



www.turkishstudies.net/economy

Turkish Studies - Economics, Finance, Politics

eISSN: 2667-5625

Research Article / Araştırma Makalesi



The Nexus Between Migrant Remittances and Ecological Footprint: Testing the Remittances-Induced Environmental Kuznets Curve for Sub-Saharan African Countries

Göçmen Döviz Transferleri Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Sahra Altı Afrika Ülkeleri için Döviz Kaynaklı Çevresel Kuznets Eğrisinin Test Edilmesi

Mehmet Ali Demir*

Abstract: Migrant remittances play a vital role in Sub-Saharan African economies, significantly contributing to household income, supporting small businesses, alleviating poverty, and playing a crucial role in advancing health, education, and economic development for low-income households. However, the relationship between migrant remittances and environmental degradation remains a subject of intense debate in the literature, with many studies yielding mixed results. This study investigates the impact of migrant remittances on the ecological footprint in Sub-Saharan African countries. It also aims to test the validity of the remittances-induced Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, focusing on the impact of migrant remittances on the ecological footprint in Sub-Saharan Africa. This study applies a method of moments quantile regression (MMQR) approach, a pioneering study for Sub-Saharan African countries between 2008 and 2023. The findings reveal that both the estimating coefficient and the squared term of migrant remittances are statistically significant across all quantiles, with migrant remittances having a positive coefficient and the squared term having a negative coefficient. This model confirms the existence of a remittances-induced EKC hypothesis. In other words, as migrant remittances increase in Sub-Saharan Africa, ecological footprint levels clearly show an inverted U-shaped trend. Policymakers in Sub-Saharan Africa can leverage migrant remittances for environmental sustainability, increasing the use of cleaner energy, reducing reliance on fossil fuels, and aligning with global sustainable development goals.

Keywords: Migrant Remittances, Ecological Footprint, Environmental Kuznets Curve, Sub-Saharan Africa, MMQR.

Öz: Göçmen döviz transferleri, Sahra-Altı Afrika ekonomilerinde hayati bir rol oynamakta, hane halkı gelirin önemli ölçüde katkıda bulunmakta, küçük işletmeleri desteklemekte, yoksulluğu hafifletmekte ve düşük gelirli haneler için sağlık, eğitim ve ekonomik gelişmeyi ilerletmede hayati bir role sahip olmaktadır. Diğer yandan, göçmen döviz transferleri ile çevresel bozulma arasındaki ilişki, literatürde hâlâ yoğun tartışılan bir konu olup, çalışmaların çoğu karışık sonuçlar sunmaktadır. Bu çalışma, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde göçmen döviz

* Asst. Prof. Dr., Çankırı Karatekin University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics

Dr. Öğr. Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0992-347X>

malidemir@karatekin.edu.tr

Cite as/ Atf: Demir, M.A. (2026). The nexus between migrant remittances and ecological footprint: Testing the remittances-induced environmental Kuznets curve for Sub-Saharan African countries / Göçmen döviz transferleri ekolojik ayak izi ilişkisi: Sahra-Altı Afrika ülkeleri için döviz kaynaklı çevresel Kuznets eğrisinin test edilmesi. *Turkish Studies - Economics, Finance, Politics*, 21(3), 4637-4683. Ankara Bilim University Publications. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.89606>

Received/Geliş: 01 February/Şubat 2026

Accepted/Kabul: 15 September/Eylül 2026

Published/Yayın: 25 September/Eylül 2026

Checked by plagiarism software



transferlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Ayrıca, Sahra- Altı Afrika’da göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisine odaklanan döviz kaynaklı Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin geçerliliğini test etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, 2008-2023 yılları arasında Sahra-Altı Afrika ülkeleri için öncü bir araştırma niteliğinde olan momentler yöntemi kantil regresyon (MMQR) yaklaşımı uygulanmıştır. Çalışmanın bulguları hem göçmen döviz transferlerinin tahmini katsayısının hem de karesel teriminin bütün kantillerde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, göçmen döviz transferlerinin pozitif bir katsayıya, karesel terimin ise negatif bir katsayıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu model, döviz kaynaklı bir EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır; yani Sahra-Altı Afrika ülkelerinde göçmen döviz transferleri arttıkça, ekolojik ayak izi seviyeleri açık ve net bir şekilde ters U şeklinde bir eğilim göstermektedir. Sahra-Altı Afrika bölgesindeki politika yapıcılar, göçmen döviz transferlerini çevresel sürdürülebilirlik için kullanarak, daha temiz enerji kullanımını artırabilir, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltabilir ve küresel sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyum sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Göçmen Döviz Transferleri, Ekolojik Ayak İzi, Çevresel Kuznets Eğrisi, Sahra Altı Afrika, MMQR.

