


# İklim Değişikliğinin İhracat Ürün Çeşitlendirmesi Üzerine Etkileri: OECD Ülkelerinden Kanıtlar<sup>1</sup>

Fatih Kaplan<sup>2</sup> 

Ahmet Koluman<sup>3</sup> 

İklim Değişikliğinin İhracat Ürün Çeşitlendirmesi Üzerine Etkileri: OECD Ülkelerinden Kanıtlar	The Effects of Climate Change on Export Product Diversification: Evidence from OECD Countries
<b>Öz</b> Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerinde etkisini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) üyesi 37 ülkeye ait veriler, 1995-2022 dönemi için Kesirli Logit Model ile Moment Kantil Regresyon (MMQR) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, yağış miktarı ve ortalama sıcaklıktaki artışların ihracat ürün çeşitlendirmesinden ziyade ihracat ürün yoğunlaşmasına yol açtığını göstermektedir. Diğer yandan ekolojik ayak izindeki artış ise ihracat ürün yoğunlaşmasını azaltmaktadır. Elde edilen bu sonuçlara göre OECD ülkelerinde iklim değişikliği ihracat ürün çeşitlendirmesini olumsuz etkilemekte, bu durumda ülkeler ihracat kompozisyonlarında iklim değişikliğinin etkisini göz önünde bulundurması gerekmektedir.	<b>Abstract</b> The aim of this study is to investigate the impact of climate change on export product diversification. For this purpose, data from 37 Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) member countries are analyzed using the Fractional Logit Model and Moment Quantile Regression (MMQR) for the period 1995-2022. The results of the analysis show that increases in rainfall and average temperature lead to export product concentration rather than export product diversification. On the other hand, an increase in ecological footprint reduces export product concentration. According to these results, climate change has a negative impact on export product diversification in OECD countries and countries should consider the impact of climate change in their export composition.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> İklim Değişikliği, İhracat Ürün Çeşitlendirmesi, Kesirli Logit Model, OECD	<b>Keywords:</b> Climate Change, Export Product Diversification, Fractionalized Logit Model, OECD
<b>JEL Kodları:</b> F14, F18, Q54	<b>JEL Codes:</b> F14, F18, Q54

<b>Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı</b>	Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.
<b>Yazarların Makaleye Olan Katkıları</b>	Yazar 1'in makaleye katkısı %50, Yazar 2'nin makaleye katkısı %50'dir.
<b>Çıkar Beyanı</b>	Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

<sup>1</sup> Bu çalışma Tarsus Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen UBF.23.001 numaralı projeden türetilmiştir.

<sup>2</sup> Prof. Dr., Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, [fkaplan@tarsus.edu.tr](mailto:fkaplan@tarsus.edu.tr).

<sup>3</sup> Öğr. Gör., Tarsus Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, [ahmetkoluman@tarsus.edu.tr](mailto:ahmetkoluman@tarsus.edu.tr).

e-ISSN: 1306-6293/© 2025 The Author(s). Published by Eskişehir Osmangazi University Journal of Economics and Administrative Sciences. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Giriş

21. yüzyılda dünya genelinde yaşanması muhtemel sosyal, kültürel, siyasi, ekonomik vb. gelişmelerde iklim değişikliğinin önemli etkilerinin olması beklenmektedir. Bu nedenle uluslararası müzakerelerin en önemli gündem maddeleri arasında iklim değişikliği konusu yer almaktadır. İklim değişikliği konusu ilk defa 1970'li yıllarda BM'de (Birleşmiş Milletler), 1980'li yıllarda ise Avrupa Birliği'nde (AB) gündeme gelmiştir. BM uhdesinde, başta iklim değişikliği ile mücadele olmak üzere birçok anlaşma/protokol (Stockholm Deklarasyonu, Montréal Protokolü, Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması) imzalanmıştır (Balog ve Mizik, 2021: 1-2). 2000 yılında ise BM Bin Yıllık Kalkınma Hedefleri (Millennium Development Goals - MDGs) kabul edilmiştir. Çevresel sürdürülebilirlik konusu, 2015 yılına kadar gerçekleştirilmesi hedeflenen sekiz ana kalkınma hedefleri arasında yer almıştır. Söz konusu bu hedef ile dünya genelinde doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılması, çevre kirliliğinin azaltılması ve çevresel sorunlara çözümler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Hızlı sanayileşme sonucunda ortaya çıkan ekonomik büyüme ile birlikte karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), kloroflorokarbon (CFC) gibi sera gazı emisyonlarının salınımını artmakta ve bu durum küresel ısınma problemine neden olarak iklim değişikliğini beraberinde getirmektedir (Ratnayake vd., 2011:1). Özellikle iklim olaylarının sıklığı ve şiddetindeki artış, ülkelerin tarım, sanayi ve hizmet sektörlerindeki üretim kapasitelerini olumsuz etkilemektedir (Barrios vd., 2008: 288; Jones ve Olken, 2010: 456; Arora, 2019: 95; Habib-ur-Rahman vd., 2022: 1). Söz konusu bu durum ülkelerin ihracat kapasiteleri başta olmak üzere ihracat ürün çeşitlendirmesini de etkileyebilmektedir.

Ihracat çeşitlendirmesi, bir ülkenin ihracat ve üretim yapısında ürünler/ticari ortaklar aracılığıyla meydana gelebilecek bir değişiklik olarak tanımlanmakta ve geniş marj ile yoğun marj olarak ikiye ayrılmaktadır (International Monetary Fund [IMF], 2014: 12). Cadot vd. (2011: 590)'ne göre; yoğun marj mevcut ihracat değerlerindeki değişimi yansıtırken geniş marj ihraç edilen yeni veya mevcut ürünler için yeni pazarların sayısındaki değişimi ifade etmektedir. Yoğun ve geniş marjların toplamı ise genel ihracat çeşitlendirmesini göstermektedir (Can ve Gozgor, 2018: 294). Yüksek teknoloji yoğunluğu içeren ve sofistike mallar barındıran ihracat ürün sepetleri, ekonomik büyüme için katalizör görevi görmektedir (Hausmann vd., 2007:2). Özellikle ihracata dayalı ekonomik büyüme modelini benimseyen ülkeler zaman içinde ihracatlarını çeşitlendirmeleri beklenmektedir. Ancak iklim değişikliğinin artan etkisi tüm ülkelerin üretim, tüketim, ithalat ve ihracat yapılarını değiştirecektir. Bu nedenle iklim değişikliğinin ihracat çeşitlendirmesi üzerindeki potansiyel etkilerinin daha geniş bir perspektiften ele alınması gerekmektedir.

Bu çalışmanın motivasyonu, iklim değişikliği ile ihracat ürün çeşitlendirmesi arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Bu doğrultusunda çalışmada iklim değişikliği ile mücadele konusunda önemli adımlar atan OECD ülkeleri üzerine odaklanılmıştır. İklim değişikliği ile ihracat ürün çeşitlendirmesi arasındaki ilişkinin araştırılması, ülkelerin sürdürülebilir kalkınma stratejilerini geliştirirken karşılaştıkları zorlukları ve fırsatları anlamak açısından önem arz etmektedir. Literatür incelendiğinde ihracat çeşitlendirmesinin hem ekonomiyi (Imbs ve Wacziarg, 2003; Can ve Gozgor, 2018) hem de çevresel kaliteyi etkilediği ortaya konulmuştur (Fang vd., 2019; Can vd., 2020; Ali vd., 2022; Lee vd., 2022; Can vd., 2023; Van den Wall Bake vd., 2024). Literatürde çevresel Kuznets eğrisi hipotezi çerçevesinde ihracat ürün çeşitlendirmesinin çevresel bozulma üzerindeki etkisini ölçen çalışmalar bulunmaktadır. Ancak iklim değişikliğinin ihracat çeşitlendirmesini etkileyip etkilemediği, bilinen kadarıyla cevaplanmamış ampirik bir sorudur. Çalışmanın bu yönüyle literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. İkinci noktada ise

çalışma yöntem olarak literatürden farklılaşmaktadır. Literatürde ihracat ürün yoğunlaşma endeksinin kesirli yapısı sınırlı sayıda çalışmada (Fonchamnyo ve Akame 2017; Swathi ve Sridharan 2022) göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca güncel yöntemlerden biri olan Moment Kantil Regresyon (MMQR) yöntemi kullanılarak heterojenlik ve içsellik dikkate alınmıştır. Çalışmanın bu yönüyle de literatüre katkı sağlaması umut edilmektedir.

