

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri perspektifinden iklim politikası geliştirme ve uygulama. Avrupa Birliği Ülkelerinden Kanıtlar

Krzysztof Kluza^{a,*}, Magdalena Ziolo^b, Marta Postula^c

^a Sayısal Ekonomi Bölümü, Varşova Ekonomi Okulu, Al. Niepodległości 162, 02-554, Varşova, Polonya

^b Ekonomi, Finans ve Yönetim Fakültesi, Szczecin Üniversitesi, Mickiewicza 64, 71-101, Szczecin, Polonya

^c Finans ve Muhasebe Bölümü, İşletme Fakültesi, Varşova Üniversitesi, Szturmowa 1/3, 02-678, Varşova, Polonya

ARTICLE INFO

Taşıma editörü: Mark Howells

Anahtar kelimeler:

İklim azaltımı ve adaptasyon Enerji politikası
Avrupa
Sera gazı emisyonları Net-sıfır
Sürdürülebilir kalkınma hedefleri

ABSTRACT

Dünyanın dört bir yanındaki hükümetler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine (SKH'ler) ulaşmak için çevresel risklerin nasıl azaltılacağını ve iklim politikalarının nasıl ele alınacağını araştırmaktadır. Bu çalışma, iklim politikası geliştirme ile farklı SKH'ler arasındaki etkileşimlere odaklanmaktadır. Çalışma, AB ülkeleri için panel verilerini analiz etmektedir. Sera gazı emisyonları bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Çalışma, Çevresel Kuznets eğrisi olgusunun tanımlanmasına olanak tanıyan doğrusal olmayan etkileri test etmekte ve tüm açıklayıcı değişkenlerin doğrusal olmadığını ve zaman gecikmesini kontrol ederek bu araştırma çizgisini genişletmektedir. Araştırma sonuçları, iklim politikası hedeflerine sadece doğrudan değil, aynı zamanda SDG9 (inovasyon ve altyapı), SDG11 (sürdürülebilir şehirler ve topluluklar) ve SDG17 (çevresel vergilendirme) gibi diğer SDG hedeflerinin uygulanmasını kolaylaştırarak dolaylı olarak da ulaşmanın mümkün olduğunu göstermektedir. Belirli politikaların etkisi, faktör analizi kullanılarak analiz edilen coğrafyaya özgü etkilere de bağlıdır.

1. Giriş

Sürdürülebilirlik riski veya başka bir deyişle finansal olmayan faktörlerin riski (Çevresel, Sosyal, Yönetişim (ÇSY) riski), işletme ve ekonomi üzerindeki etkisi bağlamında önem kazanan bir risk türüdür [1]. ÇSY riskinin tanımı heterojendir ve şu anda birleştirme çalışmaları devam etmektedir (diğerlerinin yanı sıra Avrupa Bankacılık Otoritesi düzeyinde). Çevresel risk önem kazanmakta olup, bu durum Küresel Riskler Raporları tarafından da teyit edilmekte ve en büyük etkiye sahip beş risk arasında en üst sırada yer aldığını göstermektedir. İklim değişikliği riski bu gruptaki önde gelen risk türlerinden biridir [2]. Çalışmalarda ve raporlarda finansal olmayan faktörlerin riskinin finansal performansı etkilediğine giderek daha sık dikkat çekilmektedir [3].

ÇSY risk grubunda çevresel risk ve bunun içinde de iklim değişikliği riski önemli bir bileşendir. İklim değişikliği riski, en etkili beş riskten biridir [2]. İklim değişikliğinden ve sonuçlarından etkilenmeyen hiçbir sektör yoktur [4]. İklim değişikliği, bir işi yürütmenin artan maliyetlerinin yanı sıra bu değişikliklerin etkisini hafifleten kamu eylemlerinin maliyetlerini de belirlemektedir [5].

Bu nedenle, dünyanın dört bir yanındaki hükümetler entegre bir

iklim değişikliğinin ve olumsuz etkilerinin nasıl önlenebileceğine ilişkin tartışmalar. Bu hem uluslararası arenada (iklim alanında Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri dahil) hem de Avrupa Birliği düzeyinde (Avrupa Yeşil Anlaşması, AB'nin taksonomi yönetmeliği dahil olmak üzere bir dizi stratejik belge) veya hükümetler arası zihinsel girişimler (örneğin iklim zirveleri) düzeyinde yapılmaktadır. Münferit devletler de iklim riskinin etkilerine karşı korunmayı amaçlayan kendi iç çabalarını ve eylemlerini, örneğin çevre vergilerine dayalı vergi sistemleri, kirlenen öder ilkesi, sübvansiyon sistemleri ve yeşil dönüşüme yönelik destekleri hayata geçirmektedir.

AB sürdürülebilirlik politikaları aynı zamanda iklim değişikliğine de bir cevap niteliğindedir. Bu konudaki kilit politikalarından biri Sermaye Piyasası Birliği bünyesindeki iklim politikası ve sürdürülebilir finans olup, sürdürülebilir finans içerisinde iklim değişikliği ve buna bağlı riskler konusunda başrolü iklim finansmanı oynamaktadır. İklim politikası hedefleri, çevre ve iklim değişikliğine adanmış sürdürülebilir kalkınma hedefleri (SDG'ler), özellikle de SDG13 ile uyumludur. Burada önemli bir husus da iklim politikası geliştirmenin finansmanı meselesidir.

SKH'ler arasında iklim değişikliğine ayrılmış bir SKH13 bulunmaktadır, ancak SKH'lerin birbirleriyle entegre olduğu unutulmamalıdır,

* Sorumlu yazar.

E-posta adresleri: kkluza@sgh.waw.pl (K. Kluza), magdalena.ziolo@usz.edu.pl (M. Ziolo), mpostula@wz.uw.edu.pl (M. Postula).

<https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101321>

Alındı 5 Aralık 2022; Gözden geçirilmiş haliyle alındı 5 Kasım 2023; Kabul edildi 23 Ocak 2024

Çevrimiçi olarak kullanılabılır 27 Ocak 2024

2211-467X/© 2024 Yazarlar. Elsevier Ltd. tarafından yayınlanmıştır. Bu makale CC BY-NC-ND lisansı altında açık erişimli bir makaledir (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Çünkü bunların uygulanması sürdürülebilir kalkınma için politika hedeflerine ulaşılmasını sağlamalıdır. Dolayısıyla, iklim değişikliği üzerinde etkisi olan sadece SKH13'ün uygulanması ve finansmanı değildir. Çevresel hedeflere ulaşılmasını sağlayan iklim göstergeleri ve eylemleri diğer SKH'lerde de yer almaktadır; bu durum hem ekonomik hem de sosyal hedefler için geçerlidir. SKH'lerin iklim politikasının uygulanmasına katkısı üzerine yapılan çeşitli araştırmalara rağmen [6-8], bu konu, özellikle çevre üzerindeki faydalı etkilerini en üst düzeye çıkarmak ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek için ilgili hedeflerin nasıl finanse edileceği ve gerçekleştirileceği alanında hala tartışmaya açık bir alan bırakmaktadır [9]. Bu makale, SKH'lerin iklim hedefleri üzerindeki dolaylı etkisine odaklanarak bu alanı daha da derinleştirmektedir. Çalışmanın temel amacı, çevresel hedeflere hem doğrudan SKH13'ün uygulanmasıyla hem de dolaylı olarak SKH 13.10 (sera gazı) ve diğer SKH'ler arasındaki etkileşimlerle ulaşıldığı kavramına dayanmaktadır. Bu perspektifin tamamı Şekil 1'de gösterilmektedir.

Lebel [10], kanıta dayalı iklim değişikliğine uyum uygulamalarının eksikliğinin, ilgili bilginin erişilemez, kullanılamaz veya eksik olmasından kaynaklandığını savunmaktadır. İklim değişikliğine ilişkin literatürün çoğu doğa bilimleri perspektifinden yazılmıştır. 2010 yılından önce iklim değişikliği konusunda yayınlanan bilimsel makalelerin sadece yaklaşık %5'i sosyal bilimler perspektifinden yazılmıştır. Daha fazla politika araştırması, iklim değişikliği politikalarının geliştirilmesine önemli katkılar sağlayabilir.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler) çok sayıda çalışmaya konu olmuştur [11-13]; ancak bunlardan yalnızca bazıları belirli hedefler arasındaki etkileşimlere veya bir hedefin diğerleri üzerindeki etkisine odaklanırken, çalışmaların hiçbirisi bu sorunu iklim politikası geliştirme bağlamında ele almamaktadır.

Makalenin ikinci amacı, SKH13 ile diğer SKH'ler arasındaki etkileşimler hakkında bilgi sahibi olmanın, iklim politikası geliştirmenin verimli olması için gerekli olduğunu varsaymaktadır. Bu makale, AB ülkelerinin verilerine dayanarak iklim politikası geliştirme ile SKH'ler arasındaki ilişkiyi analiz etmekte ve açıklığı kavuşturmaktadır. Makale özellikle aşağıdaki araştırma sorularını gündeme getirmektedir:

1. SKH'lerden hangileri iklim politikasının geliştirilmesine doğrudan ve/veya dolaylı olarak katkıda bulunmaktadır?
2. Hangi SKH'ler iklim politikası geliştirme üzerinde en önemli etkiye sahiptir ve neden?

Çalışma şu şekilde düzenlenmiştir: giriş bölümü Bölüm 1'dir; Bölüm 2'de SKH'lerle ilgili teorik hususlar sunulmuştur. Bölüm 3'te metodolojik yaklaşım, veri toplama prosedürü ve yöntemlerin açıklaması sunulmaktadır. Bölüm 4'te araştırma sonuçları tartışılmakta, Bölüm 5'te ise sonuç yer almaktadır.

2. Literatür taraması

Gündem 2030'un sürdürülebilir kalkınma stratejisinin başarılı bir şekilde uygulanması, insan refahını, ekonomik refahı ve çevrenin korunmasını sağlamak için küresel sürdürülebilir kalkınma sorununu karşılayacak bir çerçevedir. Bu amaçla, tüm SKH'ler birbirine bağlı bir ilişkiler sistemi olarak hareket etmeli ve birlikte küresel sosyal ve ekonomik kalkınmayı

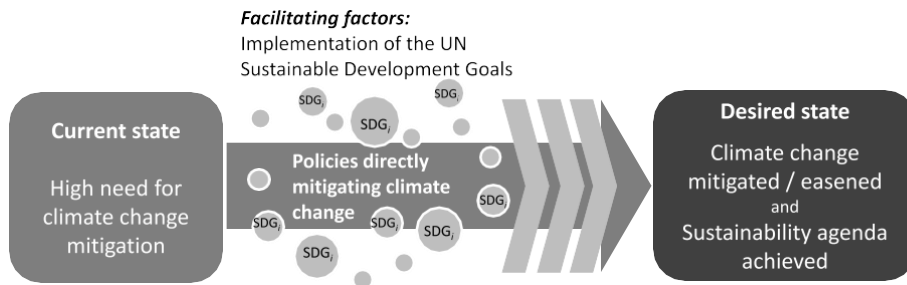
ekonomik sistemin güvenli ve adil bir işlevsel alana dönüştürülmesi [14-16]. Tek başına bir sürdürülebilir kalkınma hedefinin parçası olan eylemlerin, kapsamlı sosyal ve ekonomik müdahale sürecinden destek almadan arzu edilen sonuçları getirmesini beklemek mantıksız olacaktır, bu nedenle etkilerinin bir sinerjisi gereklidir. Sonuç olarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması büyük ölçüde sinerjilerden yararlanılıp yararlanılamayacağına ve ödünleşimlerin tespit edilip çözüme kavuşturulup kavuşturulamayacağına bağlı olacaktır. Gözlemlenen sinerjiler, bir hedefteki ilerlemenin diğerlerinin gerçekleştirilmesine katkıda bulunabileceği SKH'ler arasında geniş bir uyumluluk olduğunu göstermektedir [17].

Doğal çevre Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin her birinde yer almaktadır. Örneğin, çevre kalitesiyle doğrudan bağlantılı hedefler SKH6 (temiz su ve sanitasyon), SKH13 (iklim eylemi), SKH14 (su altında yaşam) ve SKH15 (toprak ve biyoçeşitlilik) iken, diğerleri dolaylı olarak çevreyle bağlantılıdır, örneğin SKH2 (sıfır açlık), SKH1 (yoksulluğa son) ve SKH11 (sürdürülebilir şehirler ve topluluklar). Bazı araştırmacılar daha da ileri giderek çevresel göstergelerin neredeyse tüm sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin doğasında var olduğu görüşündedir ve özellikle de her bir hedef için bu türden en az bir göstergenin mevcut olduğunu savunmaktadırlar (sosyal, çevresel ve ekonomik konuları yatay olarak birbirine bağlayan SKH10 hariç). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin bir parçası olarak doğrudan çevreyle ilgili doksan üç gösterge oluşturulmuştur. Araştırmamız, ilgili sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile iklim politikası hedeflerini temsil eden SKH13.10 arasındaki gerçek sinerjileri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Uygulamada bu, diğer sosyal, eko- nomik ve kalkınma politikalarının başarılı bir şekilde uygulanmasının olumlu bir dışsallığı olarak çevresel hedeflere dolaylı olarak ulaşılmasını sağlayacaktır.

Korelasyon sisteminin varlığı en az bir düzine kadar yıldır analiz edilmekte olup, sonuçları hala kesin değildir ve toplumların sürdürülebilir kalkınma hedefleri tarafından tanımlanan davranışlar konusunda artan farkındalığıyla birlikte gelişmektedir (örneğin bkz. [18]). Bu tür bir yaklaşıma iyi bir örnek, Pradhan ve diğerleri [19] tarafından yürütülen ve aynı hedefle negatif korelasyonların varlığını ortaya koyan araştırmadır. Bu araştırmacılar ayrıca bu tür ters korelasyonların veri çiftlerinin %25-%40'ı için SKA7 (uygun ve temiz enerji), SKA8 (insana yakışır iş ve ekonomik büyüme), SKA9 (sanayi, yenilikçilik ve altyapı) ve SKA15 (karada yaşam) kapsamında gözlemlendiğini kanıtlamıştır. Örneğin, SKA7 göstergesi olan "elektrikçi erişimi olan nüfus yüzdesi", yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasının bir sonucu olarak bazı ülkelerde artmıştır [20, 21]. Bu durum, bir başka SKA7 göstergesi olan "yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki payı"ndaki artışı desteklemeyebilir.

İklim göstergeleriyle ilgili hedefler ve bunların işletmeler tarafından alınan kararlar üzerindeki etkisi de söz konusudur. Eiadat ve diğerleri [22] çevresel inovasyon stratejisi ile işletme performansı arasında pozitif bir ilişki olduğunu savunmuştur. Ayrıca, Lee ve diğerleri [23] CO2 emisyonunun azaltılması alanındaki Ar-Ge yatırımlarının bir şirketin performansı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu iddia etmiştir [24].

