



Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/aruiibfdergisi>



Çevre kirliliğinin önlenmesinde çevre vergilerinin etkinliği: hesaplanabilir genel denge modeli*

The effectiveness of environmental taxes in preventing environmental pollution: a computable general equilibrium model

Muhammed Sami Akkuş^{a**}

^a Dr., T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı İstanbul Defterdarlığı, İstanbul, muhammed.sami.akkus@gelirler.gov.tr, ORCID: 0000-0002-4161-2682

MAKALE BİLGİSİ

Makale geçmişi:

Başvuru: 10 Kasım 2024

Kabul: 14 Şubat 2025

Anahtar kelimeler:

Çevre Vergileri,
İklim Değişikliği,
Net Sıfır Emisyon,
Karbon Ayak İzi Vergisi

Makale türü:

Araştırma makalesi

ÖZET

Sanayi Devrimi'nin başlangıcı ve üretim oranlarındaki eş zamanlı artış, iklim değişikliği, çevresel bozulma ve kirlilik nedeniyle meydana gelen anormal doğa olaylarının toplumsal yaşam üzerindeki olumsuz etkilerini artırmıştır. Artan endüstriyel faaliyetler ve insan eylemlerinin doğayı savurganca kullanmasının, çevresel bozulma ve kirliliğe yol açtığı çok sayıda ampirik çalışma ile ortaya konmuştur. Bununla birlikte, ülkeler tarafından çevre koruma ve eğitim alanında kapsamlı politikaların uygulanmaması durumunda, gelecekte müreffeh ve yaşanabilir bir dünya hayali giderek daha ulaşılmaz hale gelebilir. Bu olumsuz dışsallıkları asgariye indirebilmek için, ülkelerin net sıfır emisyon hedefini benimsemesi, doğa dostu uygulamalar ve kaynak ayrıştırma yöntemlerini devreye sokması, sürdürülebilir çevre hedefleri doğrultusunda kapsamlı bir çevre politikası izlemesi gerekmektedir. Çevresel mali politikalar çerçevesinde, tarihsel süreçte bazı ülkelerde uygulanmış olan ve günümüzde de geçerli olan çevre vergilerinin, Türkiye'de çevre kirliliği ve sera gazı emisyonlarını azaltma çabalarına katkısı, Hesaplanabilir Genel Denge Analizi (HGD) yardımıyla araştırılmıştır. TURKEKOLOJİ-HGD modeli kullanılarak yapılan simülasyonlar sonucunda, Türkiye'de yeni bir çevre vergisinin uygulamaya konulduğunda, çevre vergilerinin makroekonomik ve çevresel etkinliğine dair sonuçlar, reel Gayrisafi Yurtiçi Hasıla'da (GSYİH) %0,94 oranında bir artışın sağlandığını göstermektedir. Ayrıca, çevre vergilerinin çevresel kirliliğin azaltılması ve net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda, modelle sınırlı olmak kaydıyla etkili olduğu ve karbondioksit (CO₂) emisyonlarını azaltma yönünde katkı sağladığı tespit edilmiştir.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 10 November 2024

Accepted: 14 February 2025

Keywords:

Environmental Taxes,
Climate Change,
Net-Zero Emissions,
Carbon Footprint Tax

Article type:

Research article

ABSTRACT

The onset of the Industrial Revolution and the simultaneous increase in production rates have exacerbated the adverse effects of abnormal natural events—caused by climate change, environmental degradation, and pollution—on social life. Numerous empirical studies have demonstrated that increased industrial activities and the reckless exploitation of nature by human actions contribute to environmental degradation and pollution. However, in the absence of comprehensive policies on environmental protection and education implemented by countries, the vision of a prosperous and habitable world in the future may become increasingly unattainable. To minimize these negative externalities, countries must adopt a net-zero emission target, implement eco-friendly practices and resource segregation methods, and pursue a comprehensive environmental policy aligned with sustainable environmental objectives. Within the framework of environmental fiscal policies, the contribution of environmental taxes—implemented historically in some countries and still in effect today—to Turkey's efforts in reducing environmental pollution and greenhouse gas emissions has been analyzed using the Computable General Equilibrium (CGE) model. Simulations conducted using the TURKEKOLOJİ-CGE model indicate that the introduction of a new environmental tax in Turkey would result in a 0.94% increase in real Gross Domestic Product (GDP). Furthermore, within the limitations of the model, environmental taxes have been found to be effective in reducing environmental pollution and contributing to the net-zero emission target, particularly by lowering carbon dioxide (CO₂) emissions.

* Çalışma, Muhammed Sami Akkuş'un 2024 yılındaki doktora tezinden türetilmiştir.

** Sorumlu yazar / Corresponding author

E-posta / E-mail: samiakkus@hotmail.com

Atıf / Citation: Akkuş, M. S. (2025). Çevre kirliliğinin önlenmesinde çevre vergilerinin etkinliği: hesaplanabilir genel denge modeli. *Ardahan Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(1), 67-94. <http://doi.org/10.58588/aru-jfeas.1582361>

1. Giriş

Ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması, büyümenin, istihdamın ve verimliliğinin artırılması ile kalkınmanın sağlanmasında sosyal-siyasal ve mali politikalar ülkeler için büyük önem taşımaktadır. Günümüz ekonomilerinin kalkınma süreçlerinin hızlanması ve üretimdeki artışlar, olumlu ve olumsuz dışsallık sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Dışsallık genel olarak, herhangi bir mal veya hizmetin, üretim ve sunum faaliyetlerinin işlem süreçlerinden başlayarak sonuçlanana kadar, söz konusu faaliyetlerden toplumun tümünün, belli bir kısmının veya çevresel koşulların olumlu ya da olumsuz etkilenmesi durumu olarak tanımlanmaktadır. Çevresel koşullar ve insan davranışları karşılıklı etkileşim içindedir. Çevresel değişimler birey ve toplum yaşamını etkilerken, insan faaliyetleri de çevreyi etkileyebilmektedir. Dışsallıkların etkisiyle oluşabilecek olumsuz sonuçlar, toplumların faaliyet koşulları, sağlıkları ve yaşam maliyetleri gibi birçok alanda etkili olabilmektedir. Çevresel koşulların (hava, su, toprak gibi çevresel unsurlar) insan yaşamını doğrudan etkileyebilecek bir biçimde bozulması-kirletilmesi-yok olması çevresel maliyetler oluşturduğu gibi çeşitli sağlık sorunları, mali ve toplumsal yapı üzerinde de olumsuz etkiler doğurabilmektedir. Kirletici ve bozucu etkileriyle insan davranışlarının biçimlendirilebilmesi için çevrenin korunmasına yönelik olarak çevresel politikalarla eş zamanlı olarak çevre vergisi uygulamaları önerilmektedir.

Bu çalışmada mali tedbirler kapsamında yer alan ve dünya genelinde farklı biçimlerde uygulanan çevre vergilerinin, Türkiye’de çevresel kirliliğin azaltılabilmesinde etkin olup olmadığı Hesaplanabilir Genel Denge (HGD) Modeli yardımıyla incelenmektedir. Çevre vergilerinin ihdasıyla sektörel anlamda tarım ve sanayi sektörlerinin çıktı düzeyi reel olarak düşerken hizmet sektörünün ise yükseliş kaydetmiştir. Model çerçevesinde ve ekonomik büyüme açısından bakıldığında ise Türkiye’de çevre vergileri diğer adıyla karbon ayak izi vergisinin yeni bir vergi türü olarak ihdası neticesinde; ülkenin vergi gelirlerinde, cari harcama ve yatırımlarda artış sağlanmış olup gayrisafi yurt içi hasıla ise reel olarak %0,94 oranında artış kaydetmiştir.

2. Literatür

Genel itibarıyla çevre vergileri hem çevre kirliliğini önleme amaçlı olarak kullanılmakta hem de hükümetler açısından getirisi olan bir gelir kalemi olarak kabul edilmektedir. Akademik anlamda Çevre vergilerinin etkileri ve sonuçlarına yönelik çalışmalar 1980’lerden itibaren başlamıştır (Hu vd., 2021a). Son yıllarda ise “çifte yarar hipotezi” olarak bilinen hem çevre kirliliğinin önlenmesi hem de hükümetler için gelir elde edilmeye yönelik kazanımlarını test eden birçok ampirik çalışma bulunmaktadır.

Çevre vergilerinin makroekonomik etkileri ile ekonometrik analizini yapabilmek amacıyla, Hesaplanabilir Genel Denge modellerini kullanan ilk ve öncü çalışmalar; Wells (1955), Shoven ve Whalley (1973), Shoven (1976), Whalley (1977), Shoven ve Whalley (1984)’dir. Miller ve Spencer (1977), Shoven ve Whalley (1984), Shoven ve Whalley (1984)’dir. Whalley ve Wigle (1991) ile Whalley (1992)’dir.

Babiker (2003) ile Bruvoll ve Larsen (2004) çevre kirliliği ve iklim değişikliği üzerinde yaptıkları çalışmalar neticesinde, çevre vergisi gibi mali ve ekonomik politika araçlarının uygulanmasının sera gazı emisyonlarını azaltacağını tespit etmişler ancak bu ekonomik tedbirlerin ticari faaliyetler ve ekonomik sistem üzerinde nasıl bir etki göstereceği ile makro değişkenlerin ne yönde etkileneceğinin bilinmediğini belirtmişlerdir (Babiker vd., 2003; Bruvoll ve Larsen, 2004).

Genel denge analizi kapsamında sınırlı bir biçimde çevre vergilerinin konuluşundan itibaren ekonomideki maliyetlerin artacağına ve sonucunda da çevresel faydaların azalacağına yönelik olarak Burniaux vd. (1992), Zhang (1998), Hamilton ve Cameron (1994), Bruvoll ve Faehn (2006) çalışmalar yapmıştır (Yahoo ve Othman, 2017b).

Belçika özelinde Dinamik Genel Denge (DGD) Modeli yardımıyla araştırma yapan Proost ve Regemorter (1992), emisyonların azaltılmasında emisyon vergisinin mitigasyon politikadaki etkinliğini araştırmış, küresel ölçekte uygulanacak çevre vergisinin etkinliğinin ulusal ölçektekinden daha etkin olduğu bulgusuna ulaşmıştır (Proost ve Van Regemorter, 1992).

Costa Rika'da uygulanacak çevre vergisinin etkilerini DGD modeli ile inceleyen Dessus ve Bussolo (1998), çevre vergilerinin büyüme ile CO2 emisyon düzeyini hızlı bir şekilde azalttığını tespit etmiştir. Atık suların vergilendirilmesinin ise kaynak tahsisine olumlu katkı yaptığını ifade etmiştir (Dessus ve Bussolo, 1998).

Bosquet (2000), kısmi denge, genel denge gibi çok çeşitli modelleme tekniklerini kullanan 56 çalışmadan elde ettiği ve çevresel vergi reformunun etkilerini konu alan ampirik literatürü analiz etmiştir. Bosquet'e göre çevre vergisinden elde edilen gelirlerin işgücüne ait vergileri (gelir vergisi) azaltmak için yeniden kullanılması durumunda, kısa ve orta vadede kirlilik seviyelerinde dikkate değer azalmaların olabileceğini, istihdamda az da olsa artış ile üretimde marjinal kazanç veya kayıpların muhtemel olduğunu ancak yatırımların azalarak fiyatların arttığını ortaya koymuştur (Bosquet, 2000).

Emisyonların azaltılmasına yönelik olarak uygulanan politikaların literatür taraması biçiminde genel değerlendirmesini yapan Elkins ve Barker (2001), uygulanacak çevre vergilerinin çevresel etkinlik üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğu sonucuna ulaşmıştır. İnsanların neden olduğu küresel iklim değişikliği arttıkça çevre vergileri ile permi ticaretinin de her geçen gün artış kaydedeceğinin altını çizmiştir (Elkins ve Baker, 2002).

HGD model yardımıyla Hollanda ekonomisi için emisyon seviyelerinin azaltım maliyetlerini Dellink ve Ierland (2006) farklı senaryo uygulamalarıyla incelemiştir. Çevre politikalarının maliyetlerinin analiz edildiği çalışmada, emisyonların azaltılmasında teknik ve teknolojik gelişmelerden yararlanılması eşgüdümlü ekonomi politikaları uygulanmasının GSYİH'daki kayıplarının %6 ila %8 civarında olacağı ve maksimum düzeyinin ise %11'i geçmeyeceğini belirtmişlerdir (Dellink ve Van Ierland, 2004).

Conrad ve Löschel (2005), Almanya için bir genel denge modeli kullanarak iki ana simülasyon gerçekleştirmiştir. Simülasyonlarında; Alman hükümetinin taahhüt ettiği azaltım hedefleri doğrultusunda ihdas edilecek çevre vergilerinin, ülkenin mevcut CO2 emisyonunun 1990 seviyelerine kıyasla %21'lik bir azalmayı karşılamak üzere uygulamaya konulabileceği belirtilmiştir (Conrad, 1999).