Structured Abstract

The primary aim of this study is to examine the economies of 23 Sub-Saharan Africa (Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Cameroon, Ivory Coast, Eswatini, Ghana, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Mali, Maritius, Namibia, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, South Africa, Togo, Uganda and Zambia) for which data are available for the years 2008-2023. To determine the impact of remittance transfers on the ecological footprint and whether the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis arising from remittances is valid. When the literature is examined, there are various studies revealing the relationship between migrant remittances and ecological footprint. While some of these studies reveal that remittance transfers contribute to environmental degradation by increasing the ecological footprint, others show that remittance transfers reduce the ecological footprint. However, there are also studies in the literature that test the validity of the EKC hypothesis arising from remittances, which explains the non-linear relationship between remittances and ecological footprint. However, studies explaining the relationship between these two have not been examined sufficiently. Similarly, demographic and macroeconomic variables such as population, foreign direct investment, economic growth, and the potential effects of remittances on the ecological footprint have not been considered together. Therefore, the non-linear structure of remittances and their square on the ecological footprint in Sub-Saharan African countries, many of which have low income levels, are discussed together with both demographic and macroeconomic variables. Considering their size and importance for the development process, it is aimed to investigate the impact of remittances on the ecological footprint of Sub-Saharan African countries and to make appropriate policy recommendations.

To achieve this objective, the MMQR estimator was used. Before applying the MMQR estimator, the basic characteristics of the variables used in the study and the correlation relationships between the variables were determined. Subsequently, the presence of multicollinearity was evaluated using the variance inflation factor test. Afterwards, cross-sectional dependence, slope homogeneity, and unit root tests were performed. Finally, the model was analyzed using the MMQR estimator, which effectively reveals the effects at low, medium, and high ecological footprint levels. The research data, covering 16 years for 23 Sub-Saharan African countries, was obtained from the databases of internationally recognized institutions such as the Global Footprint Network and the World Bank.

Research findings indicate that migrant remittances (LREM) have a devastating effect on the ecological footprint (LEF). Indeed, remittances exert their influence through various mechanisms, including their impact on growth and industrialization. The LREM coefficient was found to have a positive and statistically significant effect on LEF, indicating that migrant remittances are harmful to the environment in Sub-Saharan Africa. The detrimental effect of migrant remittances on environmental quality is felt more strongly from low to high quantiles.

On the other hand, findings from the MMQR estimator show that the relationship between the square of migrant remittances ($LREM^2$) and ecological footprint is negative and statistically significant across all quantiles. This reveals that as migrant remittances increase, the ecological footprint decreases in Sub-Saharan Africa. As one moves from low to high quantiles, the increase in migrant remittances leads to a greater improvement in environmental quality.

Furthermore, the findings showed that migrant remittances (LREM) have a positive and significant relationship with ecological footprint, while the square of migrant remittances ($LREM^2$) has a negative and significant effect. The findings demonstrate the existence of a nonlinear structure between migrant remittances and ecological footprint. This structure reveals the EKC hypothesis, which is located in an inverted U shape. The inverted U-shaped structure shows that rising migrant remittances initially lead to consumption-oriented pollution, but higher levels of remittances are increasingly directed towards sustainable investments and facilitate the transition to a cleaner environment. This shows that higher migrant remittances in Sub-Saharan Africa contribute to sustainability by reducing environmental degradation.

In contrast, a positive and significant relationship between economic growth, foreign direct investment, and ecological footprint increases from low to high quantiles. Economic growth and foreign direct investment inflows lead to an increase in the ecological footprint in Sub-Saharan Africa. The findings reveal that economic growth in Sub-Saharan Africa occurs at the expense of environmental degradation. However, foreign direct investment inflows also support the validity of the "pollution haven" hypothesis in these

countries. In other words, the operation of polluting firms located in developed countries in Sub-Saharan Africa, where environmental regulations are less strict and weaker, leads to an increase in the ecological footprint. This shows that foreign direct investment, which is thought to contribute economically, actually reduces environmental quality and causes environmental pollution in Sub-Saharan Africa.

The findings also show that the impact of population on the ecological footprint is negative and statistically significant at all quantiles except the 0.95 quantile level. This suggests that migrant remittances play a significant role in boosting economic prosperity and development in Sub-Saharan Africa, and that individuals become more conscious and environmentally aware over time. It can even be argued that migrants transfer not only money but also ideas, knowledge, and standards adopted in host countries to their own countries.

Overall, the findings of this research provide important insights into the impact of migrant remittances, as well as macroeconomic and demographic factors, on the ecological footprint in Sub-Saharan African countries. The study highlights the potential of remittances as a financing mechanism for energy transition in Sub-Saharan African countries, offering an opportunity to integrate these flows into broader environmental policies.

Keywords: Migrant Remittances, Ecological Footprint, Environmental Kuznets Curve, Sub-Saharan Africa, MMQR.

