

Yeşil Çevre Politikaları ve Yeşil Vergilerin Karbon Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Panel Eşik Regresyon Analizi

Mustafa KURT (<https://orcid.org/0000-0002-3130-6227>), Amasya University, Türkiye;
mustafa.kurt@amasya.edu.tr

Impact of Green Environmental Policies and Green Taxes on Carbon Emissions: Panel Threshold Regression Analysis

Abstract

This study analyses the possible non-linear effects of green (environmental) policy stringency and green fiscal (market-based) policy stringency on carbon emissions, and suggestions are given to reduce carbon emissions. In panel threshold regression findings, while no threshold effect for green (environmental) policy stringency is observed in the relationship between GDPs per capita and carbon emissions, when urban population, service sector and environmental technologies patents are used as regime-dependent variables, a threshold effect is observed for green (environmental) policy stringency. In this context, in the high green (environmental) policy stringency regime, the increase in urban population and environmental technologies patents reduce carbon emissions, while the rise in the share of the service sector increases carbon emissions. However, when green fiscal (market-based) policies that use taxes to combat environmental pollution are used as the threshold, no threshold effect is observed for the variables urban population, environmental technologies patents, service sector and GDP per capita.

Keywords : Green Environmental Policies, Green Taxes, Carbon Emission.

JEL Classification Codes : H2, Q52, Q53.

Öz

Bu çalışmada, yeşil (çevre) politika sıklığı ve yeşil mali (piyasa tabanlı) politika sıklığının karbon emisyonu üzerinde doğrusal olmayan olası etkileri analiz edilerek karbon emisyonunun azaltılmasıyla ilgili öneriler verilmektedir. Panel eşik regresyon bulgularında, kişi başına düşen GSYH ile karbon emisyonu arasındaki ilişkide yeşil (çevre) politika sıklığı için eşik etkisi gözlemlenmemekteyken; kentsel nüfus, hizmet sektörü ve çevre teknolojileri patentleri rejime bağlı değişken olarak kullanıldığında yeşil (çevre) politika sıklığı için eşik etkisi gözlemlenmektedir. Bu kapsamda, yüksek yeşil (çevre) politika sıklığı rejiminde; kentsel nüfustaki artış ile çevre teknolojileri patentlerindeki artış karbon emisyonunu azaltmaktadır, hizmet sektörünün payındaki artış ise karbon emisyonunu artırmaktadır. Bununla birlikte, çevre kirliliği ile mücadele için vergileri kullanan yeşil mali (piyasa tabanlı) politikaların eşik olarak kullanıldığı durumda, kentsel nüfus, çevre teknolojileri patentleri, hizmet sektörü ve kişi başına düşen GSYH değişkenleri için eşik etkisi gözlemlenmemektedir.

Anahtar Sözcükler : Yeşil Çevre Politikaları, Yeşil Vergiler, Karbon Emisyonu.

1. Giriş

Günümüz dünyasında çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği, en önemli küresel konulardan biri haline gelmiştir. İnsan faaliyetleri, özellikle sera gazı emisyonları, doğal kaynakların aşırı kullanımı ve çevresel tahribat, gezegenimizin çevre dengesi ve gelecekteki refahı üzerinde büyük bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliği, endüstriyel faaliyetlerin ve fosil yakıtların kullanımının bir sonucu olarak atmosferdeki karbon dioksit ve diğer sera gazlarının artmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, karbon emisyonlarını azaltma çabaları, iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek ve geleceğe yaşanabilir bir dünya bırakmak için önemlidir. Karbon emisyonlarının azaltılması, günümüzde küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi büyük çevresel sorunlarla başa çıkmak için hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, yeşil çevre politikaları ve yeşil mali politikalar, karbon emisyonlarını azaltma çabalarının öncelikli bir parçasıdır ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için tasarlandığı söylenebilir.

Yeşil çevre politikaları, genellikle doğal kaynakların korunması, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi hedefleri içeren geniş kapsamlı bir yaklaşımı temsil etmektedir. Bu politikalar, endüstriyel tesislerin ve işletmelerin çevresel etkilerini azaltmalarını teşvik ederken, aynı zamanda toplumun genelinde çevre bilincini artırmayı ve sürdürülebilir tüketim ve üretim alışkanlıklarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Yeşil mali politikalar ise, çevresel zararların maliyetini içselleştirmeyi ve çevresel olarak zararlı faaliyetlerden elde edilen geliri kullanmayı hedeflemektedir. Karbon vergisi gibi doğrudan vergilendirme yöntemleri, karbon emisyonlarını azaltmayı teşvik ederek endüstriyel faaliyetlerin çevresel etkilerini finansal olarak yansıtmaktadır. Ayrıca, enerji tüketimini azaltan ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden vergi teşvikleri gibi dolaylı vergilendirme stratejileri de yeşil mali politikaların bir parçası olarak kabul edilebilir.

Çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele konuları, dünya genelinde çeşitli yeşil politikaların karbon emisyonları üzerindeki etkilerini inceleyen önemli çalışmalara konu olmuştur. Bu çalışmalar, yeşil politikaların çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkilerini vurgularken, farklı bölgelerde ve değişik uygulama yöntemleriyle elde edilen sonuçların çeşitliliğini ortaya koymaktadır. Çevre kirliliği ve çevre kalitesiyle ilgili olarak yapılan teorik ve ampirik araştırmalar, literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Bu araştırmalarda, çevre kirliliğiyle ilişkilendirilen birçok faktör incelenmiştir. Farklı araştırmalarda, bazı değişkenlerin karbon emisyonunu azaltıcı, bazılarının artırıcı etkileri olduğu ve bazılarının ise anlamsız ilişki gösterdiği gözlemlenmiştir (Du et al., 2019; Quynh, 2022); Shahbaz et al., 2018; Hsu et al., 2021; Chien et al., 2021; Tao et al., 2021; Dagar et al., 2022; Lin & Li, 2011). Görüldüğü üzere, önceki çalışmalarda, yeşil mali politikaların ve yeşil politikaların rejim değişikliğine yol açabilecek potansiyel rolü genellikle ihmal edilmiştir. Bu çalışma, sadece yeşil mali politikaların ve yeşil politikaların karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemekle kalmayacak, aynı zamanda önceki araştırmalardan farklı bir yaklaşım benimseyerek yeşil mali politikaların ve

yeşil politikaların rejim değişikliği potansiyelini de değerlendirecek ve bu bağlamda her iki değişken için ayrı ayrı belirli bir eşik değer belirleyecektir.

Bununla birlikte, yeşil politikaların uygulanmasının, karbon emisyonlarını azaltma, temiz enerjiyi teşvik etme, enerji verimliliğini artırma ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimini teşvik etme konularında nasıl etkili olduğunu ve yeşil mali politikaların bu hedeflere ulaşmadaki rolünü vurgulamaktadır. Bununla birlikte, bu çalışma, yeşil politikaların ve yeşil mali politikaların çevresel sürdürülebilirlikle ekonomik büyüme arasındaki dengeyi nasıl sağladığını ve küresel düzeyde iklim değişikliği ile mücadelede ne tür etkiler yaratabileceğini değerlendirmektedir. Bu çalışmanın temel amaçlarından biri, yeşil politikalar ve yeşil mali politikaların yalnızca çevresel korumayı değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma ve toplumsal refahı teşvik etme potansiyelini anlamaktır. Bu kapsamda, yeşil mali politikaların karbon emisyonu üzerindeki etkisi, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma yolunda kritik bir rol oynayabilir. Bu çalışma, bu konudaki tartışmayı zenginleştirmek ve yeşil (mali) politikaların çevre ile ekonomi arasındaki dengenin nasıl sağlanabileceğini anlamak için bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, bu çalışma, sadece yeşil politikalara değil, aynı zamanda yeşil mali politikalara odaklanarak öne çıkmaktadır. Önemli bir katkı da, Hansen'in (1999) panel eşik regresyon yönteminin kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Söz konusu yöntem, doğrusal olmayan ilişkilerin incelenmesine ve iki değişken arasındaki ilişkiyi etkileyebilecek üçüncü değişkenlerin gözlemlenmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, çalışma, karbon emisyonu üzerindeki etkilerini belirlemek için kentsel nüfus, hizmet sektörü, çevre teknolojileri patentleri ve kişi başına düşen GSYH gibi faktörleri ele alarak yeşil politikalar ve yeşil mali politikalar için ayrı ayrı eşik değer belirlememize olanak sağlamaktadır.

Yeşil politikalar ve yeşil mali politikaların; kentsel nüfus, hizmet sektörü, kişi başına düşen GSYH ve çevre teknolojileri patentleri üzerinde beklenmedik etkilere neden olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, söz konusu değişkenlerin etkilerini belirlemek, yeşil politikalar ve yeşil mali politikaların rolünü anlamak açısından son derece önemlidir. Bu çerçevede, yeşil politikalar ve yeşil mali politikalar için ayrı ayrı eşik değer belirlenecektir. Etkilerin belirsiz olduğu bir ortamda, her iki durumda da hem yeşil politikalar hem de yeşil mali politikaların seviyesine bağlı olarak ilgili değişkenlerin (kentsel nüfus, hizmet sektörü, kişi başına düşen GSYH ve çevre teknolojileri patentlerinin) karbon emisyonu üzerindeki etkisinin farklılaşması beklenmektedir.