Buna karşılık, De Neve ve Sachs [25] tarafından yapılan araştırma, çoğu ülkede sürdürülebilir kalkınma hedefleri içinde ve arasında genellikle ödünleşmelerden daha fazla sinerji olduğunu ortaya koymuştur. Bu araştırmacılar tarafından yapılan analizler



Şekil 1. Araştırmanın kavramsal çerçevesi.

Araştırmanın kavramsal çerçevesi. Kaynak: kendi detaylandırması

SDG3'ün (iyi sağlık ve refah) esas olarak ek sinerji faydaları ile bağlantılı olduğunu, SDG12'nin (sorumlu tüketim ve üretim) ise en sorunlu ödünlüşimlerle önemli ölçüde bağlantılı olduğunu göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin çoğunun refahla olumlu yönde ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur, ancak De Neve ve Sachs [25] tarafından yapılan analiz, SKH12 (sorumlu tüketim ve üretim) ve SKH13'ün (iklim eylemi) öznal refah (SWB) açısından olumsuz yönde ilişkili olduğu oldukça farklı bir senaryo ortaya koymaktadır [26]. Bununla birlikte, eko- nomik kalkınma ölçümü uzun zamandır doğal kaynakların kullanımına dayandığından ve insan refahındaki artışın çoğu durumda çevresel sürdürülebilirlik pahasına gerçekleşmesine neden olduğundan, bu analizlerin sonuçları sürpriz değildi [27,28].

Ancak yıllar geçtikçe, çevresel bir çöküşten kaçınmak istiyorsak, doğal ve maddi kaynakların tüketimini çevresel sınırlarla tutarlı bir düzeyde kısıtlamamız gerektiği giderek daha açık hale gelmiştir [29,30]. Bu geçiş SDG12 ve SDG13 tarafından yakalanmıştır [31]. Bu, gerçek bir emisyon azaltımını ve tüketim ve üretim kalıplarında hem niceliksel hem de niteliksel değişimi gerektirecektir [32]. Ancak, bu SKH'ler arasındaki korelasyonların analizi, harcanabilir hane halkı geliri göstergesi dikkate alınarak yapılmalıdır. Nitekim, özellikle yüksek gelirli ülkelerin, temel ihtiyaçların karşılanması için gerekli olduğu eko- nomik kalkınma sürecindeki ülkelerde tüketim artışını sağlamak için karbon ayak izlerini azaltmaları gerektiği bir işleyiş modeli gözlemlenebilir [33]. Ekonomik büyümeye dayalı bir sistemin istihdam sağlamak ve geçim kaynaklarını desteklemek için sürekli artan tüketim ve üretime bağımlı olduğu düşünüldüğünde bu kolay bir iş değildir [34]. Sonuç olarak, mevcut yapılarda, SKH12 ve SKH13'te kaydedilen ilerlemenin ciddi sosyal ve ekonomik sonuçları olabilir ve bu nedenle özellikle en savunmasız kişilerin refahı üzerinde olumsuz bir etkisi olabilir [31].

Bununla birlikte, çevre yönetimi mutlaka refahta bir düşüşü gerektirmez. Çeşitli çalışmalar çevresel bütünlüğün insan refahı için önemini ortaya koymuştur: örneğin, düşük hava kalitesi öznal refah üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir [35]. İnsanlar gözle görülür derecede temiz hava için para ödemeye hazırdır; doğayla temasın ruh sağlığını iyileştirdiğini gösteren kanıtlar vardır [36]. Hükümetlerin bu eylemi özel vergi ve harcama politikalarıyla önemli ölçüde desteklediği ülkelerde, yoğun çevre koruma önlemlerinin çok daha az sosyal sonuçları kaydedilmiştir. Literatürde, kamu harcamalarının çevresel etkilerini bazen GSYH ile ilişkili olarak tartışan çok sayıda çalışma bulunabilir. Örnek olarak 1995-2008 yılları arasında 12 Avrupa ülkesini ele alan Lo'pez ve Palacios [37], kamu harcamalarının sınırlandırmada önemli bir rol oynadığını kanıtlamıştır.

Sülfür oksit ve ozon emisyonları. Ancak azot oksit için böyle bir etki kaydedilmemiştir. Bu arada, Czystewski ve diğerleri [38] AB-25 ülkelerindeki kamu harcamalarının ölçüğü ile PM2 emisyonlarının azaltılması arasındaki korelasyonu doğrulamıştır, yani harcamalardaki artışın PM2'nin önemli ölçüde düşmesine neden olduğu kanıtlanmıştır. Diğer çalışmalarda, Halkos ve Paizanos [39] ilgili panellerde kamu harcamalarının sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini incelemiş ve GSYH'nin bir payı olarak daha fazla kamu harcamasının sülfür ve nitrojen oksit emisyonlarında bir azalmayı desteklemesine rağmen, karbondioksit üzerinde böyle bir etki olmadığı sonucuna varmıştır. Ayrıca, düşük gelirli ülkelerde kamu harcamalarının emisyon azaltımı üzerindeki etkisi güçlüdür, ancak daha zengin ülkelerde artan harcamalar ile emisyonlar arasında pozitif bir korelasyon bile olabilir. Genel olarak, kamu harcamalarının doğrudan etkisi daha önemlidir ve GSYH büyümesi ve demokratikleşme düzeyindeki artışla birlikte daha güçlü hale gelmektedir.

Çeşitli bilim adamlarının araştırmalarının sonuçlarında genel olarak gözlemlenebilen şey, çevrenin korunmasına ilişkin vergi gelirlerinin etkinliğinin düşük olduğudur. Bu durum kısmen, bazı temel kirleticilerin emisyonları artarken (örneğin CO₂ veya NH₃) bu vergilerin seviyesinin genel olarak düşüyor olmasıyla açıklanabilir, bu da bu vergilerin tutarlı bir şekilde uygulanmadığını göstermektedir. Dahası, kirlilik vergileri toplam çevre vergisi gelirlerinin sadece bir kısmını temsil etmektedir ve dağılımı Üye Devletler arasında büyük farklılıklar göstermektedir.

Devletler. Örneğin, çiftçilere uygulanan kirlilik vergileri (diğerlerinin yanı sıra NH₃ emisyonlarına uygulanabilir) birkaç Üye Devlet dışında genellikle çok düşüktür. Bu durum, "kirliten öder" ilkesinin beklenen sonuçları vermediğini gösterebilir [40].

Dolayısıyla, siyasi karar alıcıların önündeki zorluk, insan refahındaki iyileşmeyi doğal kaynakların tüketimi ve sera gazı emisyonlarından ayırarak kısa vadeli ödünleşimi çözmektir. OECD raporlarından biri [41], iklim değişikliği azaltım politikalarında refah merceğinin benimsenmesini önererek ve insanları iklim eyleminin merkezine yerleştirerek bu zorluğun üstesinden gelmeye çalışmaktadır [42]. Yüksek refah sağlarken iyi sonuçlar elde eden ülkeler, çevresel sürdürülebilirlik çabalarını boşa çıkarmayan yoksulluktan çıkış yollarının olabileceğini göstermektedir. Bu ülkeler, dünyanın dört bir yanındaki nispeten büyük ve küçük ülkelerin orantılı bir karışımını temsil etmektedir.

3. Metodoloji ve sonuçlar

Bu makale, AB ülkelerinin verilerine dayanarak farklı sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin uygulanmasının sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Sera gazı emisyonları (GHG), literatür taramasına dayalı olarak çevresel bozulmayı temsil eden bağımlı bir değişken veya çevre politikalarının uygulanması için bir vekil olarak kullanılmıştır (bkz. örneğin Sterpu vd., 2018; [9,43-45]). Yani, Eurostat veri tabanından kişi başına kilogram (bin) cinsinden sera gazı (CO₂ ve N₂O, CO₂ eşdeğeri olarak CH₄) emisyonları göstergesini kullandık. Sera gazı değişkeninin kullanılması iklim politikasının sadece bir kısmını kapsamına rağmen, bu değişkenin en popüler iklim politikası hedefini kapsamaya ve farklı ülkeler arasında karşılaştırılabilir olmasının yanı sıra kolayca ölçülebilir olması nedeniyle önemli bir avantaja sahiptir.

Takip eden analiz dört grup prosedürü kapsamaktadır:

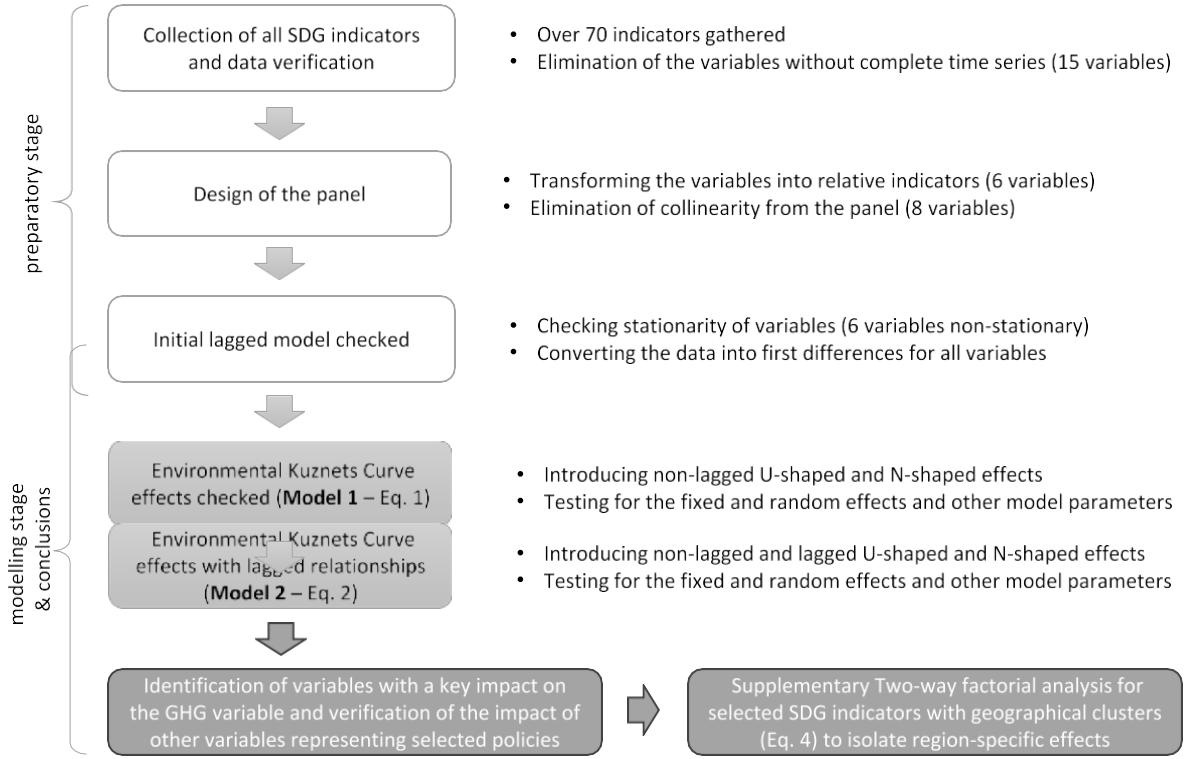
- (1) Panel veri hazırlama ve değişkenlerin yapılandırılması, eş doğrusallık analizi dahil;
- (2) Değişken durağanlığının emsal testi de dahil olmak üzere panel veri modellemesi yoluyla temel model spesifikasyonunun seçimi;
- (3) zaman gecikmeleri ile geliştirilmiş model spesifikasyonunun formülasyonu ve değişkenlerin marjinal etkilerinin kontrol edilmesi;
- (4) faktör analizi kullanılarak coğrafyaya özgü etkilerin modele uygulanması.

Tüm bu aşamaların metodolojik yönleri Şekil 2'de gösterilmekte ve aşağıda kısaca açıklanmaktadır. Analiz edilen çok sayıda değişken (70'in üzerinde gösterge) nedeniyle, varyans şişirme faktörleri ile eşdoğrusallık kontrolü, Levin-Lin-Chu testleri ile panel veriler için istatistiksel kontrol gibi ara istatistiksel prosedürlerin çıktıları bu makalede sunulmamıştır, ancak talep üzerine temin edilebilir.

Başlangıçta ilgili SKA'lardaki tüm değişkenler dikkate alınmıştır. Verilerin tam bütünlüğünü ve karşılaştırılabilirliğini sağlamak için tüm değişkenler 2008-2018 dönemi için Eurostat veri tabanından alınmıştır. Veriler Birleşik Krallık da dahil olmak üzere 25 AB ülkesini kapsamaktadır. Kıbrıs, Malta ve Lüksemburg, ekonomilerinin küçüklüğü nedeniyle kapsam dışı bırakılmıştır.

İlk olarak, bir yılın tamamı için eksik gözlemleri olan değişkenler panelden çıkarılmıştır. Bu da veri yetersizliği nedeniyle 15 değişkenin elenmesiyle sonuçlanmıştır. Daha sonra, kalan değişkenler için tam veri bütünlüğü sağlanmıştır, yani ara sıra eksik olan gözlemler, bitişik gözlemlerin geometrik ortalaması olan vekil verilerle doldurulmuştur. Bu prosedür tüm gözlemlerin %0.1'inden daha azını kapsamakta ve dengeli bir panel elde edilmesini sağlamaktadır. Nispeten kısa zaman serilerinde herhangi bir eksik veri tam yıl gözlemlerini ortadan kaldıracığından ve bu da modelin güvenilirliğini etkileyeceğinden bu artırma önemlidir.

Daha sonra, kalan değişkenler daha iyi veri karşılaştırılabilirliği için görece göstergelere dönüştürülmüştür. Bu değişiklik 6 değişkeni etkilemiştir. Veri hazırlamadaki son adım, belirli değişkenler ile sera gazı değişkeni arasındaki eş doğrusallığın ortadan kaldırılmasına ayrılmıştır. Eşdoğrusallığı tespit etmek için değişken enflasyon faktörleri kullanılmıştır.



Şekil 2. Araştırma Aşamaları
Araştırma aşamaları.

Kaynak: kendi detaylandırması

yinelemeli regresyon süreci. Bu şekilde ilave 8 değişken elenmiştir. İkinci prosedür grubu temel model spesifikasyonunun seçimine ayrılmıştır. Başlangıçta verilerin durağanlığı kontrol edilmiştir. Zaman gecikmesi 1'e eşit olan panel ADF için Levin-Lin-Chu testini kullandık [46]. Uygulanan prosedür 6 değişkenin 1. dereceden durağan olmadığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, durağan olmama durumunu ortadan kaldırmak için tüm değişkenler orijinal değerlerinden birinci farklarına dönüştürülmüştür. Değişkenlerin birinci farklarının kullanılması, model katsayılarının nispeten kolay ve anlaşılır bir şekilde yorumlanmasına olanak tanımaktadır. Daha sonraki ekonometrik modelleme panel veri regresyon fonksiyonları ile gerçekleştirilmiştir. Bu, sosyo-ekonomik kalkınma, enerji politikası ve çevre arasındaki karşılıklı bağımlılık konularına adanmış bu araştırma kategorisinde hakim bir ekonometrik yaklaşımdır. fenomenler - bkz. örneğin Refs. [47-49].