ملخص منظم

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تحليل اقتصادات 23 دولة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (أنغولا، بنين، بوتسوانا، بوركينا فاسو، الكاميرون، ساحل العاج، إيسواتيني، غانا، كينيا، ليسوتو، ليبيريا، مدغشقر، مالي، مارتيزوس، ناميبيا، النيجر، نيجيريا، السنغال، سيراليون، جنوب أفريقيا، توغو، أوغندا، وزامبيا) التي تتوفر بيانات عنها للسنوات 2008-2023. لتحديد تأثير تحويلات الأموال على البصمة الناشئة عن التحويلات صحيحة. عند فحص الأدبيات، توجد دراسات متنوعة تكشف (EKC) البيئية وما إذا كانت فرضية منحني كوزنتس البيئي عن العلاقة بين تحويلات المهاجرين والبصمة البيئية. في حين تكشف بعض هذه الدراسات أن تحويلات الأموال تساهم في تدهور البيئة من خلال زيادة البصمة البيئية، تظهر دراسات أخرى أن تحويلات الأموال تقلل من البصمة البيئية. ومع ذلك، توجد أيضًا دراسات في الأدبيات الناشئة عن التحويلات المالية، والتي تفسر العلاقة غير الخطية بين التحويلات المالية (EKC) تختبر صحة فرضية منحني كوزنتس البيئي والبصمة البيئية. غير أن الدراسات التي تشرح العلاقة بين هذين العنصرين لم تُدرس بشكل كافٍ. وبالمثل، لم يتم النظر بشكل مشترك في المتغيرات الديموغرافية والاقتصادية الكلية مثل عدد السكان، والاستثمار الأجنبي المباشر، والنمو الاقتصادي، والتأثيرات المحتملة للتحويلات المالية على البصمة البيئية. لذلك، تتم مناقشة البنية غير الخطية للتحويلات المالية ومربعها على البصمة البيئية في بلدان أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، التي يعاني الكثير منها من مستويات دخل منخفضة، جنبًا إلى جنب مع المتغيرات الديموغرافية والاقتصادية الكلية. وبالنظر إلى حجم هذه التحويلات وأهميتها لعملية التنمية، يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير التحويلات المالية على البصمة البيئية لبلدان أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وتقديم توصيات سياسية مناسبة.

تم تحديد الخصائص الأساسية للمتغيرات المستخدمة، MMQR، وقيل تطبيق مُقَدَّر MMQR. ولتحقيق هذا الهدف، تم استخدام مُقَدَّر في الدراسة وعلاقات الارتباط بينها. بعد ذلك، تم تقييم وجود التعددية الخطية باستخدام اختبار عامل تضخم التباين. ثم أجريت اختبارات الاعتماد الذي يكشف بفعالية عن الآثار، MMQR، المقطعي، وتجانس المنحدر، واختبارات الجذر الوحدوي. وأخيرًا، تم تحليل النموذج باستخدام مُقَدَّر عند مستويات البصمة البيئية المنخفضة والمتوسطة والعالية. وقد تم الحصول على بيانات البحث، التي تغطي 16 عامًا لـ 23 دولة في أفريقيا والبنك (Global Footprint Network) جنوب الصحراء الكبرى، من قواعد بيانات مؤسسات معترف بها دوليًا مثل شبكة البصمة العالمية الدولي.

وبالفعل، تمارس التحويلات (LEF) لها تأثير مدمر على البصمة البيئية (LREM) تشير نتائج البحث إلى أن تحويلات المهاجرين له تأثير إيجابي وذو دلالة إحصائية LREM المالية تأثيرها من خلال آليات متنوعة، بما في ذلك تأثيرها على النمو والتصنيع. وتبين أن معامل مما يشير إلى أن تحويلات المهاجرين ضارة بالبيئة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. ويكون التأثير الضار لتحويلات المهاجرين، LEF، على على جودة البيئة أكثر حدة من الكميات المنخفضة إلى الكميات العالية.

والبصمة (LREM²) أن العلاقة بين مربع تحويلات المهاجرين MMQR من ناحية أخرى، تُظهر النتائج المستخلصة من مُقَدَّر البيئية علاقة سلبية وذات دلالة إحصائية عبر جميع الشرائح الكمية. ويكشف هذا أنه كلما زادت تحويلات المهاجرين، انخفضت البصمة البيئية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. ومع الانتقال من الشرائح الكمية المنخفضة إلى الشرائح الكمية العالية، تؤدي الزيادة في تحويلات المهاجرين إلى تحسن أكبر في جودة البيئة.

لها علاقة إيجابية وذات دلالة إحصائية مع البصمة البيئية، في (LREM) علاوة على ذلك، أظهرت النتائج أن تحويلات المهاجرين له تأثير سلبي وذو دلالة إحصائية. وثبتت النتائج وجود بنية غير خطية بين تحويلات المهاجرين (LREM²) حين أن مربع تحويلات المهاجرين المقلوب أن ارتفاع U مقلوب. ويُظهر الهيكل على شكل حرف U التي تتخذ شكل حرف EKC والبصمة البيئية. وتكشف هذه البنية عن فرضية تحويلات المهاجرين يؤدي في البداية إلى تلوث مرتبط بالاستهلاك، لكن المستويات الأعلى من التحويلات تُوجه بشكل متزايد نحو الاستثمارات

المستدامة وتسهيل الانتقال إلى بيئة أنظف. وهذا يدل على أن ارتفاع تحويلات المهاجرين في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى يسهم في الاستدامة من خلال الحد من التدهور البيئي.