Bu çalışma, 2005-2019 dönemine ait 16 Avrupa ülkesinin (Almanya, Avusturya, Belçika, Çekya, İspanya, İsviçre, İtalya, Fransa, Lüksemburg, Macaristan, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Yunanistan, Türkiye) verilerinden yararlanmaktadır. Seçilen ülkeler, Avrupa'da farklı ekonomik yapıları ve endüstriyel sektörleri temsil etmektedir. Örneğin, Almanya ve Fransa gibi büyük ekonomilere sahip ülkeler endüstriyel faaliyetlerde öne çıkarken, Türkiye ve Polonya gibi ülkeler tarım ve hizmet sektörlerinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, bu ülkeler, Avrupa kıtasının farklı bölgelerini temsil etmektedir. Batı Avrupa'dan Doğu Avrupa'ya, Akdeniz'den Orta Avrupa'ya kadar çeşitli coğrafi bölgeleri kapsamaktadır. Bu nedenle, bu ülkelerin seçilmesi, Avrupa'da geniş bir coğrafi kapsam ve

çeşitli ekonomik, sosyal ve çevresel koşulların temsil edilmesini sağlamaktadır. Bu çeşitlilik, karbon emisyonları üzerinde farklı etkilerin incelenmesine olanak tanıdığı için söz konusu ülkeler analiz için tercih edilmiştir. Çalışma, dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, karbon emisyonları ve bu emisyonların belirleyicileriyle ilgili mevcut literatürü özetlemektedir. İkinci bölüm, veri ve metodolojiyi sunarken, sonraki iki bölüm ise elde edilen ampirik sonuçları değerlendirip, politika önerileri sunmaktadır.

2. Literatür

Çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişimi ile mücadele konularındaki önemli çalışmalar, farklı coğrafyalardaki yeşil politikaların karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu çalışmalar, yeşil politikaların çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğunu vurgularken, farklı bölgelerde ve farklı yöntemlerle elde edilen farklı sonuçları içermektedir. Bu bağlamda, çevre kirliliği ve çevre kalitesi konularında, hem teorik hem de ampirik araştırmalar yapılmıştır. Literatürde, söz konusu çalışmalarda çevre kirliliği ile ilişkili olan çok sayıda faktör incelenmiştir. Bu faktörlerden biri ekonomik kalkınmadır. Çevre kirliliğiyle iktisadi kalkınma ilişkisini inceleyen çalışmaların çoğu, “Çevresel Kuznets Eğrisi” olarak bilinen bir teoriye dayanmaktadır. Teoriye göre, ekonomik kalkınmanın başlangıç aşamalarında çevre kirliliği artmaktadır. Bu dönemde insanlar temel ihtiyaçlara odaklanırken, çevresel faktörlere daha az önem verirler ve çevre koruma önlemleri genellikle yetersizdir. Ancak gelir seviyeleri arttıkça, insanlar çevreye daha fazla değer vermeye başlar ve çevre koruma önlemleri güçlenir (Dasgupta et al., 2002: 147).

Çevresel Kuznets Eğrisi bağlamında, çevreye yönelik zararın belirleyicilerini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri, Aslanidis ve Iranzo (2009) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, 1971-1997 dönemi için OECD üyesi olmayan ülkelerdeki ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi panel yumuşak geçiş regresyon yöntemiyle test etmiş ve bu iki değişken arasında doğrusal olmayan etkilerin mevcut olduğunu doğrulamıştır. Aynı şekilde, Chen ve Huang (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma, otuz altı ülke grubunda ekonomik büyüme ile CO2 emisyonları arasında doğrusal olmayan ilişkinin varlığını tespit etmiştir. Deacon ve Norman (2004), yaptıkları çalışmada, düşük gelirli ülkelerde başlangıçta çevre kirliliği artmakta ancak gelir düzeyindeki artışla birlikte çevre kirliliği azalmakta olduğunu savunmaktadır. Ansari (2022) tarafından yapılan araştırmada, Güneydoğu Asya Birliği ülkelerinin 1991-2016 dönemine ait verileri kullanılarak panel veri analizi yapılmış ve Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) teorisinin geçerliliği test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) teorisinin bu bölgede geçerli olduğunu göstermiştir. Alam (2014) ise, Nijerya'nın 1972-2010 dönemi için kişi başına gelir ve karbon emisyonu ilişkisini araştırdığı çalışmada, Çevresel Kuznets Eğrisi'nin geçersiz olduğunu tespit etmiştir. Öte yandan, Du vd. (2019), 1996-2012 dönemi için 71 ülkeyi kapsayan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, yeşil inovasyonun CO2 emisyonları üzerindeki etkisinde gelir düzeyinin rolü incelenmiş ve ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Bulgulara göre, yeşil inovasyonun etkisi eşik değere bağlıdır. Gelir düzeyi eşik değerinin altında bulunan ülkelerde yeşil inovasyonun CO2

emisyonları üzerinde anlamlı bir etkisi gözlenmezken, gelir düzeyi eşik değerin üstünde bulunan ülkelerde yeşil inovasyonun CO2 emisyonlarını anlamlı bir şekilde azalttığı görülmüştür. Ek olarak, rejim değişikliği çok yüksek bir gelir düzeyinde gerçekleşmektedir. Khan vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışma, 2000-2014 dönemi için 69 ülkeyi inceleyerek doğrudan yabancı yatırım, iktisadi büyüme ve teknolojik inovasyonun yenilenebilir enerjiye negatif etkiye bulunduğu sonucuna ulaşmıştır. Diğer yandan, Hassan vd. (2022), Çin'in 1985-2018 dönemi için yaptıkları çalışmada, nükleer enerji ve teknolojik inovasyonun çevre kirliliğini azalttığını, kamu taşımacılık hizmetleri ve kişi başına düşen gelirin ise çevresel maliyetleri artırdığını gözlemlemiştir.

Literatürde, farklı değişkenler ile karbon emisyonları veya ekolojik ayak izi ilişkisini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Quynh (2022), 1990-2019 dönemini N-11 ülkeleri için incelediği çalışmada, karbon emisyonunu; Ar-Ge harcamaları ve enerji tüketiminin negatif, doğrudan yabancı yatırımların pozitif etkilediğini tespit etmiştir. Zhang ve Cheng (2009), Çin'in 1960-2007 dönemini incelediği çalışmada enerji tüketimi, iktisadi büyüme ve gayrisafi yurt içi hâsıla değişkenleri ile karbon emisyonu arasında tek yönlü nedenselliğin olduğunu savunmaktadır. Shahbaz vd. (2018), 1992-2016 dönemini N-11 ve BRICS ülkeleri için ele aldığı çalışmada, N-11 ülkelerinde yabancı sermaye ile iktisadi büyümenin temiz enerji tüketimini pozitif etkilediğini; BRICS ülkelerinde ise iktisadi büyüme, finansal gelişme ve yabancı sermaye değişkenlerinin karbon emisyonu üzerinde artırıcı etkiye bulunduğunu savunmaktadır. Pao ve Tsai (2011), Brezilya'nın 1980-2007 dönemini incelediği çalışmada enerji tüketimi, gelir ve emisyon değişkenleri arasındaki ilişkide çift taraflı nedenselliğin olduğunu tespit etmiştir. Dagar vd. (2022), 1990-2014 dönemini düşük gelirli ülkeler için incelediği çalışmada, doğrudan yabancı yatırımlarla ekolojik ayak izi arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu savunmaktadır. Chaudhry vd. (2022), 1995-2019 dönemini BRICS ülkeleri için ele aldığı çalışmada, doğrudan yabancı yatırımlarla kirlilik arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu, diğer bir ifadeyle, doğrudan yabancı yatırımların kirlilik düzeyini artırdığını savunmaktadır.

Yeşil mali politikaların karbon emisyonları üzerindeki etkilerine yönelik çeşitli çalışmalar, bu konuyu farklı açılardan ele almıştır. Agostini vd. (1992), Avrupa ve OECD ülkelerinde 1989-1994 dönemine ilişkin vergilerin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmanın bulguları, çevresel vergilerin karbon emisyonunu azalttığını göstermiştir. Benzer şekilde, Mideksa (2021), karbon vergisiyle karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi Finlandiya'nın 1995-2005 dönemi için analiz etmiştir. Bulgular, karbon vergisinin karbon emisyonunu azalttığını göstermiştir. Wang vd. (2023), 1990-2020 dönemi için 21 OECD ülkesini ele aldığı çalışmada, yeşil finans, çevre vergileri ve karbon emisyonları ilişkisini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Bulgular, yeşil finans, çevre vergileriyle karbon emisyonları arasında çift taraflı nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, karbon emisyonları ve çevre vergileri ilişkisini inceleyen çalışmalar, (Hsu et al., 2021; Chien et al., 2021; Tao et al., 2021), çevresel vergi düzeyinin artması neticesinde karbon emisyonlarının azaldığını tespit etmiştir. Morley (2012), 25 AB üyesi ülkenin 1995-2006 dönemini incelediği çalışmada, yeşil vergilerin sera gazını azalttığını tespit etmiştir. Diğer bir çalışmada, Lin ve Li (2011), karbon vergisi ve kişi başına düşen karbon emisyonu

arasındaki ilişkiyi Norveç, Hollanda, İsveç, Finlandiya ve Danimarka'nın 1981-2008 dönemi için incelemiştir. Elde edilen bulgularda, Hollanda, İsveç ve Danimarka'da değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmadığı; karbon vergisinin kişi başına düşen karbon emisyonunu Norveç'te pozitif, Finlandiya'da ise negatif etkilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çevreyle ilgili düzenlemelerin karbon emisyonlarına etkilerini inceleyen ve çevre düzenlemesi göstergesi olarak çevre politikası sıklık endeksini kullanan Ahmed (2020), uzun dönemde yüksek çevresel politika sıklığının karbon emisyonunu azalttığını tespit etmiştir. Benzer şekilde, Hashmi ve Alam (2019), çevreyle ilgili düzenlemelerin karbon emisyonlarına etkilerini 29 OECD ülkesinin verilerini kullanarak incelemiştir. Bulgularda, çevre vergisindeki artışların karbon emisyonlarını azalttığını tespit etmiştir.