Meng, Siriwardana ve McNeill (2013), Avustralya'da Sosyal Hesaplar Matrisi (SHM) temelli olarak düzenlenmiş bir HGD Modeli kullanarak, ton başına 23 Avustralya doları olarak uygulanacak karbon vergisinin ekonomiyi yavaşlattığını ancak emisyonları da önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir (Meng vd., 2013). Guo, Zhang, Zheng ve Rao (2014) Çin'de uygulamaya konulacak bir çevre vergisinin CO2 emisyonlarını büyük ölçüde azaltabileceğini ekonomik büyüme oranlarını ise kısmi olarak azaltacağını belirtmişlerdir (Guo vd., 2014).

Allan vd. (2014) enerji-ekonomi-çevre modeli kullanarak, İskoçya'ya özgü bir çevre vergisinin ekonomik ve çevresel etkilerini araştırmış, HGD modelini kullanarak ihdas edilecek bir çevre vergisinin, aynı anda ekonomik faaliyeti teşvik edebileceğini ve emisyonları azaltabileceğini ve böylece çifte yarar sağlayabileceğini öne sürmüşlerdir (Allan vd., 2014).

Yahoo ve Othman (2017) çalışmasında farklı CO2 emisyon azaltma politikalarının Malezya'daki etkileri ile yakıt tüketiminin CO2 emisyonları üzerindeki etkisini tedarik-kullanım tabloları vasıtasıyla genel denge modeli ile analiz etmişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre özetle çevresel araçların ve özellikle çevre vergilerinin ülkenin makroekonomik durumu üzerinde olumsuz etkileri olmadığı ile yenilenebilir enerji kullanımına yönelik yapısal değişiklikler yapılmasını teşvik edeceği sonucuna varmışlardır (Yahoo ve Othman, 2017a).

Lin ve Jia (2018) oluşturulacak bir çevre vergisi sisteminin enerji, çevre ve ekonomi üzerindeki etkisini analiz etmek için HGD analizi kapsamında farklı çevre vergisi oranlarını ve farklı vergilendirilebilir endüstrileri dikkate

alan dokuz senaryo oluşturmuşlardır. Bulgularına göre enerji yoğun işletmelere çevre vergileri uygulanırsa, çevre vergisi oranı nispeten yüksek olsa bile, emisyonlar üzerindeki etki nispeten küçük olacaktır. Daha yüksek bir çevre vergisi oranının daha yüksek CO2 emisyonu azaltımına yol açacağı sonucuna varmışlardır (Lin ve Jia, 2018).

González (2018), çifte kazancı konu alan araştırmasında meta-regresyon analizi de içerecek biçimde genel denge modelini kullanarak çevresel vergi reformunun çifte kazanç sağladığı yönündeki hipotezini test etmeyi hedeflemiştir. Araştırmasında çevre vergilerinin uygulanmasıyla elde edilen gelirlerin önceden vergi sisteminde bulunan diğer vergileri azaltmak suretiyle ve çevresel koşulların iyileştirilmesi amacıyla geri dönüştürerek hem çevresel hem de ekonomik koşullarda bir iyileşme elde etmenin mümkün olup olmadığını test etmişler ve mümkün olduğu sonucuna varmışlardır (Freire-González, 2018).

Páleník ve Miklošovič (2018) genel denge analizi yardımıyla ve Slovakya odak olarak alınarak Avrupa Birliği (AB)'nin bütçesindeki finansman ihtiyacını çevre vergileri bağlamında incelemiş, çevre vergileri reformunun AB bütçesinin daha yüksek finansmana erişeceğini, çevre odaklı vergilerin ekonomik büyümeyi hızlandırabileceğini ve çevrenin daha iyi korunmasını sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca vergi yükünün diğer vergilere paralel olarak aynı miktarda azaltılmasıyla birlikte, GSYİH'nın %1'i oranında bir çevre vergisi getirilmesinin AB'nin kendi kaynaklarını daha iyi kullanması sonucunu doğuracaktır (Páleník ve Miklošovič, 2018).

Hindistan için yeşil büyüme ve çevre vergilerinin yine çevresel koşulları düzeltmeye yönelik olarak kullanımını araştıran Ojha, Pohit ve Ghosh (2020), tek ülkeli, çok sektörlü, neoklasik tipte, fiyat odaklı, yinelemeli olarak dinamik ve ayrıştırılmış bir enerji sektörüne sahip genel denge modeli yardımıyla Hindistan özelinde çevre vergilerinin emisyonları azaltmada son derece etkili olmasına rağmen aynı zamanda GSYİH'de azalmalara yol açtığını tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre Hindistan özelinde çevre vergilerinin, yeşil büyümeyi teşvik edemediği, yenilenebilir enerji sektörlerine yapılacak yatırımların, iklim değişikliği azaltımı açısından yararlı olmakla birlikte, GSYİH veya gelir dağılımı açısından olumsuz ancak minimal etkisinin bulunduğunu, çevre vergisi gelirlerinin tüm sektörler için ek yatırım yapılması yerine politika yapıcıların hedefledikleri kalkınma ve büyüme önceliklerine göre yönlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Ojha vd., 2020).

Sabine vd. (2020) tarafından Fransız denizaşırı adası Reunion Adası özelinde çevresel bozulmalara ilişkin sonuçlarının özelinde araştırmalar yapan Paris Anlaşması hedeflerine ulaşabilmek için Fransa'da uygulamaya konulan karbon fiyatı politikasının çevresel ve makroekonomik etkilerini tüm ada özelliklerini dikkate alan HGD modeli yardımıyla incelemişlerdir. Sonuçlar, çevre vergilerinin fosil ve yenilenebilir enerji üretimi arasında ikameye olanak sağladığını ve CO2 emisyonlarını azalttığını göstermektedir. Ancak vergilerin makro ekonomik yapıyı olumsuz etkilediğini belirtirken Vergi gelirlerinin geri dönüşümünün, kapsayıcı ve farklı aktörleri desteklemesi neticesinde olumlu ekonomik etkilere olanak sağlayacağını belirtmişlerdir (Sabine vd., 2020).

Cao vd. (2021) “Çin'deki Karbon Vergisi Politikasının Genel Denge Etkileri: Çok Modelli Bir Karşılaştırma” başlıklı çalışmada çevre vergilerine bağlı olarak GSYİH'deki düşüşün sınırlı olduğunu belirtmiştir. HGD analizi kapsamında farklı karakteristiklere sahip sekiz model belirlemişler ve orta düzeydeki bir çevre vergisinin 20 yıl sonra GSYİH'de %0,1 ila %2 arasında değişen bir aralıkta düşüşe neden olacağını saptamışlardır. Çevre vergisi gelirlerinin işletmelere vergi indirimi yerine hane halkına geri dağıtıldığında, tüketimin daha az azalacağını ancak yatırımın ve uzun vadeli büyümenin baskılanabilme ihtimali öne sürülmektedir (Cao vd., 2021).

Türkiye'de sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik yapılan araştırmalardan Boratav vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada, çok sektörlü bir genel denge modeli uygulanmış ve alternatif politikaların emisyonlar üzerinde etkileri araştırılmıştır. 1987-2000 döneminin incelendiği çalışmada enerji vergilerinin emisyonları %9,3 oranında artırdığı hesaplanmıştır (Boratav vd., 1996).

Genel Denge Modeli (ENVEEM modeli) yardımıyla Kumbaroğlu (2003), farklı vergi alternatifleri altında CO₂ dışı gazların emisyon azaltımının ekonomik etkilerini incelemiştir. Elde ettiği bulgular neticesinde emisyon vergisinin yerine sülfür emisyonuna vergi koymanın dört kat refah kaybına neden olduğunu tespit etmiştir. Emisyon düzeyinin azaltılması amacıyla, çevre vergilerinin uygun bir araç olduğunu ve alternatif vergilerin çevre kirliliğini azaltabileceğini ve kamusal gelirleri arttırabileceğini göstermiştir (Kumbaroğlu, 2003).

Telli vd. (2006) tarafından yapılan çalışma ile 2002 yılı Girdi-Çıktı (G-Ç) tabloları kullanılarak ekonomideki emisyon salınımı yoğun üretim sektörleri 10 sektörde toplulaştırmış ve açık ekonomi çerçevesinde işleyen bir hesaplanabilir genel denge modeli tasarlamıştır. Analiz sonuçlarına göre %90 ila %60 bir kota uygulanması sonucunda 2020 yılında GSYİH'nın sırasıyla %7,1 ve %36,8 oranında azalacağı bulunmuştur (Telli vd., 2008).

Tek sektörlü genel denge modeli ile CO₂ emisyonlarına ilişkin çalışma yapan Karali (2006), emisyonların azaltılmasına dönük kısıtlamalar arttıkça tüketicilerin fosil kaynaklı yakıtları daha az tüketeceği ve böylelikle ekonominin küçüleceğini öngörmüştür. Türkiye'nin dış ticaret, gelir ve enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerine etkisini araştıran Halicioğlu (2009) çalışmasında, kümülatif olarak enerji tüketiminde meydana gelen %100'lük bir artışın %78 oranında emisyon artışına neden olacağı sonucuna ulaşmıştır. Emisyonların gelir esnekliğini %123 olarak bulan Halicioğlu, sonucun yüksek olduğunu ve önceki yıllarda tespit edilen değerlerle uyumsuz olduğunu belirtmiştir (Halicioğlu, 2009).

Mercan (2015), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan ve 59 sektörden oluşan 2002 yılı G-Ç tablolarını kullanmak suretiyle sektörleri enerji yoğun ve enerji yoğun olmayan sektörler olarak sınıflandırmış ve genel denge modeli yardımıyla incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre enerji yoğun sektörler üzerine konulan çevre odaklı vergilerin makroekonomik boyutta etkilerinin olacağını ve GSYİH'yi azaltacağını saptamıştır. Vergi uygulamalarının GSYİH üzerinde negatif etkileri nedeniyle emisyon azaltım hedefleri doğrultusunda emisyon ticareti gibi uygulamaların kullanımının yaygınlaştırılması gerektiğini ve bu şekilde refah kaybının azaltılabileceğini öngörmüştür. Son olarak vergi uygulanan sektörlerin ürünlerine olan talebin düşük olduğu, uygulanmayan sektörlerin ürünlerine ise talebin yüksek olduğunu belirtilmiştir (Mercan, 2015a).

3. Türkiye'de Çevrenin Korunmasına Yönelik Politika Uygulamaları

Sanayi Devrimi, ülkelerin üretim yapısını köklü bir şekilde değiştirmiştir. Nüfus artışına bağlı olarak üretim ve tüketimin endüstriyel gelişimi hızlandırması, sanayi sektörünün çevreye bıraktığı kirleticilerin, suya bırakıldığında, havaya karıştığında, toprağa gömüldüğünde veya gözden kaybolduğunda insan sağlığı ve çevre için herhangi bir risk doğurmayacağına yönelik görüşü yaygınlaştırmıştı (Swartjes, 2011). Ancak sanayi sektörü, hızlı büyüme, nüfus artışı, ormansızlaşma, tarımda kimyasalların kullanımı, göç ve turizm gibi birçok faktörün birleşimiyle çevresel kirliliğin ve ekolojik bozulmanın temel nedenleri arasında yer almaktadır. İnsan davranışları ve endüstriyel faaliyetlerin çevresel ve toplumsal etkileri nedeniyle Birleşmiş Milletler (BM), ülkelerin mali, sosyal ve yapısal düzeyde kapsamlı tedbirler alması gerektiğini vurgulamıştır (UN, 1976). Teknik analizler, sosyal ve mali politikaların uygulanmaya konulmasının çevresel olumsuz etkileri azaltabileceğini ve aynı zamanda kalkınma performansına olumlu katkılar sunabileceğini göstermektedir.

Çevresel kirliliğin azaltılması ve çevresel kalitenin artırılması amacıyla, sürdürülebilir kalkınma, entegrasyon, önleme, ihtiyat-tedbir, kirleten öder prensibi, kaynakta düzeltme, yakınlık ve mağdur öder gibi çağdaş çevre yönetiminin ilkeleri benimsenmiştir (Antrim, 2019). Bu ilkeler doğrultusunda, Türkiye'de çevresel, sosyal ve mali politikaların şekillenme süreci devam etmektedir. Toplumsal bilincin artırılması, kaynakların verimli kullanımı ve kalkınmanın sürdürülebilir hale getirilmesinde sosyal politikaların yanı sıra, mali denetim ve kontrol mekanizmalarının etkinliği önem taşımaktadır. Bu çerçevede, ülkemizde uygulamaya konulan politikalar arasında sıfır atık-geri kazanım, kaynakta dönüşüm, atık yönetim sistemi, kirlilik kontrol sistemleri, endüstriyel filtrasyon, atık kontrol mekanizmaları, endüstriyel filtrasyon sistemleri ile özel sektör, kamu ve eğitim kurumlarındaki

çevresel bilinçlendirme faaliyetleri yer almaktadır.