Araştırmamızda, [47]'yi takiben, Çevresel Kuz-ağları eğrisi olgusunu tanımlamaya olanak tanıyan doğrusal olmayan, yani U-şekilli ve N-şekilli etkileri test ediyoruz [46]. Tüm açıklayıcı değişkenlerin doğrusal olmadığını kontrol ederek bu araştırma çizgisini genişletiyoruz. Başlangıçta modellenen regresyon fonksiyonu aşağıdaki gibi bir forma sahiptir:

$$d_GHG_{it} = \alpha + \beta_k \cdot d_C_{it} + \gamma_k \cdot (d_C)_{it}^2 + v_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

burada:

- d_GHG_{it} - bağımlı değişken (sera gazı), birinci fark;
- d_C_{it} - her ülke ve yıl için belirli sürdürülebilir kalkınma hedefleri dahilindeki bireysel göstergelerden oluşan açıklayıcı değişkenler kümesi (k değişken) - ilk farklar;
- i -analiz edilen bireysel ülkeleri temsil eden kesitsel boyut (1'den N 'inci ülkeye kadar); $I \in \{1, N\}$;
- t -zaman boyutu (yıllık veriler);
- α -kesişim;
- β - ilgili açıklayıcı değişkenler için yapısal parametreler
- d_C_{it} kümesi (1, ..., k);

$\gamma - (d_C)_{it}^2$ kümesindeki (1, ..., k) ilgili açıklayıcı değişkenler için yapısal parametreler;

v_i - zamanla değişmeyen gözlemlenemeyen özellikleri temsil eden hata terimi;

ε_{it} - rastgele hata terimi.

Sonuç olarak, Tablo 1'de sunulan temel modelin (Model 1) bir spesifikasyonu elde edilmiştir. Ekonometrik modelleme, tek tek değişkenlerin anlamlılığının sağlanmasına, bilgi kriterlerinin (Akaike ve Schwarz) en aza indirilmesine ve ayrıca adı geçen regresörler üzerinde ortak testlerin olumlu sonuçlarının alınmasına ve hata terimlerinin otokorelasyonunun olmamasına dayanan 'genelden özele' bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar Gretl ver. 1.9.90 ve STATA ile gerçekleştirilmiştir. 1.9.90 ve STATA 16.1 yazılımı kullanılmıştır. Tüm değişkenler Eurostat veri tabanındaki (SKH göstergeleri seti) ile aynı şekilde numaralandırılmıştır, örneğin, '01.30' sayısı 'SKH 01.30 - Ciddi derecede maddi yoksunluk' anlamına gelmektedir. insanlar'.

Modellemede, havuzlanmış OLS panel veri spesifikasyonu ve i bireyi için sabit etkiler spesifikasyonu kullanılmıştır. Bu modellerde serbestlik derecesinin yetersiz olması nedeniyle rastgele etkiler spesifikasyonu uygulanamamıştır. Gerçekleştirilen testler (artıkların varyans testi ve Breusch-Pagan testi) havuzlanmış OLS panel veri prosedürü ile modelin daha uygun olduğunu göstermiştir (Tablo 1'de Model 1 için test sonuçlarına bakınız). Model 1, SKA göstergeleri ile sera gazı arasındaki birkaç önemli ilişkiyi ve bunların AB ülkeleri için yönlerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, sera gazı bağımlı değişkeninin diğer SKA göstergeleri tarafından büyük ölçüde açıklanabildiğini göstermiştir, çünkü düzeltilmiş R-kare oranı doğrusal olmama durumu kontrol edilirken %91,7 olarak gerçekleşmiştir.

Geliştirilmiş model spesifikasyonu, bazı SKA değişkenlerinin bağımlı değişken üzerinde zamanlararası bir etkiye sahip olabileceği dikkate alınarak üçüncü prosedür setinde (Model 2) formüle edilmiştir. Analiz edilen fonksiyon Model 2 için aşağıdaki forma dönüştürülmüştür:

$$d_GHG_{it} = \alpha + \beta_k \cdot d_C_{it} + \gamma_k \cdot (d_C)_{it}^2 + \lambda_k \cdot d_C_{it-1} + \varphi_k \cdot (d_C)_{it-1}^2 + v_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Tablo 1

Model 1 - Çeşitli SKA göstergeleri ile sera gazı arasındaki ilişkinin temel spesifikasyonu

Havuzlanmış OLS; 250 gözlem; kesit birimleri = 25; zaman serisi uzunluğu = 10. Beck-Katz standart hataları. Not: tüm SDG değişkenleri birinci farklar biçimindedir; 'sq_' öneki ikinci dereceden fonksiyonu göstermektedir.

göstergeler	Katsayı	p-değeri	göstergeler	Katsayı	p-değeri
sabit	0.016495	0.54982			
SDG01.30	-0.0226046	0.01774**	sq_SDG01.30	0.00138614	0.20188
SDG01.40	0.0362523	0.00126***	sq_SDG01.40	6.50308e-05	0.98508
SDG01.50	0.01612	0.00031***	sq_SDG01.50	-0.00155444	0.08882*
SDG02.30	-0.00297161	0.72819	sq_SDG02.30	-0.000544024	0.81812
SDG02.60	0.00164644	0.87352	sq_SDG02.60	-0.00276634	0.38829
SDG03.10	0.179812	0.00049***	sq_SDG03.10	-0.0162003	0.87496
SDG03.40	-0.00263802	0.93024	sq_SDG03.40	-0.0787836	0.00577***
SDG03.60	-0.0248627	0.01949**	sq_SDG03.60	-0.00300823	0.44698
SDG04.20	0.0237099	0.00973***	sq_SDG04.20	-0.00105129	0.33289
SDG04.50	0.00313767	0.37568	sq_SDG04.50	0.000891451	0.09321*
SDG05.50B	0.00530973	0.00108***	sq_SDG05.50B	-0.000529673	<0.0001***
SDG7.10	2.05907	<0.0001***	sq_SDG7.10	1.09584	0.00038***
SDG7.11	-0.140544	0.50538	sq_SDG7.11	-2.89037	0.00043***
SDG07.30	-0.206166	0.00004***			
SDG07.40	0.0129116	0.39433***	sq_SDG07.40	0.0112593	0.04258**
SDG07.60	0.0223981	0.00401***	sq_SDG07.60	0.00087429	0.06052*
SDG08.10	0.0875365	0.00010***			
SDG8.11	0.00844453	0.10582	sq_SDG8.11	-0.000838885	0.08330*
SDG09.10	-0.178272	0.07014*	sq_SDG09.10	-0.802373	0.04151**
SDG09.20	0.00857809	0.68651	sq_SDG09.20	-0.0553057	0.00002***
SDG09.40	-0.00251464	0.00183***	sq_SDG09.40	1.62348e-05	0.35199
SDG09.60	0.0215902	0.00252***	sq_SDG09.60	0.000433594	0.54223
SDG10.20	0.0514145	0.02424**	sq_SDG10.20	0.0417354	0.02036**
SDG10.30	-0.0224765	0.00002***	sq_SDG10.30	0.00100829	0.57182
SDG11.10	-0.0007228	0.93580	sq_SDG11.10	0.00079118	0.09668*
SDG11.40	0.0403499	0.04485**	sq_SDG11.40	-0.00351301	0.63846
SDG13.20	0.0829038	<0.0001***	sq_SDG13.20	-0.00134677	<0.0001***
SDG16.10	-0.242666	0.0001***	sq_SDG16.10	-0.0623318	0.20362
SDG16.20	0.0105142	0.07562*	sq_SDG16.20	0.00138323	0.43948
SDG16.61	-0.00644073	0.00374***	sq_SDG16.61	6.68319e-06	0.97157
SDG16.63	0.00897778	0.00010***	sq_SDG16.63	-8.59247e-05	0.65472
SDG17.30	0.0276779	0.01865**	sq_SDG17.30	0.0015655	0.62613
SDG17.50A	-0.0864178	0.00040***	sq_SDG17.50A	-0.00408133	0.87250
R-kare		0.938317	Düzeltilmiş R-kare		0.916977
F(64,185)		43.97158	P-değeri (F)		2.40e-84
Log-olabilirlik		147.3140	Akaike kriteri		-164.6280
Resid.-rho1'in otokorelasyonu		-0.183380	Durbin-Watson istatistiği.		2.105666

White'in test istatistikleri: LM = 150.617; p = P(Chi2(97)>150.617) = 0.000400138.

Artıkların normal dağılımına ilişkin test istatistikleri: Chi2(2) = 15.2413; p = 0.000490232. Artıkların varyansı: 3.98777/(250-89) = 0.0247687.

Grup ortalama eşitsizliklerinin toplam anlamlılığı: F(24,161) = 0.869224 ve p = 0.643085.

Breusch-Pagan testi: LM = 2.39429 ve p = prob(chi2(1)>2.39429) = 0.121779.

Kaynak: kendi hesaplamalarımız.

Nerede?

d_GHG_{it} - bağımlı değişken (sera gazı), birinci fark;

d_C_{it-1} -bir dönem gecikmeli açıklayıcı değişkenler kümesi (d_C_{it}) - birinci farklar;

$\lambda - d_C_{it-1}$ setindeki (1, ..., k) ilgili gecikmeli açıklayıcı değişkenler için yapısal parametreler;

$\varphi - (d_C)_{it-1}^2$ kümesindeki (1, ..., k) ilgili gecikmeli açıklayıcı değişkenler için yapısal parametreler;

Diğer değişkenler ve parametreler için açıklamalar Denklem (1) ile aynıdır.

Modelleme sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Model 1'e benzer şekilde, havuzlanmış OLS panel veri spesifikasyonu en uygun olanıdır. Gecikmeli değişkenlerle desteklenen Model 2, Model 1'e kıyasla daha fazla sayıda istatistiksel olarak anlamlı katsayı ve daha iyi uygunluk ile karakterize edilmektedir. Düzeltilmiş R² oranı %94.5'tir. Model 2 istenen bazı istatistiksel özellikleri sergilemektedir, yani artıkların değişen varyansı yoktur (yani hataların varyansı sabittir) ve hatalar normal dağılmaktadır.

Model 2'nin sunulan sonuçları, her bir SKA değişkeninin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin büyüklüğünü yansıtan beta katsayıları ile desteklenmiştir (bkz. Tablo 2, son sütun).

standartlaştırılmış regresyon katsayıları.

Her bir değişkenin davranışını tanımlayan matematiksel formüller nispeten karmaşık olduğundan, sera gazı değişkeni üzerindeki ortak etkilerini anlamak için grafiksel analiz kullanmak yararlı bir yaklaşımdır. Seçilen değişkenlerin marjinal etkileri, yani sera gazı değişkeni üzerindeki izole etkileri Şekil 3'te gösterilmektedir. Grafikler, bağımlı değişken üzerindeki en olası etkilerini göstermek amacıyla belirli SKA göstergelerinin tipik varyasyon aralıkları için oluşturulmuştur. Grafikler, en büyük betaya sahip değişkenleri (ölüm oranlarıyla ilgili olan SKH 03.40 ve SKH 16.10 hariç) ve sosyo-ekonomik hedeflerin uygulanması perspektifinden analizimizde odaklandığımız değişkenleri göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, bu makalenin bir sonraki bölümünde yer alan tartışma bölümünde incelenmiştir.

SDG7.10 ve SDG13.20 değişkenleri, beta metriğine göre bağımlı değişkenin açıklanmasında en büyük rolü oynamaktadır. Model 2 tarafından öngörülen davranışları (bkz. Şekil 3, grafik A & B), teorik beklentilerle tamamen uyumludur. Bu da elde edilen ekonometrik sonuçların doğruluğunu teyit etmektedir.

Literatürün de gösterdiği gibi, çevresel göstergeler ile sosyo-ekonomik politikalar arasındaki bağlantı genellikle ülkeye özgüdür - bkz. örneğin Refs. [50-52]. Bu nedenle, çevre politikalarının olası heterojen etkisini test ettik.

Tablo 2

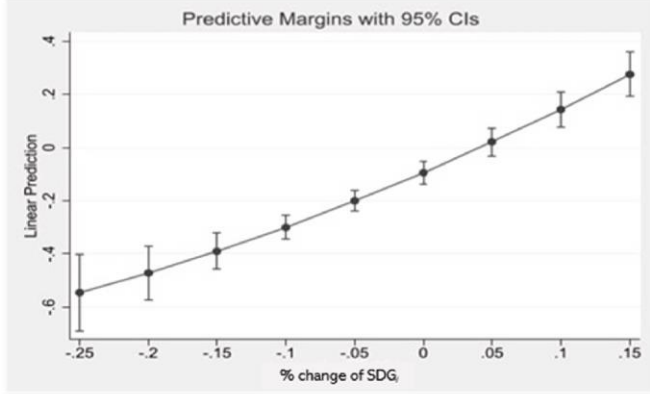
Model 2 - Çeşitli SKA göstergeleri ve sera gazı arasındaki ilişkinin geliştirilmiş model spesifikasyonu.

Havuzlanmış OLS; 225 gözlem; kesit birimleri = 25; zaman serisi uzunluğu = 9. Sağlam standart hatalar (sağlam HAC). Not: tüm SDG değişkenleri birinci farklar biçimindedir, 'sq_' önceki ikinci dereceden bir fonksiyonu, '_1' soneki ise gecikmeli bir değişkeni (t-1) ifade etmektedir.