Görüldüğü gibi, mevcut literatürde, yeşil politikaların karbon emisyonu üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların yanı sıra, yeşil mali politikaların karbon emisyonu ile ilişkisini analiz eden araştırmalar da bulunmaktadır. Ancak, gerek yeşil mali politikaların gerekse yeşil politikaların rejim değişikliğine neden olabilecek potansiyel rolü, önceki çalışmalarda genellikle göz ardı edilmiştir. Bu çalışma, hem yeşil mali politikaların hem de yeşil politikaların karbon emisyonu üzerindeki etkilerini incelediği gibi, önceki araştırmalardan farklı bir yaklaşım benimseyerek yeşil mali politikaların ve yeşil politikaların potansiyel rejim değişikliği rolünü de göz önünde bulunduracak ve bu bağlamda her iki değişken için ayrı ayrı eşik değer belirleyecektir.

3. Yeşil Çevre Politikaları, Yeşil Vergiler ve Karbon Emisyonu: Ampirik Analiz

3.1. Veri ve Yöntem

Bu çalışmada, yeşil politikalar ve yeşil mali politikaların karbon emisyonu üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla 16 ülkenin (Almanya, Avusturya, Belçika, Çekya, İspanya, İsviçre, İtalya, Fransa, Lüksemburg, Macaristan, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Yunanistan, Türkiye) yıllık verilerini içeren bir panel eşik regresyon analizi kullanılmıştır. Seçilen ülkeler, Avrupa'da farklı ekonomik yapılar ve endüstriyel sektörlerin çeşitliliğini yansıtmaktadır. Örneğin, Almanya ve Fransa gibi büyük ekonomilere sahip ülkeler endüstriyel faaliyetlerde öne çıkarken, Türkiye ve Polonya gibi ülkeler tarım ve hizmet sektörlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, bu ülkeler Avrupa kıtasının farklı bölgelerini temsil etmektedir; Batı Avrupa'dan Doğu Avrupa'ya, Akdeniz'den Orta Avrupa'ya kadar geniş bir coğrafi kapsamı içermektedir. Bu nedenle, bu ülkelerin seçilmesi, Avrupa'da çeşitli ekonomik, sosyal ve çevresel koşulların temsil edilmesine imkân tanımaktadır. Bu çeşitlilik, karbon emisyonları üzerinde farklı etkilerin incelenmesine olanak tanıdığı için söz konusu ülkeler analiz için tercih edilmiştir. Çalışma, 2005-2019 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır. Toplam gözlem sayısı 224'tür. Ayrıca, karbon emisyonunu etkileyebileceği düşünülen değişkenler olan hizmet sektörü, kişi başına düşen GSYH, kentsel nüfus ve çevre teknolojileri patentleri kontrol değişkenleri olarak modele eklenmiştir.

Modelde kullanılan değişkenlerin verileri, Dünya Bankası ve OECD veri kaynaklarından temin edilmiştir. Her bir bağımsız değişkenin karbon emisyonu üzerindeki etkisini değerlendirmek ve yeşil politikalar ile yeşil mali politikaların rolünü ölçmek amacıyla bağımlı değişken olarak karbon emisyonu verisi kullanılmıştır. Karbon emisyonu verisi, “CO₂ emisyonları (kişi başına düşen metrik ton)” şeklinde tanımlanarak Dünya Bankası’ndan alınmıştır. Hizmetler sektörü verisi, “GSYH içinde hizmetler sektöründeki katma değer (%)” şeklinde tanımlanarak Dünya Bankası’ndan alınmıştır. Kişi başına GSYH verisi, “Kişi başına düşen GSYH büyümesi (yıllık %)” şeklinde tanımlanarak Dünya Bankası’ndan alınmıştır. Çevre teknolojileri patentleri verisi, “Çevre teknolojileriyle ilgili patentler” olarak tanımlanmış ve OECD veri tabanından alınmıştır. Kentsel nüfusla ilgili veriler, “Kentsel nüfus (toplam nüfusun yüzdesi)” olarak tanımlanmış ve Dünya Bankası veri tabanından alınmıştır. Yeşil politikalarla ilgili veriler, “Çevre politikası sıklık endeksi” olarak tanımlanmış ve OECD veri tabanından alınmıştır. Son olarak, yeşil mali politikalarla ilgili veriler, “Piyasa temelli politikalar” olarak sınıflandırılan (Çevre politikası sıklık endeksi içinde ayrı bir kategori) ve “MESİ” olarak adlandırılan verilerdir ve bu veriler OECD veri tabanından alınmıştır. Değişkenlerin ayrıntıları Tablo 1’de sunulmaktadır.

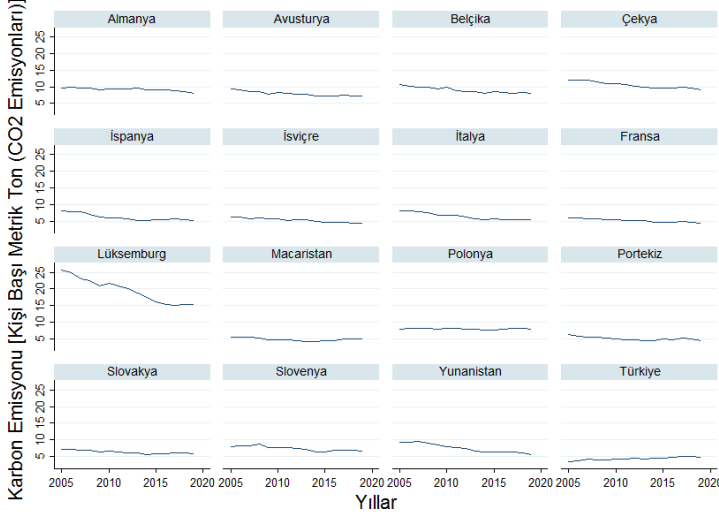
Tablo: 1
Değişkenler

| Değişken(ler) | Tanım(lar) | Kaynak |
|-------------------------------|--|---------------|
| Yeşil Politikalar (ESI) | Çevre politikası sıklık endeksi | OECD |
| Yeşil Mali Politikalar (MESİ) | Piyasa temelli politikalar | OECD |
| Patent (PAT) | Çevre teknolojileri patentleri (% toplam) | OECD |
| Kentsel Nüfus (URB) | Kentsel nüfus (toplam nüfusun yüzdesi) | Dünya Bankası |
| Kişi başına GSYH (KBGDP) | Kişi başına düşen GSYH büyümesi (% yıllık) | Dünya Bankası |
| Hizmetler sektörü (SERV) | Hizmetler, katma değer (% GSYH) | Dünya Bankası |
| Karbon emisyonu (CARB) | CO ₂ emisyonları (kişi başına düşen metrik ton) | Dünya Bankası |

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, karbon emisyonu [kişi başı metrik ton (CO₂ emisyonları)] bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Bir ürünün üretim, taşıma, kullanım ve atılma süreçlerinin her adımında oluşan CO₂ emisyonlarını ölçen göstergeye (Wiedmann & Minx, 2008: 4) karbon emisyonu denilmektedir. Şekil 1’de, örneklemedeki ülkelerin karbon emisyonuna [kişi başı metrik ton (CO₂ emisyonları)] ilişkin 2005-2019 yıllarındaki seyri gösterilmektedir. Söz konusu ülkelerin karbon emisyonu oluşumunda önemli bir rolü bulunmaktadır. Özellikle Lüksemburg’un oluşturmuş olduğu karbon emisyonunun görece daha fazla olduğu görülmektedir. Öte yandan, karbon emisyonunun görece daha az olduğu ülke ise Türkiye’dir.

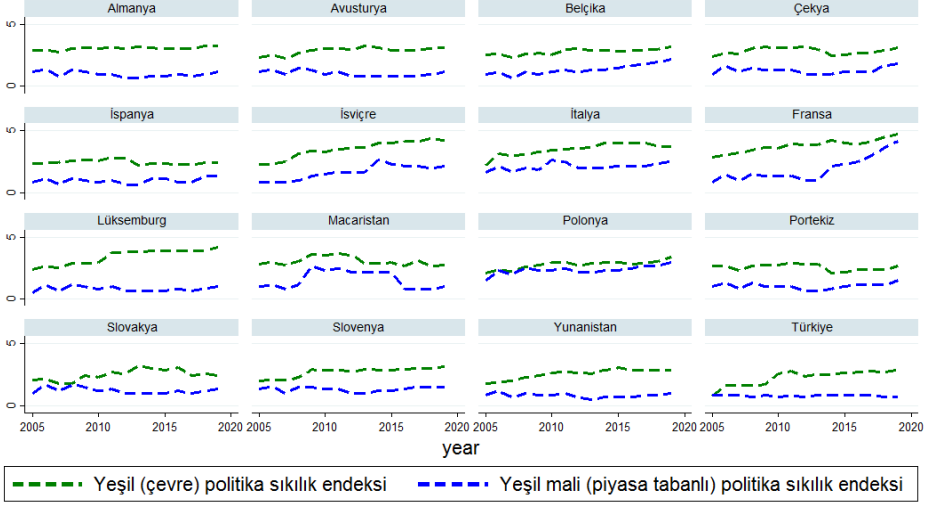
Şekil: 1
Karbon Emisyonu [Kişi Başı Metrik Ton (CO₂ Emisyonları)]
2005-2019 Yıllık Veriler



Kaynak: OECD, 2023a veri tabanından alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, Botta ve Kozluk (2014) tarafından geliştirilen çevre politikası sıklığı endeksi, yeşil politikaların etkisini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Sıklık, çevre politikalarının kirletici veya çevresel zarara neden olan eylemleri engellemek için uyguladığı fiyatlandırma düzeyini ifade etmektedir (Botta & Kozluk, 2014: 14). Çevre politikası sıklığı, hem piyasa odaklı hem de piyasa dışı araçları kapsamaktadır. Piyasa yönlü araçlar, çevre kirliliği ile mücadele için vergiler, örneğin karbon vergisi, dizel vergisi, azot oksit vergisi ve kükürt oksit vergisi gibi ekonomik araçlar kullanırken; piyasa dışı araçlar, çevresel düzenlemeler ve teknoloji teşvik politikaları gibi isteğe bağlı yaklaşımları içermektedir (OECD, 2023). Şekil 2, yeşil politika ve yeşil mali politika sıklık endeksine ilişkin, 2005-2019 yıllarına ait verileri göstermektedir.