Çalışmanın takip eden diğer bölümleri şu şekilde ilerlemektedir. İkinci bölümde, ilgili literatür özetlenmektedir. Üçüncü bölümde, çalışmanın veri seti ve modelleri tanıtılmakta ve ekonometrik metodolojisi açıklanmaktadır. Çalışma sonuç ve politika önerileri ile sonlandırılmaktadır.

## **2. Literatür Taraması**

Çalışmanın amacına uygun olarak literatür taraması üç grupta ele alınmıştır. Birinci grupta iklim değişikliğinin dış ticaret üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar, ikinci grupta ihracat ürün çeşitlendirmesi ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar ve üçüncü grupta ihracat ürün çeşitlendirmesinin belirleyicilerini inceleyen çalışmalar yer almaktadır.

### **2.1. İklim Değişikliği ve Dış Ticaret Arasındaki İlişkiye Yönelik Literatür**

Literatür incelendiğinde, ortalama sıcaklık ve yağış miktarındaki değişimler üzerinden ölçülen iklim değişikliğinin dış ticaret üzerindeki etkilerini konu edinen çalışmaların son yıllarda artış gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte söz konusu çalışmalarda, iklim değişikliğinin uluslararası ticaret üzerindeki etkileri ihracat ve ithalat boyutunda ayrı ayrı incelenmesine rağmen genellikle ihracat yönüne odaklanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan Jones ve Olken (2010), ortalama sıcaklık artışlarının yoksul ülkelerin ihracatını olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. Pascasio vd. (2014) ve Li vd. (2015), Filipinler ve Çin'de sıcaklık artışlarının hem ihracatı hem de ithalatı olumsuz etkilediğini, tarım ve imalat sanayi sektörlerinin daha savunmasız olduğunu ortaya koymuşlardır. Dallmann (2019), 134 ülkede sıcaklık artışlarının ihracatı azalttığı ve iklim değişikliğinin tarım, imalat sanayi, tekstil ve metal sektörlerinde daha etkili olduğunu vurgulamıştır. Karlsson (2021), ABD'de sıcaklık artışlarının sermaye yoğun endüstrilerin ihracatını azalttığını, sıcak ve soğuk günlerin sayısındaki değişimlerin ise çeşitli sektörlerin ihracatını olumsuz etkilediğini tespit etmiştir. ABD üzerine yapılan bir başka çalışmada Dall'Erba vd. (2021), kuraklıkların ticaret kapasitesini düşürdüğü sonucuna ulaşmışlardır. Çin üzerine yapılan çalışmalardan Li vd. (2021) sıcaklık artışının firma düzeyinde ihracatı, Zhang ve Li (2023) ise ihracat kalitesini azalttığını vurgulamışlardır.

### **2.2. İhracat Ürün Çeşitlendirmesi ile Çevresel Bozulma Arasındaki İlişkiye Yönelik Literatür**

Literatürde iklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamış olmasına rağmen çevresel Kuznets eğrisi hipotezi çerçevesinde ihracat ürün çeşitlendirmesinin çevresel bozulma üzerindeki etkisini ölçen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan Gozgor ve Can (2016), Türkiye için ihracatta daha fazla ürün çeşitlendirmesinin uzun dönemde daha yüksek CO2 emisyonu sağladığı tespit etmişlerdir. Apergis vd. (2018), 19 gelişmiş ülke için ihracat ürün yoğunluğunun CO2 emisyon düzeyi üzerindeki etkilerini panel kantil yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, ihracat ürün yoğunlaşmasının CO2 emisyonları üzerindeki etkisinin yüksek kantillerde nispeten daha fazla olduğunu vurgulanmıştır. Liu vd. (2018), Japonya, Kore ve Çin'de hem ihracat ürün çeşitlendirmesi hem de pazar çeşitlendirmesinin ekolojik ayak izini artırdığını belirtmişlerdir. Liu vd. (2019), 125 ülke üzerine yaptığı analizde, CO2 emisyonlarının ihracat ürün çeşitliliği ile

pozitif ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Can vd. (2020), gelişmekte olan ülkelerde genel çeşitlendirmenin, kapsamlı marjın ve yoğun marjın CO2 emisyonları üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Hu vd. (2020) gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler üzerine yaptıkları çalışmada, ithal ürün çeşitlendirmesinin CO2 emisyonları üzerinde sırasıyla önemli bir negatif ve pozitif etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler üzerine yapılan başka bir analizde Mania (2020), ihracat ürün çeşitlendirmesinin CO2 emisyonları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Can vd. (2021), yeni sanayileşmiş 10 ülkede genel ihracat çeşitlendirmesinin, kapsamlı marjın ve yoğun marjın CO2 emisyonları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Khan vd. (2021), RCEP ülkelerinde ihracat çeşitlendirmesinin CO2 emisyon seviyelerini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Iqbal vd. (2021), OECD ülkeleri için yaptıkları çalışmada benzer bir sonuca tespit etmişlerdir. Ancak Shahzad vd. (2020), ihracat çeşitlendirmesinin CO2 emisyonlarını önemli ölçüde azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Ali vd. (2022) Hindistan için ihracat ürün çeşitliliğini sürekli arttırarak çevresel bozulmanın azaltılabileceğini ortaya belirtmişlerdir. Hindistan üzerine yapılan başka bir çalışmada, Pata vd. (2022) çevresel bozulma ile ihracat ürün çeşitlendirmesi arasında U şeklinde bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonucun aksine Ul-Haq vd. (2023), Çin'de çevresel bozulma ile ihracat ürün çeşitlendirmesi arasında ters U şeklinde bir bağlantı olduğunu vurgulamışlardır. Çin üzerine yapılan başka bir çalışmada, Li vd. (2021) ihracat ürün çeşitlendirmesinin uzun dönemde CO2'yi azalttığını ifade etmişlerdir. Jiang vd. (2022), APEC ülkelerinde ithalat ürün çeşitliliğinin ekolojik ayak izini artırdığını, ihracat ürün çeşitliliğinin ise azalttığını tespit etmişlerdir. Van den Wall Bake vd. (2024), AB ülkeleri için ihracat ürün yoğunlaşmasının ekolojik ayak üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada ihracat ürün sepetindeki yoğunlaşmada meydana gelecek bir artışın ekolojik ayak izini azaltacağını vurgulamışlardır.