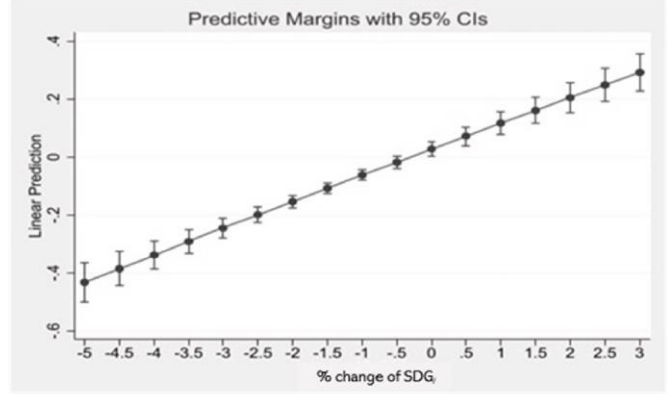
göstergeler	Katsayı	p-değeri	beta	Göstergeler	Katsayı	p-değeri	beta
sabit	0.0214978	0.34007					
SDG01.30	0.0005368	0.93517	.0019524	sq_SDG01.30	0.00138857	0.02420**	.027796
SDG01.30_1	-0.0079146	0.12511	-.026969				
SDG01.40	0.0427862	0.0001***	.1084634	sq_SDG01.40	-0.0019226	0.66687	-.012316
SDG01.40_1	-0.0031148	0.75307	-.008242				
SDG01.50	0.00968102	0.0039***	.0387373	sq_SDG01.50	-0.00131342	0.03558**	-.030153
SDG01.50_1	0.0055966	0.14294	.0239727	sq_SDG02.30	-0.00588381	0.00011***	-.051208
SDG02.30_1	0.00207171	0.70425	.0050005				
SDG02.60	0.00808001	0.25944	.014602	sq_SDG02.60	-0.0129188	0.00005***	-.049583
SDG02.60_1	-0.0020677	0.70533	-.004384	sq_SDG02.60_1	0.00711953	0.00346***	-.049583
SDG03.10	0.212725	<0.001***	.1196816	sq_SDG03.10	-0.125533	0.05597*	-.036753
SDG03.10_1	-0.0711299	0.04015**	-.041913				
SDG03.40	0.103913	0.0019***	.0913165	sq_SDG03.40	0.0527694	0.05127*	.067532
SDG03.40_1	-0.158921	<0.001***	-.151109	sq_SDG03.40_1	-0.0976825	0.00239***	-.162279
SDG03.60	-0.0334946	0.0004***	-.076930	sq_SDG03.60	-0.00365228	0.20097	-.025252
SDG03.60_1	0.0165255	0.03852**	.0402346	sq_SDG03.60_1	0.00804934	0.00102***	.059166
SDG04.20	0.0133582	0.03534**	.0438812	sq_SDG04.20	-0.00084202	0.20313	-.020595
SDG04.20_1	-0.003585	0.48732	-.011307				
SDG04.50	-0.0008469	0.73115	-.005728	sq_SDG04.50	0.000851912	0.06073*	.033097
SDG04.50_1	0.0121304	<0.001***	.0940137	sq_SDG04.50_1	0.0014407	0.00004***	.079505
SDG05.50B	0.0016739	0.11843	.0235079	sq_SDG05.50B	-0.00048847	<0.0001***	-.123203
SDG05.50B_1	-0.0037041	0.0019***	-.052834	sq_SDG05.50B_1	-0.00014878	0.03265**	-.037707
SDG7.10	1.87457	<0.001***	.5739955	sq_SDG7.10	0.939905	0.06065*	.094739
SDG7.10_1	0.341869	0.04576**	.1154462	sq_SDG7.10_1	0.706619	0.01049**	.078768
SDG7.11	-0.0229329	0.92061	-.004253	sq_SDG7.11	-2.16599	0.00773***	-.078998
SDG7.11_1	-0.248706	0.27976	-.053537	sq_SDG7.11_1	-1.08258	0.07508*	-.048514
SDG07.30	-0.220636	<0.001***	-.178472				
SDG07.30_1	0.193596	<0.001***	.1587777				
SDG07.40	-0.0109823	0.35506	-.020962	sq_SDG07.40	0.019314	0.00014***	.082109
SDG07.40_1	-0.0204672	0.02131**	-.044509				
SDG07.60	0.014755	0.0033***	.0680599	sq_SDG07.60	0.000395612	0.26861	.023430
SDG07.60_1	-0.0074189	0.17997	-.034916	sq_SDG07.60_1	-0.00156499	0.00010***	-.093012
SDG08.10	0.0716126	0.0015***	.1241164				
SDG08.10_1	0.0244871	0.13149	.049889				
SDG8.11	0.0168965	0.01413**	.0561947	sq_SDG8.11	-0.00772239	<0.0001***	-.160093
SDG8.11_1	0.0137362	0.0027***	.0598567				
SDG09.10	-0.122425	0.04431**	-.029519				
SDG09.10_1	0.099181	0.26514	.0242854	sq_SDG09.10_1	-0.801495	0.00159***	-.066274
				sq_SDG09.20	-0.0113304	0.25777***	-.016282
				sq_SDG09.20_1	0.0208791	0.00153***	.064622
SDG09.40	-0.0014259	0.01240**	-.042887				
SDG09.40_1	0.00143298	0.01201**	.0458976				
SDG09.60	0.011069	0.0008***	.0481098	sq_SDG09.60	0.00174352	0.00007***	.065590
SDG09.60_1	-0.0092516	0.0099***	-.042225				
SDG10.20	0.0390113	0.02966**	.0404229				
SDG10.20_1	-0.0580513	0.03940**	-.068142				
SDG10.30	-0.0225029	0.0002***	-.094782	sq_SDG10.30	0.00303056	0.04433**	.050559
SDG10.30_1	0.00132111	0.76785	.0053254				
SDG11.10	-0.005789	0.05132*	-.040290				
SDG11.10_1	0.00319506	0.39883	.0204625				
SDG11.40	0.0167087	0.29541	.0235965	sq_SDG11.40	-0.00575737	0.66552	-.011378
SDG11.40_1	-0.0344304	0.03791**	-.058876	sq_SDG11.40_1	-0.0176838	0.00212***	-.072255
SDG13.20	0.0883594	<0.001***	.6953579	sq_SDG13.20	-0.00097975	0.00016***	-.13907
SDG13.20_1	0.00111988	0.77506	.0086292	sq_SDG13.20_1	0.000485864	0.01615**	.067888
SDG16.10	-0.208839	0.0000***	-.123257	sq_SDG16.10	0.0326988	0.51625	.020066
SDG16.10_1	-0.1764	0.0051***	-.115441	sq_SDG16.10_1	-0.170818	0.00049***	-.125624
SDG16.20	0.010977	0.0005***	.0377855	sq_SDG16.20	-0.00282132	0.05567*	-.031706
SDG16.20_1	0.0144532	0.0085***	.0557601				
SDG16.61	-0.0058344	0.0049***	-.070338	sq_SDG16.61	0.0000412	0.78585	.004552
SDG16.61_1	0.0019702	0.28858	.0238866				
SDG16.63	0.00444217	0.01276**	.0498204	sq_SDG16.63	-0.0000419	0.79648	-.003743
SDG16.63_1	-0.000348	0.85283	-.003946				
SDG17.30	0.00321946	0.79928	.0051332	sq_SDG17.30	0.0186392	0.00223***	.054006
SDG17.30_1	-0.0286345	0.0013***	-.060033				
SDG17.50A	-0.044905	0.009***	-.035585	sq_SDG17.50A	0.0589688	0.00543***	.036089
SDG17.50A_1	-0.0295681	0.13733	-.026584				
R-kare			0.970136	Düzeltilmiş R-kare			0.944714
F(103,121)			38.16193	P-değeri (F)			1.55e-61
Log-olabilirlik			238.8089	Akaike kriteri			-269.6178
Resid.-rho1'in otokorelasyonu			-0.037202	Durbin-Watson istatistiği.			1.817173

White'in test istatistikleri: $LM = 165.368$; $p = P(\text{Chi}^2(169) > 165.368) = 0.564593$.
 Artıkların normal dağılımına ilişkin test istatistikleri: $\text{Chi}^2(2) = 1.47802$; $p = 0.477586$. Artıkların varyansı: $1.36765/(225-128) = 0.0140995$.
 Grup ortalaması eşitsizliklerinin toplam anlamlılığı: $F(24,97) = 0.61844$ ve $p = 0.910823$.
 Breusch-Pagan testi: $LM = 3.18764$ ve $p = \text{prob}(\text{chi}^2(1) > 3.18764) = 0.0741969$.
 Kaynak: kendi hesaplamalarımız.

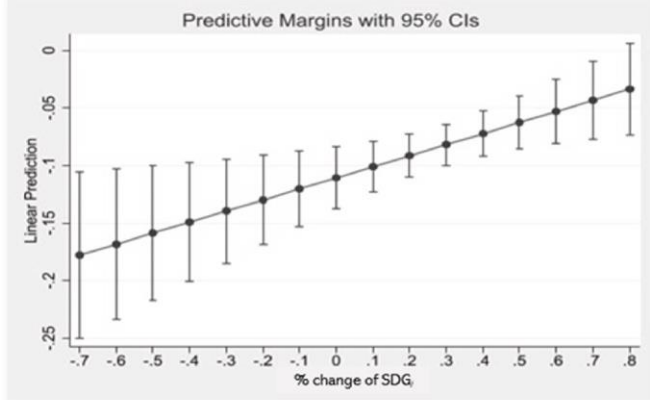
A. SDG 07.10: primary energy consumption, per capita



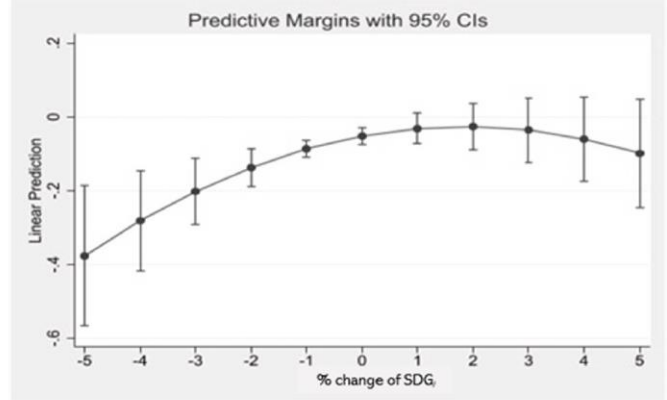
B. SDG 13.20: GHG emissions intensity of energy consumption



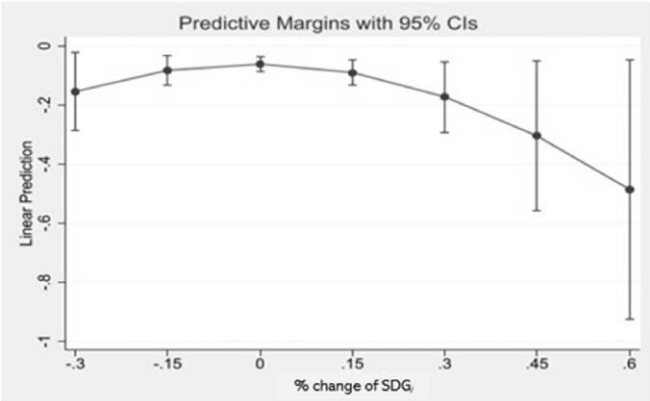
C. SDG 08.10: real GDP per capita, euro



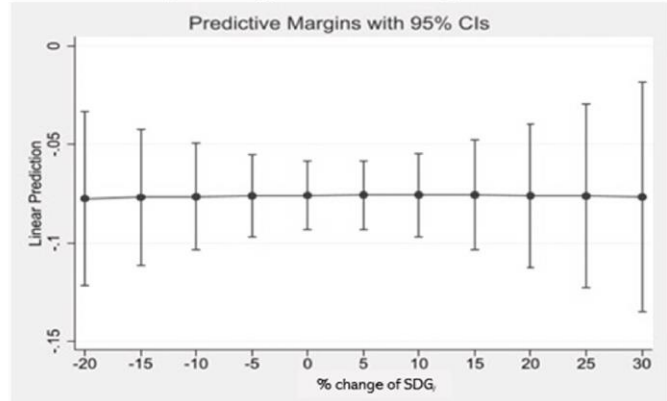
D. SDG 08.11: Investment share in GDP



E. SDG 09.10: gross domestic expenditure on R&D, % of GDP



F. SDG 09.40: patent applications to EPO, per mln inhabitants

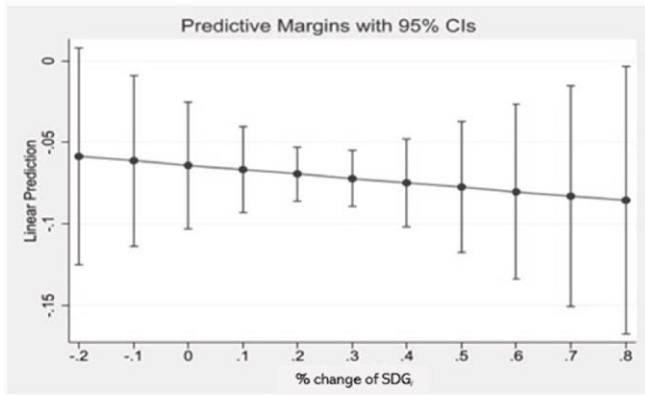


Şekil 3. Model 2'de seçilen SKA göstergelerinin marjinal etkileri. Kaynak: kendi detaylandırması.

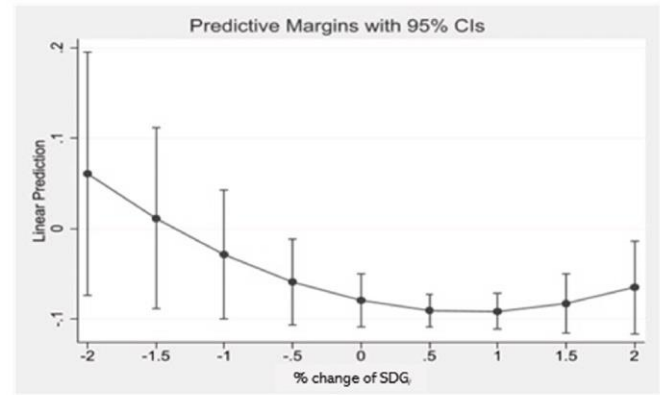
coğrafi boyuttan bağımsız değişkenler. Ülkeler üç farklı kategoride gruplandırılmıştır-Batı ve Kuzey Avrupa (WNE: Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, Hollanda, İsveç, Birleşik Krallık), Akdeniz ve

Güney Avrupa (MSE: Yunanistan, İtalya, Portekiz, İspanya) ve Orta ve Doğu Avrupa (CEE: Bulgaristan, Hırvatistan, Çekya, Estonya, Macaristan, Letonya, Litvanya, Polonya, Romanya, Slovakya, Slovenya). Coğrafi özelliği tanımlayan değişken *Küme* olarak adlandırılır.