Şekil: 2
Yeşil (Mali) Politika Sıklık Endeksi, 2005-2019 Yıllık Veriler



Kaynak: OECD, 2023a veri tabanından alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışmada, yöntem olarak panel veri analizi kullanılmaktadır. Panel veri analizi, araştırmacılara daha büyük bir gözlem örneğiyle çalışma olanağı sunarak parametre tahminlerinin daha güvenilir hale gelmesine yardımcı olan bir yöntemdir. Buna ek olarak, değişkenler arasındaki doğrusallığı azaltmak suretiyle görece güvenilir sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlar ve karmaşık davranış sergileyen modeller üzerinde çalışma olanağı sunar (Gujarati, 2004: 638; Baltagi, 2001: 6). Ayrıca, Hansen (1999) tarafından geliştirilen panel eşik yöntemi, bu çalışmada, karbon emisyonu ile ilişkilendirilen faktörleri incelemek için kullanılmaktadır. Bu yöntem, doğrusal olmayan ilişkilerin araştırılmasına ve değişkenlerin gözlemlenmesine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma, seçilen faktörlerin karbon emisyonu üzerindeki etkisini değerlendirerek yeşil politikalar ve yeşil mali politikaların etkisini gözlemlenmemizi ve bu politikalar için bir eşik değeri belirlememizi sağlamaktadır. Bu, ülkelerin mevcut durumlarını değerlendirmelerine ve uygun politikaları geliştirmelerine yardımcı olmaktadır.

Karbon emisyonunun belirleyicilerini tespit etmek için analizin ilk aşamasında sabit etkiler modeli kullanılmıştır. İnceleme süresi olarak 2005-2019 yılları arası yıllık dönem seçilmiştir. En geniş veri setini sunabilme potansiyeli nedeniyle, dengeli panel veri analizi için, bu belirli zaman aralığı seçilmiştir. Bu bağlamda, temel model aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$Y_{it} = \phi_i + \alpha \check{A}_{it} + e_{it}, e_{it} \approx iid(0, \sigma^2) \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde Y_{it} olarak gösterilen değişken karbon emisyonunu; \check{A}_{it} olarak gösterilen değişkenler, karbon emisyonunu etkileyebileceği düşünülen kentsel nüfus, çevre teknolojileri patentleri, ekonomideki hizmetler sektörünün yüzdesi ve kişi başına düşen GSYH'yi temsil etmektedir.

Yeşil politikalar ve yeşil mali politikaların eşik değerlerini saptamak için Hansen'ın (1999) panel eşik regresyon yöntemi kullanılmaktadır. Panel eşik regresyon yöntemi, doğrusal olmayan ilişkilerin incelenmesinin yanı sıra iki değişkenin ilişkisini etkileyebilecek üçüncü değişkenlerin gözlemlenmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışma, kentsel nüfus, çevre teknolojileri patentleri, kişi başına düşen GSYH ve ekonomideki hizmet sektörü değişkenlerinin karbon emisyonu üzerindeki etkisini değerlendirirken, yeşil mali politikaların ve yeşil politikaların rolünü ayrı ayrı göz önünde bulundurarak örneklemin içsel olarak alt gruplara ayrılmasına imkân tanımaktadır. Bu kapsamda, model (tek eşikli) şu şekilde yazılabilir:

$$y_{it} = \phi_i + \alpha \check{A}_{it} + \beta Z_{it} + e_{it}, e_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$$

$$y_{it} = \begin{cases} \phi_i + \alpha \check{A}_{it} + \beta_1 Z_{it} + e_{it}, TV_{it} \leq \tau \\ \phi_i + \alpha \check{A}_{it} + \beta_2 Z_{it} + e_{it}, TV_{it} > \tau \end{cases}$$

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)' \check{A}_{it} \quad (2)$$

Model içerisinde y_{it} ; bağımlı değişkeni temsil ederken Z_{it} ; bağımsız değişkeni, TV_{it} ise zaman içerisinde sabit olmayan eşik değişkeni simgelemektedir. τ ; eşik değeri, \check{A}_{it} ; kontrol değişkenlerinin vektörü, ϕ_i ise farklı yeşil (mali) politikalar düzeyine sahip ülkelerin heterojenliğini gösteren sabit etkileri simgelemektedir. Ayrıca, e_{it} , bağımsız ve homojen olarak dağılan hata terimidir. Gözlemler, TV_{it} değişkeninin τ değerine göre belirlenen iki ayrı rejime ait olacak şekilde kategorize edilir. Model içindeki (β_1, β_2) katsayıları, iki ayrı rejimin eğim parametrelerini temsil etmektedir. Diğer bir ifadeyle, (β_1, β_2) , eşik değere göre ayrışan karbon emisyonu etkilerini göstermektedir.

Denklem (2) tekrar düzenlenmiştir:

$$y_{it} = \phi_i + \alpha \check{A}_{it} + \beta_1 Z_{it} I(TV_{it} \leq \tau) + \beta_2 Z_{it} I(TV_{it} > \tau) + e_{it} \quad (3)$$

Denklem (3)'de, $I(\cdot)$ sembolü bir gösterge işlevini simgelemektedir. İlgili denklem aşağıdaki şekilde yeniden gösterilebilir:

$$y_{it} = \phi_i + \alpha' \check{A}_{it} + \beta' Z_{it}(\tau) + e_{it}, \beta = (\beta_1, \beta_2)'$$

$$y_{it} = \phi_i + [\alpha', \beta'] \begin{bmatrix} \check{A}_{it} \\ Z_{it}(\tau) \end{bmatrix} + e_{it}$$

$$y_{it} = \phi_i + \theta' m_{it}(\tau) + e_{it}$$

$$Z_{it}(\gamma) = \begin{bmatrix} Z_{it} I(TV_{it} \leq \tau) \\ Z_{it} I(TV_{it} > \tau) \end{bmatrix} \quad (4)$$

(4) numaralı denklemin içerisinde $\theta = [\alpha', \beta']$ ve $m_{it} = (\hat{A}_{it}', Z_{it}(\gamma)')$ olarak gösterilmiştir. İlgili denklem, gözlemleri eşik değeri (γ) ile ilişkilendirerek iki ayrı rejime bölmekte, eğim parametreleri (β_1, β_2) bu rejimlerde değişkenlik göstermektedir.

Denklem (4)'den faydalanarak, denklemin zaman içindeki ortalama değeri hesaplandığında denklem (5) elde edilir:

$$\bar{y}_i = \phi_i + \theta' \bar{m}_i(\gamma) + \bar{e}_i \quad (5)$$

burada,

$$\bar{y}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T y_{it}, m = T^{-1} \sum_{t=1}^T \bar{m}_{it}, \bar{e}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T e_{it}$$

olarak gösterilmiştir. Denklem (4) ve (5) arasındaki fark alınmaya devam edildiğinde ise denklem (6) ortaya çıkmaktadır:

$$y_{it}^* = \theta' m_{it}^*(\gamma) + e_{it}^* \quad (6)$$

Denklem (6); $y_{it}^* = y_{it} - \bar{y}_i, m_{it}^*(\gamma) = m_{it}(\gamma) - \bar{m}_i(\gamma)$ ve $e_{it}^* = e_{it} - \bar{e}_i$ olarak gösterilmiştir.

$y_i^*, m_i^*(\gamma)$ ve e_i^* değişkenleri aşağıdaki şekilde ifade edilirse;

$$y_i^* = \begin{bmatrix} y_{i2}^* \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{it}^* \end{bmatrix}, m_i^*(\gamma) = \begin{bmatrix} m_{i2}^*(\gamma) \\ \cdot \\ \cdot \\ m_{it}^*(\gamma) \end{bmatrix}, e_i^* = \begin{bmatrix} e_{i2}^* \\ \cdot \\ \cdot \\ e_{it}^* \end{bmatrix}.$$

her bir yatay kesit birimi için $Y^*, M^*(\gamma), \varepsilon^*$ şu şekilde ifade edilirse:

$$Y^* = \begin{bmatrix} y_1^* \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n^* \end{bmatrix}, M^*(\gamma) = \begin{bmatrix} m_1^*(\gamma) \\ \cdot \\ \cdot \\ m_n^*(\gamma) \end{bmatrix}, \varepsilon^* = \begin{bmatrix} e_1^* \\ \cdot \\ \cdot \\ e_n^* \end{bmatrix}$$

denklem (6) şu şekilde ifade edilebilir:

$$Y_{it}^* = \theta' M_{it}^*(\gamma) + \varepsilon_{it}^* \quad (7)$$

Temel tahmin modeli (eşik etkisi için) denklem (7)' dir. EKK kullanılarak herhangi bir γ için eğim katsayıları bulunabilir:

$$\hat{\theta}(\gamma) = (M^*(\gamma)' M^*(\gamma))^{-1} M^*(\gamma)' Y^* \quad (8)$$

Kalıntı vektör aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\hat{\varepsilon}^*(\gamma) = Y^* - M^*(\gamma)\hat{\rho}(\gamma) \quad (9)$$

Toplam hata kareleri aşağıda gösterilmiştir:

$$SSE_1(\gamma) = \varepsilon^*(\gamma)\varepsilon^{*\prime}(\gamma) = Y^{*\prime}(I - M^*(\gamma)'(M^*(\gamma)'M^*(\gamma))^{-1}M^*(\gamma)'Y^* \quad (10)$$

Eşik değer (γ) tahmininin en küçük kareler yöntemiyle yapılmasını Hansen (1999) ve Chan (1993) tavsiye etmektedir. Bu şekilde, yoğunlaştırılmış en küçük kareler tahminleri minimize edilir ve eşik değerinin (γ) tahmini aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\hat{\gamma} = \underset{\gamma}{\operatorname{argmin}} SSE_1(\gamma) \quad (11)$$

Sonraki adımda, kalıntı varyansının tahmincisi, kalıntı vektör $\hat{\varepsilon}^* = \varepsilon^*(\hat{\gamma})$ ve eğim katsayısı tahmini; $\hat{\theta} = \hat{\theta}(\hat{\gamma})$ denklem (12)'de gösterilmektedir:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n(T-1)}\hat{\varepsilon}^{*\prime}\hat{\varepsilon}^* = \frac{1}{n(T-1)}SSE_1(\hat{\gamma}) \quad (12)$$

n, bu bağlamda örneklem içindeki ülke sayısını temsil ederken, T zaman boyutunu göstermektedir.