### 2.3. İhracat Ürün Çeşitlendirmesinin Belirleyicilerine Yönelik Literatür

Literatür incelendiğinde, iklim değişikliği ile ihracat ürün çeşitlendirmesi arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan literatür taramasında ihracat ürün çeşitlendirmesini etkileyen diğer faktörlere odaklanılmıştır. Bu çalışmalardan Alemu (2008), Sahra Altı Afrika ve Doğu Asya'da yer alan 41 ülkenin dikey ve yatay ihracat çeşitlendirmesinin belirleyicilerini FGLS (Uygulanabilir Genelleştirilmiş En Küçük Kareler) yöntemiyle incelemiş ve eğitim, sağlık, kişi başına gelir, nüfus büyüklüğü, altyapı gelişimi ve ticari açıklığın ihracat çeşitlendirmesi için önemli faktörler olduğunu belirtmiştir. Cadot vd. (2011) 161 ülke için ekonomik büyümenin ihracat çeşitlendirmesi üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, ters U şeklinde bir ilişkiye ulaşılmıştır. Arawomo vd. (2014), Nijerya'da ihracat ürün çeşitlendirmesi ile doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sonucunda DYY'nin ihracat ürün çeşitlendirmesini azalttığı, ancak ulusal yatırımların artırdığı tespit edilmiştir. Elhiraika ve Mbate (2014), 53 Afrika ülkesi için yaptığı analizde; GSYH, kamu yatırımları, beşerî sermaye ve kurumsal kalitenin ihracat ürün çeşitlendirmesini pozitif etkilediğini belirlemişlerdir. Fonchamnyo ve Akame (2017), 32 Sahra Altı Afrika ülkesi için kesirli logit modeli ile ihracat ürün çeşitlendirmesinin belirleyicilerini inceledikleri çalışmada, ticari açıklık, tarım ve imalat sanayindeki katma değer ve doğrudan yabancı yatırımların ihracat ürün çeşitlendirmesini pozitif etkilediğini tespit edilmiştir. Espoir (2020), Güney Afrika Kalkınma Topluluğu üyelerinde ihracat ürün çeşitlendirmesinin belirleyicilerini araştırmıştır. Çalışmada kişi başına düşen GSYİH, ticari açıklık, beşerî ve fiziki sermaye birikimi ve DYY'nin ihracat ürün çeşitlendirmesini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Yaşar (2021), 55 ülke üzerine

yaptığı çalışmada Ar-Ge harcamaları, eğitim, nüfus ve DYY'nin ihracat çeşitlendirmesini artıran faktörler olduğunu tespit etmiştir. Swathi ve Sridharan (2022), 101 ülkenin ihracat ürün çeşitlendirmesinin belirleyicilerini Kesirli Logit Model ile analiz etmiştir. Çalışma sonucunda beşerî sermaye, kişi başına düşen GSYİH, nüfus, ticari açıklık, imalat sanayi ve DYY'nin ihracat ürün çeşitlendirmesi için önemli belirleyiciler olduğu vurgulanmıştır. Akinyele ve Dada (2024) tarafından 14 ülke üzerine yapılan çalışmada, kurumsal kalite ile geçmiş dönem GSYH değişkenlerinin ihracat ürün çeşitlendirmesini pozitif, kamu harcamaları ile yolsuzluğun ise negatif etkilediği tespit edilmiştir.

#### 2.4. Literatür Açığı

Önceki çalışmalara dayanarak ilgili literatürde bazı boşluklar olduğu ortaya çıkmıştır. İlk olarak iklim değişikliğinin uluslararası ticaret üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar (örneğin Jones ve Olken, 2010; Pascasio vd., 2014; Dallmann, 2019; Karlsson, 2021; Zhang ve Li, 2023) bulunmasına rağmen ihracat ürün çeşitlendirmesi yönüne dikkat çekilmemiştir. İkinci olarak literatürde çevresel Kuznets hipotezi altında ihracat ürün çeşitliliğinin çevresel bozulma üzerinde önemli etkileri olduğu vurgulanmıştır. Ancak iklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerindeki etkisi inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

### 3. Veri Seti, Model, Yöntem ve Analiz Sonuçları

#### 3.1. Veri Seti ve Model

Bu çalışmanın analizinde 37 OECD<sup>4</sup> ülkesinin 1995-2022 dönemine ait verileri kullanılmıştır. Çalışmanın analizine konu olan dönem aralığı, veri mevcudiyetine göre belirlenmiştir. İhracat ürün çeşitlendirme göstergesi olarak Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) tarafından sunulan ve 0 ile 1 arasında değer alan İhracat Ürün Yoğunlaşma Endeksi (ECI) kullanılmıştır. Endeksin 1'e yaklaşması ekonomide belirli sayıdaki ürün grubunda ihracat yapıldığını, 0'a yaklaşması ise ihracat ürün çeşitlendirmesini arttığını göstermektedir (UNCTAD, 2023: 25). Literatürde ihracat çeşitlendirmesini temsilen Theil Endeksi ya da Gini Endeksi de kullanılmaktadır. Ancak bu endekslere ait yeterli veri olmadığı için ECI tercih edilmiştir. Çalışmanın teorik çerçevesi ve ekonometrik modelleri, literatürde iklim değişikliğinin ihracat üzerindeki etkilerini (Jones ve Olken (2010), Pascasio vd. (2014) ve Karlsson (2021)) ve ihracat ürün çeşitlendirmesini etkileyen faktörleri araştıran ampirik çalışmalara (Elhiraika ve Mbate (2014), Fonchamnyo ve Akame (2017), Espoir (2020) ve Gamariel vd. (2022)) dayandırılarak aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$ECI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LYG_{it} + \alpha_k X_{it} + u \quad (1)$$

$$ECI_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 OS_{it} + \gamma_k X_{it} + \varepsilon \quad (2)$$

$$ECI_{it} = \delta_0 + \delta_1 LEF_{it} + \delta_k X_{it} + \epsilon \quad (3)$$

Modellerde yer alan  $\alpha_0$ ,  $\gamma_0$  ve  $\beta_0$  sabit parametrelerini;  $\alpha_1$ ,  $\gamma_1$  ve  $\delta_1$  eğim parametrelerini;  $u$ ,  $\varepsilon$  ve  $\epsilon$  modellerdeki kalıntıları göstermektedir. Bağımlı değişken olan  $ECI_{it}$ , t zamanında i ülkesindeki ihracat ürün yoğunlaşma endeksini temsil etmektedir.  $ECI$ 'nin 0'a yaklaşması ihracat çeşitlendirmesinin arttığını; 1'e yaklaşması ise belirli sayıda ürün/ürün grubunun ihracatına yoğunlaştığını göstermektedir. Bu bağlamda ECI, düşük ihracat çeşitliliğinin ve buna bağlı ekonomik kırılmalıkların bir öncü göstergesi olarak kullanılabilir. İklim değişikliği göstergeleri olarak bir yıl boyunca birikmiş yağışlar ( $LYG_{it}$ ), ortalama yüzey sıcaklığı

<sup>4</sup> İzlanda'ya ait ekolojik ayak izi göstergesi olmadığı için çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

( $OS_{it}$ ) ve kişi başına ekolojik ayak izine ( $EF_{it}$ ) ait değişkenler kullanılmıştır. Ayrıca modellerde kontrol değişkeni olarak gösterilen  $X_{it}$ ; USD cinsinden Gayrisafi Yurtiçi Hasıla'yı (LGSYH), LTA; ihracat ve ithalat toplamının GSYH'ye oranından elde edilen ticari açıklığı, LIML ve LTRM ise sırasıyla imalat ve tarım katma değerlerinin GSYH içindeki payını temsil etmektedir. Tablo 1'de modele ait değişkenler hakkında bilgiler sunulmuştur.