Ülkemizde doğrudan çevre vergisi olarak düzenlenmiş özel bir vergi türü bulunmamaktadır. Ancak yapısı itibarıyla kamusal gelir sağlama amaçlı olarak ihdas edilen ve çevresel etkileri de bulunan bazı vergiler mevcuttur. Bu vergiler arasında, belediyeler tarafından atıksu bedeli kapsamında tahsil edilen Çevre Temizlik Vergisi, atıkların azaltılmasını teşvik etmek amacıyla uygulanan geri kazanım katılım payı ve karbon salınımını azaltma işlevi taşıyan Özel Tüketim Vergisi ile Motorlu Taşıtlar Vergisi yer almaktadır (Satir Reyhan, 2014).

AB ülkelerinde uygulanan kapsamlı çevre politikaları; çevresel kirliliği azaltıcı etki göstermiş, buna karşın Türkiye’de su, hava ve toprak kirlilik düzeyinde belirgin bir iyileşme sağlanamamıştır (Gök ve Yalçın, 2015). Türkiye’de çevresel niteliğe sahip vergilerin gelir elde etme amacı ön plana çıktığından, yıllar içerisinde çevresel mahiyetteki sonuçları göz ardı edilmiştir. Yine de ülkemizde merkezi ve yerel yönetimlerce çevre koruma kapsamında çeşitli alt ve üstyapı yatırımları ile cari harcamalar gerçekleştirilmektedir. Tablo 1’de yer aldığı üzere ülkemizin çevresel yatırım ve harcamaları yıllar içinde artış göstermiş olup 2014 yılından 2022 yılına kadar yaklaşık 6 (altı) kat artış göstermiştir. Bu harcamaların önemli bir bölümü yerel yönetimler tarafından karşılanmakta olup merkezi yönetim tarafından da alt ve üstyapı harcamaları yapılmaktadır (Aysu vd., 2020). Bu çerçevede çevre koruma harcamalarının tam etkin olabilmesi için, yerel yönetimlerin çevresel sorunların çözümü noktasında merkezi yönetim ve üniversitelerle eşgüdüm halinde projeler geliştirerek, teknik ve mali anlamda desteklenmesi gerekmektedir.

Tablo 1. Türkiye’de çevre harcamaları (milyon TL)

Yıllar	Çevresel Harcamalar	Yıllar	Çevresel Harcamalar
2006	7 234	2015	25 935
2007	10 613	2016	31 804
2008	10 356	2017	34 195
2009	11 804	2018	38 034
2010	12 206	2019	38 293
2012	17 583	2020	41 842
2013	19 274	2021	66 361
2014	20 731	2022	140 256

Kaynak: TÜİK Çevre, 2024 Parasal Çevresel Hesaplar

4. Türkiye’de Çevre Vergilerinin Etkinliğine Yönelik Ampirik Bir Uygulama: Hesaplanabilir Genel Denge Modeli

Dünya genelinde çevresel bozulma, kirlilik, savaşlar ve olumsuz çevresel koşullar, çok yönlü toplumsal sorunlara yol açmaktadır. İnsan sağlığı, sürdürülebilir kalkınma ve çevresel maliyetlerin azaltılması, günümüz araştırmalarının odak noktalarından biridir. Son yıllarda, ülkeler, kurumlar ve toplumsal yönetim süreçleri üzerindeki çevresel baskılar artmaktadır. 1980’li yıllardan itibaren, çevresel dışsallıkların olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla "çevre vergileri" üst başlığında yeni bir vergi sistemi gündeme gelmiştir (Hu vd., 2021b). Çalışmalar, küresel ölçekte ülkelere, kurumlara ve toplumlara fayda sağlayan bir çevresel koruma planının uygulanmasının, hem ülkeler için gelir kaynağı oluşturduğunu hem de toplumsal sağlığı koruduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım, ‘çifte temettü’ veya ‘çifte yarar’ hipotezi olarak adlandırılmakta olup, bu hipotez çeşitli analiz yöntemleri ile test edilmektedir. Bu analiz yöntemlerinden biri de HGD modelidir.

HGD analizleri, iktisadi analizlerde kullanılan modeller olarak ekonomilerin çeşitli piyasalar temelinde işleyiş biçiminin ekonometrik analizini kapsamaktadır. Mikro düzeydeki verilerle oluşturulan HGD analizlerinde, ekonomik aktörler arasındaki ilişkiler bir bütün olarak değerlendirilmektedir. HGD modelleri, ticaret, vergilendirme, mali krizler, kamu harcamaları, sosyal güvenlik, demografi, göç, teknoloji, büyük proje harcamaları, doğal ve insan kaynaklı felaketler, iş gücü piyasaları, çevre, kaynaklar, altyapı politikaları ve diğer şokların etkilerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Cockburn vd., 2010).

Ekonomik birimlerin aralarındaki ilişkileri denklem sistemleri kullanarak analiz eden HGD modellerinde ekonomik birimler, üretim sektörleri (firmalar), hane halkı, kamu kesimi, finansal kurumlar ve dış ekonomik birimlerden oluşmaktadır. Böylece HGD modellemeleri; politika yapıcılarının farklı politikalar, yeni düzenlemeler ile iç ve dış şokların bir ekonomik sistem üzerindeki etkilerini değerlendirmelerine olanak tanıyan, ekonomik sistemleri modellemenin esnek ve açık bir yolu olarak görülmektedir (Dixon ve Jorgenson, 2013).

HGD modelleri ürün ve faktör piyasalarında genel dengeyi simüle etmek üzere kurulan Neo-Klasik mikroekonomik teoremin geniş ve teorik bir uygulaması olarak nitelendirilmektedir. Modelde değişkenlerin yer aldığı denklemlere ve denklemlerle uyumlu G-Ç veri tabanı kullanılarak SHM'ler oluşturulmaktadır. SHM yardımıyla da ekosistemde meydana gelen değişim ve bozulmalar analiz edilebilmekte, ve SHM'ler "top-down" (tepeden aşağıya) modelinin temel değişkeni olarak kabul edilmektedir (Braat ve Lierop, 1987).

Çalışma kapsamında Turkekoloji-HGD adı verilen bir model kurgulanmış ve ekonomik yapının hane halkları, sektörler, devlet ve dış alem olmak üzere dört ayaklı olduğu kabul edilmiştir. Modelde hanehalkı; tüketim ve tasarruf kararlarını dinamik bir biçimde almakta, faydasını ise tüketim ve boş zamandan elde etmektedir. Piyasada firmalar üretim (nihai çıktı) için; emek, sermaye ve enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca ekonomide gerçekleştirilen her tür faaliyet sera gazı emisyonu üretmekte ve sektörel büyüklük bu kirliliğin büyüklüğünü etkilemektedir (Mercan, 2015b).

4.1. HGD Modeli Oluşum ve Çözüm Aşamaları

Çalışmada HGD Model aşamaları 12 aşama olarak belirlenmiş olup model çözümü ve simülasyonların oluşumu bu adımların sırasıyla uygulanması neticesinde sağlanmıştır. Bu adımlar sırasıyla aşağıdaki gibidir (İnce, 2024):

- Ekonomik veya sosyal konunun-sorunun belirlenmesi,
- Konu ile ilgili mevcut ekonomik sistemdeki iktisadi verilerin derlenmesi,
- Konu ile ilgili dış kaynaklardan verilerin elde edilmesi,
- Elde edilen iktisadi veriler ışığında (Girdi-Çıktı tabloları, diğer veriler vb.) Sosyal Hesaplar Matrisinin Oluşturulması,
- HGD modelinin oluşturulması,
- Dışsal parametre değerlerinin tahmin edilmesi,
- Model parametrelerinin hesaplanması (Kalibrasyon),
- Modelin çalıştırılması,
- Politika şokları ile dışsal şokların belirlenmesi,

- Politika şokları ile dışsal şokların değerlerinin modele uyarlanması ve karşı olgusal denge değerlerinin elde edilmesi (Simülasyon),
- Baz yıl ve karşı olgusal denge değerlerinin karşılaştırılması,
- Modelden çıkış-sonuç.

4.2. Model ve Veri Seti

Turkekoloji-HGD modeline ait veri gereksinimi, ekonominin bütününe ait verileri içeren ve TÜİK tarafından yayımlanan girdi-çıkıtı tablolarından sağlanmıştır (TÜİK, 2024). Tablolarda yer almayan veriler, belirlenen amaçlar doğrultusunda Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Hazine ve Maliye Bakanlığı, Eurostat, Statista gibi kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir. Modelde kullanılmak üzere bir SHM oluşturulmuştur. SHM'ler, 1930'larda Wassily Leontief tarafından geliştirilmiş, ardından Richard Stone (1962) ve Jan Tinbergen (1968) gibi ekonomistler tarafından pek çok çalışma yapılmıştır. 1970'lerin ortalarından itibaren, gelişmekte olan ekonomilerde kalkınma, gelir dağılımı ve işsizlik gibi makroekonomik sorunların çözümü için SHM'ler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 'Sosyal hesap' kavramını ilk dile getiren iktisatçı J.R. Hicks'tir ve SHM kullanılarak yapılan ilk çalışma, R. Stone tarafından 1962 yılında gerçekleştirilmiştir (Saunders ve Stone, 1964).

SHM'ler istatistiki dayanak bakımından ülkelerin G-Ç analizlerine dayanmakta olup bu analizler ekonomide farklı sektörler arasındaki karşılıklı bağımlılıkları, üretim sürecinden nihai kullanıcıya kadar mal ve hizmet akışlarını, gelir dağılımını, faktör ödemelerini, hükümet işlemlerini ve diğer sosyo-ekonomik değişkenlere ilişkin bilgileri içermektedir.

Tipik bir Sosyal Hesaplar Matrisinin 7 temel grup halinde alt hesabı bulunur:

- Faaliyet ve/veya Mallar,
- Üretim Faktörleri,
- Özel Kurum/Şirketler/Girişimler
- Hane halkı
- Hükümet (Kamu Kurumları)
- Sermaye hesapları
- Dış Alem Hesapları.

SHM genel olarak yıllık yapılır ve seçilen temel yıl için ekonominin anlık fotoğrafını sunar. HGD modelleriyle de SHM dahilindeki her akışın davranışı açıklanır. Böylelikle SHM'ler çok sektörlü ve makroekonomik çapta sorunların belirlenebilmesi için genel bir çerçeve sunarken Genel Denge Analizleri için de ayrıntılı modellerin oluşturulabilmesine imkân vermektedir (Robinson, 1989).

Çalışmada, TÜİK tarafından en son 2012 yılında yayımlanan G-Ç tabloları kullanılmak suretiyle SHM oluşturulmuştur. Bu bağlamda Türkiye için üretilen SHM'nin güncel veriler doğrultusunda uygun olup olmadığının araştırılması ve uyumluluğunun tespiti için Türkiye'nin 2012 yılı (baz yıl) verileri ile 2009-2022 yılları Temel Ekonomik Göstergeler (TEG) karşılaştırılmak amacıyla söz konusu verilerle Tablo 2 oluşturulmuştur.

Tablo 2. Türkiye'nin 2012 yılı ile 2009-2022 yılları TEG ortalamaları

	2012 Değer	2012 Yılı GSMH Oran (%)	2009 – 2022 GSMH Ortalama Oran (%)
Toplam Katma Değer	1.380,53	88,22	89,79
Hane Halkı Nihai Tüketimi	979,07	62,57	60,05
Devlet Nihai Tüketim	223,40	14,28	14,4
Toplam Yatırım	444,28	28,39	29,44
İhracat	371,24	23,72	27,53
İthalat	448,32	28,65	30,25
Sermaye Kazancı	941,95	60,2	61,53
Ücret Kazancı	438,58	28,03	28,68
Üretim Vergi	4,89	0,31	-0,42
Ürün Vergi	130,71	11,77	11,37
Çevre Vergisi*	53,56	0,014	0,013
Gelir Vergisi	96,88	6,19	3,34
Yurtiçi Tasarruf	367,20	23,47	25,72
t-istatistik değeri			-0,88
p değeri			0,3

* Çevre vergileri ağırlıklı olarak üretim vergisi ile kümülatif toplam olarak devlet (mahalli idareler + merkezi yönetim) gelirleri içerisinde yer almaktadır. Çevresel vergiler, ürün üzerindeki vergi eksi sübvansiyonlar, firmalara ilişkin bilanço bilgileri ile ithalat kullanımları ve 2012 tablosu kullanılarak 2008 yılından itibaren hesaplanmaktadır.

2012 baz yıl değerleri ile 2009-2022 yıllarına ait ortalamalar karşılaştırıldığında, değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yıllar arasındaki ortalama değerler ile 2012 yılı değerlerinin istatistiksel olarak birbirine yakın olup olmadığı, t testi ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak, 2012 yılı verileri ile 2009-2022 yılları arasındaki ortalama veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu nedenle, 2012 yılına ait SHM Türkiye ekonomisinin 2009-2022 yıl ortalamalarını doğru bir şekilde yansıtmaktadır. Turkekoloji-HGD modeline dayalı SHM Ek Tablo 4'te yer almakta olup SHM'de yer alan iktisadi birimler aşağıdaki gibi teşkil edilmektedir (Lofgren vd., 2002):

- *Nihai Tüketiciler:* Hanehalkı, Devlet, Firmalar (Yatırım), Yabancılar.
- *Sektörler:* Tarım, Sanayi, Ticaret ve Hizmet, İnşaat ve Ulaşım Sektörleri.
- *Vergiler:* Gelir Vergisi, KDV ve Üretim Üzerinden Alınan Vergiler
- *Dış Alem Birimleri:* İhracat, İthalat, Döviz Kuru ve Uluslararası Yatırım.