3.2. Ampirik Bulgular

Panel veri modellerinde ortaya çıkan hataların bazılarının kaynağı yatay kesit bağımlılığı olabilmektedir. Yatay kesit bağımlılığı, farklı birimler veya gözlemler arasındaki ilişkiyi bir zaman serisi boyunca ifade etmektedir. Bu bağımlılık, belirli bir zaman noktasındaki farklı birimlerin değerleri arasındaki korelasyonu ifade etmektedir. Bu nedenle, analize geçilmeden önce kesitler arasındaki bağımlılığın varlığı test edilmelidir. Yatay kesit bağımlılığını test etmek amacıyla, uygulamalı ekonometride, Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) Yanlılığı Düzeltilmiş LM testi; Pesaran'a (2004) ait Kesitsel Bağımlılık (CD) testi; Breush-Pagan (1980) Lagrange Çarpanı (LM) testi olmak üzere farklı testler bulunmaktadır. Çalışmanın veri seti 15 yıl ve 16 birimden [T<N] oluştuğu için, çalışmada, Pesaran'a (2004) ait Kesitsel Bağımlılık (CD) testi kullanılmaktadır. Bu kapsamda elde edilen bulgularda, yatay kesit bağımsızlığını belirten sıfır hipotezi %1 düzeyinde reddedilmiştir. Başka bir ifadeyle, paneldeki birimlerde yatay kesit bağımlılığı mevcuttur. Sonuçlar, Tablo 2'de özetlenmektedir.

Tablo: 2
Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

| Değişkenler | İstatistik | p-değeri |
|-------------|------------|------------|
| CARB | 25,628 | (0,000)*** |
| ESI | 20,695 | (0,000)*** |
| PAT | 11,679 | (0,000)*** |
| SERV | 17,364 | (0,000)*** |
| URB | 16,235 | (0,000)*** |
| KBGDP | 27,517 | (0,000)*** |
| MESI | 12,19 | (0,000)*** |

Not: ***, istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Yatay kesit bağımlılığı, ikinci nesil birim kök testinin uygulanmasını gerektiren bir durumdur. Dolayısıyla, değişkenlerin durağanlığının araştırılması için ikinci nesil birim kök testi tercih edilmektedir. Bu kapsamda çalışmada, tüm değişkenlerin durağanlığı, Pesaran’ın (2007) CIPS (ikinci nesil birim kök) testiyle incelenmektedir. Analiz bulguları; CARB, ESI, PAT, URB ve KBGDP değişkenlerinin düzey değerlerinde durağan olduğunu göstermektedir. Öte yandan “SERV” ve “MESI” değişken(ler)i ise birinci dereceden durağandır. Bundan dolayı “SERV” ve “MESI” değişken(ler)inin birinci farkı alınarak ileriki analizlerde kullanılmak üzere “dSERV” ve “dMESI” adı ile analize eklenmiştir. Durağanlık testine dair detaylı bilgiler Tablo 3’te sunulmaktadır.

Tablo: 3
CIPS Birim Kök Test Sonuçları

| Değişkenler | CIPS İstatistiği | Kritik Tablo Değeri | | |
|-------------|------------------|---------------------|-------|-------|
| | | %1 | %5 | %10 |
| CARB | -2,655*** | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| ESI | -2,484*** | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| PAT | -2,896*** | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| SERV | -2,036 | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| dSERV | -3,402*** | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| URB | -2,383** | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| KBGDP | -2,598*** | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| MESI | -1,969 | -2,45 | -2,22 | -2,11 |
| dMESI | -4,005*** | -2,45 | -2,22 | -2,11 |

Not: İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyleri sırasıyla ***, **, * olarak belirtilmektedir, yani %1, %5 ve %10. STATA programında CIPS birim kök testi analizi yapılmış ve maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak alınmıştır. Ek olarak, ilgili değişken(ler)le ilişkin birinci fark “d” ile gösterilmektedir.

Sonraki aşamada tahminciler arasında seçim yapmak gerekmektedir. F, Breusch-Pagan Lagrange Çarpanı (LM), Score ve Hausman testleri, tahminciler arasında seçim yapmak amacıyla yapılmaktadır. Söz konusu testler arasında F, Breusch-Pagan Lagrange Çarpanı (LM), Score testleri klasik modelin uygunluğunu test etmektedir. Bu kapsamda öncelikle klasik modelin geçerliliğinin veya birim/zaman etkisinin varlığının testi için F, Breusch-Pagan (LM), Score testleri yapılmaktadır. Yapılan tüm testlerde birim etkinin olduğu zaman etkisinin ise olmadığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle, tüm testlerde zaman etkisinin olmadığı ve birim etkinin varlığı tespit edilerek klasik modelin uygun olmadığı görülmektedir. Bulgular Tablo 4’te özetlenmektedir.

Tablo: 4
F, Breusch-Pagan (LM) ve Score Test Bulguları

| | F Testi | Breusch-Pagan LM Testi | Score Testi |
|---|---------|------------------------|-------------|
| Birim etkininin sınanması _{p-değeri} | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Zaman etkisinin sınanması _{p-değeri} | 0,3511 | 1,0000 | 1,0000 |

Birim etkinin varlığı tespit edildikten sonra kurulan model için sabit etkilerin mi rassal etkilerin mi uygun olduğunu belirlemek gerekmektedir. Bu amaçla Hausman (Spesifikasyon) testi, tahminciler arasında tercih yapmak amacıyla uygulanmaktadır. Hausman testinin hipotezlerinden H_0 hipotezi, “bağımsız değişkenlerle hata terimleri ilişkisizdir”; H_1 hipotezi ise, “bağımsız değişkenlerle hata terimleri ilişkilidir” şeklinde kurulmaktadır. Elde edilen bulgularda analizin olasılık değeri anlamlı çıktığından dolayı H_0

hipotezi reddedilerek sabit etkiler modelinin analiz için uygun olduğu söylenebilir. Hausman testine ilişkin bilgiler Tablo 5’te gösterilmektedir.

Tablo: 5
Tek Yönlü Panel Veri Modeli İçin Hausman (Spesifikasyon) Testinin Sonuçları

| Hausman Testi | | |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Bağımlı Değişken: CARB | | |
| Bağımsız Değişkenler | Sabit Etkiler Modeli | Tesadüfi Etkiler Modeli |
| ESI | (-1,188617) | (-1,337806) |
| PAT | (0,0819917) | (0,0966096) |
| dSERV | (0,2242593) | (0,2297386) |
| URB | (-0,247559) | (-0,1185855) |
| KBGDP | (0,0659486) | (0,0556236) |
| chi2: 17,33 | | |
| P-değeri: 0,0039 | | |
| Seçilen Model: Sabit Etkiler Modeli | | |

Not: Parantez içindeki değerler katsayı değerlerini ifade etmektedir. Hausman testi, STATA komutu olan “hausman fe re, sigmamore” kullanılarak elde edilmiştir.

Sonraki aşamada yapılan tahminin değişen varyans ve oto korelasyon gibi sorunları içerip içermediği test edilmelidir. Bu kapsamda “Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI Testi” otokorelasyon için; “Değiştirilmiş Wald Testi” değişen varyans için uygulanmaktadır. Ayrıca, Tablo 2’de görüldüğü üzere, daha önce yatay kesit bağımlılık testi yapılmasına rağmen tüm testlerin sonuçlarının bir arada görülebilmesi amacıyla yatay kesit bağımlılığı için “Pesaran (2004) CD Testi” burada tekrar yapılmaktadır. Değiştirilmiş Wald testine göre, sabit varyansı ifade eden H_0 hipotezi %1 düzeyinde reddedilerek değişen varyans sorununun olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, Baltagi-Wu ve Durbin-Watson testlerinin bulguları ikiden küçük olduğundan dolayı sabit etkiler modeli için otokorelasyonun olduğu söylenebilir. Son olarak, Pesaran (2004) CD testi sonucuna göre, yatay kesit bağımsızlığını belirten H_0 hipotezi reddedilmektedir. Başka bir ifadeyle, paneldeki birimlerde yatay kesit bağımlılığı mevcuttur. Bulgular Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo: 6
Sabit Etkiler Modeli İçin Varsayım Test Bulguları

| Değiştirilmiş Wald Testi | Durbin-Watson ve Baltagi-Wu Testleri | Pesaran CD Testi |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| chi2 (16) = 763,83 | Durbin-Watson = 0,34262039 | Pesaran CD = 3,351 |
| Prob>chi2 = 0,0000 | Baltagi-Wu LBI = 0,59727106 | Pr = 0,0008 |

Tablo 6’ya göre, modelde oto-korelasyon, değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığı vardır. Bu kapsamda, oto-korelasyon, değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığı varlığında bile güvenilir sonuçlar sağladığı için Driscoll-Kraay standart hatalarla sabit etkiler tahmincisi tercih edilmektedir. Araştırma sonuçlarında, çevre teknolojileri patentleri, hizmet sektörünün ekonomideki payı ve kişi başına düşen GSYH değişkenlerinin karbon emisyonu ile pozitif ilişkili; çevre politikası sıklığı ve kentsel nüfus değişkenlerinin ise karbon emisyonu ile negatif ilişkili olduğunu görülmektedir. Sonuçlar Tablo 7’de özetlenmektedir.