Tablo 1: Değişkenlerin Tanımları

Kısaltmalar	Göstergeler	Kaynak
ECI	İhracat ürün yoğunlaşma endeksi	UNCTAD
LGSYH	GSYH'nin logaritması (2015 sabit fiyatlar ile ABD Doları)	Dünya Bankası
LTA	İhracat ve ithalat toplamının GSYH'ye oranı	Dünya Bankası
LTRM	Tarım sektöründeki katma değer GSYH'ye oranı	Dünya Bankası
LIML	İmalat sanayindeki katma değer GSYH'ye oranı	Dünya Bankası
LYG	Toplam yağışların logaritması (mm)	Dünya Bankasının İklim Değişikliği Portalı
OS	Ortalama yüzey sıcaklığı (°C)	Dünya Bankasının İklim Değişikliği Portalı
LEF	Ekolojik Ayak İzi	Global Footprint Network

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Kesirli Logit Model

Geleneksel regresyon tahmincileri (EKK, FMOLS, DOLS vd.) ile dinamik regresyon tahmincileri (GMM, 2SLS vd.) bağımlı değişkenin kesirli yapısını dikkate almadan tutarlı sonuçlar sağlayabilse de açıklayıcı değişkenlere ait kısmi etki tahminlerinin doğruluğunu garanti edememektedir (Fonchamnyo ve Akame, 2017: 334). Bu sorunu ortadan kaldırabilmek için Papke ve Wooldridge (1996) tarafından önerilen ve  $E(y/x)$  değerinin ortalama (0,1) aralığında yer almasını sağlayan kesirli logit model kullanılmaktadır. Papke ve Wooldridge (1996), herhangi bir dağılım varsaymayan, ancak tutarlı parametre tahminleri için bir yarı-olabilirlik yöntem olan Kesirli Logit Modelini önermektedir (Swathi ve Sridharan, 2022:167):

$$l_{it}(a) = y_{it}[h(X_{it}a)] + (1 - y_{it}) \log[1 - h(X_{it}a)]; 0 \leq y_{it} \leq 1 \quad (4)$$

Model 4'te yer alan  $h(X_{it}a)$  lojistik kümülatif dağılım fonksiyonudur ve  $y_{it}$  0 ile 1 arasında değer almaktadır. Bu modelde  $y_{it}$ , 0 ya da 1 değeri alan ikili logit modelden farklıdır. Parametre tahminlerini elde etme yöntemi olarak İkili Logit Model ile benzerlik göstermekte, ancak bu modelde bir varyans tahmincisinin elde edilmesi gerekmektedir. Kesirli Logit Modelin olasılık formu Model 5'teki gibi gösterilmektedir:

$$E(y_{it}|X_{it}) = \frac{\exp(X_{it}a)}{[1 + \exp(X_{it}a)]} = h(X_{it}a) \quad (5)$$

Model 5'te yer alan  $y_{it}$ , 0 ile 1 arasında değerler alan bağımlı değişkeni,  $X_{it}$  açıklayıcı değişkenler vektörünü,  $a$  ise katsayılar vektörüdür.

#### 3.2.2. Moment Kantil Regresyon (MMQR)

Koenker ve Bassett (1978) panel veri kullanarak kantil regresyonu üzerine yaptıkları çalışmada, ortalamalar yerine dağılımsal koşullu kantillerin tahmin edilmesini mümkün kılan ilk yöntemlerden birini önermiştir. Yarı parametrik yapısından dolayı dağılımsal varsayımlara karşı dirençsiz olan kantil regresyon yöntemi, aykırı değerlere dayanıklıdır (Shang vd., 2024: 14). Ancak geleneksel kantil regresyon yaklaşımları, tüm panel veri kesitleri arasındaki gözlemlenemeyen heterojenliği kontrol edememeleri nedeniyle aykırı değerlere çözüm

üretmemektedir (Leng vd., 2024: 5). Söz konusu bu özelliğin yanı sıra bu yaklaşımlar içsellik sorununu hesaba katmadığı için sapmalı tahmin sonuçlarına yol açabilmektedir (Jahanger vd., 2023: 10). Geleneksel kantil regresyon yaklaşımları yerine Machado ve Silva (2019) tarafından önerilen MMQR yöntemi, bağımsız değişkenleri bağımlı değişkenin kantillerine bağlayan ve aykırı değerlere, normallığe, heterojenliğe ve içsellığe karşı sağlam sonuçlar üreten bir tahmincidir (Waris vd., 2023: 122627). Bu nedenle Machado ve Silva (2019:148) çalışmasını takiben konum ölçekli bir model için  $Q_y(\tau | X_{it})$  koşullu kantilleri Model 6'daki gibi oluşturulmaktadır:

$$Y_{it} = c_i + X_{it}\beta + (\delta_i + Z_{it}\lambda)U_{it} \quad (6)$$

Model 6'da  $P\{\delta_i + Z_{it}\lambda > 0\} = 1$  olasılık değerini temsil etmektedir. Ayrıca modelde yer alan  $c$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  ve  $\delta$  katsayılarının tahmin edilmesi gerekmektedir. Ek olarak  $c_i$  ve  $\delta_i$  parametreleri bireysel  $i$  sabit etkilerini yakalamakta ve  $Z$ ,  $X$  bileşeninin  $k$ -vektörünü göstermektedir.  $U_{it}$ ,  $X_{it}$ 'den istatistiksel olarak bağımsız ve moment koşullarını sağlayacak şekilde normalize edilmiştir.

$$Q_y(\tau | X_{it}) = (c_i + \delta_i(q(\tau)) + X'_{it}\beta + Z'_{it}\lambda_q(\tau) \quad (7)$$

Model 7'de  $q(\tau)$  örneklemdaki kantili,  $X'_{it}$  açıklayıcı değişkenler vektörünü,  $Q_y(\tau | X_{it})$  bağımlı değişkenin ( $Y_{it}$ ) kantil dağılımını temsil etmektedir. Tahmin sonuçlarının elde edilebilmesi için tek adımlı GMM tahmincisi kullanılmaktadır.

### 3.3. Analiz Sonuçları

Ekonometrik analizlerin ilk aşamasında, iklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerindeki etkilerini incelemek üzere Model 1, 2 ve 3'te yer alan değişkenlerin, 1995-2022 dönemindeki yıllık gözlem değerlerine ait tanımlayıcı istatistikleri incelenmiş ve sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
ECI	0,149	0,087	0,045	0,545
LGSYH	11,543	0,668	10,011	13,321
LTA	1,896	0,231	1,215	2,595
LIML	2,676	0,347	1,342	3,637
LTRM	0,785	0,732	-1,657	2,825
LYG	2,933	0,206	2,089	3,556
OS	10,952	5,960	-5,230	25,620
LEF	0,727	0,158	0,291	1,238

Tablo 2 incelendiğinde, 37 OECD ülkesine ait ECI değişkeninin sırasıyla 0,149 ortalama ve 0,087 standart sapmaya sahip olduğu görülmektedir. Tanımlayıcı istatistikler detaylı bir şekilde incelendiğinde ECI değişkeni için minimum ve maksimum değerler sırasıyla 0,045 ve 0,545 olup bu değerler Çekya (1995) ve Norveç'e (2022) aittir. LTRM ve LIML değişkenleri için ülke ortalamalarının sırasıyla 0,785 ve 2,676 olduğu yağış (LYG) değişkeni için ortalamasının 2,933 ve standart sapmanın 0,206 olduğu ve minimum ile maksimum değerlerinin sırasıyla Kosta Rika (2008) ve İsrail (2017) ait olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 2 ortalama yüzey sıcaklığı (OS) açısından incelendiğinde, ortalamasının 10,952 ve standart sapmasının 5,960 olduğu ve minimum ile maksimum değerlerinin sırasıyla Kanada (1996) ve Kolombiya'ya (2016) ait olduğu tespit edilmektedir. Tablo 2 ekolojik ayak izi (LEF) açısından incelendiğinde, ortalamasının 0,727 ve standart sapmasının 0,158 olduğu görülmektedir. LEF değişkeni için minimum ve maksimum değerlerin 0,291 ve 1,238 olarak hesaplandığı ve bu değerlerin

sırasıyla Kolombiya (2012) ve Lüksemburg (2003) ülkelerine sahip olduğu tespit edilmektedir. Tablo 3'te değişkenlere ait korelasyon matrisi sunulmaktadır.