Tarım, Hizmet ve Sanayi sektörleri birleştirilerek her biri 'i sektörü' notasyonu ile ifade edilmiştir. Modelin ilk adımında, CES (Constant Elasticity of Substitution) üretim fonksiyonu kullanılarak, 'Sermaye' (capital) ve 'Emek' (labor) faktörleri ile kompozit faktör (composite factor) üretilmektedir. İkinci adımda, Leontief üretim fonksiyonu kullanılarak kompozit faktör ile ara girdiler birleştirilir ve yurtiçi gayrisafı üretim elde edilir. Üçüncü adımda, yurtiçi üretim yurtiçi arz ile ihracata yönlendirilir ve bu işlem CET fonksiyonu (Constant Elasticity of Transformation) kullanılarak gerçekleştirilir.

CET fonksiyonu ile yurtiçine arz edilen mal ve hizmetler, Armington fonksiyonu aracılığıyla yurtdışından ithal

edilen mal ve hizmetlerle birleşerek Armington kompozit mal üretimi oluşturur. Yurtiçi toplam arzını oluşturan Armington mal ve hizmetler, yurtiçindeki sektörler tarafından ara girdi olarak kullanılır ve yurtiçi nihai tüketimi (kamu, hanehalkı, firmalar ve yabancılar) ile yatırım talebini karşılar. Ekonomik faaliyetlerin yürütülmesi için sektörler tarafından kullanılan sermaye ve emek miktarları modelde içsel olarak belirlenmiştir. Ekonomide emek ve sermaye, hanehalkları tarafından arz edildiği için dışsal ve sabittir.

4.3. Modele İlişkin Denklem Sistemi (Fonksiyonel Gösterim)

Turkekoloji-HGD modeli kapsamında, i ve j indisleri ($i, j = \{1, 2, 3\} = [\text{Tarım}, \text{Hizmet}, \text{Sanayi}]$) matriste yer alan sektörleri temsil etmektedir. Modelde yer alan notasyonlara ilişkin açıklamalar ise aşağıdaki gibidir:

- $Emek_i$; i sektörünce talep edilen emek faktörü miktarı,
- $Sermaye_i$; i sektörünce talep edilen sermaye faktörü miktarı,
- $KomFaktör_i$; i sektörünün kompozit faktör (emek + sermaye) üretim miktarı,
- $YurtiçiÜretim_i$; i sektörünce gerçekleştirilen gayri safi üretim miktarı,
- $İhracat_i$; i sektörüne ait ihraç ettiği mal miktarı,
- $Yurtiçiarz_i$; i sektörünün yurt içine arz ettiği miktar,
- $Kompozitmal_i$; i sektörünce üretilen kompozit mal miktarı,
- $İthalat_i$; i sektörünün ithal ettiği mal miktarı,
- $HH_Tüketim_i$; i sektörü mallarının hanehalkı tarafından tüketim miktarı,
- $Devlettüketim_i$; i sektörü mallarının devlet tarafından tüketim miktarı,
- $Yatırımharcaması_i$; i sektörü mallarının yatırım birimince tüketilen miktarı,
- $Aragirdi_{ij}$; j sektörünce i sektöründen talep edilen ara girdi miktarıdır.

SHM kullanılarak oluşturulan fonksiyonlar, sektörler bazında düzenlenir ve yurtiçi üretime, arz ve ihracata dönüşümü, yurtiçi talep ve ithalatın birleşimiyle kompozit mal üretimi, hane halkı ve kamu kesiminin gelir, harcama, yatırım ve tasarrufları ile ödemeler bilançosu belirlenir. Fonksiyonlar, Sosyal Hesaplar Matrisine uygun olarak oluşturulduktan sonra, modeldeki parametrelerin belirlenmesi ve kalibrasyon aşamasına geçilir. Kalibrasyon tekniği, modeldeki fonksiyonel form ile doğrudan ilişkilidir. HGD modelleri, CES, CET ve Armington denklemleri gibi dört parametreye dayalı fonksiyonlarla kurgulanmışsa, ikame ve dönüşüm parametrelerinin esneklik değerleri dışsal olarak belirlenmelidir. Bu değerler belirlendikten sonra, diğer parametreler SHM ve kalibrasyon yoluyla tespit edilebilir.

Tablo 3. CES, CET ve Armington fonksiyonları ikame ve dönüşüm esneklikleri

	Ces	Cet	Armington
	Emek-Sermaye İkame Esnekliği	Yurtiçi Arz- İhracat Dönüşüm Esnekliği	Yurtiçi Üretim- İthalat İkame Esnekliği
Tarım	0,678	1,12	1,81
Hizmet	0,4	0,5	0,8
Sanayi	0,678	0,601	0,4

Kaynak: İnce ve Tari (2023)

Dışsal olarak belirlenerek modele dahil edilen ikame ve dönüşüm esnekliklerine ait parametre değerleri

literatürdeki çalışmalardan derlenmiş olup Tablo 3'te yer almaktadır. Modelde kullanılan dışsal parametre değerlerinin belirlenmesinden sonra diğer fonksiyonel yapılarda yer alan parametre değerleri de Hosoe vd. (2021) tarafından yapılan araştırma yöntemiyle kalibrasyon yapılarak hesaplanmıştır. Turkekoloji-HGD modelinde kullanılan içsel ve dışsal parametreler Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4. Turkekoloji-HGD modeline ait değişken ve parametreler

İçsel Değişkenler	
$KompFaktör_i, EMEK_i, SERMAYE_i,$ $AraGirdi_{ij}, YurtiçiÜretim_i, İHRACAT_i, YURTİÇİARZ_i, KompozitMal_i, İTHALAT_i$ $HH_Tüketim_i, HH_HarGelir_i, HH_TopGelir_i, DevletTüketim_i, TopVergi_i, DogVergi_i$ $TopUrtVergi_i, UrtVergi_i, TopKDV, KDV_i, YatırımHarcaması_i, TopTasarruf$ $HH_{Tasarruf}, DevletTasarruf, YabancıTasarruf, Fiyat_i^{KompFaktör}, Fiyat_i^{YurtiçiÜretim},$ $Fiyat_i^{İHRACAT}, Fiyat_i^{YURTİÇİARZ}, Fiyat_i^{KompozitMal}, Fiyat_i^{İTHALAT}, Fiyat_i^{SERMAYE}, Fiyat_i^{EMEK}$	
Dışsal Değişkenler	
$\overline{TOPLAMEMEK}, \overline{TOPLAMSERMAYE}, \overline{DövizKuru}, \overline{DunyaİhracatFiyatı_i},$ $\overline{DunyaİthalatFiyatı_i}, \overline{CESIKAMEESNEKLİĞİ_i},$ $\overline{CETDONUSUMESNEKLİĞİ_i}, \overline{ARMINGTONİKAMEESNEKLİĞİ_i}$	
Parametreler	
$t^d, t_i^{va}, t_i^z, \alpha_i, \delta_i, \beta_i, Ver_i, a_{ij}, x_i, p_i, e_i, dt_i, \theta_i, \eta_i, m_i, da_i, \lambda_i, c_i, g_i, inv_i, s^p, s^g$	

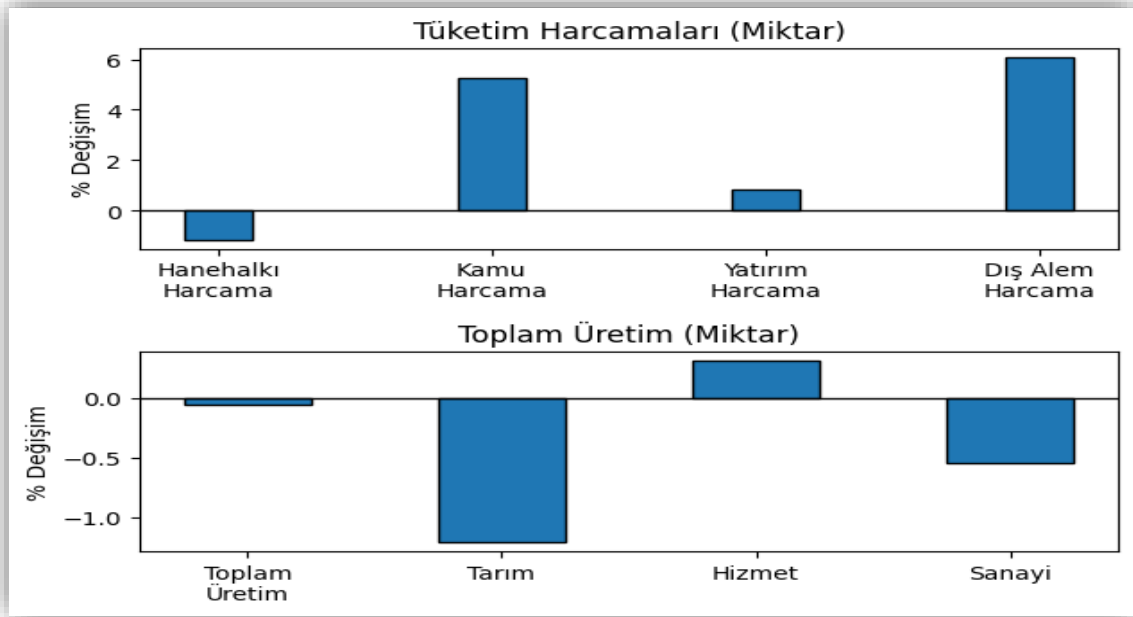
4.4. Modele İlişkin Simülasyon Sonuçları

Turkekoloji-HGD modeli, küresel bir sorun haline gelen iklim değişikliği ve çevresel bozulmalara yol açan zehirli gazların (CO₂, NO_x, CH₄, N₂O, F Gazlar vb.) salınımının azaltılabilmesi ve çevresel kalitenin artırılabilmesi için, Türkiye'de net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda uygulanması gereken mali politikalardan çevre vergilerinin etkinliğinin ölçümlenebilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Model, 12 aşamalık oluşturulma ve çözüm süreciyle geliştirilmiş ve 'Python' yazılım dili kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Baz yıl verilerine ilişkin sonuçlar başarıyla elde edilmiştir.

Devletin ana gelir kaynaklarından olan vergiler, harcama, yatırım ve hizmetlerin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşır. Çalışma kapsamında, G-Ç tablolarında yer alan üretim üzerinden alınan vergiler, hipotetik olarak artırılmış ve bu artışlar yeni bir çevre vergisinin ihdas edilmesi olarak kabul edilmiştir. Artırılan vergi gelirlerinin, tarım, hizmet ve sanayi gibi toplulaştırılmış sektörler ve makro iktisadi göstergeler üzerindeki etkileri model kapsamında incelenmiştir.

TÜİK Ulusal veri istatistiklerinde 'çevresel vergiler', SHM'de yer alan tarım, hizmetler ve sanayi sektörlerinin üretim üzerinden alınan vergiler kısmında sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle, modeldeki her üç sektörün üretimi üzerinden alınan vergi oranları, SHM'de temsil eden parametreler yardımıyla her sektör bazında hipotetik olarak üç katına çıkarılmıştır. (Yeni bir çevre vergisi konulması durumu = %200 oranında artış)

Turkekoloji-HGD modeli simülasyon sonuçlarına ilişkin toplu dökümler, çalışma sonunda Ek Tablo 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. Turkekoloji-HGD modeli simülasyon sonuçları

SHM kullanılarak Turkekoloji-HGD modeli kapsamında gerçekleştirilen simülasyonlar, baz yıl (2012) değerleri esas alınarak çeşitli veriler sunmaktadır. Vergi oranlarındaki değişimler, sektörlerin üretimleri üzerinden alınan vergileri etkilemiştir. Tarım sektöründe -3,06 milyar TL'den -1,01 milyar TL'ye (sübvansiyonların azaltılması nedeniyle) düşüş; hizmet sektöründe 6,49 milyar TL'den 19,58 milyar TL'ye ve sanayi sektöründe 1,46 milyar TL'den 4,37 milyar TL'ye artış gözlenmiştir. Uygulanan şok sonucunda, modelin içsel değişkenlerinde farklılıklar meydana gelmiştir. Üretim üzerinden alınan vergilerin artışı, tüketim harcamaları ve sektörlerin üretim miktarlarındaki değişimleri etkilemiş olup, bu değişimler Şekil-1'de gösterilmiştir.