Tablo: 7
Driscoll-Kraay Standart Hatalar ile Sabit Etkiler Tahmincinin Analiz Bulguları

| Bağımlı Değişken: CARB | | | |
|------------------------|-----------|------------------------------|-------------|
| Bağımsız Değişkenler | Katsayı | Driscoll-Kraay Standart Hata | p-değeri |
| ESI | -1,188617 | 0,1339064 | (0,000)*** |
| PAT | 0,0819917 | 0,0220707 | (0,002)*** |
| dSERV | 0,2242593 | 0,0937754 | (0,030)** |
| URB | -0,247559 | 0,0412667 | (0,000)*** |
| KBGDP | 0,0659486 | 0,0337318 | (0,069)* |
| Gözlem Sayısı | 224 | F-stat. | 115,50 |
| R ² | 0,4137 | F Olasılık Değeri | (0,0000)*** |

Not: İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyleri sırasıyla ***, **, * olarak belirtilmektedir, yani %1, %5 ve %10. Ek olarak, ilgili değişken(ler)e ilişkin birinci fark “d” ile gösterilmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, çevre dostu teknolojilere yönelik patentlerdeki artışın karbon emisyonunu pozitif etkilediği gözlemlenmektedir. Bu, çevre teknolojilerine ilişkin patentlerdeki her yüzde birlik artışın, karbon emisyonunu yaklaşık olarak %0,08 oranında artırma eğiliminde olduğunu belirtmektedir. Bu sonuçlar, Khan vd. (2021) araştırmasının sonuçlarıyla uyumludur. Çevre teknolojilerine ait patentlerdeki artışın karbon emisyonunu yükseltme eğiliminin nedenleri arasında, bazı ülkelerin düşük karbonlu teknolojilere yeterince yatırım yapmamış olmaları veya teknolojik yeniliklerin henüz gelişme aşamasında olmaları gibi faktörler yer alabilir (Khan et al., 2021: 487). Ayrıca, hizmet sektöründeki payın ekonomideki artışı, beklentilere uygun bir şekilde karbon emisyonunun artmasına neden olmaktadır. Başka bir ifadeyle, hizmet sektöründeki değişimin her yüzde beşlik artışı, karbon emisyonunu yaklaşık olarak %0,22 oranında artırma eğilimindedir. Bu kapsamda, hizmetler sektöründeki büyüme genellikle fiziksel ürün üretimiyle doğrudan ilişkilendirilmese de, bu sektördeki artan faaliyetlerin enerji tüketimi, ulaşım ve teknoloji kullanımı gibi faktörler aracılığıyla karbon emisyonunu artırdığı düşünülebilir.

Benzer şekilde, kişi başına düşen GSYH'nin artması da karbon emisyonunu artırmaktadır. Bu sonuç, “Çevresel Kuznets Eğrisi” hipotezini destekler niteliktedir. Çevresel Kuznets Eğrisi, çevresel kirlilikle iktisadi kalkınma ilişkisini şekillendiren bir teori olarak kabul edilmektedir. Bu teoriye göre, ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında kirlilik seviyeleri artmaktadır. İnsanlar bu dönemde temel ihtiyaçlarını karşılamaya odaklanırken çevresel kaynaklara daha az önem verirler ve çevresel düzenlemeler genellikle yetersizdir. Ancak gelir düzeyleri arttıkça, insanlar çevresel faktörlere daha fazla değer vermeye başlarlar ve çevre koruma önlemleri güçlenir (Dasgupta et al., 2002: 147). Bu kapsamda, örnekleme oluşturan ülkelerin gelir düzeylerinin Çevresel Kuznets Eğrisi 'nin gelir düzeyinin altında olduğunu söylemek mümkündür. Modelde kullanılan bir diğer değişken ise yeşil politika sıklık endeksidir. Bulgulara göre, yeşil politikaların sıklık endeksi arttıkça karbon emisyonu azalmaktadır. Başka bir ifadeyle, yeşil politikaların sıklık endeksindeki her yüzde birlik artışın, karbon emisyonunu yaklaşık olarak %1,18 oranında azalttığı gözlemlenmektedir.

Son olarak, bulgularda kentsel nüfus ile karbon emisyonu arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Kentsel nüfusta meydana gelen her yüzde birlik artışın karbon emisyonunu yaklaşık olarak %0,24 oranında azalttığı gözlemlenmektedir. Kentsel nüfusun

artması, karbon emisyonunu azaltabilir çünkü şehirleşme genellikle daha etkili ulaşım sistemleri, enerji verimliliği, altyapı ve kaynak kullanımı gibi sürdürülebilir uygulamaları teşvik edebilir. Yoğun nüfuslu bölgeler, toplu taşıma sistemlerini tercih etme eğilimindedir, bu da bireysel araç kullanımını azaltır ve dolayısıyla karbon emisyonunu düşürür. Ayrıca, şehirlerde enerji verimliliğini artırmak için daha fazla fırsat bulunur ve yeşil altyapı projeleri, çevre dostu enerji kaynaklarına geçiş ve atık yönetimi gibi çeşitli çevresel iyileştirmeler yapılabilir. Bu nedenle, kentsel nüfus artışı genellikle karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik olumlu bir etkiye sahip olabilir.

Sonraki aşamada, yeşil (çevre) politikalarının ve yeşil (mali) politikalarının karbon emisyonu üzerindeki etkilerini belirlemek için, karbon emisyonunu etkileyebileceği düşünülen faktörler için ayrı ayrı eşik modeller kullanılmıştır. Diğer bir deyişle, kentsel nüfus, çevre teknolojileri patentleri, kişi başına GSYH ve hizmetler sektörü değişkenleri dört farklı modelde rejime bağlı değişken olarak göz önünde bulundurulmuştur. Tüm modellerde yeşil (çevre) politikaları ve yeşil (mali) politikalar, eşik değişkeni olarak kullanılmıştır. Analiz bulgularını, Tablo 8 ve Tablo 9 özetlemektedir. Bu kapsamda tek eşikli model aşağıdaki biçimde kurulmuştur:

$$y_{it} = \alpha_i + \alpha \check{A}_{it} + B_1 Z_{it} I(TV_{it} \leq \tau) + B_2 Z_{it} I(TV_{it} > \tau) + e_{it} \quad (13)$$

Tablo 8'e, çevre teknolojileri patentlerinin karbon emisyonu üzerindeki etkisinde yeşil (çevre) politikaları sıklık endeksinin eşik etkisi gözlenmiştir. Buna göre, düşük yeşil politika sıklığı rejiminde, çevre teknolojileri patentlerindeki her yüzde beşlik artış, karbon emisyonunu %0,062 artırırken, yüksek yeşil politika sıklığı rejiminde çevre teknolojileri patentlerindeki her yüzde birlik artış karbon emisyonunu %0,093 azaltmaktadır. Benzer şekilde, hizmetler sektörü değişkeni için de rejime bağlı eşik etkisi gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, düşük yeşil (çevre) politika sıklığı rejiminde, hizmetler sektöründeki değişimin ekonomideki payında gerçekleşen her yüzde birlik artış, karbon emisyonunu %0,275 artırırken, yüksek yeşil politika sıklığı rejiminde bu artış %3,246 olarak gözlenmektedir. Ayrıca, kentsel nüfus değişkeni için de rejime bağlı eşik etkisi gözlemlenmiştir. Buna göre, düşük yeşil politika sıklığı rejiminde, kentsel nüfustaki her yüzde birlik artış, karbon emisyonunu %0,284 azaltırken, yüksek yeşil politika sıklığı rejiminde kentsel nüfustaki her yüzde birlik artış karbon emisyonunu %0,309 azaltmaktadır. Öte yandan, kişi başı GSYH değişkeni için rejime bağlı eşik etkisi gözlemlenmemiştir. Bulgular, Tablo 8'de özetlenmektedir.

Tablo: 8
Çevre Politikası Sıklığına İlişkin Eşik Regresyon Bulguları

| Bağımlı Değişken: CARB | Rejime Bağımlı Değişken (rx) | | | |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | PAT | dSERV | URB | KBGDP |
| PAT | | 0,053 (0,026) (0,047)** | 0,052 (0,024) (0,030)** | 0,046 (0,027) (0,090)* |
| dSERV | 0,274 (0,075) (0,000)*** | | 0,266 (0,072) (0,000)*** | 0,345 (0,081) (0,000)*** |
| URB | -0,299 (0,051) (0,000)*** | -0,366 (0,054) (0,000)*** | | -0,469 (0,057) (0,000)*** |
| KBGDP | 0,116 (0,024) (0,000)*** | 0,119 (0,026) (0,000)*** | 0,111 (0,023) (0,000)*** | |
| rx (ESI ≤ γ) | 0,062 (0,025) (0,014)** | 0,275 (0,081) (0,001)*** | -0,284 (0,049) (0,000)*** | -0,448 (0,152) (0,004)*** |
| rx (ESI > γ) | -0,093 (0,032) (0,005)*** | 3,246 (0,691) (0,000)*** | -0,309 (0,049) (0,000)*** | 0,134 (0,026) (0,000)*** |
| γ | 3,80 | 3,91 | 3,80 | 1,61 |
| Güven Aralığı | 3,750 - 3,888 | 3,847 - 3,944 | 3,736 - 3,888 | - |
| F-stat. | 52,21 | 18,74 | 75,99 | 15,01 |
| p-değeri | (0,013)** | (0,030)** | (0,003)*** | (0,300) |
| Gözlem Sayısı | 224 | 224 | 224 | 224 |
| F-stat. | 30,63 | 21,54 | 37,09 | 20,52 |
| F-prob. | (0,000)*** | (0,000)*** | (0,000)*** | (0,000)*** |
| R-square | 0,43 | 0,34 | 0,47 | 0,3358 |

Not: Bootstrap yönteminin tekrar sayısı 300'e eşittir. Parantez içindeki değerler sırasıyla standart hataları ve p-değerlerini; %10, %5 ve %1 seviyesinde istatistikî anlamlılığı sırasıyla *, **, *** göstermektedir. Ek olarak, ilgili değişken(ler)le ilişkin birinci fark "d" ile gösterilmektedir.