في المقابل، تزداد العلاقة الإيجابية والهامة بين النمو الاقتصادي والاستثمار الأجنبي المباشر والبصمة البيئية من الشرائح المنخفضة إلى الشرائح العالية. ويؤدي النمو الاقتصادي وتدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر إلى زيادة البصمة البيئية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وتكشف النتائج أن النمو الاقتصادي في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى يحدث على حساب التدهور البيئي. ومع ذلك، فإن تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر تدعم أيضًا صحة فرضية «ملاذ التلوث» في هذه البلدان. بعبارة أخرى، يؤدي تشغيل الشركات الملوثة الموجودة في البلدان المتقدمة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، حيث تكون اللوائح البيئية أقل صرامة وأضعف، إلى زيادة البصمة البيئية. وهذا يدل على أن الاستثمار الأجنبي المباشر، الذي يُعتقد أنه يسهم اقتصاديًا، يؤدي في الواقع إلى انخفاض جودة البيئة ويسبب تلوثًا بيئيًا في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.

وتُظهر النتائج أيضًا أن تأثير عدد السكان على البصمة البيئية سلبي وذو دلالة إحصائية في جميع الشرائح الكمية باستثناء مستوى الشريحة 0.95. ويشير هذا إلى أن تحويلات المهاجرين تلعب دورًا مهمًا في تعزيز الازدهار الاقتصادي والتنمية في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، وأن الأفراد يصبحون أكثر وعيًا واهتمامًا بالبيئة بمرور الوقت. بل يمكن القول إن المهاجرين لا ينقلون الأموال فحسب، بل ينقلون أيضًا الأفكار والمعارف والمعايير المعتمدة في البلدان المضيفة إلى بلدانهم الأصلية.

بشكل عام، توفر نتائج هذا البحث رؤى مهمة حول تأثير تحويلات المهاجرين، بالإضافة إلى العوامل الاقتصادية الكلية والديموغرافية على البصمة البيئية في بلدان أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. وتسلط الدراسة الضوء على إمكانيات التحويلات المالية كآلية تمويل للتحويل في مجال الطاقة في بلدان أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، مما يوفر فرصة لدمج هذه التدفقات في سياسات بيئية أوسع نطاقاً.

MMQR، الكلمات المفتاحية: تحويلات المهاجرين، البصمة البيئية، منحني كوزنتس البيئي، أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

Résumé Structuré

L'objectif principal de cette étude est d'examiner les économies de 23 pays d'Afrique subsaharienne (Angola, Bénin, Botswana, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Eswatini, Ghana, Kenya, Lesotho, Libéria, Madagascar, Mali, Maurice, Namibie, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Afrique du Sud, Togo, Ouganda et Zambie) pour lesquelles des données sont disponibles pour les années 2008 à 2023. Il s'agit de déterminer l'impact des transferts de fonds des migrants sur l'empreinte écologique et de vérifier si l'hypothèse de la courbe de Kuznets environnementale (EKC) découlant de ces transferts est valable. L'examen de la littérature révèle l'existence de diverses études mettant en évidence la relation entre les transferts de fonds des migrants et l'empreinte écologique. Alors que certaines de ces études montrent que ces transferts contribuent à la dégradation de l'environnement en augmentant l'empreinte écologique, d'autres indiquent qu'ils la réduisent. Cependant, certaines études testent la validité de l'hypothèse de la courbe de Kuznets environnementale (EKC) liée aux transferts de fonds, qui explique la relation non linéaire entre ces transferts et l'empreinte écologique. Or, les études expliquant cette relation n'ont pas fait l'objet d'une analyse suffisante. De même, les variables démographiques et macroéconomiques telles que la population, les investissements directs étrangers, la croissance économique et les effets potentiels des transferts de fonds sur l'empreinte écologique n'ont pas été prises en compte conjointement. Par conséquent, la structure non linéaire de l'influence des transferts de fonds et de leur carré sur l'empreinte écologique dans les pays d'Afrique subsaharienne, dont beaucoup ont de faibles niveaux de revenus, est analysée conjointement avec les variables démographiques et macroéconomiques. Compte tenu de leur ampleur et de leur importance pour le processus de développement, l'objectif est d'étudier l'impact des transferts de fonds sur l'empreinte écologique des pays d'Afrique subsaharienne et de formuler des recommandations politiques appropriées.

Pour atteindre cet objectif, l'estimateur MMQR a été utilisé. Avant d'appliquer l'estimateur MMQR, les caractéristiques de base des variables utilisées dans l'étude et les relations de corrélation entre ces variables ont été déterminées. Par la suite, la présence de multicollinéarité a été évaluée à l'aide du test du facteur d'inflation de la variance. Ensuite, des tests de dépendance transversale, d'homogénéité des pentes et de racine unitaire ont été effectués. Enfin, le modèle a été analysé à l'aide de l'estimateur MMQR, qui met efficacement en évidence les effets aux niveaux faible, moyen et élevé de l'empreinte écologique. Les données de recherche, couvrant 16 années pour 23 pays d'Afrique subsaharienne, ont été obtenues à partir des bases de données d'institutions internationalement reconnues telles que le Global Footprint Network et la Banque mondiale.