4.4.1. Üretim ve Tüketim Miktarlarına İlişkin Simülasyon Sonuçları

Turkekoloji-HGD modeli kapsamında sektörlerin üretim miktarlarındaki değişimler incelendiğinde, tarım ve sanayi sektörlerinin üretim miktarlarının sırasıyla %1,21 ve %0,54 oranında azalırken, hizmet sektörünün üretim miktarının %0,31 oranında arttığı görülmektedir. Bu durum, artan vergi oranlarına bağlı olarak kamu gelirlerinde meydana gelen artışın, kamu harcamalarındaki yükselişi tetiklemesiyle açıklanmaktadır. Kamu harcamalarının sektörler arasındaki dağılımı incelendiğinde, tarım sektörüne %0, sanayi sektörüne %4, hizmet sektörüne ise %96 oranında kaynak aktarıldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla, kamu harcamalarının büyük ölçüde hizmet sektörüne yönlendirilmesi, bu sektörde üretim artışına neden olmuştur. Ancak, tüm sektörlerin toplam üretim miktarında %0,06 oranında bir azalma meydana gelmiştir.

Model kapsamında üretim üzerinden alınan vergilerde yapılan artış neticesinde, nihai tüketim birimlerinden hane halkının harcamalarında %1,16 oranında bir azalma gözlemlenmiştir. Buna karşılık, diğer nihai tüketim birimlerinin harcamalarında artış tespit edilmiş olup, en yüksek artış kamu harcamalarında gerçekleşmiştir. Kamu harcamalarındaki bu artışın temel nedeni ise, üretimden alınan vergilerdeki yükselişin kamu gelirlerini artırması ve bu gelirlerin kamu tüketimine yansmasıdır.

4.4.2. Tarım, Hizmet ve Sanayi Sektörlerine İlişkin Simülasyon Sonuçları

4.4.2.1. Tarım Sektörü

Simülasyon hesaplamalarına göre, tarım sektöründe emek ve sermaye kullanım miktarları sırasıyla %1,44 ve %1,19 oranında azalırken, kompozit faktör miktarında %1,20 oranında düşüş kaydedilmiştir. Tarım sektöründe üretimde kullanılan ara girdi miktarları azalırken, yurtiçi üretim, arz ve ihracat miktarlarında da gerileme yaşanmıştır. Üretim üzerinden alınan vergilerin üç katına (%200) çıkarılması, dolayısıyla sübvansiyonların azaltılması sonucunda yalnızca ithalat miktarında %1,31 oranında artış meydana gelmiştir. Tarım sektörü, baz yıl dengesinde 2,94 milyar TL dış ticaret fazlası verirken, karşı olgusal denge durumunda bu fazla 2,41 milyar TL'ye düşmüştür. İthalat miktarındaki artışa karşılık ihracat miktarında yaşanan azalma, tarım ürünlerinin yurtiçi fiyatlarının yükselmesine neden olmuş ve nispi fiyatlar baz yıldaki 1 birim seviyesinden 1,012497 birime yükselmiştir.

4.4.2.2. Hizmet Sektörü

Hizmet sektörüne ilişkin analizlerde, ihracat hariç tüm üretim faktörleri ve arz miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Faktör piyasasında emek, sermaye talebi ve kompozit faktör üretimi sırasıyla %0,21, %0,36 ve %0,31 oranında artmıştır. Yurtiçi hizmet üretimindeki artış, yurtiçi arz miktarını %0,34 oranında artırırken, kompozit mal üretiminde de %0,38 oranında yükseliş gözlemlenmiştir. Ancak, bu artışlar ihracat miktarının %0,18 oranında azalmasına ve ithalat miktarının %1,18 oranında artmasına neden olmuştur. Modelde baz yıl temel fiyatı 1 birim olarak kabul edildiğinde, yurtiçi üretim fiyatı 1,002 birime, yurtiçi arz fiyatı 1,010 birime ve kompozit mal fiyatı 1,009 birime yükselmiştir. Faktör fiyatlarında ise %1 oranında düşüş gözlemlenmiş ve fiyatlar 0,99 birime gerilemiştir. Dış ticarete konu olan hizmet fiyatları ise değişmeyerek 1 birim seviyesinde sabit kalmıştır.

4.4.2.3. Sanayi Sektörü

Sanayi sektöründe ithalat hariç olmak üzere üretim faktörleri, yurtiçi üretim, yurtiçi arz ve ihracat miktarlarında azalma yaşanmıştır. Faktör piyasasında emek ve sermaye talebi ile kompozit faktör üretimi sırasıyla %0,70, %0,45 ve %0,54 oranında düşüş göstermiştir. Yurtiçi üretimdeki azalış, yurtiçi arz miktarını %0,36 oranında azaltmış olup, kompozit mal miktarında %0,21'lik bir azalışa neden olmuştur. Dış ticaret kalemleri açısından, ihracat miktarı %0,99 oranında azalırken ithalat miktarı %0,06 oranında sınırlı bir artış göstermiştir. Çevre vergisi kapsamında üretim üzerinden alınan vergilerin üç katına (%200) çıkarılması sanayi sektörünü olumsuz etkilemiş, kompozit mal miktarı 1.034,995 milyar TL'den 1.032,739 milyar TL'ye gerilemiştir. Bu durum, üretimde kullanılan emek ve sermaye faktörleri ile ara girdilerin azalmasına bağlanmaktadır. Modelde baz yıl temel fiyatı 1 birim olarak kabul edildiğinde, yurtiçi üretim fiyatı 1,004 birime, yurtiçi arz fiyatı 1,010 birime ve kompozit mal fiyatı 1,007 birime yükselmiştir. Faktör fiyatları %1 oranında düşüş göstererek 0,99 birime gerilerken, dış ticarete konu üretim fiyatları 1 birimde sabit kalmıştır.

4.4.3. Nihai Tüketim Birimleri ile Yatırım ve Tasarruflara İlişkin Simülasyon Sonuçları

4.4.3.1. Hane Halkı ve Gelir Dağılımı

Günümüz ekonomik sistemlerinde üretim faktörlerinin (emek ve sermaye) arzı büyük ölçüde hane halkı tarafından sağlanmaktadır. Simülasyon sonuçlarına göre, Turkekoloji-HGD modeli kapsamında uygulanan vergi artışı (şok) neticesinde hane halkının toplam geliri ve harcanabilir geliri %0,24 oranında azalmıştır. Bununla

birlikte, tüm sektörlerde hane halkının tüketim ve harcama miktarlarında düşüş gözlemlenmiştir. Bu durumun temel sebebi, mal ve hizmetlerin yurtiçi nihai satış fiyatlarının artan vergiler nedeniyle yükselmesidir.

4.4.3.2. Vergi Gelirleri ve Kamu Harcamaları

Turkekoloji-HGD modelinin temel amacı, çevre kirliliğini önlemek amacıyla üretim üzerinden alınan vergilerin (yeni bir çevre vergisi ihdası varsayımıyla) artırılmasının ekonomik denge üzerindeki etkilerini incelemek ve bu vergilerin çevresel etkinliğini değerlendirmektir. Tablo 5'deki verilere göre, üretim üzerinden alınan vergilerin üç kat artırılmasıyla toplam vergi gelirleri %6,28, üretim üzerinden alınan vergiler ise %369,4 oranında artış göstermiştir.

Model kapsamında, diğer sektörler için vergi oranı da üç kat artırılmış olup tarım sektörü için uygulanan sübvansiyonlar ise aynı oranda azaltılmıştır. Kamu kesiminin baz yıl itibarıyla tarım sektöründen doğrudan mal temin etmemesi nedeniyle bu sektöre ilişkin kamu tüketim verileri hesaplanamamıştır. Ancak, hizmet ve sanayi sektörlerinden yapılan kamu tüketimi sırasıyla %5,22 ve %5,52 oranlarında artış göstermiştir. Bu durum, devletin artan vergi gelirlerinin kamu tüketimine yönlendirilmesiyle açıklanabilecektir.

4.4.3.3. Yatırım ve Tasarruflar

Simülasyon sonuçlarına göre, karşı olgusal denge durumunda toplam tasarruf miktarı 444,28 milyar TL'den 452,13 milyar TL'ye yükselmiştir. Tasarruf bileşenleri içerisinde en büyük artış %6,27 oranıyla kamusal tasarruflarda gerçekleşmiş olup, kamu tasarrufları 62,62 milyar TL'den 66,55 milyar TL'ye çıkmıştır. Bu artış, büyük ölçüde artan vergi gelirlerinden kaynaklanmaktadır.

Dış tasarruflar (ithalat ile ihracat arasındaki fark) %6,06 oranında artış gösterirken, hane halkı tasarrufları %0,24 oranında azalmıştır. Genel olarak, verilen vergi şoku sonucunda toplam tasarruflar %1,76 oranında artmıştır.

Yatırım harcamalarına ilişkin olarak, Turkekoloji-HGD modeli kapsamında uygulanan vergi şoku sonrasında tarım, hizmet ve sanayi sektörlerinde yatırım artışları sırasıyla %0,51, %0,76 ve %1,04 olarak hesaplanmıştır. Sektörel bazda en yüksek yatırım artışı sanayi sektöründe gerçekleşmiş, bunu sırasıyla hizmet ve tarım sektörleri takip etmiştir.

4.4.4. Makroekonomik Dengeye İlişkin Simülasyon Sonuçları

Turkekoloji-HGD modeli kapsamında, üretim üzerinden alınan vergilerin artırılmasıyla uygulanan şok sonucunda, Türkiye'nin makroekonomik değişkenleri Tablo 5'te gösterildiği gibi farklı yönlerde etkilenmiştir. Model sonuçlarına göre, GSYİH, ithalat, vergi gelirleri, yatırımlar (toplam tasarruflar) ve kamu tüketimi artış gösterirken, ihracat ve hane halkı özel tüketimi azalmıştır.

2012 yılına ait Kurumsal Sektör Raporları, Girdi-Çıktı ve Arz-Kullanım Tablolarına göre Türkiye'nin GSYİH'sinin 1.569,67 milyar TL olduğu belirlenmiştir. Modele uygulanan şok neticesinde, reel GSYİH %0,94 artış göstererek 1.584,45 milyar TL'ye yükselmiştir (ceteris paribus).

Bu sonuç, tarım, hizmet ve sanayi sektörlerine ait üretim üzerinden alınan vergilerin 3 kat artırılması durumunda GSYİH büyümesine olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, çevre vergileri hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik büyüme açısından dikkate alınması gereken bir politika aracı olarak değerlendirilebilecektir.

Tablo 5'teki diğer makro iktisadi göstergeler incelendiğinde, üretim üzerinden alınan vergilerin artırılması şeklindeki şok neticesinde, genel itibarıyla Türkiye'nin dış ticareti olumsuz yönde etkilenmiştir. Üretim üzerinden

alınan vergiler kapsamında değerlendirilen çevre vergilerindeki artış, toplam ihracatı düşürmüş toplam ithalatı ise artırmıştır. Dolayısıyla dış ticaret açığı (ihracat-(eksi) ithalat) %6,07 oranında artmış ve -77,08 milyar TL'den -81,76 milyar TL'ye çıkmıştır.

Tablo 5. Turkekoloji-HGD modeline ait değişken ve parametreler

Makro İktisadi Büyüklükler	Baz Yıl Değerleri (Milyar TL)	Karşı Olgusal Denge (Simülasyon) (Milyar TL)	% Değişim
GSYİH	1.569,67	1.584,45	0,941654
İthalat	448,33	449,77	0,321757
İhracat	371,25	368,01	-0,87148
Net İhracat	-77,08	-81,76	6,068811
Katma Değer Vergisi	184,26	184,40	0,076621
Üretim Üzerinden Alınan Vergiler	4,89	22,94	369,4183
Yatırım	444,28	452,14	1,76817
Özel Tüketim (Hanehalkı)	979,07	976,65	-0,24719
Devlet Tüketimi	223,40	237,42	6,277125

Hipotetik olarak üretim üzerindeki vergilerin artışı yönlü bir şokun, devletin temel gelir kalemlerinden olan Katma Değer Vergisi üzerinde önemli bir etkisi bulunmazken, üretim üzerinden alınan vergileri %369,41 oranında artırarak 4,89 milyar TL'den 22,94 milyar TL'ye çıkmasını sağladığı tespit edilmiştir. Türkiye'nin yatırımlarını dolayısıyla toplam tasarruflarını %1,76 gibi sınırlı düzeyde artıran şokun kamu kesiminin gelirlerini artırması neticesinde devletin tüketimini artırdığı özel tüketimleri ise düşürdüğü tespit edilmiştir.

4.5. Turkekoloji-HGD Modeli Çerçevesinde Çevre Vergilerinin Etkinliği ve Uygulanabilirliği

Sanayi, ulaşım, tarım ve enerji sektörlerinde üretim artışına paralel olarak yükselen insan kaynaklı sera gazı emisyonları, küresel ölçekte çevresel kalitenin bozulmasına neden olmakta ve ülkeleri net sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda çeşitli mali, sosyal ve siyasi önlemler almaya yönlendirmektedir (UN, 2023). Paris Anlaşması kapsamında Türkiye, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %41 oranında azaltmayı (500 milyon ton CO2 emisyon azaltımı) ve 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşmayı taahhüt etmiştir. Ancak, Türkiye'de halihazırda sektörlerin kirleticili faaliyetlerine yönelik doğrudan uygulanan bir çevre vergisi bulunmamaktadır.