Son aşamada, yeşil politika sıklık endeksinin bir alt başlığını oluşturan ve çevre kirliliği ile mücadele için karbon vergisi, dizel vergisi, azot oksit vergisi ve kükürt oksit vergisi gibi vergilerin kullanılmasını ifade eden yeşil mali politikalar sıklık endeksi eşik değişken olarak kullanılmıştır. Tablo 9'da, kentsel nüfus, çevre teknolojileri patentleri, hizmetler sektörü ve kişi başı GSYH, bu dört değişkenin karbon emisyonu ile ilişkisinde yeşil mali politika sıklık endeksinin eşik etkisi analiz edilmiştir. Bu kapsamda, düşük yeşil mali politika sıklığı rejiminde, çevre teknolojileri patentlerindeki her yüzde birlik artış, karbon emisyonunu %0,055 artırırken, yüksek yeşil mali politika sıklığı rejiminde çevre teknolojileri patentlerindeki her yüzde birlik artış karbon emisyonunu %0,102 artırmaktadır. Bununla birlikte, düşük yeşil mali politika sıklığı rejiminde, hizmetler sektöründeki değişimin ekonomideki payında gerçekleşen her yüzde beşlik artış, karbon emisyonunu %0,205 artırırken, yüksek yeşil mali politika sıklığı rejiminde her yüzde birlik artış karbon emisyonunu %0,772 artırmaktadır.

Tablo: 9
Yeşil Mali (Piyasa Tabanlı) Politika Sıklık Endeksine İlişkin Eşik Regresyon Bulguları

| Bağımlı Değişken: CARB | Rejime Bağımlı Değişken (rx) | | | |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | PAT | dSERV | URB | KBGDP |
| PAT | | 0,057 (0,027) (0,036)** | 0,066 (0,027) (0,015)** | 0,064 (0,027) (0,019)** |
| dSERV | 0,278 (0,083) (0,001)*** | | 0,265 (0,083) (0,002)*** | 0,311 (0,082) (0,000)*** |
| URB | -0,368 (0,055) (0,000)*** | -0,368 (0,055) (0,000)*** | | -0,395 (0,054) (0,000)*** |
| KBGDP | 0,107 (0,027) (0,000)*** | 0,109 (0,027) (0,000)*** | 0,107 (0,027) (0,000)*** | |
| rx (dMESI ≤ x) | 0,055 (0,027) (0,044)*** | 0,205 (0,090) (0,025)** | -0,364 (0,054) (0,000)*** | 0,102 (0,027) (0,000)*** |
| rx (dMESI > x) | 0,102 (0,030) (0,001)*** | 0,772 (0,165) (0,000)*** | -0,355 (0,055) (0,000)*** | 0,306 (0,064) (0,000)*** |
| x | 0,16 | 0,33 | 0,16 | 0,50 |
| Güven Aralığı | 0,166 - 0,333 | 0,000 - 0,333 | 0,166 - 0,333 | 0,333 - 0,500 |
| F-stat. | 10,00 | 10,04 | 14,43 | 10,07 |
| p-değeri | (0,306) | (0,116) | (0,130) | (0,183) |
| Gözlem Sayısı | 224 | 224 | 224 | 224 |
| F-stat. | 19,16 | 19,17 | 20,37 | 19,18 |
| F-prob. | (0,000)*** | (0,000)*** | (0,000)*** | (0,000)*** |
| R-square | 0,32 | 0,32 | 0,33 | 0,32 |

Not: Bootstrap yönteminin tekrar sayısı 300'e eşittir. Parantez içindeki değerler sırasıyla standart hataları ve p-değerlerini; %10, %5 ve %1 seviyesinde istatistiksel anlamlılığı sırasıyla *, **, *** göstermektedir. Ek olarak, ilgili değişken(ler)e ilişkin birinci fark "d" ile gösterilmektedir.

Diğer bir değişken olan kentsel nüfus değişkeni için de rejime bağlı eşik etkisi analiz edilmiştir. Buna göre, düşük yeşil mali politika sıklığı rejiminde, kentsel nüfustaki her yüzde birlik artış, karbon emisyonunu %0,364 azaltırken, yüksek yeşil mali politika sıklığı rejiminde kentsel nüfustaki her yüzde birlik artış karbon emisyonunu %0,355 azaltmaktadır. Son olarak, kişi başı GSYH değişkeni için rejime bağlı eşik etkisi analiz edilmiştir. Bu kapsamda düşük yeşil mali politika sıklığı rejiminde, kişi başı GSYH değişkeninde her yüzde birlik artış, karbon emisyonunu %0,102 artırırken, yüksek yeşil mali politika sıklığı rejiminde her yüzde birlik artış karbon emisyonunu %0,306 artırmaktadır. Ancak kentsel nüfus, çevre teknolojileri patentleri, hizmetler sektörü ve kişi başı GSYH değişkenleri için rejime bağlı eşik etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olabilmesi için eşik etkisi testinin p-değeri 0,05'den küçük olmalıdır. Tablo 9'a göre, kentsel nüfus, çevre teknolojileri patentleri, hizmetler sektörü ve kişi başı GSYH değişkenleri için rejime bağlı eşik etkisinin p-değerleri sırasıyla 0,130; 0,306; 0,116; 0,183 düzeyindedir. Görüldüğü üzere tüm değişkenlerin rejime bağlı eşik etkisinin p-değerleri 0,05'den büyük olduğu için söz konusu değişkenler için rejime bağlı eşik etkisi gözlemlenmemiştir. Bu dört farklı modelin sonuçları Tablo 9'da özetlenmektedir.

4. Sonuç

Günümüzde dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük küresel meseleler arasında çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği yer almaktadır. İnsan etkinlikleri, özellikle sera gazı emisyonları, doğal kaynakların aşırı tüketimi ve çevresel zararlar, gezegenimizin dengesini ve gelecekteki refahı ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bununla birlikte, iklim değişikliği, endüstriyel faaliyetlerin ve fosil yakıtların kullanımının artmasıyla atmosferdeki karbon dioksit ve diğer sera gazlarının yoğunluğunun artmasıyla yakından ilişkilidir. Bu sebeple, karbon emisyonlarını azaltma çabaları, iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek ve geleceğe yaşanabilir bir dünya bırakmak için önemlidir. Bu bağlamda, yeşil çevre politikaları ve yeşil mali politikalar, karbon emisyonlarını azaltma çabalarının temel bir parçası olarak öne çıktığı ve çevresel sürdürülebilirlik için önem arz ettiği için bu çalışma, yeşil çevre politikaları ve yeşil mali politikaların karbon emisyonu üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın analiz sonuçları, çevre teknolojilerine ait patentlerdeki artışın karbon emisyonunu artırdığını göstermektedir. Çevre teknolojilerine ait patentlerdeki artışın karbon emisyonunu yükseltme eğiliminin nedenleri arasında, bazı ülkelerin düşük karbonlu teknolojilere yeterince yatırım yapmamış olmaları veya teknolojik yeniliklerin henüz gelişme aşamasında olmaları gibi faktörler yer alabilir (Khan et al., 2021: 487). Ayrıca, hizmet sektöründeki payın ekonomideki artışının karbon emisyonunu artırdığına dair bulgular, bu sektördeki faaliyetlerin enerji tüketimi, ulaşım ve teknoloji kullanımı gibi faktörler aracılığıyla çevresel etkileri tetikleyebileceğini göstermektedir. Bu noktada, hizmet sektöründeki büyümenin çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu politikalara ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Çalışmanın diğer bir önemli bulgusu, kişi başına düşen GSYH artışının karbon emisyonunu artırdığıdır. Bu durum, iktisadi büyümeyle çevresel etkilerin karmaşık ilişkisini yansıtan "Çevresel Kuznets Eğrisi 'ne'" uyumlu bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Ancak, bu artışın çevresel sürdürülebilirliği olumsuz etkilemesini engellemek için çevresel politika önlemleri alınmalıdır. Son olarak, bulgular kentsel nüfus ile karbon emisyonu arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu durumun temel nedenleri arasında, şehirleşmenin sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmesi, toplu taşıma sistemlerinin yaygınlaşmasıyla bireysel araç kullanımının azalması, enerji verimliliğinin artması ve çevresel iyileştirmelerin yapılabilmesi gibi faktörlerin olduğu söylenebilir.