Tablo 3: Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi

Değişkenler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) ECI	1,000 (0,000)							
(2) LGSYH	-0,202 (0,000)	1,000						
(3) LTA	-0,065 (0,036)	-0,590 (0,000)	1,000					
(4) LTRM	0,166 (0,000)	-0,368 (0,000)	-0,292 (0,000)	1,000				
(5) LIML	-0,218 (0,000)	-0,007 (0,818)	0,051 (0,103)	0,196 (0,000)	1,000			
(6) LYG	0,201 (0,000)	-0,068 (0,029)	-0,069 (0,026)	0,098 (0,002)	0,113 (0,000)	1,000		
(7) OS	0,211 (0,000)	0,021 (0,502)	-0,284 (0,000)	0,316 (0,000)	-0,036 (0,251)	0,222 (0,000)	1,000	
(8) LEF	-0,274 (0,000)	0,066 (0,035)	0,284 (0,000)	-0,562 (0,000)	-0,271 (0,000)	-0,279 (0,000)	-0,493 (0,000)	1,000

Tablo 3'teki korelasyon analizi sonucuna göre tarımsal katma değer, toplam yağış ve ortalama sıcaklıklar ile ihracat ürün yoğunlaşma endeksi arasında anlamlı ve pozitif korelasyon ilişkisi olduğu görülmektedir. Diğer yandan gayrisafi yurtiçi hâsıla, ticari açıklık, imalat sanayi katma değeri ve ekolojik ayak izi ile ihracat ürün yoğunlaşma endeksi arasında negatif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmektedir. Tablo 4'te, 37 OECD ülkesi için iklim değişikliği göstergeleri ve kontrol değişkenlerin, ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerindeki tahmin sonuçları marjinal etki katsayıları ile birlikte sunulmaktadır.

Tablo 4: Kesirli Logit Model Sonuçları

Bağımlı Değişken:	Marjinal Etkiler (dy/dx)		Marjinal Etkiler (dy/dx)		Marjinal Etkiler (dy/dx)	
ECI	(1)	(2)	(3)	(3)	(3)	
LGSYH	-0,339*** (0,051)	-0,489*** (0,075)	-0,384*** (0,043)	-0,555*** (0,063)	-0,408*** (0,045)	-0,587*** (0,065)
LTA	-0,708*** (0,152)	-0,168*** (0,036)	-0,742*** (0,134)	-0,177*** (0,032)	-0,691*** (0,130)	-0,164*** (0,031)
LIML	-0,449*** (0,073)	-0,149*** (0,024)	-0,380*** (0,078)	-0,126*** (0,026)	-0,525*** (0,071)	-0,174*** (0,023)
LTRM	0,008 (0,036)	0,001 (0,004)	-0,053 (0,035)	0,006 (0,004)	-0,195*** (0,039)	0,021*** (0,004)
LYG	0,554*** (0,119)	0,206*** (0,044)				
OS			0,017** (0,004)	0,024** (0,006)		
LEF					-1,544*** (0,131)	-0,137*** (0,012)
Sabit	3,073*** (1,088)		4,799*** (0,770)		6,924*** (0,800)	
Wald ki2	204,68***		200,58***		328,98***	
Gözlem Sayısı	1034		1034		1034	

Not: Parantez içindeki değerler robust standart hataları göstermektedir. \*, \*\*, \*\*\* sırasıyla 10%, 5% ve 1% anlamlılık düzeyini belirtmektedir.



Tablo 4'te yer alan sonuçlarda, Model 1 ve Model 2'deki tarımsal katma değer (LTRM) değişkeni hariç tüm açıklayıcı değişkenlerin katsayılarının anlamlı çıktığı görülmektedir. Model 1'de, yağış (LYG) değişkenine ait katsayının pozitif ve istatistiki açıdan anlamlı bir etkiye sahip olduğu, diğer bir ifadeyle yağışların ihracat ürün çeşitlendirmesinden ziyade ihracat ürün yoğunlaşmasına (endeksin 1'e yaklaşması) yol açtığı görülmektedir. Aynı şekilde ortalama sıcaklıklardaki artış ihracat ürün yoğunlaşması desteklemektedir. Literatürde Jones ve Olken (2010), Pascasio vd. (2014), Dallman (2019), Karlsson (2021), Dall'Erba vd. (2021) tarafından yapılan çalışmalarda ortalama sıcaklıkta meydana gelen artışların ihracat değerini azalttığı sonucuna ulaşılmış ve bu bakımdan çalışmada elde edilen bu bulgu ihracat değeri sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Ekolojik ayak izinin (LEF) ihracat ürün yoğunlaşma endeksini istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkilediği, başka bir ifadeyle çevresel kalitedeki bozulmanın ihracat ürün çeşitlendirmesini pozitif etkilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 4 kontrol değişkenler açısından incelendiğinde, GSYH ve ticari açıklık tahminlerinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu hem ekonomik büyümenin hem de ticari açıklığın ihracat yapısının çeşitlendirilmesinde önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Daha yüksek kişi başına gelir bir ülkenin satın alma gücünü artırarak iç ve dış talebin artmasına neden olmaktadır (Swathi ve Sridharan, 2022: 169). Diğer yandan ticari açıklık düzeyindeki artış, ülkenin yeni ihraç ürünlerin üretimini desteklemekte ve ihracatta ürün çeşitlendirmesine yol açabilmektedir (Agosin vd., 2012: 309). Tablo 4 imalat sanayi ile tarımsal katma değer değişkenleri açısından incelendiğinde, her iki değişkenin ihracat ürün yoğunlaşma endeksi üzerindeki etkisinin negatif olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle söz konusu değişkenlerdeki artış ihracat ürün çeşitliliğini desteklemektedir. Ancak tarımın etkisinin sadece üçüncü modelde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, ekonominin tarım sektöründen ziyade sanayi sektörünün ihracat ürün çeşitlendirme derecesi daha fazla etkilediğini göstermektedir (Swathi ve Sridharan, 2022:174).

Kesirli logit model sonuçlarının sağlamlılığı için MMQR yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, panel veri modellerindeki bireysel sabit etkiler ile değişkenlerde içsellik problemi olduğu durumlarda kullanılabilen (Machado ve Silva, 2019: 145) ve katsayılarda esneklik sağlayarak bir dizi koşullu kantil fonksiyonu elde etmeyi sağlarken aykırı değerlere karşı da sağlam sonuçlar üretebilmektedir (Kostakis, 2021: 40). Literatürde GSYH (Gözcü ve Can, 2017) ve çevresel kalite (Can vd., 2021; Khan vd., 2021) ile ihracat ürün çeşitlendirmesi arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılan çalışmalar bulunmaktadır. Değişkenler arasında çift yönlü bir nedenselliğin bulunması, modelde içsellik problemi ortaya çıkarabilmektedir. Bu problemin çözümü için modelin hata terimi ile ilişkisiz ancak içsel olan değişkenlere alternatif araç değişkenler kullanılması gerekmektedir (Uyar ve Karahan, 2020: 785). Literatürde GSYH için nüfus, sermaye, işgücü ve doğrudan yabancı yatırımların araç değişkenler olarak kullanılması önerilmektedir (Frankel ve Rose, 2005: 87). Bu çalışmada araç değişkenler olarak GSYH için nüfus ile doğrudan yabancı yatırımlar, ekolojik ayak izi için de sıcaklık ve yağışlar kullanılmıştır. Tablo 5'te Machado ve Silva (2019) tarafından önerilen MMQR yöntemine ait tahmin sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 5: İçselliği Dikkate Alan Panel Kantil Analiz Sonuçları