Les résultats de la recherche indiquent que les transferts de fonds des migrants (LREM) ont un effet dévastateur sur l'empreinte écologique (LEF). En effet, les transferts de fonds exercent leur influence par le biais de divers mécanismes, notamment leur impact sur la croissance et l'industrialisation. Il a été constaté que

le coefficient LREM avait un effet positif et statistiquement significatif sur le LEF, ce qui indique que les transferts de fonds des migrants sont néfastes pour l'environnement en Afrique subsaharienne. L'effet néfaste des transferts de fonds des migrants sur la qualité de l'environnement se fait davantage sentir des quantiles bas aux quantiles élevés.

En revanche, les résultats obtenus à l'aide de l'estimateur MMQR montrent que la relation entre le carré des transferts de fonds des migrants ($LREM^2$) et l'empreinte écologique est négative et statistiquement significative sur l'ensemble des quantiles. Cela révèle que, à mesure que les transferts de fonds des migrants augmentent, l'empreinte écologique diminue en Afrique subsaharienne. À mesure que l'on passe des quantiles bas aux quantiles élevés, l'augmentation des transferts de fonds des migrants entraîne une amélioration plus marquée de la qualité de l'environnement.

De plus, les résultats ont montré que les transferts de fonds des migrants (LREM) présentent une relation positive et significative avec l'empreinte écologique, tandis que le carré des transferts de fonds des migrants ($LREM^2$) a un effet négatif et significatif. Ces résultats démontrent l'existence d'une structure non linéaire entre les transferts de fonds des migrants et l'empreinte écologique. Cette structure confirme l'hypothèse EKC, qui se présente sous la forme d'un U inversé. La courbe en U inversé montre que l'augmentation des transferts de fonds des migrants entraîne dans un premier temps une pollution liée à la consommation, mais que des niveaux plus élevés de transferts sont de plus en plus orientés vers des investissements durables et facilitent la transition vers un environnement plus propre. Cela montre que des transferts de fonds plus élevés en Afrique subsaharienne contribuent à la durabilité en réduisant la dégradation de l'environnement.

En revanche, une relation positive et significative entre la croissance économique, les investissements directs étrangers et l'empreinte écologique s'accroît des quantiles bas vers les quantiles élevés. La croissance économique et les flux d'investissements directs étrangers entraînent une augmentation de l'empreinte écologique en Afrique subsaharienne. Les résultats révèlent que la croissance économique en Afrique subsaharienne se fait au détriment de la dégradation de l'environnement. Cependant, les flux d'investissements directs étrangers confirment également la validité de l'hypothèse du « refuge de pollution » dans ces pays. En d'autres termes, l'implantation en Afrique subsaharienne d'entreprises polluantes originaires de pays développés, où les réglementations environnementales sont moins strictes et moins contraignantes, entraîne une augmentation de l'empreinte écologique. Cela montre que les investissements directs étrangers, censés apporter une contribution économique, réduisent en réalité la qualité de l'environnement et sont à l'origine de la pollution environnementale en Afrique subsaharienne.

Les résultats montrent également que l'impact de la population sur l'empreinte écologique est négatif et statistiquement significatif à tous les quantiles, à l'exception du quantile 0,95. Cela suggère que les transferts de fonds des migrants jouent un rôle significatif dans la stimulation de la prospérité économique et du développement en Afrique subsaharienne, et que les individus deviennent, au fil du temps, plus conscients et plus sensibilisés aux questions environnementales. On peut même affirmer que les migrants transfèrent non seulement de l'argent, mais aussi des idées, des connaissances et des normes adoptées dans les pays d'accueil vers leur propre pays.

Dans l'ensemble, les résultats de cette recherche apportent des éclairages importants sur l'impact des transferts de fonds des migrants, ainsi que sur les facteurs macroéconomiques et démographiques, sur l'empreinte écologique dans les pays d'Afrique subsaharienne. L'étude met en évidence le potentiel des transferts de fonds en tant que mécanisme de financement de la transition énergétique dans les pays d'Afrique subsaharienne, offrant ainsi une opportunité d'intégrer ces flux dans des politiques environnementales plus larges.

Mots-clés: Transferts de fonds des migrants, empreinte écologique, courbe de Kuznets environnementale, Afrique subsaharienne, MMQR.

Resumen Estructurado

El objetivo principal de este estudio es analizar las economías de 23 países del África subsahariana (Angola, Benín, Botsuana, Burkina Faso, Camerún, Costa de Marfil, Esuatini, Ghana, Kenia, Lesoto, Liberia, Madagascar, Malí, Mauricio, Namibia, Níger, Nigeria, Senegal, Sierra Leona, Sudáfrica, Togo, Uganda y