Kirleticiler tarafından atmosfere salınan CO2 ve diğer zararlı gazlar, ekolojik dengenin bozulmasına ve çevresel kirliliğin artmasına yol açmaktadır. Yeşil odaklı bir vergi reformu, insan faaliyetlerini çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine daha uygun hale getirebilir, çevre dostu üretim ve tüketim alışkanlıklarını teşvik edebilir. Türkiye'nin net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda, Turkekoloji-HGD modeli kullanılarak "çevre vergileri" adı altında yeni bir vergi ihdası neticesinde ekonomide ve CO2 emisyonlarında meydana gelecek değişim oranları analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6'da da görüldüğü üzere, yeni ve kapsamlı bir çevre vergisinin ihdas edilmesi durumunda, 2012 yılı baz alınarak yapılan karşı olgusal denge analizine göre toplam vergi miktarlarında artış sağlanırken, CO2 eşdeğeri emisyon miktarında kümülatif olarak 3,91 milyon tonluk bir azalma gerçekleşmiştir. Net sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda (2030 ve 2050 yılları için belirlenen taahhütler kapsamında), yoğun kirleticili özelliklere sahip belirli sanayi sektörleri veya faaliyetlerin özel nitelikli çevre vergilerine tabi olması gerektiği değerlendirilmektedir.

Böylece çevre vergileri, çevre kalitesinin artırılması, korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemli bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 6. Baz yıl vergileri, CO₂ emisyonları, HGD modeli uygulama sonuçları

Vergiler Bölümü	Sektörler	Baz Yıl 2012	Turkekoloji-HDG Modeli Karşı Olgusal Denge Sonucu
	Tarım	-3,06	-1,00972
	Sanayi	1,46	4,373512
	Hizmet	6,49	19,57508
	Üretim Üzerinden Alınan Vergiler	4,89	22,938872
Milyon Ton			
CO ₂ Emisyon Değerleri Bölümü	Sektörler	Baz Yıl 2012 (A)	Turkekoloji-HDG Modeli Sektörel Yüzde Değişimlerin Baz Yıl Değerlerine Uygulanması (B)
	Tarım	52,70	52,41
	Sanayi / Enerji	321,60	317,74
	ATIK(Ulaştırma-Hizmet)	73,90	74,12
	Toplam CO₂ Eşdeğeri*	448,20	444,28

Kaynak: TÜİK (2023)

Çevresel vergilerin etkinliği, yalnızca vergilendirme süreciyle sınırlı kalmayıp, elde edilen gelirlerin doğru alanlara yönlendirilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Yeşil kalkınma sürecine katkı sağlamak adına, çevre vergilerinden elde edilen gelirlerin, ayrıştırılmak suretiyle bağımsız denetime tabi özel bir fonda toplanarak (örneğin işsizlik fonu gibi) çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında kullanımı sağlanabilecektir. Bu fon, yeşil sanayi dönüşümünü desteklemek, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek, fosil kaynaklı yakıt kullanımını sınırlandırarak güneş, rüzgâr ve hidrojen gibi doğa dostu enerji kaynaklarına yönlendirmek, elektrikli araç kullanımını artırmak ve çevreci Ar-Ge faaliyetlerini desteklemek amacıyla kullanılabilir.

Bu doğrultuda, çevre vergilerinin etkili bir şekilde yönetilmesi için bağımsız bir denetim mekanizmasının oluşturulması önem arz etmektedir. Sayıştay ve bağımsız denetime tabi Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA) ile iş birliği içinde çalışabilecek “Yeşil Endüstriyel Dönüşüm Kalkınma Ajansı (YEDKA)” gibi bir kuruluşun bu süreci yönetmesi önerilmektedir (Akkuş, 2024, s. 195).

Özetle; Türkiye özelinde Turkekoloji-HGD modeli temel alınarak yapılan analizler, çevre vergilerinin ekolojik ve çevresel koruma sistemlerinin oluşturulması, kaynak tasarrufunun sağlanması, çevre dostu ekonomik kalkınmanın desteklenmesi ve yeşil dönüşümün hızlandırılması açısından kritik bir araç olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, sera gazı emisyonlarının azaltılması, çevresel kirliliğin minimize edilmesi, toplumsal tüketim kalıplarının çevre dostu hale getirilmesi, yaşam standartlarının iyileştirilmesi ve net sıfır emisyon hedefinin gerçekleştirilmesi sürecinde çevre vergileri ve fonlarının gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler için etkin bir politika aracı olduğu tespit edilmiştir.

5. Sonuç

Ülkeler, çevresel kirlilikle mücadele kapsamında çeşitli politika araçlarından yararlanmaktadır. Küresel ölçekte nüfus artışı, artan tüketim talebi ve üretim teşvikleri, çevresel bozulmayı, CO2 ve diğer zararlı gazların salınımını, ormansızlaşmayı ve ekolojik dengenin bozulmasını hızlandırmaktadır. Bu durum, ani iklim olaylarının ve çevresel felaketlerin sıklığını artırmakta ve sürdürülebilir kalkınma modellerinin önemini vurgulamaktadır. Mevcut doğrusal ekonomik sistem, kaynakların çevreden alınıp atıkların doğaya bırakıldığı bir yapı sunmaktadır. Oysa kaynak kullanımını optimize eden, atıkları yeniden değerlendiren ve yenilenebilir enerji temelli bir üretim modeline dayanan döngüsel ekonomi sistemine geçiş zorunlu hale gelmiştir.

Türkiye'de çevresel kirliliğin ve karbon emisyonlarının azaltılmasına yönelik özel bir çevre vergisi düzenlemesi halen bulunmamaktadır. 2021 yılında TBMM tarafından onaylanan Paris Anlaşması kapsamında, net sıfır emisyon hedefine yönelik yapısal reformlara dair somut mali politika adımları henüz atılamamıştır. Dünyada giderek daha fazla ülke tarafından uygulanan Çevresel Vergi Reformu (ÇVR), küresel iklim değişikliğinin etkilerini azaltmayı ve çevresel kirliliği önlemeyi hedefleyen bir sistem olarak öne çıkmaktadır. Kapsamlı ve etkin bir şekilde tasarılan çevre vergileri, kirlетici faaliyetleri doğrudan hedefleyerek çevresel zararları azaltmakta ve aynı zamanda çevre dostu büyüme ve kalkınma politikalarını teşvik ederken aynı zamanda önemli bir kamu geliri kaynağını da oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Türk Vergi Sistemine (TVS) yeni bir çevre vergisi ihdası durumunda, bu verginin çevresel kaliteyi artırma, kirliliği azaltma ve CO2 emisyonlarını düşürme açısından etkin olup olmadığı incelenmiştir. Bu kapsamda geliştirilen Turkekoloji-HGD modeli, Türkiye ekonomisini Tarım, Hizmet ve Sanayi sektörleri olmak üzere üç temel sektör altında toplamıştır. Emek ve sermaye girdileri temel üretim faktörleri olarak belirlenmiş ve analiz değişkeni olarak üretim üzerinden alınan vergiler seçilmiştir. Çalışmada kullanılan sektörel veriler, TÜİK tarafından yayımlanan 2012 yılı G-Ç Tablolarına dayanmaktadır. Bu veriler temel alınarak SHM oluşturulmuş ve modele entegre edilmiştir. Simülasyon kapsamında üretim üzerinden alınan vergilere hipotetik olarak üç kat artış yönlü bir şok uygulanmış ve bu doğrultuda karşı olgusal denge (counterfactual balance) durumu analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, hane halklarının harcanabilir geliri, tüketimi ve tasarrufu azalırken devletin vergi gelirlerinde artış yaşanmış, bu durum kamu gelirlerini artırarak kamu tasarruflarında ve harcamalarında artışa yol açmıştır. Ekonomideki toplam çıktı miktarı %0,06 oranında azalırken, hizmet sektörü üretiminde artış gözlemlenmiştir. Reel GSYİH ise %0,94 oranında büyüme kaydetmiştir. Bu büyümenin temel nedeni olarak devletin artan vergi gelirleriyle tüketim ve yatırım harcamalarını artırması olduğu, kamusal harcamalarında hizmet alımları kapsamında büyük ölçüde hizmet sektöründen karşılanması olduğu değerlendirilmiştir.

Model kapsamında yabancı tasarruflar da artış kaydetmiştir. Turkekoloji-HGD Model sonuçlarına göre, yeni bir çevre vergisinin ihdası halinde Türkiye'nin toplam CO2 eşdeğeri emisyon miktarında 3,91 milyon tonluk bir azalma gerçekleşeceği tespit edilmiş olup çevre vergilerinin kapsamlı, etkin ve denetlenebilir bir şekilde tasarlanması durumunda net sıfır emisyon hedeflerine ulaşılmasına katkı sunabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, Türkiye'nin CO2 emisyonlarına ilişkin sektörel veriler dikkate alındığında:

- Başta enerji sektörü olmak üzere, yoğun kirlетici işletmelerin ve bireylerin emisyon kapasitelerine göre sınıflandırılması gerekmektedir.
- İzin verilen emisyon seviyesini aşan üretim süreçleri, çevre vergileriyle düzenlenmelidir.
- Vergi gelirlerinden elde edilen fonlar, yenilenebilir enerjiye geçişi destekleyen teşvik mekanizmalarına yönlendirilmelidir.

Çalışmanın yöneldiği diğer bir husus çevre vergilerinin, büyüme ve kalkınmayı sağlarken çevresel bozulmaları engelleyebilecek ve çevresel kaliteyi artıracak etkinliğinin bulunup bulunmadığının araştırılmasıdır.

Literatürde yapılan bazı çalışmalar, çevre vergilerinin ekonomik büyümeyi desteklerken karbondioksit emisyonlarını azalttığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, bazı ülkeler ve Türkiye özelinde yapılan araştırmalarda, çevre vergilerinin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği sonucuna ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Allan vd. (2014), Yahoo ve Othman (2017), Reunion Adası üzerine yapılan araştırmalar ile Proost ve Regemorter (1992) ve Sabine vd. (2020) çalışmaları, bu çalışmada elde edilen bulgularla benzer sonuçlara ulaşmış ve çevre vergilerinin makroekonomik açıdan olumlu etkilere yol açtığını, büyümeyi desteklediğini ve CO2 emisyonlarını azalttığını ortaya koymuştur.

Ayrıca Babiker (2003), Bruvoll ve Larsen (2004) ile Lin ve Jia (2018), yüksek oranlı çevre vergilerinin çevresel koşulları iyileştireceğini, yeşil dönüşümü teşvik edeceğini ve CO2 emisyonlarını azaltacağını savunmuştur. Buna karşın, Dessus ve Bussolo (1998) Costa Rica, Dellink ve Ierland (2006) Hollanda, Páleník ve Miklošovič (2018) Slovakya, Ojha, Pohit ve Ghosh (2020) Hindistan, Zheng ve Rao (2014) ile Cao vd. (2021) Çin özelinde yürüttükleri çalışmalarda çevre vergilerinin GSYİH üzerinde olumsuz etkilere yol açacağını öne sürmüştür. Benzer şekilde, Türkiye üzerine yapılan çalışmalarda Telli vd. (2006) ve Mercan (2015), sektörler üzerindeki çevre vergilerinin ekonomik büyümeyi baskılayabileceğini belirtmiştir.

Turkekoloji-HGD modeli temelinde yapılan analizler, çevresel vergilerin çevre dostu ekonomik kalkınma, ekolojik dengeyi koruma ve çevresel kirliliği azaltma açısından güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, vergi gelirlerinin nasıl yönetileceği ve hangi alanlara yönlendirileceği kritik bir politika unsuru olarak öne çıkmaktadır.

Bu bağlamda, çevre vergilerinden elde edilen gelirlerin bağımsız bir fonda (örneğin, Yeşil Dönüşüm Fonu) toplanması ayrıca Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA) ile eşgüdüm halinde tüm iş ve işlemleri Sayıştay ile bağımsız denetime tabi olan “Yeşil Endüstriyel Dönüşüm Kalkınma Ajansı (YEDKA)” kurulması tarafımızca önerilmektedir. Tamamen bağımsız birimler tarafından bu fonun sevk ve idare edilmesiyle, yenilenebilir enerjiye geçiş, elektrikli araçların yaygınlaştırılması, yeşil teknoloji yatırımları ve sürdürülebilir sanayi uygulamalarının teşvik edilerek desteklenmesi gibi projeler daha hızlı bir şekilde nihayete erişebilecektir.

Sonuç olarak, Türkiye’nin net sıfır emisyon hedeflerine ulaşması ve çevresel kirliliği azaltabilmesi için kapsamlı, etkin ve adil bir çevre vergisi sistemine ihtiyacı olduğu açıktır. Turkekoloji-HGD modelinden elde edilen bulgular, çevre vergilerinin uygun bir şekilde ve uluslararası kabul gören ilkeler doğrultusunda tasarlanması durumunda ekonomik büyümeye zarar vermeden çevresel sürdürülebilirliği destekleyebileceğini göstermektedir.

Yazar Katkı Oranı Beyanı

Tüm süreç sorumlu yazar Muhammed Sami Akkuş tarafından yürütülmüştür.

Destek Beyanı

Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır.