Bağımlı Değişken: ECI	( $\tau = 0,10$ )	( $\tau = 0,25$ )	( $\tau = 0,50$ )	( $\tau = 0,75$ )	( $\tau = 0,90$ )
LGSYH	-0,095*** (0,012)	-0,098*** (0,011)	-0,103*** (0,010)	-0,108*** (0,012)	-0,116*** (0,018)
LTA	-0,263*** (0,029)	-0,249*** (0,028)	-0,227*** (0,030)	-0,200*** (0,038)	-0,164*** (0,053)
LEF	-0,233*** (0,040)	-0,234*** (0,034)	-0,236*** (0,029)	-0,239*** (0,033)	-0,243*** (0,051)
LTRM	-0,063*** (0,009)	-0,061*** (0,008)	-0,060*** (0,008)	-0,057*** (0,010)	-0,055*** (0,016)
LIML	-0,017 (0,011)	-0,029*** (0,010)	-0,048*** (0,009)	-0,071*** (0,011)	-0,102*** (0,015)
Sabit	1,917*** (0,224)	1,987*** (0,201)	2,099*** (0,186)	2,230*** (0,207)	2,407*** (0,284)
GMM Q(b)	8,159				
Gözlem Sayısı	1034				

Not: Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir. \*, \*\*, \*\*\* sırasıyla 10%, 5% ve 1% anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

Tablo 5'te  $\tau = 0,10$  değeri; ihracat ürün yoğunlaşma endeksinin en düşük olduğu %10'luk dilimi,  $\tau = 0,90$  değeri ise ihracat ürün yoğunlaşma endeksinin en yüksek olduğu %10'luk dilimi göstermektedir. Kesirli Logit modeli sonuçları ile içselliği dikkate alan MMQR katsayı işaretleri benzer sonuçlar göstermektedir. MMQR sonuçlarına göre; koşullu dağılımın farklı kantil düzeylerinde ihracat ürün yoğunlaşma endeksi ile açıklayıcı değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Ekolojik ayak izinin esnekliği, -0,233'ten (10. kantilde) -0,243'e (90. kantilde) doğru sürekli olarak artmaktadır. MMQR modeli GSYH, ticari açıklık ve tarımsal katma değer açısından incelendiğinde, tüm kantil düzeylerinde bu açıklayıcı değişkenlerde meydana gelen artışların ihracat ürün yoğunlaşma endeksi üzerinde negatif ve istatistiki açıdan anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. İmalat sanayi katma değeri değişkeninin ise ihracat ürün yoğunlaşma endeksinin en düşük olduğu %10'luk dilimde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı, ancak diğer kantillerde ihracat ürün yoğunlaşma endeksi üzerinde negatif etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4. Sonuç ve Politika Önerileri

Ihracat ürün çeşitlendirmesi, özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınma süreçlerinde etkin bir rol oynamaktadır. Sınırlı doğal kaynaklara sahip olan ve toplam ihracatında tarımsal ürünlerin payının yüksek olduğu ülkelerde, genellikle belirli sayıda malın ihracatına yoğunlaşılmaktadır. Söz konusu bu ülkeler ani fiyat dalgalanmaları, iklimsel şoklar, küresel talepteki azalmalar vb. içsel ve dışsal risklere karşı kırılgan bir yapıya sahip olabilmektedir. Bu bağlamda ihracat ürün çeşitlendirmesinin ve/veya yoğunlaşmasının çeşitli ekonomik faktörlerle ilişkisinin birçok akademik çalışmaya konu edildiği görülmektedir. Ekonomiler için hâlihazırda zorlu bir süreç olan ihracat ürün çeşitlendirmesi, iklim değişikliğinin fiziksel etkilerinden dolayı daha da zorlaşabilmektedir. Ülkelerin üretim kapasitelerinde ve ticaret yapılarında önemli etkilere yol açan iklim değişikliği, iklim dostu teknolojilerin ve sürdürülebilir yöntemlerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda, iklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerindeki etkisinin araştırılmasının, iklim değişikliğiyle mücadelede rol üstlenen kurumların politikalarında yol gösterici olması beklenmektedir.

Bu motivasyonla hazırlanan çalışmada, 37 OECD ülkesi için iklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, 1995-2022 yıllarına ait iklim değişikliği göstergelerine ek olarak ticari açıklık, tarımsal katma değer ve imalat sanayi katma değeri kontrol değişkenler olarak kullanılmıştır. İklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerine etkileri Kesirli Logit Model ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda iklim değişikliğinin ihracat ürün çeşitlendirmesi üzerinde anlamlı ve olumsuz bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan ihracat ürün çeşitlendirmesinin GSYH, ticari açıklık ve imalat sanayindeki katma değer artışından önemli ölçüde pozitif etkilendiği ortaya konulmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda bazı önemli politika çıkarımları yapılabilmektedir. İlk olarak OECD ülkeleri, mevcut ihracat sepetlerindeki ürün sayısını artırmak için iklim değişikliği etkileri üzerinde daha fazla durmaları gerekmektedir. Özellikle bu ülkeler küresel iklim değişikliği azaltım çabalarıyla ilgili yeni ürün ve hizmetlere daha fazla önem vermeleri gerekmektedir. Örneğin üretimde fotovoltaik paneller, rüzgâr türbinleri ve ısı değişim üniteleri gibi yenilenebilir teknolojiler kullanılabilir. OECD ülkelerinin orta ve yüksek gelirli ülkelere göre bu teknolojilere erişim daha hızlı ve kolay olabilmektedir. İkinci olarak OECD ülkeleri ihracat ürün çeşitliliğini teşvik etmek için serbest ticarete odaklanmalıdır. Bu nedenle ülkelerin ticari düzenlemelerini ve iş yapma kolaylıklarını iyileştirmeleri gerekmektedir. Üçüncü olarak ihracat ürün çeşitliliğini arttırmak için sanayileşmenin teşvik edilmesine önem verilmelidir.

Bu literatürdeki bir sonraki adım, kapsamlı ve derinlemesine bir analiz sağlayacak olan iklim değişikliği ile mücadele edebilecek ürünlerin çeşitlendirmesi üzerine geliştirilebilir. Ayrıca ülkeler gelir/bölgesel gruplara ayrılarak ihracat ürün çeşitlendirme farklılaşmasını etkileyen faktörler araştırılabilir.