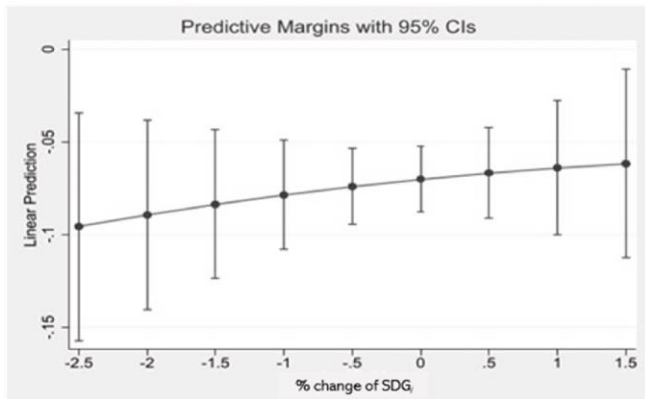
G. SDG 07.30: energy productivity, per kg of oil equivalent



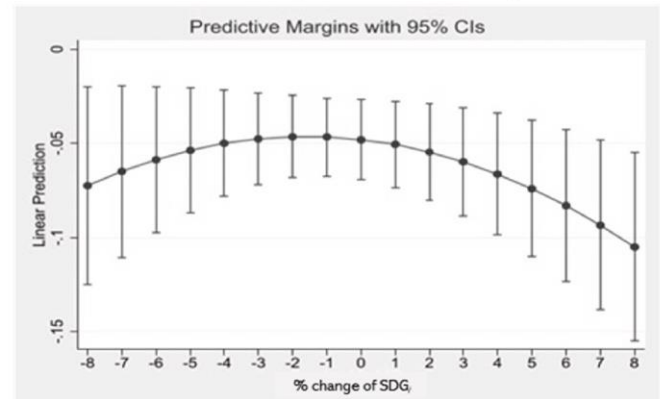
H. SDG 07.40: Share of renewable energy in final energy consum.



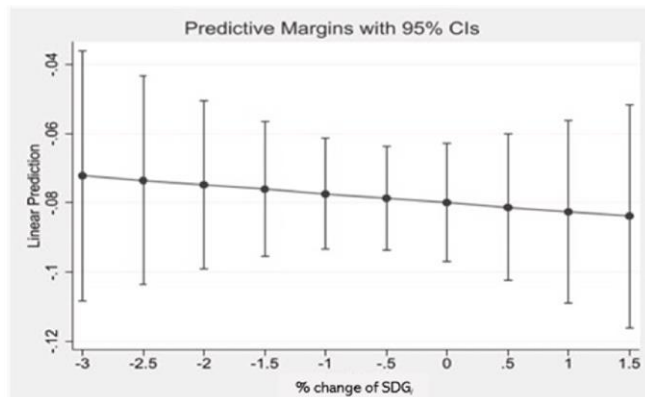
I. SDG 07.60: Population unable to keep home adequately warm



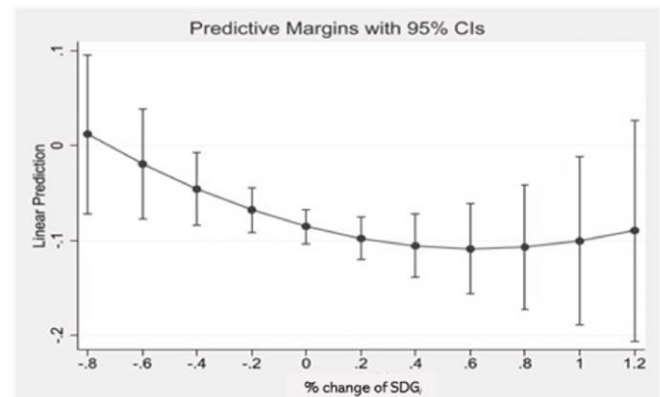
J. SDG 05.50B: seats held by women in national governments, %



K. SDG 11.10: Overcrowding rate, % of population



L. SDG 17.50A: Share of environmental taxes in total tax revenues



Şekil 3. (devam).

Modellemedeki bu prosedür grubu, deney konseptinin tasarımı dayanmaktadır. Amaçları, *Küme* ve seçilen SKH_i değişkenleri arasındaki olası etkileşimlerin *sera gazı* bağımlı değişkeninin davranışını nasıl etkilediğini belirlemektir. Bu faktör analizinin metodolojisi Ref. [53]. Genel olarak, aşağıdaki regresyon problemi çözülür (Denklemler (3), ikinci dereceden ana etkiler ve gecikmeli olmayan değişkenlere sahip 2 yönlü tam faktöriyel bir modeli göstermektedir):

$$y = \eta_0 + \eta_{11}x_1 + \eta_{22}x_2 + \dots + \eta_{kk}x_k + \eta_{111}x_1^2 + \eta_{222}x_2^2 + \dots + \eta_{kkk}x_k^2 + \eta_{12}x_1 \times x_2 + \dots + \eta_{k-1,k}x_{k-1} \times x_k + \epsilon \quad (3)$$

Nerede?

y -deney verimi; bizim durumumuzda *sera gazı* değişkeni;

x_k -bağımsız değişkenler, bizim durumumuzda sürdürülebilir kalkınma

hedef göstergeleri (d_{Cit}) ve *Küme* değişkenleri; η_k -

bağımsız değişkenler için katsayılar; $x_k - x_{1k} - k-1$ ve k -inci değişkenler arasındaki etkileşimler;

$\eta_{k-1,k}$ -iki faktörlü etkileşim etkilerini temsil eden katsayılar.

Bu çalışmada kendimizi, verilen SKA göstergesi ile kategorik *Küme* değişkeninin yalnızca iki yönlü etkileşimlerinin analiziyle sınırlandırıyoruz. Bu etkileşim etkilerini öyle bir şekilde izole ediyoruz ki her bir etkileşimi aynı anda tanıtmak yerine ayrı ayrı tanıtmak tek bir ortak denklemde. Bu, birkaç bağımsız regresyonun

coğrafi kategorilerin belirli bir SKA göstergesi üzerindeki etkisini kavramak için gerçekleştirilmiştir. Modellenen ilişkinin formülasyonu Denklem (4)'te sunulmuştur.

$$\begin{aligned}
&K. Kluza ve \\
&\hat{d}_{GHG_{it}} = \alpha + \beta_k \cdot d_{C_{it}} + \gamma_k \cdot (d_{C_{it}})^2 + \lambda_k \cdot d_{C_{it-1}} + \varphi_k \cdot (d_{C_{it-1}})^2 + \\
&\eta_l \cdot \text{Cluster} \cdot d_{C_{it}} + \eta_2 \cdot \text{Cluster} \cdot (d_{C_{it}})^2 + \eta_3 \cdot \text{Cluster} \cdot d_{C_{it-1}} + \eta_4 \cdot \\
&\cdot \text{Cluster} \cdot (d_{C_{it-1}})^2 + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \quad (4)$$

Nerede?

$d_{C_{it}}$ ve $d_{C_{it-1}}$ - Küme değişkeni ile faktöriyel etkilerin incelendiği tüm $d_{C_{it}}$ değişkenleri kümesinden seçilen bir bağımsız değişken (her regresyon için bir tane);

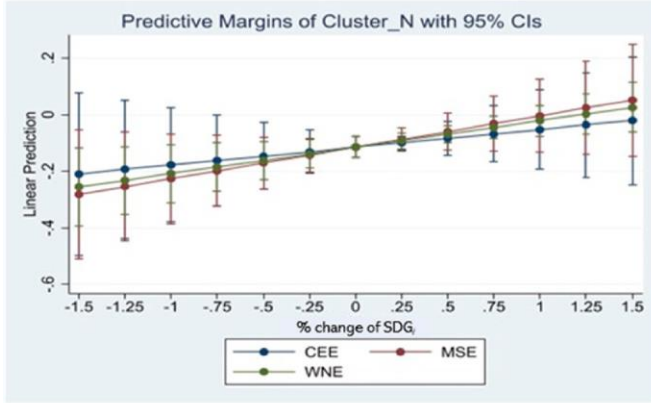
Küme-bir ülkenin ait olduğu coğrafi alanı temsil eden kategorik değişken; üç kategoriden oluşur (WNE, MSE, CEE);

η_l - ilgili açıklayıcı değişken için yapısal parametreler

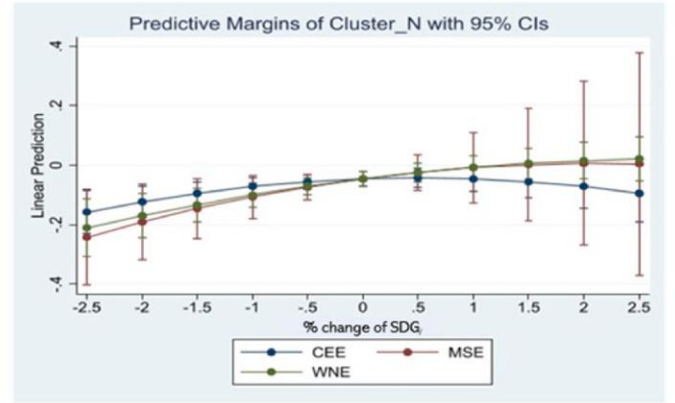
$d_{C_{it}}$ ve/veya $d_{C_{it-1}}$; $l = (1,2,3,4)$;

Diğer değişkenler ve parametreler için açıklamalar şuradakilere aynıdır

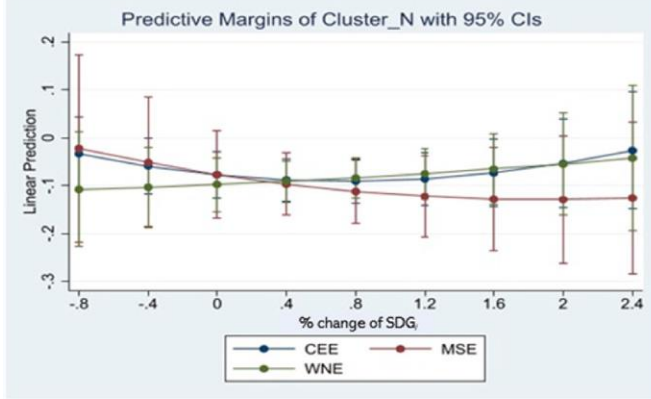
A. SDG 08.10: real GDP per capita, euro



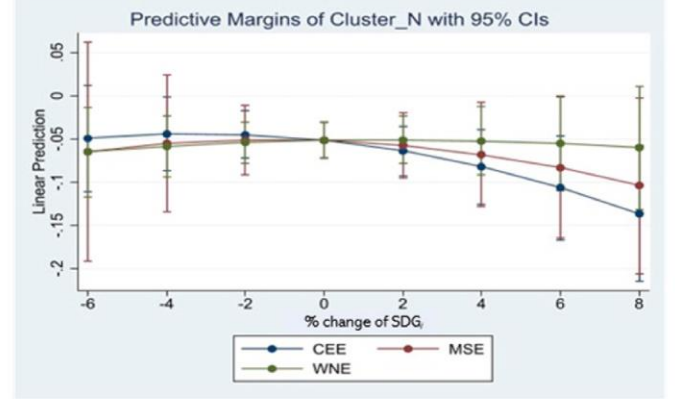
B. SDG 08.11: Investment share in GDP



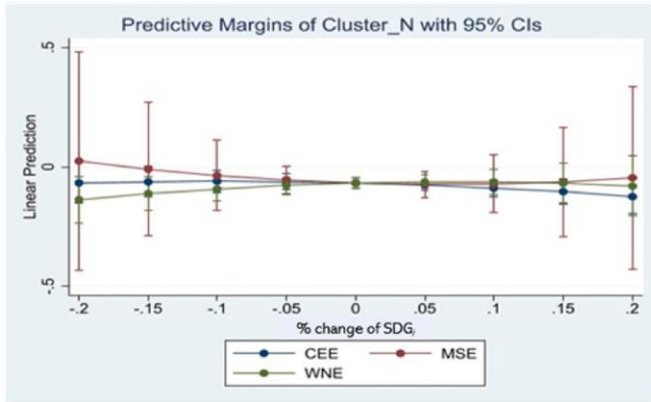
C. SDG 07.40: Share of renewable energy in final energy consum.



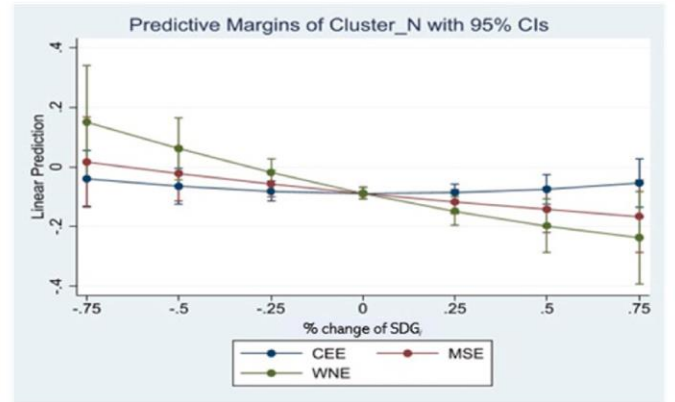
D. SDG 05.50B: seats held by women in national governments, %



E. SDG 09.10: gross domestic expenditure on R&D, % of GDP



F. SDG 17.50A: Share of environmental taxes in total tax revenues



Şekil 4. Coğrafi kümelerle 2 yönlü etkileşimlerle modellenen seçilmiş SKA göstergelerinin marjinal etkileri. Kaynak: kendi detaylandırması.

ve CEE kümesinin aşağıdaki SKA göstergeleri için orta derecede anlamlı olduğu kanıtlanmıştır: 8.10, 8.11, 9.10, 17.50A (sadece WNE), 5.50B (sadece CEE).

4. Tartışma

Bu araştırma, iklim politikası geliştirme üzerindeki en önemli etkinin sadece doğrudan bir faktör olan SKH13.20: enerji tüketiminin sera gazı emisyon yoğunluğundan değil, aynı zamanda SKH07.10: birincil enerji tüketimi (kişi başına) ve SKH07.30: enerji verimliliği gibi yarı doğrudan faktörlerden de geldiğini göstermiştir. SDG08.11: GSYH'deki yatırım payı, SDG05.50B: ulusal hükümetlerde kadınların sahip olduğu koltuklar, SDG07.60: yoksulluk durumuna göre evini yeterince sıcak tutamayan nüfus gibi çeşitli ekonomik ve sosyal politikaları yansıtan oldukça dolaylı faktörler de olumlu ya da olumsuz önemli etkilere sahiptir. SDG08.10: kişi başına reel GSYH göstergesi de önemli ancak çok genel bir faktör olup ülke özelliklerine bağlı olarak farklılaşan bir etkiye sahiptir (bkz. [Şekil 4](#)). SDG17.50A: çevre vergilerinin toplam vergi gelirleri içindeki payı ve SDG09.40: Avrupa Patent Ofisi'ne yapılan patent başvuruları göstergeleri nispeten mütevazı bir etkiye sahiptir. Bu etki, SDG07.40: brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı ve SDG09.10: Ar-Ge'ye yapılan brüt yurtiçi harcama gibi ilgili politika alanlarının daha genel göstergelerinin etkisinden önemli ölçüde düşüktür.

