TÜSİAD-T/2016, 12 – 583.

Yusuf, A. & Resosudarmo, B. (2007). On the distributional impact of a carbon tax in developing countries: the case of Indonesia. https://een.anu.edu.au/download_files/een0706.pdf (Erişim Tarihi: 20.07.2016).

Zhang, X., Guo, Z., Zheng, Y., Zhu, J. & Yang, J. (2016). A CGE analysis of the impacts of a carbon tax on provincial economy in China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52 (6), 1372-1384.

Zhou, S., Shi, M., Li, N. & Yuan, Y. (2011). Impacts of carbon tax policy on CO₂ mitigation and economic growth in China. *Advances in Climate Change Research*, 2 (3), 124-133.

İnternet adresleri:

CSB. Intended nationally determined contribution. https://www.csb.gov.tr/db/turkce/editordosya/The_INDC_of_TURKEY_v_15_19_30-TR.pdf (Erişim Tarihi: 01.02.2017)

IPCC (2006). IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf (Erişim Tarihi: 05.01.2017).

SBB (2013). Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018. <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/12/Onuncu%20Kalkınma%20Planı.pdf> (Erişim Tarihi: 20.01.2017)

TÜİK (18 Nisan 2016). Seragazi Emisyon Envanteri 2014. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21582>, (Erişim Tarihi: 10.10.2016).

TÜİK. Çevre istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019, (Erişim Tarihi: 22.01.2017).

TÜİK. Girdi-çıkıtı tabloları. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1021, (Erişim Tarihi: 22.01.2017).

TÜİK (2009). Kurumsal sektör hesapları. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1052, (Erişim Tarihi: 15.01.2017).

TÜİK. Devlet hesapları. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1105, (Erişim Tarihi: 20.01.2017).

TÜİK. Yıllık gayri safi yurtiçi hasıla. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1107, (Erişim Tarihi: 20.01.2017).

TÜİK. Gelir yöntemiyle gayri safi yurt hasıla. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1108, (Erişim Tarihi: 20.01.2017)

WIOD (2013). Environmental accounts. <http://www.wiod.org/database/eas13>, (Erişim Tarihi: 15.01.2017).

WIOD (2016). National input-output tables. <http://www.wiod.org/database/niots16>, (Erişim Tarihi: 15.01.2017).

EK 1: Karbon Vergisi Gelirlerinin Ekonomiye Geri Enjeksiyon Çalışmaları

Kaynak	Yöntem	Zaman Dilimi	Telafi Aracı	Ülke Kapsamı
Allan vd. (2014)	HGD Modeli	2000-2020	Genel kamu harcamaları artışı	İskoçya
Alton vd. (2014)	DGD Modeli	2010-2025	Hanehalkına doğrudan transfer	Güney Afrika Cumhuriyeti
Beck vd. (2015)	HGD Modeli	2012	Hanehalkına doğrudan transfer	Kanada
Brenner M. vd. (2005)			Hanehalkına doğrudan transfer	Çin
Bureau (2011)	Panel Ekonometrik	2003-2006	Hanehalkına doğrudan transfer	Fransa
Combet vd. (2012)	KD ve GD Modeli	2004	Hanehalkına doğrudan transfer	Fransa
Dissou & Eyland (2011)	SGD Modeli	2020	Üretim ve ihracat sübvansiyonu	Kanada
Faehn vd. (2009)	HGD Modeli		Hanehalkına doğrudan transfer	İspanya
Gonzalez (2012)	HGD Modeli	2006	Gıda yardımı	Meksika ve ABD
Grottera vd. (2015)	SHM	2005	Düşük gelirli ailelere doğrudan transfer	Brezilya
Howarth (2006)		2005-2105	Hanehalkına doğrudan transfer	
Liang vd. (2007)	HGD Modeli	2012-2020	Üretim aktivitelerine sübvansiyon	Çin
Lu vd. (2010)	DGD Modeli	2050	Firmalara ve hanehalkına doğrudan transfer	Çin
Majocchi & Missag Lia (2002)	HGD Modeli		İhracat sübvansiyonu	AB ülkeleri
Meng (2014)	HGD Modeli	2020	En yoksul hanehalkı dilimlerine doğrudan transfer	Avustralya
Rausch & Reilly (2012)		2006-2050	Çeşitli transfer ödemelerinin karşılanması	ABD
Timilsina vd. (2011)	DGD Modeli	2020	Biyoyakıt sübvansiyonu	25 Gelişmiş üke
Timilsina & Shrestha (2007)	HGD Modeli	1990	Hanehalkına doğrudan transfer	Tayland
Williams vd. (2014)	DGD Modeli	2012-2014	Hanehalkına doğrudan transfer	ABD
Vandyck & Regemorter (2014)	HGD Modeli	2005-2050	Hanehalkına doğrudan transfer	Belçika
Yusuf & Resosudarmo (2007)	HGD Modeli	2003	Hanehalkına doğrudan toplu transfer	Endonezya
Zhang vd. (2016)	HGD Modeli	2010	Hanehalkına çeşitli sübvansiyonlar	Çin
Zhou vd. (2011)	DGD Modeli	2020	Kamu geliri ve hanehalkına transferler	Çin