### Kaynakça

- Agosin, M. R., Alvarez, R., & Bravo-Ortega, C. (2012). Determinants of export diversification around the world: 1962–2000. *The World Economy*, 35(3), 295-315. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2011.01395.x>
- Akinyele, O., & Dada, J. T. (2024). Export diversification and government intervention in Sub-Saharan Africa. *Iranian Economic Review*, 28(2), 490-513. <https://doi.org/10.22059/IER.2022.88677>
- Alemu, A. M. (2008). Determinants of vertical and horizontal export diversification: Evidences from sub-Saharan Africa and East Asia. *Ethiopian Journal of Economics*, 17(2), 1-56. <https://doi.org/10.4314/eje.v17i2.47311>
- Ali, S., Can, M., Shah, M. I., Jiang, J., Ahmed, Z., & Murshed, M. (2022). Exploring the linkage between export diversification and ecological footprint: Evidence from advanced time series estimation techniques. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(25), 38395-38409. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18622-3>
- Apergis, N., Can, M., Gozgor, G., & Lau, C. K. M. (2018). Effects of export concentration on CO2 emissions in developed countries: an empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 14106-14116. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1634-x>
- Arawomo, D. F., Oyelade, A. O., & Tella, A. T. (2014). Determinants of Export Diversification in Nigeria: Any Special Role for Foreign Direct Investment (FDI)? *Journal of Economics And Business Research*, 20(2), 21-33.
- Arora, N. K. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*, 2(2), 95-96. <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00078-w>
- Balogh, J. M., & Mizik, T. (2021). Trade–climate nexus: A systematic review of the literature. *Economies*, 9(3), 99. <https://doi.org/10.3390/economies9030099>
- Barrios, S., Ouattara, B., & Strobl, E. (2008). The impact of climatic change on agricultural production: Is it different for Africa?. *Food Policy*, 33(4), 287-298. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.01.003>
- Cadot, O., Carrère, C., & Strauss-Kahn, V. (2011). Export diversification: what's behind the hump?. *Review of Economics and Statistics*, 93(2), 590-605. [https://doi.org/10.1162/REST\\_a\\_00078](https://doi.org/10.1162/REST_a_00078)
- Can, M., & Gozgor, G. (2018). Effects of export product diversification on quality upgrading: an empirical study. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 27(3), 293-313. <https://doi.org/10.1080/09638199.2017.1370006>
- Can, M., Ahmad, M., & Khan, Z. (2021). The impact of export composition on environment and energy demand: evidence from newly industrialized countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25), 33599-33612. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13084-5>
- Can, M., Dogan, B., & Saboori, B. (2020). Does trade matter for environmental degradation in developing countries? New evidence in the context of export product diversification. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 14702-14710. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08000-2>
- Dall'Erba, S., Chen, Z., & Nava, N.J. (2021). US interstate trade will mitigate the negative impact of climate change on crop profit. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(5), 1720-1741. <https://doi.org/10.1111/ajae.12204>
- Dallmann, I. (2019). Weather variations and international trade. *Environmental and Resource Economics*, 72(1), 155-206. <https://doi.org/10.1007/s10640-018-0268-2>
- Elhiraika, A. B., & Mbate, M. M. (2014). Assessing the determinants of export diversification in Africa. *Applied Econometrics and International Development*, 14(1), 147-160. <http://www.usc.es/economet/reviews/aeid14111.pdf>

Espoir, L. M. (2020). Determinant of export diversification: An empirical analysis in the case of SADC countries. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 9(7), 130-144. <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v9i7.942>

Fang, J. C., Gozgor, G., Lu, Z., & Wu, W. S. (2019). Effects of the export product quality on carbon dioxide emissions: Evidence from developing economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 12181–12193. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04513-7>

Fonchamnyo, D. C., & Akame, A. R. (2017). Determinants of export diversification in Sub-Saharan African region: A fractionalized logit estimation model. *Journal of Economics and Finance*, 41(2), 330-342. <https://doi.org/10.1007/s12197-016-9352-z>

Frankel, J. A., & Rose, A. K. (2005). Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality. *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91. <https://doi.org/10.1162/0034653053327577>

Gozgor, G., & Can, M. (2016). Export product diversification and the environmental Kuznets curve: evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 21594-21603. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7403-9>

Gözgör, G., & Can, M. (2017). Causal linkages among the product diversification of exports, economic globalization and economic growth. *Review of Development Economics*, 21(3), 888-908. <https://doi.org/10.1111/rode.12301>

Habib-ur-Rahman, M., Ahmad, A., Raza, A., Hasnain, M. U., Alharby, H. F., Alzahrani, Y. M., ... & El Sabagh, A. (2022). Impact of climate change on agricultural production; Issues, challenges, and opportunities in Asia. *Frontiers in Plant Science*, 13, 925548. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.925548>

Hu, G., Can, M., Paramati, S. R., Doğan, B., & Fang, J. (2020). The effect of import product diversification on carbon emissions: New evidence for sustainable economic policies. *Economic Analysis and Policy*, 65, 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.01.004>

Imbs, J., & Wacziarg, R. (2003). Stages of diversification. *American Economic Review*, 93(1), 63-86. <https://doi.org/10.1257/000282803321455160>

International Monetary Fund. (2014). Sustaining long-run growth and macroeconomic stability in low-income countries – the role of structural transformation and diversification. IMF Policy Paper. <https://www.imf.org/external/np/pp/eng/2014/030514.pdf>

Iqbal, N., Abbasi, K. R., Shinwari, R., Guangcai, W., Ahmad, M., & Tang, K. (2021). Does exports diversification and environmental innovation achieve carbon neutrality target of OECD economies?. *Journal of Environmental Management*, 291, 112648. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112648>

Jahanger, A., Zaman, U., Hossain, M. R., & Awan, A. (2023). Articulating CO2 emissions limiting roles of nuclear energy and ICT under the EKC hypothesis: An application of non-parametric MMQR approach. *Geoscience Frontiers*, 14(5), 101589. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101589>

Jiang, S., Mentel, G., Shahzadi, I., Jebli, M. B., & Iqbal, N. (2022). Renewable energy, trade diversification and environmental footprints: Evidence for Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC). *Renewable Energy*, 187, 874-886. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.134>

Jones, B. F., & Olken, B. A. (2010). Climate shocks and exports. *American Economic Review*, 100(2), 454-459. <https://doi.org/10.1257/aer.100.2.454>

Karlsson, J. (2021). Temperature and exports: evidence from the United States. *Environmental and Resource Economics*, 80(2), 311-337. <https://doi.org/10.1007/s10640-021-00587-5>

Khan, Z., Murshed, M., Dong, K., & Yang, S. (2021). The roles of export diversification and composite country risks in carbon emissions abatement: evidence from the signatories of the Regional Comprehensive Economic Partnership agreement. *Applied Economics*, 53(41), 4769-4787. <https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1907289>

Koenker, R., & Bassett Jr, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 33-50. <https://doi.org/10.2307/1913643>

- Kostakis, I. (2021). The socioeconomic determinants of sustainable residential water consumption in Athens: empirical results from a micro-econometric analysis. *Discover Sustainability*, 2(1), 37. <https://doi.org/10.1007/s43621-021-00047-6>
- Lee, C. C., Yuan, Z., & Ho, S. J. (2022). How does export diversification affect income inequality? International evidence. *Structural Change and Economic Dynamics*, 63, 410–420. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.06.010>
- Leng, C., Wei, S. Y., Al-Abyadh, M. H. A., Halteh, K., Bauetdinov, M., Le, L. T., & Alzoubi, H. M. (2024). An empirical assessment of the effect of natural resources and financial technologies on sustainable development in resource abundant developing countries: Evidence using MMQR estimation. *Resources Policy*, 89, 104555. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104555>
- Li, C., Cong, J., & Yin, L. (2021). Extreme heat and exports: evidence from Chinese exporters. *China Economic Review*, 66, 101593. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2021.101593>
- Li, C., Xiang, X., & Gu, H. (2015). Climate shocks and international trade: Evidence from China. *Economics Letters*, 135, 55-57. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.07.032>
- Li, M., Ahmad, M., Fareed, Z., Hassan, T., & Kirikkaleli, D. (2021). Role of trade openness, export diversification, and renewable electricity output in realizing carbon neutrality dream of China. *Journal of Environmental Management*, 297, 113419. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113419>
- Liu, H., Kim, H., & Choe, J. (2019). Export diversification, CO 2 emissions and EKC: panel data analysis of 125 countries. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 3, 361-393. <https://doi.org/10.1007/s41685-018-0099-8>
- Liu, H., Kim, H., Liang, S., & Kwon, O. S. (2018). Export diversification and ecological footprint: a comparative study on EKC theory among Korea, Japan, and China. *Sustainability*, 10(10), 3657. <https://doi.org/10.3390/su10103657>
- Machado, J. A., & Silva, J. S. (2019). Quantiles via moments. *Journal of Econometrics*, 213(1), 145-173. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2019.04.009>
- Mania, E. (2020). Export diversification and CO2 emissions: an augmented environmental Kuznets curve. *Journal of International Development*, 32(2), 168-185. <https://doi.org/10.1002/jid.3441>
- Papke, L. E., & Wooldridge, J. M. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401(k) plan participation rates. *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 619-632. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(199611\)11:6<619::AID-JAE418>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199611)11:6<619::AID-JAE418>3.0.CO;2-1)
- Pascasio, M. C., Takahashi, S., & Kotani, K. (2014). Effects of climate shocks to Philippine international trade. *Economics & management series*. EMS-2014–07.
- Pata, U. K., Shahzad, F., Fareed, Z., & Rehman, M. A. (2022). Revisiting the EKC hypothesis with export diversification and ecological footprint pressure index for India: a RALS-Fourier cointegration test. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 886515. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.886515>
- Ratnayake, R., Proksch, M., & Mikic, M. (2011). *Climate-smart trade and investment in asia and the pacific-towards a triple-win outcome*, United Nations Publications.
- Shahzad, U., Ferraz, D., Doğan, B., & do Nascimento Rebelatto, D. A. (2020). Export product diversification and CO2 emissions: Contextual evidences from developing and developed economies. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124146. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124146>
- Shang, T., Samour, A., Abbas, J., Ali, M., & Tursoy, T. (2024). Impact of financial inclusion, economic growth, natural resource rents, and natural energy use on carbon emissions: the MMQR approach. *Environment, Development and Sustainability*, 1-31. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04513-9>
- Swathi. M., & Sridharan, P. (2022). Determinants of export diversification: Evidence from fractional logit estimation model. *Foreign Trade Review*, 57(2), 160-177. <https://doi.org/10.1177/00157325211072922>