Kaynaklar

- Akkuş, M. S. (2024). Ç Akkuş, M. S. (2024). Çevre kirliliğinin önlenmesinde çevre vergilerinin etkinliği: Hesaplanabilir genel denge modeli. Kocaeli Üniversitesi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=usXiZIM9Lp0wk-YzRoAT-4SEUm9oyaW3ddSBK_BrLKpmkMQyRKWuc1NZRR4vxNC-
- Allan, G., Lecca, P., McGregor, P. ve Swales, K. (2014). The economic and environmental impact of a carbon tax for Scotland: A computable general equilibrium analysis. *Ecological Economics*, 100, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.01.012>

- Antrim, L. N. (2019). The United Nations Conference on Environment and Development. In A. E. Goodman (Ed.), *The diplomatic record 1992–1993* (1st ed., pp. 189–210). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429310089-10>
- Aysu, A., İlgün, M. F. ve Çobanoğulları, G. (2020). Hizmet türleri itibarıyla kamu harcamalarının hava kalitesi üzerindeki etkisi: AB ülkelerine yönelik panel veri analizi. *Maliye Dergisi*, 178, 118–139.
- Babiker, M. H., Criqui, P., Ellerman, A. D., Reilly, J. M. ve Viguier, L. L. (2003). Assessing the impact of carbon tax differentiation in the European Union. *Environmental Modeling and Assessment*, 8(3). <https://doi.org/10.1023/A:1025543207122>
- Bosquet, B. (2000). Environmental tax reform: Does it work? A survey of the empirical evidence. *Ecological Economics*, 34(1). [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00173-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00173-7)
- Braat, L. C. ve van Lierop, W. F. J. (Ed.). (1987). *Economic-ecological modeling*. North-Holland; Elsevier Science Pub. Co. <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/2902/1/XB-87-001.pdf>
- Bruvoll, A. ve Larsen, B. M. (2004). Greenhouse gas emissions in Norway: Do carbon taxes work? *Energy Policy*, 32(4). [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00151-4](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00151-4)
- Cao, J., Dai, H., Li, S., Guo, C., Ho, M., Cai, W., He, J., Huang, H., Li, J., Liu, Y., Qian, H., Wang, C., Wu, L. ve Zhang, X. (2021). The general equilibrium impacts of carbon tax policy in China: A multi-model comparison. *Energy Economics*, 99, 105284. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105284>
- Cockburn, J., Corong, E. ve Cororaton, C. (2010). Integrated computable general equilibrium (CGE) microsimulation approach. 3(1), 60–71.
- Conrad, K. (1999). Computable general equilibrium models for environmental economics and policy analysis. In J. C. J. M. van den Bergh (Ed.), *Handbook of environmental and resource economics*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781843768586.00086>
- Dellink, R. ve van Ierland, E. C. (2004). Pollution abatement in the Netherlands: A dynamic applied general equilibrium assessment. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.546562>
- Dessus, S. ve Bussolo, M. (1998). Is there a trade-off between trade liberalization and pollution abatement? *Journal of Policy Modeling*, 20(1). [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(96\)00092-0](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(96)00092-0)
- Dixon, P. B. ve Jorgenson, D. W. (Ed.). (2013). *Handbook of computable general equilibrium modeling*. Elsevier.
- Elkins, P. ve Baker, T. (2002). Carbon taxes and carbon emissions trading. *Journal of Economic Surveys*, 15(3). <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00142>
- Freire-González, J. (2018). Environmental taxation and the double dividend hypothesis in CGE modelling literature: A critical review. *Journal of Policy Modeling*, 40(1). <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2017.11.002>
- Gök, M. ve Yalçın, A. Z. (2015). Avrupa Birliği ve Türkiye’de kamu çevre koruma harcamalarının analizi. *International Journal of Management Economics and Business*, 11(25). <https://doi.org/10.17130/ijmeh.2015.11.25.783>
- Guo, Z., Zhang, X., Zheng, Y. ve Rao, R. (2014). Exploring the impacts of a carbon tax on the Chinese economy using a CGE model with a detailed disaggregation of energy sectors. *Energy Economics*, 45, 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.08.016>
- Halicioğlu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.012>
- Hu, H., Dong, W. ve Zhou, Q. (2021a). A comparative study on the environmental and economic effects of a resource tax and carbon tax in China: Analysis based on the computable general equilibrium model. *Energy Policy*, 156, 112460. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112460>
- İnce, M. R. (2024). Türkiye’de olası enerji zenginliğinin ekonomiye etkileri: Hesaplanabilir genel denge modeli. Kocaeli Üniversitesi.

- https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=weFMBHaUra8rsS5wi2bmHOU5fJLfnHX954615FzqdGwAsjoubLiQ1_7MA5ZT5Xej
- İnce, M. R. ve Tari, R. (2023). Verimlilik ve kur şoklarının ihracat, ekonomik büyüme ve refah üzerindeki etkisi: Türkiye üzerine hesaplanabilir genel denge analizi. *NEÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 15–34. <https://doi.org/10.51124/jneusbf.2023.47>
- Kumbaroğlu, G. S. (2003). Environmental taxation and economic effects: A computable general equilibrium analysis for Turkey. *Journal of Policy Modeling*, 25(8). [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(03\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(03)00076-0)
- Lin, B. ve Jia, Z. (2018). The energy, environmental and economic impacts of carbon tax rate and taxation industry: A CGE based study in China. *Energy*, 159, 558–568. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.167>
- Meng, S., Siriwardana, M. ve McNeill, J. (2013). The environmental and economic impact of the carbon tax in Australia. *Environmental and Resource Economics*, 54(3). <https://doi.org/10.1007/s10640-012-9600-4>
- Mercan, M. (2015a). Türkiye’de enerji yoğun sektörler üzerine uygulanan karbon vergilerinin refah üzerindeki etkileri: Genel denge analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1(1). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/792786>
- Mercan, M. (2015b). Türkiye’de enerji yoğun sektörler üzerine uygulanan karbon vergilerinin refah üzerindeki etkileri: Genel denge analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 49–60.
- Ojha, V. P., Pohit, S. ve Ghosh, J. (2020). Recycling carbon tax for inclusive green growth: A CGE analysis of India. *Energy Policy*, 144, 111708. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111708>
- Páleník, V. ve Miklošovič, T. (2018). Concept of environmental taxes as EU’s own resource and CGE modelling of its effects on Slovakia. *Ekonomický Časopis*, 66. <https://www.sav.sk/journals/uploads/0308123703%2018%20Miklosovic-Palenik%20+%20RS.pdf>
- Proost, S. ve Van Regemorter, D. (1992). Economic effects of a carbon tax. *Energy Economics*, 14(2). [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(92\)90007-Z](https://doi.org/10.1016/0140-9883(92)90007-Z)
- Robinson, S. (1989). Chapter 18: Multisectoral models. In *Handbook of Development Economics* (Vol. 2, pp. 885–947). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1573-4471\(89\)02005-X](https://doi.org/10.1016/S1573-4471(89)02005-X)
- Sabine, G., Avotra, N., Olivia, R. ve Sandrine, S. (2020). A macroeconomic evaluation of a carbon tax in overseas territories: A CGE model for Reunion Island. *Energy Policy*, 147, 111738. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111738>
- Satır Reyhan, A. (2014). Çevre ekonomisinde çevre vergileri uygulamaları. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1). <https://doi.org/10.17218/husbed.91271>
- Saunders, C. T. ve Stone, R. (1964). A programme for growth. *The Economic Journal*, 74(295), 642. <https://doi.org/10.2307/2228301>
- Swartjes, F. A. (2011). Introduction to contaminated site management. In F. A. Swartjes (Ed.), *Dealing with contaminated sites* (pp. 3–89). Springer. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9757-6_1
- Telli, Ç., Voyvoda, E. ve 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(2). <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2007.03.001>
- TÜİK. (2023). Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (milyon ton CO2 eşdeğeri). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=0nIqDSmHkkMK48xu0I/joNnbZBj6nI13XIHEI1ZJ0YsAoov8a7S7LM63okaICete>
- TÜİK. (2024). TÜİK – Ulusal hesaplar. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Ulusal-Hesaplar-113>
- TÜİK Çevre. (2024). TÜİK – Veri portalı. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Cevre-ve-Enerji-103>
- United Nations. (1976). United Nations Conference on Human Settlements—Habitat I. <https://www.un.org/en/conferences/habitat/vancouver1976>

-
- United Nations. (2023). Net zero coalition. <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>
- Yahoo, M. ve Othman, J. (2017a). Carbon and energy taxation for CO2 mitigation: A CGE model of the Malaysia. *Environment, Development and Sustainability*, 19(1). <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9725-z>
- Yahoo, M. ve Othman, J. (2017b). Employing a CGE model in analysing the environmental and economy-wide impacts of CO2 emission abatement policies in Malaysia. *Science of The Total Environment*, 584–585, 234–243. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.164>

Ekler

Ek Tablo 1. Türkiye Ekonomisi TEG (Milyar TL) (2009 – 2022)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
GSYİH	1.006,37	1.167,66	1.404,93	1.581,48	1.823,43	2.054,90	2.350,94	2.626,56	3.133,70	3.758,77	4.317,79	5.046,88	7.248,79	15.011,78
GSMH	994,03	1.157,50	1.392,55	1.569,04	1.806,48	2.036,24	2.323,75	2.597,64	3.091,46	3.699,18	4.242,31	4.982,60	7.141,89	14.864,30
Tarım Katma Değer	81,23	104,70	114,84	121,69	121,73	134,74	161,47	161,33	189,23	217,83	276,42	336,74	401,54	972,30
Ticaret ve Hizmet Katma Değer	631,56	707,54	845,31	971,43	1.118,77	1.271,61	1.447,72	1.640,70	1.943,75	2.314,64	2.664,75	3.001,14	4.195,02	8.499,65
Sanayi Katma Değer	185,46	215,31	277,00	304,09	358,53	412,27	463,83	514,90	646,83	839,51	946,79	1.150,14	1.891,99	3.964,83
GSKD	898,26	1.027,56	1.237,15	1.397,22	1.599,04	1.818,62	2.073,02	2.316,93	2.779,81	3.369,60	3.887,92	4.486,66	6.481,19	13.436,79
Ürün Vergi	112,94	144,97	173,90	190,28	230,61	242,29	284,48	316,58	363,20	397,52	439,63	573,75	783,88	1.606,62
Ürün Sübvansiyon	4,83	4,87	6,12	6,02	6,23	6,01	6,56	6,95	9,30	8,35	9,77	13,52	16,29	31,63
Ürün Net Vergi	108,11	140,10	167,78	184,26	224,39	236,28	277,92	309,63	353,89	389,17	429,86	560,23	767,60	1.574,99
Üretim Vergi	5,99	8,29	9,18	10,57	12,30	14,16	15,88	16,93	20,36	22,69	26,72	30,69	38,35	53,90
Üretim Sübvansiyon	4,98	4,42	5,19	5,68	7,09	17,03	20,86	32,82	45,92	56,50	64,18	101,26	145,57	152,36
Üretim Net Vergi	1,01	3,87	3,99	4,89	5,21	-2,87	-4,99	-15,89	-25,56	-33,81	-37,47	-70,57	-107,21	-98,46
Gelir Vergisi	64,26	71,85	85,70	96,88	104,09	123,12	134,85	155,90	184,37	243,68	274,00	310,22	494,15	1.001,20
Ücret	269,00	314,23	371,49	438,58	506,36	590,56	683,73	840,21	947,01	1.129,02	1.354,32	1.483,90	1.947,93	3.535,88
Sermaye	628,25	709,46	861,67	953,76	1.087,47	1.230,94	1.394,28	1.492,62	1.858,35	2.274,38	2.571,07	3.073,33	4.640,47	9.999,37
Hanehalkı Nihai Tüketim Harcamaları	619,65	731,88	881,07	979,09	1.117,82	1.240,50	1.411,07	1.560,40	1.836,63	2.111,94	2.456,12	2.863,97	4.008,03	8.603,03
Devlet Nihai Tüketim Harcamaları	157,58	173,68	191,08	223,40	255,62	288,10	324,55	386,98	450,63	551,96	668,57	765,98	946,64	1.749,35
Yatırım Harcamaları	229,62	312,38	435,57	443,97	540,09	595,25	662,95	735,95	961,87	1.104,22	1.081,57	1.609,26	2.310,70	5.260,12
Hanehalkı Tasarruf	235,56	232,11	277,53	310,46	358,39	432,57	494,91	590,99	752,94	979,80	1.144,33	1.400,02	1.967,60	4.096,36
Kamu Tasarrufu	-15,06	22,14	45,88	58,83	77,40	79,22	97,73	64,88	61,64	59,60	-21,65	-45,36	229,43	411,74
Yurtiçi Tasarruf (Toplam)	220,50	254,24	323,41	369,29	435,79	511,79	592,64	655,87	814,58	1.039,40	1.122,67	1.354,66	2.197,03	4.508,09
Yabancı Tasarruf	-9,11	-58,14	-112,17	-74,68	-104,30	-83,46	-70,31	-80,08	-147,29	-64,81	41,10	-254,60	-113,67	-752,03
İhracat	235,19	247,48	323,04	385,26	433,85	517,95	576,72	606,30	816,00	1.170,97	1.407,48	1.446,68	2.559,04	5.792,17
İthalat	235,66	297,76	425,84	450,25	523,95	586,89	624,35	663,07	931,42	1.180,31	1.295,96	1.639,01	2.575,63	6.392,90
Net İhracat	-0,47	-50,28	-102,80	-64,98	-90,10	-68,95	-47,63	-56,76	-115,42	-9,34	111,52	-192,33	-16,59	-600,73

Kaynak: 2009 – 2022 yılları arasındaki TÜİK Kurumsal Sektör Hesapları raporlarından ve Üretim Yöntemiyle GSYH tablosundan derlenmiştir.