Doğal çevre, ekonomi ve toplum arasındaki bağlantıların tanımlanması ve uygun bir şekilde analiz edilmesi, sürdürülebilir çözümlerin oluşturulmasına yönelik etkili sistemik kararların alınması için elzemdir. Doğal çevrenin çeşitli boyutlarda insan işleyişine katkısının doğru yorumlanması ve değerlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma politikası bağlamında yürütülen en önemli hedeflerden biridir. AB ülkelerinde kişi başına düşen GSYH'nin sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi üzerine yaptığımız araştırma, toplumun refah düzeyindeki artışın hava kirliliğinde de artışa neden olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin negatif olduğunu [\[54,55\]](#) veya başlangıçta pozitif olduğunu ancak daha sonra negatife döndüğünü [\[56,57\]](#) doğrulayan çalışmalarla tutarlıdır, ancak bazı makaleler bunun yerine pozitif bir ilişki rapor etmektedir [\[58-60\]](#). Ancak, sürdürülebilir kalkınma perspektifinden bakıldığında, izlenen ekonomi politikasının sadece GSYH temelli göstergelerle ölçülen büyümeyi değil, sera gazı emisyonlarının azaltılmasıyla ölçülen bir iklim politikasının uygulanmasını etkileyen sürekli, akıllı ve sürdürülebilir bir büyüme olup olmadığını araştırmak önemlidir. Bu amaçla, yürütülen çalışmanın bir parçası olarak, aşağıdaki gibi diğer ekonomik faktörlerin çevresel etkisinin analiz edilmesine karar verilmiştir: Ar-Ge'ye yapılan gayri safi yurtiçi harcamalar; Avrupa Patent Ofisi'ne yapılan patent başvuruları, GSYH içindeki yatırım payı ve çevre vergilerinin toplam vergi gelirleri içindeki payı.

İlk adımda, yatırımın etkisinin analiz edilmesine karar verildi. Yeni yatırımların enerji tasarrufu gibi ekolojik yanlısı davranışlar yaratması gerektiği varsayımıyla, sera gazı emisyonlarının GSYH düzeyindeki payı ve burada bu değişkenler arasındaki ters ilişkiye dikkat etmek önemlidir. Ancak, sonuçların farklı olduğu ortaya çıkmıştır, i.

e. Yatırımların GSYH içindeki payının artması sera gazı emisyonlarının azaltılmasını önemli ölçüde etkilememektedir. Bu tür sonuçlar, yeni yatırımların daha yüksek ekonomik büyüme yaratması, bunun da ek enerji gerektirmesi ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarının artmasına yol açması gerçeğinden kaynaklanıyor olabilir. Literatürde yatırımların insan nüfusunun dinamik gelişimi, şehirler ve sürekli yeni insan ihtiyaçlarının sınırsız tatmini ile ilgili olduğu ve hepsinden önemlisi bu süreçlerin çevre kalitesini etkilediği belirtilmektedir. Bu nedenle, uygulanmakta olan tüm yatırımlar havuzunda ekolojik yanlısı yatırımların payının artırılması önemlidir.

Araştırma sırasında elde edilen sonuçlar, Avrupa Birliği ülkelerinde araştırma ve geliştirme harcamalarının sera gazı emisyonlarını etkili bir şekilde azalttığını doğrulamıştır. Ar-Ge harcamalarının artan payı, düşük karbonlu teknolojilerin geliştirilmesiyle sonuçlanmakta ve orta vadede sorumlu iklim politikasını desteklemektedir. Literatürde, birçok

[61-63\]](#) gibi yazarlar da benzer sonuçlara varmışlardır, yani Ar-Ge'nin şirket düzeyinde çevre koruma teknolojisindeki teknolojik yetenekleri olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Öte yandan, Cuerva ve diğerleri [\[64\]](#) Ar-Ge'nin yeşil inovasyonu geleneksel inovasyondan daha az teşvik ettiğini göstermektedir. Ayrıca, Chengshi ve Zhenyi makalelerinde [\[65\]](#) teknolojik yeniliklerin çevre politikalarını önemli ölçüde etkilediğini ve sürdürülebilir çevresel kalkınmanın teşvik edilmesinin yanı sıra uyarlanabilir çevre politikalarının formüle edilmesinin temelini oluşturduğunu göstermiştir. Avrupa Patent Ofisi'ne yapılan patent başvurularının sera gazı azaltım endeksi ile ölçülen iklim politikası üzerinde hiçbir etkisi olmadığını gösteren sonuçlar belli bir sürpriz olmuştur. Bu tür sonuçlar muhtemelen patentin kendisinin, Ar-Ge'nin bir parçası olarak geliştirilmesi ve uygulanması için harcama yapılmaksızın, çevrenin iyileştirilmesindeki sonuçları gözlemleyebilmek için kullanılması gereken unsurlardan biri olmasından kaynaklanıyor olabilir. Sürekli teknolojik ilerleme, iklim değişikliğiyle mücadele, azalan kaynaklar ve düşük emisyonlu bir ekonomi arayışı karşısında küresel ekonomide meydana gelen değişikliklerin analizine adanmış literatür, daha büyük bir bütünün yalnızca bir unsuru olarak kabul edilen patentlerin değil, ekono-inovasyonun artan önemini vurgulamaktadır [\[66-68\]](#). Dolayısıyla, yetkililerin sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen Ar-Ge harcamalarını, özellikle de ekono-inovasyonu destekleyen harcama veya vergi politikası (vergii indirimleri) çerçevesindeki eylemleri, elde ettiğimiz sonuçlarla uyumludur.

Vergi sistemi, iklim değişikliğiyle mücadelede kolaylaştırıcı bir araç olabilir.

politikası, sadece Ar-Ge harcamalarının desteklenmesi durumunda değil. Son yıllarda Avrupa Komisyonu düzeyinde bir canlanma yaşayan çevre koruma vergileri de, kapsamlarına ve daha geniş ekonomik bağlamlarına bağlı olarak, sera gazı emisyonlarını azaltmanın etkili bir yolu olabilir. Bu alandaki araştırmamızdan elde edilen sonuçlar, çevre vergilerinin toplam vergiler içindeki artan payının etkinliğini, *diğerlerinin yanı sıra*, ülkelerin zenginliğine ve GSYH'ye oranla vergilerin genel düzeyine bağlamaktadır, yani çevre vergileri zengin ülkelerde sera gazı emisyonlarını azaltmada daha etkili bir araçtır. Girişimciler için ek bir yük oluşturduklarından, az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde çevre vergileri, Ar-Ge harcamaları gibi kalkınma faaliyetlerinin sınırlandırılmasına neden olabilir veya çevrenin genel olarak anlaşılan durumuna olumsuz yansıyabilecek diğer tasarrufları zorlayabilir. Bu gibi durumlarda, getirilen çözümlerin ulusal koşullara uyarlanması önemlidir, çünkü bunlar varsayılanın tam tersi bir çevresel etki yaratabilir. Literatürde, birçok bilim insanı çevre vergisi alınmasının kirlilik ve karbondioksit emisyonlarının azaltılması açısından çevre için faydalı olduğuna inanmaktadır [\[69\]](#). ekolojik bir verginin sadece kirlilik kontrolünün etkilerini desteklemekle kalmayıp aynı zamanda doğal çevreye verilen zararları da azaltabileceğini göstermektedir. Piciu ve Tric [\[70\]](#) ekolojik verginin kirliletenlere geri dönebileceğini, yani ekolojik verginin belirli koşullar altında kirliliği azaltabileceğini ve çevreyi koruyabileceğini kanıtlamıştır. Tamura ve ark.

[\[71\]](#) ekolojik bir verginin karbonun tamamen kontrol altına alınması için etkili olduğuna inanmaktadır dioksit emisyonlarının ancak yeterince yüksek eliminasyonlu ve düşük maliyetli bir teknoloji geliştirdiği takdirde azaltılabileceğini belirtmektedir [\[72,73\]](#).

Sera gazı emisyonlarını etkileyen faktörler arasında, literatürde [\[74\]](#) vurgulanan önemli bir rol SKA 7'deki değişkenler tarafından oynanmaktadır (Uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimin sağlanması). Burada özellikle üç değişken kilit rol oynamaktadır: enerji verimliliği, birincil enerji tüketimi ve yenilenebilir enerjinin brüt nihai enerji tüketimindeki payı. Bu değişkenlerin seçimi, Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar iklim nötrlüğüne ulaşmayı amaçlayan eylemleriyle tutarlıdır. Fosil yakıtlara dayalı geleneksel enerji kaynaklarının yenilenebilir kaynaklarla değiştirilmesini içeren karbonsuzlaştırma süreçleri ve faaliyetleri bu hedefe ulaşmada kilit öneme sahiptir. Bu, Avrupa Yeşil Anlaşması'nın varsayımlarından biridir. Araştırma sonuçları, sera gazı emisyonları ile yenilenebilir enerji kaynaklarının brüt nihai enerji tüketimindeki artan payı arasındaki pozitif ilişkiyi doğrulamaktadır. Araştırma sonuçları, yenilenebilir enerjinin payının

brüt nihai enerji tüketimindeki payı, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunur. Pay ne kadar yüksek olursa, emisyon seviyesi o kadar azalır. Karimi ve diğerleri [74] 1975-2017 yılları arasında İran'da ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Yenilenebilir enerjiler, CO₂ emisyonları ve ekonomik büyümenin kısa vadede ilişkili olduğunu varsaymışlardır. Yenilenebilir enerjinin bir çözüm olarak kullanılmasının, yeni teknolojilerdeki artan yatırım maliyetleri nedeniyle hala engellendiğine dikkat çekmişlerdir. Khan ve ark.

[75] yenilenebilir enerji kaynaklarının yeniden kullanılabilir olduğu ve CO₂ emisyonlarını azaltmanın yanı sıra Pakistan'ın sürdürülebilir ekonomik kalkınmasını sağlayabileceği sonucuna varmıştır.

Akdağ ve Yıldırım [76], birçok Avrupa ülkesinde enerji verimliliği ile sera gazı emisyonları arasında nedensel bir bağlantı olduğunu doğrulamaktadır. Çalışmada 1995-2016 yılları arasında 29 Avrupa ülkesine ait veri setleri kullanılmış ve sonuç olarak enerji verimliliği ile sera gazı emisyonları arasında uzun vadeli ters yönlü bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Amponsah vd.

[77] çalışmalarında, yenilenebilir enerji kaynakları, atık arıtma ve özel biyokütle teknolojileri dikkate alınarak, hammadde, seçilen limitler ve üretimleri için gerekli girdiler dayalı olarak potansiyel olarak yüksek sera gazı emisyonları tespit edilmiştir. Çalışma, yenilenebilir elektrik ve ısıtma teknolojilerinin ek etkilerini doğrulamakta, yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkilerini değerlendirmek için bir araç olarak yaşam döngüsü analizinin etkinliğini göstermekte ve gelecekteki iyileştirmeler için potansiyel beyan etmektedir. Gielen ve diğerleri [78] tarafından yürütülen çalışmaya göre, yenilenebilir enerjiler ve enerji verimliliği, nihai kullanımların elektrifikasyonu ile birlikte emisyon azaltımlarının %94'ünü oluşturmaktadır.

Owusu ve diğerleri [79] yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili şu fırsatları ortaya koymuştur: enerji güvenliği, enerjiye erişim, sosyal ve ekonomik kalkınma ve iklim değişikliğini hafifletme ve çevre ve sağlık etkilerini azaltma. Araştırmalarına göre, genellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir gelişimini ve iklim değişikliğini sınırlama kabiliyetlerini engelleyen zorluklar vardır. Bu zorluklar piyasa başarısızlığı, bilgi eksikliği, yenilenebilir kaynakların gelecekteki kullanımı için hammaddeye erişim ve hepsinden önemlisi insanların enerjiyi verimsiz bir şekilde kullanmasıdır. Sera gazı emisyonlarının azaltılması üzerinde olumlu etkisi olan bir diğer faktör de birincil enerji tüketimi ve enerji verimliliğidir [80-82]. benzer bağımlılıklara dikkat edin. Li ve arkadaşları [80], farklı ülkelerdeki CO₂ emisyon miktarının, bu ülkeler tarafından tüketilen enerji miktarı ve türüyle yakından ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Araştırma sonuçları, enerji tüketimini azaltmak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için enerji verimliliğini artırmanın ve enerji yapısını ayarlamamanın önemini vurgulamaktadır. Ref'e göre. [81] ABD için yapılan araştırma, toplam yenilenemeyen, endüstriyel ve konut enerji tüketiminin CO₂ emisyonları üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu, yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO₂ emisyonları ile negatif bir ilişkisi olduğunu doğrulamıştır. Zou ve Zhang [82] enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasında karşılıklı bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonları birbirleriyle ilişkilidir ve bu da çevre iller ve şehirlerdeki karbondioksit emisyonları üzerinde olumsuz bir mekansal etkiye sahiptir.

Sera gazı emisyonları, yoksulluk gibi sosyal unsurlardan da etkilenmektedir. İçinde

Yoksulluk çeken nüfus oranının yüksek olduğu ülkelerde çevresel bozulma daha yüksektir. Yüksek yoksulluk oranlarına sahip ülkeler aynı zamanda yüksek düzeyde enerji yoksulluğu ve çevresel bozulma yaşamaktadır. Awad ve Warsame [83] gelişmekte olan ülkelere yoksulluk-çevre bağıını analiz etmiş ve küresel panel ve Afrika için yoksulluk ve ekolojik ayak izi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi keşfedilirken, Asya, Latin Amerika ve Karayipler'deki gelişmekte olan ülkeler için herhangi bir nedensellik tespit edilmediği sonucuna varmıştır.

Ref'e göre. [84], yoksul insanlar sürdürülebilir olmayan bir şekilde yaşamakta ve doğal kaynaklara dayalı çevresel bozulmayı (örneğin ormansızlaşma) etkilemektedir. Diğer bir sorun ise yoksul toplumlarda yakıt tasarruflu/yeşil araçların ve yeşil uygulamaların bulunmamasıdır.

Sera gazı emisyonları. Bu makalede sunulan araştırma sonuçları, tartışmaya ve yayınlanmış araştırma sonuçlarına (özellikle [84]) uygundur. SKH'lerin analizi, yoksulluğun çevresel bozulma üzerinde etkisi olduğu, bunun da doğal kaynakların aşırı sömürülmesine ve çevreyi olumsuz etkileyen ısı kaynaklarının kullanımına yol açtığı sonucuna götürmektedir. Çalışma, SKH7'nin (Evini yeterince sıcak tutamayan nüfus) analizine dayanarak AB ülkeleri için bu ilişkiyi doğrulamaktadır.