Zambia) de los que se dispone de datos para el periodo 2008-2023. Determinar el impacto de las remesas en la huella ecológica y si es válida la hipótesis de la curva de Kuznets medioambiental (EKC) derivada de las remesas. Al examinar la bibliografía, se observan diversos estudios que revelan la relación entre las remesas de los migrantes y la huella ecológica. Mientras que algunos de estos estudios revelan que las remesas contribuyen a la degradación medioambiental al aumentar la huella ecológica, otros muestran que las remesas reducen la huella ecológica. Sin embargo, también hay estudios en la bibliografía que ponen a prueba la validez de la hipótesis de la EKC derivada de las remesas, la cual explica la relación no lineal entre las remesas y la huella ecológica. No obstante, los estudios que explican la relación entre ambos aspectos no se han analizado lo suficiente. Del mismo modo, no se han considerado conjuntamente variables demográficas y macroeconómicas como la población, la inversión extranjera directa, el crecimiento económico y los posibles efectos de las remesas sobre la huella ecológica. Por lo tanto, se analiza la estructura no lineal de las remesas y su cuadrado sobre la huella ecológica en los países de África subsahariana —muchos de los cuales presentan bajos niveles de renta— junto con variables tanto demográficas como macroeconómicas. Teniendo en cuenta su magnitud e importancia para el proceso de desarrollo, el objetivo es investigar el impacto de las remesas en la huella ecológica de los países de África subsahariana y formular recomendaciones de política adecuadas.

Para alcanzar este objetivo, se utilizó el estimador MMQR. Antes de aplicar el estimador MMQR, se determinaron las características básicas de las variables utilizadas en el estudio y las relaciones de correlación entre ellas. Posteriormente, se evaluó la presencia de multicolinealidad mediante la prueba del factor de inflación de la varianza. A continuación, se realizaron pruebas de dependencia transversal, homogeneidad de las pendientes y de raíz unitaria. Por último, se analizó el modelo utilizando el estimador MMQR, que revela de manera eficaz los efectos a niveles bajos, medios y altos de huella ecológica. Los datos de la investigación, que abarcan 16 años para 23 países del África subsahariana, se obtuvieron de las bases de datos de instituciones reconocidas internacionalmente, como la Global Footprint Network y el Banco Mundial.

Los resultados de la investigación indican que las remesas de los migrantes (LREM) tienen un efecto devastador sobre la huella ecológica (LEF). De hecho, las remesas ejercen su influencia a través de diversos mecanismos, entre ellos su impacto en el crecimiento y la industrialización. Se constató que el coeficiente de las remesas de los migrantes (LREM) tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la huella ecológica (LEF), lo que indica que las remesas de los migrantes son perjudiciales para el medio ambiente en el África subsahariana. El efecto perjudicial de las remesas de los migrantes sobre la calidad medioambiental se percibe con mayor intensidad de los cuantiles bajos a los altos.

Por otra parte, los resultados obtenidos con el estimador MMQR muestran que la relación entre el cuadrado de las remesas de los migrantes ($LREM^2$) y la huella ecológica es negativa y estadísticamente significativa en todos los cuantiles. Esto revela que, a medida que aumentan las remesas de los migrantes, la huella ecológica disminuye en el África subsahariana. A medida que se pasa de los cuantiles bajos a los altos, el aumento de las remesas de los migrantes conduce a una mayor mejora de la calidad medioambiental.

Además, los resultados mostraron que las remesas de los migrantes (LREM) tienen una relación positiva y significativa con la huella ecológica, mientras que el cuadrado de las remesas de los migrantes ($LREM^2$) tiene un efecto negativo y significativo. Los resultados demuestran la existencia de una estructura no lineal entre las remesas de los migrantes y la huella ecológica. Esta estructura confirma la hipótesis EKC, que presenta una forma de U invertida. La estructura en forma de U invertida muestra que el aumento de las remesas de los migrantes conduce inicialmente a una contaminación orientada al consumo, pero que los niveles más altos de remesas se destinan cada vez más a inversiones sostenibles y facilitan la transición hacia un medio ambiente más limpio. Esto demuestra que unas remesas de los migrantes más elevadas en el África subsahariana contribuyen a la sostenibilidad al reducir la degradación medioambiental.

Por el contrario, la relación positiva y significativa entre el crecimiento económico, la inversión extranjera directa y la huella ecológica aumenta de los cuantiles bajos a los altos. El crecimiento económico y las entradas de inversión extranjera directa provocan un aumento de la huella ecológica en el África subsahariana. Los resultados revelan que el crecimiento económico en el África subsahariana se produce a costa de la degradación medioambiental. Sin embargo, las entradas de inversión extranjera directa también respaldan la validez de la hipótesis del «refugio de la contaminación» en estos países. En otras palabras, la actividad de las empresas contaminantes con sede en países desarrollados que operan en el África subsahariana —donde las normativas medioambientales son menos estrictas y más débiles— provoca un aumento de la

huella ecológica. Esto demuestra que la inversión extranjera directa, de la que se cree que contribuye al desarrollo económico, en realidad reduce la calidad medioambiental y causa contaminación ambiental en el África subsahariana.

Los resultados también muestran que el impacto de la población en la huella ecológica es negativo y estadísticamente significativo en todos los cuantiles, excepto en el nivel del cuantil 0,95. Esto sugiere que las remesas de los migrantes desempeñan un papel significativo a la hora de impulsar la prosperidad económica y el desarrollo en el África subsahariana, y que las personas se vuelven más conscientes y sensibles a las cuestiones medioambientales con el paso del tiempo. Incluso se puede argumentar que los migrantes transfieren a sus propios países no solo dinero, sino también ideas, conocimientos y normas adoptadas en los países de acogida.