Ek Tablo 2. HGD Modeli SHM (Milyar TL.-Temel Yıl:2012)

	Tarım	Hizmet	Sanayi	Emek	Sermaye	Gelir Vergisi	Katma Değer Vergisi	Üretim Vergisi	Hanehalkı	Devlet	Yatırım	İhracat	Toplam
Tarım	34,80	7,33	48,87	-	-	-	-	-	76,42	0,00	14,87	14,58	196,88
Hizmet	12,04	428,93	152,97	-	-	-	-	-	592,37	214,43	287,53	85,21	1.773,49
Sanayi	17,22	226,11	330,54	-	-	-	-	-	310,27	8,97	141,88	271,45	1.306,45
Emek	4,49	337,67	96,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	438,58
Sermaye	120,26	632,11	189,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	941,95
Gelir Vergisi	-	-	-	-	-	-	-	-	96,88	-	-	-	96,88
Katma Değer Vergisi	-0,52	45,19	139,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184,26
Üretim Vergisi	-3,06	6,49	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,89
Üzerinden Alınan Vergiler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hanehalkı	-	-	-	438,58	941,95	-	-	-	-	-	-	-	1.380,53
Devlet	-	-	-	-	-	96,88	184,26	4,89	-	-	-	-	286,02
Tasarruf	-	-	-	-	-	-	-	-	304,58	62,62	-	77,08	444,28
İthalat	11,64	89,66	347,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	448,32
Toplam	196,88	1.773,49	1.306,45	438,58	941,95	96,88	184,26	4,89	1.380,53	286,02	444,28	448,32	-

Kaynak: İnce & Tari, 2023'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Ek Tablo 3. TURKEKOLOJİ-HGD Modeli Eşanlı Denklem Sistemi

- Yurtiçi Üretimin Modellenmesi

$$\triangleright KomFaktör_i = Ver_i [\delta_i EMEK_i^{\alpha_i} + \beta_i SERMAYE_i^{\alpha_i}]^{\frac{1}{\alpha_i}}$$

$$\triangleright EMEK_i = \frac{Fiyat_i^{KomFaktör} KomFaktör_i}{Fiyat^{EMEK} + Fiyat^{SERMAYE} \left[\frac{\delta_i Fiyat^{SERMAYE}}{\beta_i Fiyat^{EMEK}} \right]^{\alpha_i - 1}}$$

$$\triangleright SERMAYE_i = \frac{Fiyat_i^{KomFaktör} KomFaktör_i}{Fiyat^{SERMAYE} + Fiyat^{EMEK} \left[\frac{\beta_i Fiyat^{EMEK}}{\delta_i Fiyat^{SERMAYE}} \right]^{\alpha_i - 1}}$$

$$\triangleright AraGirdi_{ji} = a_{ji} YurtiçiÜretim_i$$

$$\triangleright KomFaktor_i = x_i YurtiçiÜretim_i$$

$$\triangleright Fiyat_i^{YurtiçiÜretim} = Fiyat_i^{KomFaktör} x_i + \sum_i a_{ij} Fiyat_i^{KompozitMal}$$

- Yurtiçi Üretimin Yurtiçi Arz ve İhracat Şeklinde Dönüştürülmesi

$$\triangleright YurtiçiÜretim_i = \theta_i [e_i İHRACAT_i^{\rho_i} + dt_i YURTİÇİARZ_i^{\rho_i}]^{\frac{1}{\rho_i}}$$

$$\triangleright İHRACAT_i = \left[\frac{\theta_i^{\rho_i} e_i (1 + \tau_i^e + \tau_i^{pa}) Fiyat_i^{YurtiçiÜretim}}{Fiyat_i^{İHRACAT}} \right]^{\frac{1}{1 - \rho_i}} YurtiçiÜretim_i$$

$$\triangleright YURTIÇİARZ_i = \left[\frac{\theta_i^{\rho_i} d t_i (1 + t_i^x + t_i^{pa}) Fiyat_i^{YurtiçiÜretim}}{Fiyat_i^{YURTIÇİARZ}} \right]^{\frac{1}{1-\rho_i}} YurtiçiÜretim_i$$

- **İthalat ve Yurtiçi Arzın Birleştirilerek Kompozit Malın Üretilmesi**

$$\triangleright KompozitMal_i = \lambda_i [m_i İTHALAT_i^{\eta_i} + d a_i YURTIÇİARZ_i^{\eta_i}]^{\frac{1}{\eta_i}}$$

$$\triangleright İTHALAT_i = \left[\frac{\lambda_i^{\eta_i} m_i Fiyat_i^{KompozitMal}}{Fiyat_i^{İthalat}} \right]^{\frac{1}{1-\eta_i}} KompozitMal_i$$

$$\triangleright YURTIÇİARZ_i = \left[\frac{\lambda_i^{\eta_i} d a_i Fiyat_i^{KompozitMal}}{Fiyat_i^{YURTIÇİARZ}} \right]^{\frac{1}{1-\eta_i}} KompozitMal_i$$

- **Hanehalkı Gelir ve Tüketimi (Harcama)**

$$\triangleright HH_Tüketim_i = \frac{c_i}{Fiyat_i^{KompozitMal}} HH_HarGelir$$

$$\triangleright HH_HarGelir = HH_TopGelir - HH_Tasarruf - DogVergi$$

$$\triangleright HH_TopGelir = Fiyat^{EMEK} \overline{TOPLAMEMEK} + Fiyat^{SERMAYE} \overline{TOPLAMSERMAYE}$$

- **Devlet Gelir ve Tüketimi (Harcama)**

$$\triangleright DevletTüketim_i = \frac{g_i}{Fiyat_i^{KompozitMal}} [TopVergi - DevletTasarruf]$$

$$\triangleright TopVergi = DogVergi + TopÜrtVergi + TopKDV$$

$$\triangleright DogVergi = t^d HH_TopGelir$$

$$\triangleright TopÜrtVergi = \sum_i ÜrtVergi_i$$

$$\triangleright ÜrtVergi_i = t_i^z Fiyat_i^{YurtiçiÜretim} YurtiçiÜretim_i$$

$$\triangleright TopKDV = \sum_i KDV_i$$

$$\triangleright KDV_i = t_i^{va} Fiyat_i^{YurtiçiÜretim} YurtiçiÜretim_i$$

• Yatırım – Tasarruf

$$\triangleright YatırımHarcaması_i = \frac{inv_i}{Fiyat_i^{KompozitMal}} TopTasarruf$$

$$\triangleright TopTasarruf = HH_Tasarruf + DevletTasarruf + \overline{DövizKuruYabancıTasarruf}$$

$$\triangleright HH_Tasarruf = s^p HH_TopGelir$$

$$\triangleright DevletTasarruf = s^g TopVergi$$

- **İhracat-İthalat Fiyatları – Ödemeler Bilançosu**

$$\triangleright Fiyat_i^{İHRACAT} = \overline{DövizKuruDunyaİhracatFiyatı_i}$$

$$\triangleright Fiyat_i^{İthalat} = \overline{DövizKuruDunyaİthalatFiyatı_i}$$

$$\sum_i \overline{DunyaİhracatFiyatı_i} İHRACAT_i +$$

$$\triangleright YabancıTasarruf = \sum_i \overline{DunyaİthalatFiyatı_i} İTHALAT_i$$

- **Piyasa Temizlenme Koşulları**

$$\triangleright KompozitMal_i = HH_Tüketim_i + Devlet_Tüketim_i + YatırımHarcaması_i + \sum_j AraGirdi_{ij}$$

$$\triangleright \overline{TOPLAMEMEK} = \sum_i EMEK_i$$

$$\triangleright \overline{TOPLAMSERMAYE} = \sum_i SERMAYE_i$$

Ek Tablo 4. Toplu Simülasyon Sonuçları

Değişken	Baz Yıl	Karşı Olumsuz Denge	% Değişim	Değişken	Baz Yıl	Karşı Olumsuz Denge	% Değişim
KomFaktör1	124,7551	123,2488	-1,20741	DevletTüketim1	0	0	-
EMEKI	4,492784	4,428022	-1,44147	DevletTüketim2	214,4305	225,645	5,229938
SERMAYE1	120,2624	118,8208	-1,19865	DevletTüketim3	8,971238	9,466902	5,525044
AraGirdi1	34,80343	34,38321	-1,20741	TopVergi	286,0215	303,9755	6,277125
AraGirdi2	12,04073	11,89535	-1,20741	DogVergi	96,87554	96,63607	-0,24719
AraGirdi3	17,22452	17,01655	-1,20741	TopÜrtVergi	4,886659	22,93888	369,4183
YurtiçiÜretim1	188,8238	186,544	-1,20741	TopKDV	184,2593	184,4005	0,076621
İHRACAT1	14,57866	14,20653	-2,55254	ÜrtVergi1	-3,06225	-1,00972	-67,027
YURTİÇİARZ1	170,6599	168,7941	-1,09326	ÜrtVergi2	6,489934	19,57508	201,6222
KompozitMall	182,3025	180,5877	-0,94064	ÜrtVergi3	1,458975	4,373512	199,7661
İTHALAT1	11,64261	11,79529	1,311392	KDV1	-0,52305	-0,51739	-1,08089
KomFaktör2	969,7768	972,8265	0,314479	KDV2	45,18882	45,43316	0,540722
EMEK2	337,6709	338,4125	0,219636	KDV3	139,5936	139,4848	-0,07795
SERMAYE2	632,1059	634,4146	0,365237	YatırımHarcaması1	14,87006	14,9462	0,51206
AraGirdi12	7,330929	7,353983	0,314479	YatırımHarcaması2	287,5322	289,733	0,76541
AraGirdi22	428,9341	430,283	0,314479	YatırımHarcaması3	141,8801	143,367	1,047996
AraGirdi32	226,1139	226,825	0,314479	Top Tasarruf	444,2823	452,138	1,76817
YurtiçiÜretim2	1632,156	1637,289	0,314479	HH Tasarruf	304,5825	303,8296	-0,24719
İHRACAT2	85,21155	85,05609	-0,18244	DevletTasarruf	62,61984	66,55057	6,277125
YURTİÇİARZ2	1598,623	1604,072	0,340828	YabancıTasarruf	77,07998	81,75781	6,068811
KompozitMal2	1688,28	1694,786	0,385372	FiyatKomfaktör1	1	0,996507	-0,34925
İTHALAT2	89,65724	90,71857	1,183762	FiyatKomfaktör2	1	0,997638	-0,2562
Komfaktör3	285,9942	284,4499	-0,53999	FiyatKomfaktör3	1	0,997597	-0,24025
EMEK3	96,41408	95,7372	-0,70206	FiyatYurtiçiÜretim1	1	1,001281	0,128064
SERMAYE3	189,5801	188,7129	-0,45741	FiyatYurtiçiÜretim2	1	1,002255	0,225533
AraGirdi3	48,87376	48,60985	-0,53999	FiyatYurtiçiÜretim3	1	1,004645	0,464541
AraGirdi23	152,968	152,142	-0,53999	FiyatİHRACAT1	1	1	0
AraGirdi33	330,5361	328,7513	-0,53999	FiyatİHRACAT2	1	1	0
YurtiçiÜretim3	818,3721	813,953	-0,53999	FiyatİHRACAT3	1	1	0
İHRACAT3	271,4548	268,747	-0,99749	FiyatYURTİÇİARZ1	1	1,01336	1,335998
YURTİÇİARZ3	687,9698	685,4902	-0,36043	FiyatYURTİÇİARZ2	1	1,010512	1,051188
KompozitMal3	1034,995	1032,739	-0,21801	FiyatYURTİÇİARZ3	1	1,01073	1,072974
İTHALAT3	347,0251	347,2536	0,065848	FiyatKompozitMall	1	1,012497	1,249711
HH_Tüketim1	76,42431	75,29443	-1,47842	FiyatKompozitMal2	1	1,009951	0,995143
HH_Tüketim2	592,3747	585,088	-1,23009	FiyatKompozitMal3	1	1,007127	0,712705
HH_Tüketim3	310,269	307,3118	-0,9531	FiyatİTHALAT1	1	1	0
HH_TopGelir	1380,526	1377,114	-0,24719	FiyatİTHALAT2	1	1	0
HH_HarGelir	979,068	976,6479	-0,24719	FiyatİTHALAT3	1	1	0
				FiyatSERMAYE	1	0,996377	-0,36228