Kadınlar iklim riskinden güçlü bir şekilde etkilenmekte ve bu nedenle iklim değişikliği konusunda daha fazla endişe duymaktadır [85]. Bu bağlamda, kadınların karar alma süreçlerini etkileme ve iklim politikasının şekillenmesini etkileme olasılığı daha önemli hale gelmektedir. Bu makale bu konuyu SKH5 analizi (kadınların ulusal hükümetlere katılımı) üzerinden incelemektedir. Araştırma sonuçları Ref. [86]'da yayınlanan ve kadınların parlamentoda temsil edilmesinin daha düşük karbondioksit emisyonu ile sonuçlandığını varsayan sonuçlarla uyumludur.

5. Sonuç

İklim politikasının önemi, çevresel riskin iş dünyası, toplum ve ekonomi üzerindeki etkisi bağlamında giderek artmaktadır. Makale, SKH'ler ile iklim politikasının geliştirilmesi arasındaki ilişkiyi analiz etmekte ve daha önce kullanılan (iklim politikasına karşı sürdürülebilir kalkınma) daha geniş bir yaklaşım benimsemektedir. Araştırma sonuçları, AB ülkeleri için iklim politikası hedeflerinin uygulanmasının ekonomik, çevresel ve sosyal gruplardan SKH'lerin takip edilmesiyle sağlanabileceğini göstermektedir. Elde edilen araştırma sonuçlarına göre, çevre koruma politikası, sosyal politika ve yeniden dağıtım hedeflerini bütünleştirmesi gereken iklim politikasının yürürlüğe konması açısından bu çok önemlidir.

Makalenin amacı, iklim politikasının geliştirilmesi ile çeşitli SKH'ler arasındaki etkileşimleri analiz etmektir. Makalenin yeni yaklaşımı ve aynı zamanda gücü, iklim politikası gelişimini münferit SKH'ler düzeyinde analiz etmesinde kendini göstermektedir. Önceki araştırmalar ve sonuçları, iklim politikası ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki genel ilişkilere atıfta bulunmaktaydı. Çalışmanın özgün katkısı, iklim politikasına dahil edilen iklim eylemini her bir SKH'nin perspektifiyle ilişkilendirmektir; bu da şimdiye kadar yayınlanan araştırma sonuçlarına kıyasla çalışmanın yeniliğidir. Çalışmanın kısıtlarından biri de veri setidir. Eurostat şu anda 2030 Gündeminin uygulanmasındaki ilerlemeyi izlemek için 100 farklı gösterge kullanmaktadır; bunlardan bazıları yılda bir kereden daha az güncellenmektedir (12 gösterge) ve diğer 23 gösterge ile ilgili bilgiler yalnızca Avrupa bazında toplu bir biçimde mevcuttur. Çalışmanın bir diğer kısıtlılığı da AB ülkelerine odaklanmasından kaynaklanmaktadır. Dünyanın diğer bölgeleri için yapılan araştırmalar potansiyel olarak farklı sonuçlar üretebilir.

Çalışmanın genel sonuçları, istatistiksel olarak SKA 13.10 (sera gazı) ile çeşitli SKA'lar arasında önemli etkileşimler bulunmaktadır. SKA7, SKA13 hedeflerinden belirli değişkenler bağımlı değişken üzerinde en büyük normalleştirilmiş etkiye sahiptir. Çalışma, sera gazının SKA1, SKA3, SKA4, SKA5, SKA7, SKA8, SKA11, SKA13, SKA16, SKA17 tarafından temsil edilen sürdürülebilir kalkınmanın çevresel, sosyal ve ekonomik ayaklarıyla bağlantılı olduğunu savunmaktadır.

Makale, belirli SKH'ler arasındaki etkileşimlerin iklim politikası gelişiminin uygulanmasını desteklediğini göstermektedir. SKA7 ve SKA13'ün uygulanması, iklim politikasının geliştirilmesi üzerinde en güçlü etkiye sahiptir çünkü hem SKA7 hem de SKA13, sera gazı emisyonlarının miktarı üzerinde etkisi olan enerji tüketimiyle ilgilidir. SKA7 ayrıca, enerji dönüşümünü destekleyen kamu politikalarının bir sonucu olarak, örneğin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik indirim ve sübvansiyon sistemleri aracılığıyla AB ülkelerinde payı sistematik olarak artan yenilenebilir enerji kaynaklarına da atıfta bulunmaktadır.

SKA7, SKA9 ve SKA17, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunan piyasa kuruluşlarının davranışlarını etkiledikleri için iklim politikası gelişimini desteklemektedir. SKA17'de yer alan çevre vergileri, vergi mükelleflerinin kararlarını etkileyerek sera gazlarının azaltılmasını desteklemektedir

("kirletenler ödedikçe" kirli işler para kazanmayı bırakır). Çevre vergileri, kapsamına ve genel politika bağlamına bağlı olarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasını kolaylaştırabilir. Ar-Ge harcamaları sera gazı emisyonlarını etkili bir şekilde azaltır. Yeşil inovasyonların desteklenmesi yoluyla SKA'ya dahil edilen Ar-Ge harcamaları, SKA'ın uygulanması yoluyla iklim politikasının geliştirilmesi üzerindeki olumlu etkinin bir başka örneğidir. Teknolojik çözümler ve endüstriyel inovasyon sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olabilir. Patent başvurusu değişkeni daha fazla araştırma gerektirmektedir.

Araştırma sonuçları, ekonomik faktörlerin yanı sıra sosyal faktörlerin de sera gazı emisyon miktarını etkilediğini göstermektedir. Özellikle, toplumun refah düzeyi ve yaşam koşulları, yüksek yoksulluk düzeyine sahip ülkeler için çevresel bozulmayı artıran sürdürülemez tüketime yol açan tüketim kalıpları üzerinde bir etkiye sahiptir. Kötü yaşam koşulları sürdürülemez tüketime ve çevresel bozulmanın artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, kadınların konumu ve kararlar üzerindeki etkileri, diğer bir deyişle toplumsal cinsiyet konuları da önemlidir. Kadınlar iklim değişikliğinin etkilerini erkeklerden daha güçlü hissedeceklerdir, dolayısıyla bu değişikliklere karşı daha duyarlıdır ve daha çevre dostu kararlar alırlar. Bu nedenle kadınların parlamentoya katılımı sera gazı emisyonları ve iklim politikasının uygulanması açısından önemlidir.

Çalışma, elde edilebilecek enerji verimliliğini doğrulamaktadır bir dizi çevresel fayda sağlamaktadır. Özellikle sera gazı emisyonlarını, hem fosil yakıtların kombinasyonundan veya tüketiminden kaynaklanan doğrudan emisyonları hem de elektrik üretiminden kaynaklanan dolaylı emisyonları azaltmaktadır. Gelecekteki çalışmalar iki alana odaklanacaktır: ülke refahı, konum vb. açısından küme analizi ve belirli SKA'lar arasındaki dolaylı etkileri/etkileri çıkarmak için değişkenlerin çok yönlü faktör analizi.

Araştırma sonuçları önemli teorik, pratik ve yönetsel çıkarımlara sahiptir. Yürütülen araştırma perspektifinden, SKH'nin iklim politikası üzerindeki etkisi hakkında kapsamlı bilgi edinmek için, iklim politikasının varsayımlarına ve uygulanmasına, sadece doğrudan iklimle ilgili olanların değil, aynı zamanda SKH'ler arasındaki etkileşimler de dahil olmak üzere tüm SKH'lerin önemini ve etkisini göz önünde bulundurarak bakmak gerekmektedir. Araştırmalar, SKH'lerin her birinin iklim nötrlüğünün sağlanmasında etkili olabileceğini ve iklimin iyileştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, iklim politikası araştırması perspektifinden çevresel hedefler, araştırmada sosyal hedeflerden mutlak olarak daha yüksek bir önceliğe sahip olmamalıdır. Pratik ve yönetsel bakış açısı, enerji dönüşümünün iklim politikası hedeflerine ulaşmadaki rolünü dikkate almalıdır. Bu nedenle, hükümetler bu alandaki işletmeler ve hanehalkları için sübvansiyonlar gibi doğrudan araçlar ve özellikle vergiler olmak üzere dolaylı mali araçlar yoluyla destek programları sağlamalıdır. Aynı zamanda, müdahaleci araçlar, şirketlerin enerji kaynaklarında yenilikler yapmaları ve araştırmacıların enerji dönüşümü konusunda araştırma yapmaları için teşvikler içermelidir. Çevresel olmayan hedefler açısından bakıldığında, yeşil dönüşümün yönü konusunda karar alma sürecine kadınları adil bir şekilde dahil etmek için, örneğin enerji sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin yönetim kurullarında kota sağlayarak, şirketler ve kamu kuruluşları düzeyinde böyle bir karar alma politikası düzenlemek önemlidir.

Yazar katkıları

Tüm yazarlar çalışmanın konseptine ve tasarımına katkıda bulunmuştur. Veri toplama ve analizi Krzysztof Kluza tarafından gerçekleştirilmiştir. Makalenin ilk taslağı Krzysztof Kluza, Marta Postula, Magdalena Ziolo tarafından yazılmış ve tüm yazarlar makalenin revizyonuna katılmıştır. Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Rekabetçi çıkar beyanı

Yazarlar, potansiyel rekabetçi çıkarlar olarak değerlendirilebilecek aşağıdaki mali çıkarları/kişisel ilişkileri beyan etmektedirler:

Magdalena Ziolo, Polonya Ulusal Bilim Merkezi tarafından mali destek sağlandığını bildirmektedir.

Veri kullanılabilirliği

Bu çalışmada kullanılan veri seti OSF deposunda ücretsiz olarak mevcuttur; doğrudan bağlantı: <https://osf.io/j5amr>. Herhangi bir kayıt gerekmemektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Polonya Ulusal Bilim Merkezi tarafından desteklenmiştir [Hibe OPUS13 no 2017/25/B/HS4/02172].

References

- [1] N.A.A. Aziz, N.A. Manab, S.N. Othman, Critical success factors of sustainability risk management (SRM) practices in *Malaysian environmentally sensitive Industries*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 219 (2016) 4–11, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.04.025>.
- [2] GRR, Global Risks Report, 2020. <https://www.weforum.org/reports/the-global-ris-ks-report-2020>. (Accessed 27 September 2021).
- [3] Deloitte, Sustainability Risk Management. *Powering Performance for Responsible Growth*, Deloitte Southeast Asia Ltd, 2019.
- [4] J. Lawrence, P. Blackett, N.A. Craddock-Henry, Cascading climate change impacts and implications, *Climate Risk Management* 29 (2020) 100234, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100234>.
- [5] M. Kalkuhl, L. Wenz, The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions, *J. Environ. Econ. Manag.* (2020) 103–102360, <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102360>.
- [6] F. Nerini, J. Tomei, L. To, I. Bisaga, P. Parikh, M. Black, A. Borrión, C. Spataru, V. Broto, G. Anandharajah, B. Milligan, Y. Mulugetta, Mapping synergies and trade-offs between energy and the sustainable development goals, *Nat. Energy* 3 (1) (2018) 10–15, <https://doi.org/10.1038/s41560-017-0036-5>.
- [7] S. Chan, G. Jacobuta, R. Hagele, Maximising goal coherence in sustainable and climate-resilient development? Polycentricity and coordination in governance, in: *The Palgrave Handbook of Development Cooperation for Achieving the 2030 Agenda*, 2021, pp. 25–50.
- [8] G. Jacobuta, C. Brandi, A. Dzebo, S. Duron, Aligning climate and sustainable development finance through an SDG lens. The role of development assistance in implementing the Paris Agreement, *Global Environ. Change* 74 (2022) 102509, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102509>.
- [9] K. Kluza, M. Ziolo, I. B. A. Spoz, Achieving environmental policy objectives through the implementation of sustainable development goals. The case for European union countries, *Energies* 14 (8) (2021) 1–23, <https://doi.org/10.3390/en14082129>.
- [10] L. Lebel, Closing knowledge - action gaps in adaptation to climate change in the Asia-Pacific region, *Environ. Sustain. Dev.* 13 (2014) 204–222, <https://doi.org/10.1504/IJESD.2014.060222>.
- [11] M. Florke, I. B. arlund, M.T. van Vliet, A.F. Bouwman, Y. Wada, Analysing trade-offs between SDGs related to water quality using salinity as a marker, *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 36 (2019) 96–104, <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.10.005>.
- [12] C.W. Hutton, R.J. Nicholls, A.N. Laz'ar, A. Chapman, M. Schaafsma, M. Salehin, Potential trade-offs between the sustainable development goals in Coastal Bangladesh, *Sustainability* 10 (2018) 1108, <https://doi.org/10.3390/su10041108>.
- [13] Q. Zhang, C. Prouty, J.B. Zimmerman, J.R. Mihelcic, More than target 6.3: a systems approach to Rethinking sustainable development goals in a Resource- Scarce world, *Engineering* 2 (2016) 481–489, <https://doi.org/10.1016/j.ENG.2016.04.010>.
- [14] F.G. Renaud, X. Zhou, L. Boshier, B. Barrett, S. Huang, Synergies and trade-offs between sustainable development goals and targets: innovative approaches and new perspectives, *Sustain. Sci.* 17 (4) (2022) 1317–1322, <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00815-9>.
- [15] M.S. Pedercini, D. Arquitt, H.H. Collste, Proceedings of the National Academy of Sciences, Nov 116 (46) (2019) 23021–23028, <https://doi.org/10.1073/pnas.1817276116>.
- [16] A. Alvarez-Risco, S. Del-Aguila-Arcentales, M.A. Rosen, V. García-Ibarra, S. Maycotte-Felkel, G.M. Martínez-Toro, Expectations and interests of University students in COVID-19 times about sustainable development goals: evidence from Colombia, Ecuador, Mexico, and Peru, *Sustainability* 13 (6) (2021) 3306, <https://doi.org/10.3390/su13063306>.
- [17] C. Kroll, A. Warchold, P. Pradhan, Sustainable Development Goals (SDGs): are we successful in turning trade-offs into synergies? *Palgrave Communications* 5 (1) (2019) 1–11, <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0335-5>.
- [18] M. Ziolo, K. Kluza, J. Kozuba, M. Kelemen, P. Niedzielski, P. Zinzak, Patterns of interdependence between financial development, fiscal instruments, and environmental degradation in developed and converging EU countries, *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 17 (12) (2020) 1–17, <https://doi.org/10.3390/ijerph17124425>.
- [19] P. Pradhan, L. Costa, D. Rybski, W. Lucht, J.P. Kropp, A systematic study of sustainable development goal (SDG) interactions, *Earth's Future* 5 (11) (2017) 1169–1179, <https://doi.org/10.1002/2017EF000632>.
- [20] Y. Eiadat, A. Kelly, F. Roche, H. Eyadat, Green and competitive? An empirical test of the mediating role of environmental innovation strategy, *J. World Bus.* 43 (2) (2008) 131–145, <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2007.11.012>.
- [21] C.H. Gebara, A. Laurent, National SDG-7 performance assessment to support achieving sustainable energy for all within planetary limits, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 173 (2023) 112934, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112934>.