Yeşil çevre politika sıklık endeksinin karbon emisyonu üzerindeki etkisi incelendiğinde, yeşil çevre politikaları sıkılaştıkça (özellikle çevre teknolojilerine yönelik patentlerin ve kentsel nüfusun rejime bağlı değişken olduğu durumlarda) karbon emisyonunun azaldığı gözlemlenmiştir. Bu, çevre dostu politika ve düzenlemelerin çevresel etkileri azaltma potansiyeline işaret etmektedir. Bu bağlamda, yeşil çevre politikalarının daha da güçlendirilmesi ve yaygınlaştırılması, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek adına önemli bir adım olabilir. Ayrıca, kentsel nüfus, çevre teknolojilerine yönelik patentler ile hizmet sektöründeki payın ekonomideki artışındaki etkilerin yeşil mali politika sıklık endeksine göre farklılaştığı görülmektedir. Bu durum, yeşil mali politikaların etkinliğinin sektörel ve teknolojik dinamiklere bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Bu

sonuçlara dayalı olarak, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma yolunda alınabilecek ek politika önerileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- **Yeşil Teknolojiye Yatırımların Teşviki:** Çevre dostu teknolojilere yönelik patentlerdeki artışın olumlu etkisi dikkate alındığında, devletin ve özel sektörün bu alana yapacağı yatırımlar teşvik edilmelidir. Bu, çevresel sürdürülebilirliği artırabilir ve yeşil teknolojilere geçiş sürecini hızlandırabilir.
- **Hizmet Sektöründe Çevresel Duyarlılık:** Hizmet sektöründeki büyümenin karbon emisyonunu artırdığı göz önüne alındığında, bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin çevresel etkilerini azaltmak için daha sürdürülebilir iş uygulamalarına geçiş yapmalarını destekleyici politikalar geliştirilmelidir.
- **Çevresel Kuznets Eğrisi İle Uyumlu Ekonomik Politikalar:** Kişi başına düşen GSYH artışının karbon emisyonunu artırdığı bulgusu, çevresel politikaların ekonomik büyümeyi destekleyen ancak aynı zamanda çevresel etkileri azaltan stratejilere odaklanmasını gerektirmektedir.
- **Sürdürülebilir Ulaşım Teşvikleri:** Toplu taşıma sistemleri genişletilmeli ve iyileştirilmelidir. Daha fazla toplu taşıma seçeneği sunularak bireysel araç kullanımı azaltılmalıdır. Ayrıca, bisiklet yolları ve yaya dostu alanlar gibi karbonsuz ulaşım alternatifleri teşvik edilmelidir.
- **Enerji Verimliliği Yönetmelikleri:** Konut ve ticari binalarda enerji verimliliği standartları artırılmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmelidir. Binaların yenilenmesi ve enerji verimli cihazların kullanımı teşvik edilmelidir.
- **Karbon Vergisi veya Ticaret Sistemi:** Kentsel alanlarda karbon emisyonlarına dayalı olarak vergilendirme sistemleri oluşturulabilir. Karbon emisyonlarını azaltan şirketler ve kurumlar ödüllendirilirken, yüksek karbon emisyonu üretenler cezalandırılabilir.
- **Yeşil Çevre Politika ve Düzenlemelerin Güçlendirilmesi:** Çalışmanın sonuçlarına dayanarak, yeşil çevre politika sıklık endeksinin karbon emisyonunu azalttığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, çevre dostu politika ve düzenlemelerin güçlendirilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkı sağlayabilir.
- **Sektörel ve Teknolojik Dinamiklere Göre Esnek Politikalar:** Kentsel nüfus, çevre teknolojilerine yönelik patentler ile hizmet sektöründeki payın ekonomideki artışındaki etkilerin yeşil mali politika sıklık endeksinde göre farklılaşması, politika yapıcıların sektörel ve teknolojik dinamiklere göre esnek politikalar geliştirmelerini gerektirmektedir.

Sonuç olarak, çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyüme arasındaki dengeyi sağlama potansiyeline sahip olan yeşil çevre politikaları ve yeşil mali politikaların etkilerinin farklılaştığı görülmektedir. Bu politikaların etkili bir şekilde uygulanması, küresel düzeyde iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynayabilir. Bu çalışma, bu konudaki tartışmayı zenginleştirmeyi ve politika yapıcılarına yol göstermeyi amaçlamaktadır. Bu

önerilerin hayata geçirilmesi, çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek ekonomik büyümeyi sürdürülebilir hale getirebilir.

Kaynaklar

- Agostini, P. et al. (1992), "A carbon tax to reduce CO2 emissions in Europe", *Energy Economics*, 14, 279-290.
- Ahmed, K. (2020), "Environmental policy stringency, related technological change and emissions inventory in 20 OECD countries", *Journal of Environmental Management*, 274, 111209.
- Alam, J. (2014), "On the Relationship between Economic Growth and CO2 Emissions: The Bangladesh Experience", *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)*, 5(6), 36-41.
- Ansari, M.A. (2022), "Re-visiting the Environmental Kuznets curve for ASEAN: A comparison between ecological footprint and carbon dioxide emissions", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112867.
- Aslanidis, N. & S. Iranzo (2009), "Environment and development: Is there a Kuznets curve for CO2 emissions?", *Applied Economics*, 41(6), 803-810.
- Baltagi, B.H. (2001), *Econometric Analysis of Panel Data*, Chichester, John Wiley & Sons. Ltd.
- Botta, E. & T. Kozluk (2014), "Measuring Environmental Policy Stringency in OECD Countries: A Composite Index Approach", OECD Economics Department *Working Papers* No. 1177, Paris: OECD Publishing, Paris.
- Chan, K.S. (1993), "Consistency and limiting distribution of the least squares estimator of a threshold autoregressive model", *Annals of Statistics*, 21, 520-533.
- Chaudhry, I.S. et al. (2022), "Moderating Role of Institutional Quality in Validation of Pollution Haven Hypothesis in BRICS: A New Evidence by Using DCCE Approach", *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 9193-9202.
- Chen, J.H. & Y.F. (2014), "Non-linear environment and economic growth nexus: A panel smooth transition regression approach", *Journal of International and Global Economic Studies*, 7(2), 1-16.
- Chen, Y. & Z. Huang (2014), "Research on the relationship between economic growth and carbon emissions based on panel threshold model", *Energy Procedia*, 61, 1580-1583.
- Chien, F. et al. (2021), "A step toward reducing air pollution in top Asian economies: The role of green energy, ecoinnovation, and environmental taxes", *Journal of Environmental Management*, 297, 113420.
- Dagar, V. et al. (2022), "Testing the Pollution Haven Hypothesis with the Role of Foreign Direct Investments and Total Energy Consumption", *Energies*, 15(11), 4046.
- Dasgupta, S. et al. (2002), "Confronting the Environmental Kuznets Curve", *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147-168.
- Deacon, R. & C.S. Norman (2004), "Does the Environmental Kuznets Curve Describe How Individual Countries Behave?", *UCSB Working Papers*.
- Du, K. et al. (2019), "Do green technology innovations contribute to carbon dioxide emission reduction? Empirical evidence from patent data", *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 297-303.
- Gujarati, D.N. (2004), *Basic Econometrics* (4th ed.), New York: McGraw-Hill.

- Hansen, B.E. (1999), "Threshold effects in non-dynamic panels: Estimating, testing and inference", *Journal of Econometrics*, 93, 345-368.
- Hashmi, R. & K. Alam (2019), "Dynamic relationship among environmental regulation, innovation, CO2 emissions, population, and economic growth in OECD countries: A panel investigation", *Journal of Cleaner Production*, 231, 1100-1109.
- Hassan, S.T. et al. (2022), "Is public service transportation increase environmental contamination in China? The role of nuclear energy consumption and technological change", *Energy*, 238, 121890.
- Hsu, C.C. et al. (2021), "A step towards sustainable environment in China: The role of eco-innovation renewable energy and environmental taxes", *Journal of Environmental Management*, 299, 113609.
- Khan, A. et al. (2021), "Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in Belt & Road Initiative countries", *Renewable Energy*, 171, 479-491.
- Lin, B. & X. Li (2011), "The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions", *Energy Policy*, 39, 5137-5146.
- Mideksa, T.K. (2021), "Pricing for a cooler planet: An empirical analysis of the effect of taxing carbon", *CESifo Working Paper Series*, 9172.
- Morley, B. (2012), "Empirical evidence on the effectiveness of environmental taxes", *Applied Economics Letters*, 19(18), 1817-1820.
- OECD (2023a), *Environmental Policy Stringency Index*, <<https://stats.oecd.org/#>>, 24.09.2023.
- OECD (2023b), *Environmental Technologies Patents*, <<https://data.oecd.org/envpolicy/patents-on-environment-technologies.htm#indicator-chart>>, 06.09.2023.
- Pao, H.T. & C.M. Tsai (2011), "Modeling and forecasting the CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Brazil", *Energy*, 36, 2450-2458.
- Quynh, M.P. et al. (2022), "The role of climate finance in achieving COP26 goals: Evidence from N-11 countries", *Cuadernos de Economía*, 45(128), 1-12.
- Shahbaz, M. et al. (2018), "Do foreign capital and financial development affect clean energy consumption and carbon emissions? Evidence from BRICS and Next-11 countries", *SPOUDAI Journal of Economics and Business*, 68(4), 20-50.
- Tao, R. et al. (2021), "The dynamic effect of eco-innovation and environmental taxes on carbon neutrality target in emerging seven (E7) economies", *Journal of Environmental Management*, 299, 113525.
- Wang, T. et al. (2023), "Green finance and clean taxes are the ways to curb carbon emissions: An OECD experience", *Energy Economics*, 124, 106842.
- Wiedmann, T. & J. Minx (2008), "A definition of carbon footprint", *Ecological Economics Research Trends*, 1, 1-11.
- World Bank (2023a), *CO2 Emissions*, <<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=EN.ATM.CO2E.PC&country=#>>, 08.09.2023.
- World Bank (2023b), *Services Value Added*, <<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NV.SRV.TOTL.ZS&country=#>>, 08.09.2023.

World Bank (2023c), *GDP Growth Per Capita*,

<<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.PCAP.KD.ZG&country=#>>, 08.09.2023.

World Bank (2023d), *Urban Population*,

<<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=SP.URB.TOTL.IN.ZS&country=#>>, 08.09.2023.

Zhang, X.P. & X.M. Cheng (2009), “Energy consumption, carbon emissions and economic growth in China”, *Ecological Economics*, 68, 2706-2712.

Kurt, M. (2024), "Yeşil Çevre Politikaları ve Yeşil Vergilerin Karbon Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Panel Eşik Regresyon Analizi", *Sosyoekonomi*, 32(62), 455-477.