En general, los resultados de esta investigación aportan información importante sobre el impacto de las remesas de los migrantes, así como de los factores macroeconómicos y demográficos, en la huella ecológica de los países del África subsahariana. El estudio destaca el potencial de las remesas como mecanismo de financiación para la transición energética en los países del África subsahariana, lo que ofrece una oportunidad para integrar estos flujos en políticas medioambientales más amplias.

Palabras clave: Remesas de los migrantes, Huella ecológica, Curva de Kuznets medioambiental, África subsahariana, MMQR.

estructuración de la información

El principal objetivo de este estudio es examinar el impacto de las remesas de los migrantes en la huella ecológica de 23 países de África subsahariana (Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Camerun, Côte d'Ivoire, Eswatini, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Lesoto, Liberia, Madagascar, Malí, Mauritania, Mauritius, Namibia, Nigeria, Sierra Leona, Sudáfrica, Swazilandia, Togo, Uganda, Zambia y Zimbabue). Estos países poseen datos relevantes desde 2008 hasta 2023. El estudio busca determinar el efecto de las remesas sobre la huella ecológica y validar la hipótesis de la "curva en U invertida" (EKC) ambiental. La revisión de la literatura revela que, aunque hay estudios que sugieren que las remesas reducen la huella ecológica, otros indican que pueden aumentarla. Además, se exploran las relaciones no lineales entre las remesas y la huella ecológica. Sin embargo, la investigación existente no ha abordado completamente la cuestión de cómo las remesas afectan la huella ecológica en diferentes niveles de desarrollo. Por lo tanto, este estudio combinará datos de remesas y huella ecológica para analizar su impacto conjunto. Los datos de la huella ecológica provienen de la Red Global de Huella (Global Footprint Network) y los datos de las remesas de la Base de Datos de Remesas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD). El estudio también evaluará el impacto de las remesas en la huella ecológica de diferentes países y regiones.

Para lograr este objetivo, el estudio emplea el método de mínimos cuadrados cuantiles (MMQR). Antes de aplicar el MMQR, se verificó la presencia de heterocedasticidad y se realizó una prueba de raíz unitaria. Después, se aplicó el MMQR para estimar el efecto de las remesas en la huella ecológica. Los resultados muestran que las remesas tienen un efecto positivo y significativo en la huella ecológica en todos los cuantiles, excepto en el nivel del cuantil 0,95. Esto sugiere que las remesas de los migrantes desempeñan un papel significativo a la hora de impulsar la prosperidad económica y el desarrollo en el África subsahariana, y que las personas se vuelven más conscientes y sensibles a las cuestiones medioambientales con el paso del tiempo. Incluso se puede argumentar que los migrantes transfieren a sus propios países no solo dinero, sino también ideas, conocimientos y normas adoptadas en los países de acogida.

Los resultados demuestran que las remesas (LREM) tienen un efecto destructivo en la huella ecológica (LEF). De hecho, las remesas influyen en la huella ecológica a través de varios mecanismos, como el crecimiento económico y la industrialización. Se descubrió que el coeficiente de las remesas (LREM) tiene un efecto positivo y significativo en la huella ecológica (LEF), lo que indica que las remesas de los migrantes tienen un efecto negativo en el medio ambiente de África subsahariana. Desde el nivel de los cuantiles inferiores hasta los superiores, el efecto negativo de las remesas en la huella ecológica se vuelve más evidente.

Por otro lado, los resultados del MMQR muestran que el efecto de las remesas (LREM²) en la huella ecológica (LEF) es negativo y significativo en todos los cuantiles. Esto indica que, a medida que las remesas aumentan, la huella ecológica disminuye. Desde el nivel de los cuantiles inferiores hasta los superiores, el efecto negativo de las remesas en la huella ecológica se vuelve más evidente.

此外, 研究结果表明, 移民汇款 (LREM) 与生态足迹之间存在显著的正相关关系, 而移民汇款的平方 (LREM²) 则具有显著的负相关效应。这些发现证明了移民汇款与生态足迹之间存在非线性结构。该结构印证了EKC假说, 其呈现出倒U形曲线。这种倒U形结构表明, 移民汇款的增加最初会导致以消费为导向的污染, 但较高水平的汇款将越来越多地用于可持续投资, 并促进向更清洁环境的转型。这表明, 撒哈拉以南非洲地区较高的移民汇款通过减少环境退化, 有助于实现可持续发展。

相比之下, 经济增长、外国直接投资与生态足迹之间存在显著的正相关关系, 且这种关系从低分位数到高分位数呈增强趋势。经济增长和外国直接投资流入导致撒哈拉以南非洲地区的生态足迹增加。研究结果表明, 该地区的经济增长是以环境退化为代价实现的。然而, 外国直接投资流入也印证了这些国家“污染避风港”假说的有效性。换言之, 发达国家的企业在环境法规较宽松且执行力度较弱的撒哈拉以南非洲地区开展运营, 导致生态足迹增加。这表明, 被认为能促进经济发展的外国直接投资, 实际上却降低了撒哈拉以南非洲的环境质量并造成了环境污染。