- [22] K.H. Lee, B. Min, K.H. Yook, The impacts of carbon (CO₂) emissions and environmental research and development (R&D) investment on firm performance, *Int. J. Prod. Econ.* 167 (2015) 1–11, <https://doi.org/10.3390/su10072398>.
- [23] J.E. De Neve, J.D. Sachs, The SDGs and human well-being: a global analysis of synergies, trade-offs, and regional differences, *Sci. Rep.* 10 (1) (2020) 1–12, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71916-9>.
- [24] S. Del-Aguila-Arcentales, A. Alvarez-Risco, M. Jaramillo-Ar'evalo, M. De-la-Cruz-Diaz, MdLM. Anderson-Seminario, Influence of social, environmental and economic sustainable development goals (SDGs) over continuation of entrepreneurship and competitiveness, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 8 (2) (2022) 73, <https://doi.org/10.3390/joitmc8020073>, 2022.
- [25] D.W. O'Neill, A.L. Fanning, W.F. Lamb, J.K. Steinberger, A good life for all within planetary boundaries, *Nat. Sustain.* 1 (2) (2018) 88–95, <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>.
- [26] R. Krueger, D. Gibbs, *The Sustainable Development Paradox: Urban Political Economy in the United States and Europe*, Guilford Press, New York, 2007.
- [27] T. Dietz, E.A. Rosa, R. York, Environmentally efficient well-being: rethinking sustainability as the relationship between human well-being and environmental impacts, *Hum. Ecol. Rev.* (2009) 114–123.
- [28] D.H. Meadows, J. Randers, D.L. Meadows, *The Limits to Growth: the 30-Year Update*, Universe Books, New York, 2004.
- [29] PCC, *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*, 2018.
- [30] M. Bengtsson, E. Alfredsson, M. Cohen, S. Lorek, P. Schroeder, Transforming systems of consumption and production for achieving the sustainable development goals: moving beyond efficiency, *Sustain.* 13 (6) (2018) 1533–1547, <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0582-1>.
- [31] P. Thapa, B. Mainali, S. Dhakal, Focus on climate action: what level of synergy and trade-off is there between SDG 13: climate action and other SDGs in Nepal? *Energies* 16 (1) (2023) 566, <https://doi.org/10.3390/en16010566>.
- [32] L. Scherer, P. Behrens, A. de Koning, R. Heijungs, B. Sprecher, A. Tukker, Trade-offs between social and environmental sustainable development goals, *Environ. Sci. Pol.* 90 (2018) 65–72, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.002>.
- [33] H.M.K. Delanka-Pedige, S.P. Munasinghe-Arachchige, I.S.A. Abeysirirwardana-Arachchige, N. Nirmalakhandan, Wastewater infrastructure for sustainable cities: assessment based on UN sustainable development goals (SDGs), *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 28/3 (2021) 203–209, <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1795006>.
- [34] A. Levinson, Valuing public goods using happiness data: the case of air quality, *J. Publ. Econ.* 96 (9–10) (2012) 869–880, <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2012.06.007>.
- [35] S. Hallegatte, M. Fay, E. Barbier, Poverty and climate change: introduction, *Environ. Dev. Econ.* 23 (3) (2018) 217–233, <https://doi.org/10.1017/S1355770X18000141>.
- [36] M.A. Repke, M.S. Berry, L.G. Conway 3rd, A. Metcalfe, R.M. Hensen, C. Phelan, How does nature exposure make people healthier?: evidence for the role of impulsivity and expanded space perception, *PLoS One* 13 (8) (2018) e0202246, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202246>.
- [37] R. Lopez, A. Palacios, Why has Europe become environmentally cleaner? Decomposing the roles of fiscal, trade and environmental policies, *Environ. Resour. Econ.* 58 (1) (2014) 91–108, <https://doi.org/10.1007/s10640-013-9692-5>.
- [38] B. Czyzewski, A. Matuszczak, Ł. Kryszak, A. Czyzewski, Effectiveness of the EU environmental policy in struggling with fine particulate matter (PM 2.5): how agriculture makes a difference? *Sustainability* 11 (18) (2019) 1–17, <https://doi.org/10.3390/su11184984>.
- [39] G.E. Halkos, E.A. Paizanos, The channels of the effect of government expenditure on the environment: evidence using dynamic panel data, *J. Environ. Plann. Manag.* 60 (1) (2017) 135–157.
- [40] M. Postula, K. Radecka-Moroz, Fiscal policy instruments in environmental protection, *Environ. Impact Assess. Rev.* 84 (2020) 106435, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106435>.
- [41] OECD, *Accelerating Climate Action Refocusing Policies through a Well-Being Lens*, 2019 (Paris).
- [42] J.T. Roberts, J.K. Steinberger, T. Dietz, W.F. Lamb, R. York, A.K. Jorgenson, J. B. Schor, Four agendas for research and policy on emissions mitigation and well-being, *Global Sustainability* 3 (2020), <https://doi.org/10.1017/sus.2019.25>.
- [43] M. Shahbaz, S.J.H. Shahzad, N. Ahmad, S. Alam, Financial development and environmental quality: the way forward, *Energy Pol.* 98 (2016) 353–364, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.002>.
- [44] G. Lapinskiene, K. Peleckis, N. Slavinskaitė, Energy consumption, economic growth and greenhouse gas emissions in the European Union countries, *J. Bus. Econ. Manag.* 18 (6) (2017) 1082–1097, <https://doi.org/10.3846/16111699.2017.1393457>.
- [45] M. Sterpu, G. Soava, A. Mehedintu, Impact of economic growth and energy consumption on greenhouse gas emissions: testing environmental curves Hypotheses on EU countries, *Sustainability* (3327) (2018) 10, <https://doi.org/10.3390/su10093327>.
- [46] A. Staszczuk, *Stacjonarność danych panelowych a konwergencja cenowa na przykładzie importu do krajów UE*, *Studia Ekonomiczne* 324 (2017) 12 9–141.
- [47] A. Tamazian, J.P. Chousa, K.C. Vadlamannati, Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries, *Energy Pol.* 37 (2009) 246–253, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.025>.
- [48] C. Aydin, O. Esen, Reducing CO₂ emissions in the EU member states: do environmental taxes work? *J. Environ. Plann. Manag.* 61 (13) (2018) 2396–2420, <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1395731>.
- [49] M. Sheraz, X. Deyi, J. Ahmed, S. Ullah, A. Ullah, Moderating the effect of globalization on financial development, energy consumption, human capital, and carbon emissions: evidence from G20 countries, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* (2021) 1–19, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13116-0>.
- [50] G.M. Grossman, A.B. Krueger, Economic growth and the environment, *Q. J. Econ.* 110 (2) (1995) 353–377, <https://doi.org/10.2307/2118443>.
- [51] A. Bluszcz, A. Manowska, Differentiation of the level of sustainable development of energy markets in the European Union countries, *Energies* 13 (18) (2020) 4882, <https://doi.org/10.3390/en13184882>.
- [52] M. Sheraz, X. Deyi, M.Z. Mumtaz, A. Ullah, Exploring the dynamic relationship between financial development, renewable energy, and carbon emissions: a new evidence from belt and road countries, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 29 (10) (2022) 14930–14947, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16641-0>.
- [53] G.W. Oehlert, *A First Course in Design and Analysis of Experiments*, University of Minnesota, Saint Paul, MN, USA, 2010.
- [54] T. Azomahou, F. Laisney, P.N. Van, Economic development and CO₂ emissions: a nonparametric panel approach, *J. Publ. Econ.* 90 (2006) 1347–1363, <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2005.09.005>.
- [55] G.M. Caporale, G. Claudio-Quiroga, L.A. Gil-Alana, Analysing the relationship between CO₂ emissions and GDP in China: a fractional integration and cointegration approach, *Journal of Innovation and Entrepreneurship* 10 (1) (2021) 1–16, <https://doi.org/10.1186/s13731-021-00173-5>.
- [56] J.S. Riti, D. Song, Y. Shu, M. Kamah, Decoupling CO₂ emission and economic growth in China: is there consistency in estimation results in analyzing environmental Kuznets curve? *J. Clean. Prod.* 166 (2017) 1448–1461, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.117>.
- [57] M. Shahbaz, M.K. Mahalik, S.H. Shah, J.R. Sato, Time-varying analysis of CO₂ emissions, energy consumption, and economic growth nexus: statistical experience in next 11 countries, *Energy Pol.* 98 (2016) 33–48, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.08.011>.
- [58] S. Chaabouni, N. Zghidi, M.B. Mbarek, On the causal dynamics between CO₂ emissions, health expenditures and economic growth, *Sustain. Cities Soc.* 22 (2016) 184–219, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.02.001>.
- [59] M. Nasir, F.U. Rehman, Environmental Kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: an empirical investigation, *Energy Pol.* 39 (2011) 1857–1864, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.025>.
- [60] K. Saidi, M.B. Mbarek, Nuclear energy, renewable energy, CO₂ emissions, and economic growth for nine developed countries: evidence from panel Granger causality tests, *Prog. Nucl. Energy* 88 (2016) 364–374, <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2016.01.018>.
- [61] T. Bernauer, S. Engels, D. Kammerer, J. Seijas, Explaining Green Innovation: Ten Years after Porter's Win-Win Proposition: How to Study the Effects of Regulation on Corporate Environmental Innovation?, 2006. Working Paper 17 ETH, Zurich and University of Zurich.
- [62] K.M. Rehfeld, K. Rennings, A. Ziegler, Integrated product policy and environmental product innovations: an empirical analysis, *Ecol. Econ.* 61 (1) (2007) 91–100, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.02.003>.
- [63] J. Horbach, Determinants of environmental innovation: new evidence from German panel data sources, *Res. Pol.* 37 (1) (2008) 163–173, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>.
- [64] M.C. Cuerva, A. Triguero-Cano, D. Corroles, Drivers of green and non-green innovation: empirical evidence in Low-Tech SMEs, *J. Clean. Prod.* 68 (2014) 104–113, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.049>.
- [65] T. Chengshi, H. Zhenyi, Can stringent environmental policy encourage technological innovation in industrial enterprises? *Sci. Res. Manag.* 42 (10) (2021) 166–173, <https://doi.org/10.19571/j.cnki.1000-2995.2021.10.019>.
- [66] J. Guo, M. Chen, X. Sun, Z. Wang, J. Xue, Leveraging industrial-technological innovation to achieve sustainable development: a systems thinking perspective, *PLoS One* 15 (12) (2020), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242981>.
- [67] M. Urbaniec, J. Tomala, S. Martinez, Measurements and Trends in technological eco-innovation: evidence from environment-related patents, *Resources* (68) (2021) 10, <https://doi.org/10.3390/resources10070068>.
- [68] J. Costa, Carrots or Sticks. Which policies matter the most in sustainable resource management? *Resources* 10 (2) (2021) 12, <https://doi.org/10.3390/resources10020012>.
- [69] W. Cai, C. Liu, C. Zhang, M. Ma, W. Rao, W. Li, M. Gao, Developing the ecological compensation criterion of industrial solid waste based on energy for sustainable development, *Energy* 157 (2018) 940–948, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.207>.
- [70] G.C. Piciu, C.L. Tric, Assessing the impact and effectiveness of environmental taxes, *Procedia Econ. Finance* 3 (2012) 728–733, [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00221-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00221-3).
- [71] H. Tamura, R. Nakanishi, I. Hatono, M. Umano, Is environmental tax effective for total emission control of carbon Dioxide?—systems analysis of an environmental-economic model, *IFAC Proc. Vol.* 29 (1) (1996) 5435–5440.
- [72] T. Niu, X. Yao, S. Shao, D. Li, W. Wang, Environmental tax shocks and carbon emissions: an estimated DSGE model, *Struct. Change Econ. Dynam.* 47 (2018) 9–17, <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2018.06.005>.
- [73] X. Fan, X. Li, J. Yin, Impact of environmental tax on green development: a nonlinear dynamical system analysis, *PLoS One* 14 (9) (2019) e0221264, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221264>.
- [74] M.S. Karimi, S. Ahmad, H. Karameliki, D.T. Ding, Y.A. Khan, M.T. Sabzehei, S. Z. Abbas, Dynamic linkages between renewable energy, carbon emissions and economic growth through nonlinear ARDL approach: evidence from Iran, *PLoS One* 16 (7) (2021) e023464, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.023464>.
- [75] M.K. Khan, M.I. Khan, M. Rehan, The relationship between energy consumption, economic growth and carbon dioxide emissions in Pakistan, *Financial Innovation* 6 (1) (2020) 1–13, <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0162-0>.
- [76] S. Akdag, H. Yildirim, Toward a sustainable mitigation approach of energy efficiency to greenhouse gas emissions in the European countries, *Heliyon* 6 (3) (2020), <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03396>.
- [77] N.Y. Amponsah, M. Trolldborg, B. Kington, I. Aalders, R.L. Hough, Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: a review of lifecycle considerations, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 39 (2014) 461–475, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.087>.
- [78] D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M.D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini, The role of renewable energy in the global energy transformation, *Energy Strategy Rev.* 24 (2019) 38–50, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>.

- [79] K. A. Owusu, S. Asumadu-Sarkodie, A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation, *Cogent Engineering* 3 (1) (2016) 1167990, <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1167990>.
- [80] S. Li, J. Meng, H. Zheng, N. Zhang, J. Huo, Y. Li, D. Guan, The driving forces behind the change in energy consumption in developing countries, *Environ. Res. Lett.* 16 (5) (2021) 054002, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abde05>.
- [81] M. Salari, R.J. Javid, H. Noghanibehambari, The nexus between CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in the U.S, *Econ. Anal. Pol.* 69 (2021) 182–194, <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.007>.
- [82] S. Zou, T. Zhang, CO2 emissions, energy consumption, and economic growth nexus: evidence from 30 provinces in China, *Math. Probl Eng.* (2020) 8842770, <https://doi.org/10.1155/2020/8842770>.
- [83] A. Awad, W.M. Hersi, The poverty-environment nexus in developing countries: evidence from heterogeneous panel causality methods, robust to cross-sectional dependence, *J. Clean. Prod.* 331 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129839>.
- [84] S.A.R. Khan, The nexus between carbon emissions, poverty, economic growth, and logistics operations-empirical evidence from southeast Asian countries, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 26 (13) (2019) 13210–13220, <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04829-4>.
- [85] J. Murray, SUERF Mother Nature: the gender-climate nexus, Policy Note 151 (2020). <https://www.suerf.org/policynotes/11317/mother-nature-the-gender-climate-nexus>. (Accessed 17 December 2021).
- [86] A. Mavisakalyan, Y. Tarverdi, Gender and climate change: do female parliamentarians make difference? *Eur. J. Polit. Econ.* 56 (2018) 151–164, <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2018.08.001>.