Ul-Haq, J., Visas, H., Can, M., & Khanum, S. (2023). How diversification of products impact emissions in China: a provincial perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(59), 124215-124231. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31078-3>

UNCTAD. (2023). Handbook of statistics 2023. United Nations Publications.

Uyar, S. G. K., & Karahan, Z. B. (2020). Geniřletilmiř çevresel kuznets eğrisi modelinde içsellik problemi: Panel kantil araç değişken yaklaşımı. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 773-804. <https://doi.org/10.30784/epfad.727984>

Van den Wall Bake, K., Can, M., & Brusselaers, J. (2024). The Impact of Export Concentration on the Ecological Footprint in the European Union. *Environmental Modeling & Assessment*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10666-024-09984-8>

Waris, U., Mehmood, U., & Tariq, S. (2023). Analyzing the impacts of renewable energy, patents, and trade on carbon emissions—evidence from the novel method of MMQR. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(58), 122625-122641. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30991-x>

Yaşar, E. (2021). İhracat Çeşitlendirmesinin Belirleyicileri: Seęilmiř Ülkeler İçin Dinamik Panel Veri Analizi. *Anemon Muř Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(4), 1039-1054. <https://doi.org/10.18506/anemon.895060>

Zhang, J., & Li, H. (2023). Will temperature affect the export quality of firms? Evidence from China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 15(4), 493-514. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-05-2022-0066>

### Extended Summary

#### The Effects of Climate Change on Export Product Diversification: Evidence from OECD Countries

This situation may affect countries' export capacities and export product diversification. Especially countries that adopt an export-led economic growth model are expected to diversify their exports over time. However, the increasing impact of climate change will change the production, consumption, import and export structures of countries. Therefore, the potential effects of climate change on export diversification need to be addressed from a more comprehensive perspective. In this context, the motivation of this study is to investigate the relationship between climate change and export product diversification. Investigating the relationship between climate change and export product diversification is important for understanding the challenges and opportunities that countries face in developing sustainable development strategies. In the literature, there are studies that measure the impact of export product diversification on environmental degradation within the framework of the environmental Kuznets curve hypothesis. However, whether climate change affects export diversification is an unanswered empirical question to the best of our knowledge. The study is expected to contribute to the literature in this respect. On the second point, the study differs from the literature in terms of methodology. In the literature, the fractional structure of the export product concentration index has been taken into account in a limited number of studies (Fonchamnyo and Akame 2017; Swathi and Sridharan 2022). In addition, heterogeneity and endogeneity are taken into account by using the Moment Quantile Regression (MMQR) method, which is one of the current methods.

According to a review of the literature, research on how climate change affects foreign trade has been more advanced recently. These studies have focused on the consequences of temperature and precipitation variations. Although the effects of climate change on international trade have been analyzed separately in terms of exports and imports, the focus has generally been on exports. A review of the literature reveals that studies on the effects of climate change, measured in terms of changes in temperature and precipitation, on foreign trade have developed in recent years. Although the effects of climate change on international trade have been analyzed separately in terms of exports and imports, the focus has generally been on exports. Among these studies, Jones and Olken (2010) determined that temperature increases negatively affect the exports of poor countries. Pascasio et al. (2014) and Li et al. (2015) stated that temperature increases in the Philippines and China negatively affect both exports and imports, with agriculture and manufacturing sectors being more vulnerable. Karlsson (2021) found that temperature increases in the US reduce the exports of capital-intensive industries and that changes in the number of hot and cold days negatively affect the exports of various sectors. Li et al. (2021) emphasized that extreme hot days in China reduce exports at the firm level.

On the other hand, a study examining the relationship between export product diversification and climate change has not been observed in the literature. Therefore, there are studies that measure the impact of export product diversification on environmental degradation within the framework of the environmental Kuznets curve hypothesis. Gozgor and Can (2016) found that greater export product diversification leads to higher CO<sub>2</sub> emissions in the long run in Türkiye. Apergis et al. (2018) emphasize that the impact of export product concentration on CO<sub>2</sub> emissions is relatively higher in higher quantiles for 19 developed countries. Liu et al. (2018) stated that both export product diversification and market diversification increase the ecological footprint in Japan, Korea and China. Can et al. (2020) concluded that overall diversification, extensive margin and intensive margin have a positive impact on CO<sub>2</sub> emissions in developing countries. Mania (2020) found that export product diversification has a positive impact on CO<sub>2</sub> emissions. Can et al. (2021) found that general export diversification, extensive margin and intensive margin have a positive effect on CO<sub>2</sub> emissions in 10 newly industrialized countries. However, Shahzad et al. (2020) concluded that export diversification significantly reduces CO<sub>2</sub> emissions. Pata et al. (2022) found a U-shaped relationship between environmental degradation and export product diversification. Van den Wall Bake et al. (2024) investigated the impact of export product concentration on ecological footprint for EU countries. The study emphasized that an increase in the concentration in the export product basket will reduce the ecological footprint.

In the study, Herfindahl-Hirschmann export product concentration index is used as an export product concentration indicator, and precipitation and average surface temperature are utilized as climate change indicators. In order to increase the power of the model, GDP, trade openness, manufacturing (IML) and agriculture (TRM) value added variables are added as control variables. These data are analyzed with the Fractional Logit Model. Although traditional methods can provide consistent results without taking into account the fractional nature of the dependent variable, they do not guarantee the accuracy of the estimation results. To overcome this problem, the fractional Logit Model proposed by Papke and Wooldridge (1996) is preferred in this study. In order to address this issue, this study is preferred the fractionalized Logit Model put forward by Papke and Wooldridge (1996). For the robustness of the fractionalized logit model results, the MMQR method is preferred. This method can solve the problem of individual fixed effects and endogeneity in variables in panel data models and produce robust results against outliers.

The study finds that climate change has a significant and negative impact on export product diversification. On the other hand, export product diversification is significantly positively affected by GDP, trade openness and the increase in value added in the manufacturing industry. Some important policy implications can be drawn from these results. First, OECD countries should pay more attention to climate change impacts in order to increase the number of products in their existing export baskets. Second, OECD countries should focus on free trade to promote export product diversification. To do so, they need to improve their trade regulations and ease of doing business. Third, OECD countries should focus on promoting industrialization to increase export product diversification. In this next step, instead of general export product diversification, an export product diversification index for products that may affect climate change can be created.