研究结果还表明, 除0.95分位数水平外, 人口对生态足迹的影响在所有分位数上均为负值且在统计上显著。这表明, 侨汇在促进撒哈拉以南非洲的经济繁荣与发展方面发挥着重要作用, 且人们随着时间的推移, 环保意识日益增强。甚至可以认为, 移民不仅向祖国汇款, 还将东道国采纳的理念、知识和标准带回了祖国。

总体而言, 本研究的结果为理解侨汇以及宏观经济和人口因素对撒哈拉以南非洲国家生态足迹的影响提供了重要见解。该研究突显了侨汇作为撒哈拉以南非洲国家能源转型融资机制的潜力, 为将这些资金流纳入更广泛的环境政策提供了契机。

关键词: 移民汇款、生态足迹、环境库兹涅茨曲线、撒哈拉以南非洲、MMQR。

Структурированное Резюме

Основная цель данного исследования заключается в анализе экономики 23 стран Африки к югу от Сахары (Ангола, Бенин, Ботсвана, Буркина-Фасо, Камерун, Кот-д'Ивуар, Эсватини, Гана, Кения, Лесото, Либерия, Мадагаскар, Мали, Маврикий, Намибия, Нигер, Нигерия, Сенегал, Сьерра-Леоне, Южная Африка, Того, Уганда и Замбия), по которым имеются данные за 2008–2023 годы. Определить влияние денежных переводов на экологический след и проверить обоснованность гипотезы экологической кривой Кузнеца (ЕКС), связанной с денежными переводами. Анализ литературы показывает, что существуют различные исследования, раскрывающие взаимосвязь между денежными переводами мигрантов и экологическим следом. В то время как одни из этих исследований показывают, что денежные переводы способствуют ухудшению состояния окружающей среды за счет увеличения экологического следа, другие демонстрируют, что денежные переводы уменьшают экологический след. Однако в литературе также имеются исследования, проверяющие обоснованность гипотезы экологической кривой Кузнеца (ЕКС), связанной с денежными переводами, которая объясняет нелинейную взаимосвязь между денежными переводами и экологическим следом. Тем не менее, исследования, объясняющие взаимосвязь между этими двумя факторами, не были изучены в достаточной мере. Аналогичным образом, демографические и макроэкономические переменные, такие как численность населения, прямые иностранные инвестиции, экономический рост и потенциальное влияние денежных переводов на экологический след, не рассматривались в совокупности. Поэтому нелинейная структура влияния денежных переводов и их квадрата на экологический след в странах Африки к югу от Сахары, многие из которых имеют низкий уровень доходов, рассматривается в совокупности с демографическими и макроэкономическими переменными. Учитывая их масштаб и важность для процесса развития, цель исследования заключается в изучении влияния денежных переводов на экологический след стран Африки к югу от Сахары и выработке соответствующих рекомендаций по формированию политики.

Для достижения этой цели использовался оценщик MMQR. Перед применением оценщика MMQR были определены основные характеристики переменных, использованных в исследовании, а

также корреляционные связи между ними. Затем с помощью теста на коэффициент инфляции дисперсии была оценена наличие мультиколлинеарности. После этого были проведены тесты на поперечную зависимость, однородность наклонов и наличие единичного корня. Наконец, модель была проанализирована с использованием оценщика MMQR, который эффективно выявляет эффекты при низком, среднем и высоком уровнях экологического следа. Данные исследования, охватывающие 16 лет по 23 странам Африки к югу от Сахары, были получены из баз данных таких международно признанных организаций, как Global Footprint Network и Всемирный банк.

Результаты исследования показывают, что денежные переводы мигрантов (LREM) оказывают разрушительное воздействие на экологический след (LEF). Действительно, денежные переводы мигрантов оказывают влияние через различные механизмы, в том числе посредством воздействия на экономический рост и индустриализацию. Было установлено, что коэффициент LREM оказывает положительное и статистически значимое влияние на LEF, что указывает на то, что денежные переводы мигрантов наносят ущерб окружающей среде в странах Африки к югу от Сахары. Пагубное воздействие денежных переводов мигрантов на качество окружающей среды ощущается сильнее в диапазоне от низких до высоких квантилей.

С другой стороны, результаты оценки с использованием MMQR показывают, что взаимосвязь между квадратом денежных переводов мигрантов ($LREM^2$) и экологическим следом является отрицательной и статистически значимой во всех квантилях. Это свидетельствует о том, что по мере увеличения денежных переводов мигрантов экологический след в странах Африки к югу от Сахары уменьшается. При переходе от низких к высоким квантилям увеличение денежных переводов мигрантов приводит к более значительному улучшению качества окружающей среды.

Кроме того, результаты показали, что денежные переводы мигрантов (LREM) имеют положительную и значимую связь с экологическим следом, в то время как квадрат денежных переводов мигрантов ($LREM^2$) оказывает отрицательное и значимое влияние. Полученные данные демонстрируют наличие нелинейной структуры между денежными переводами мигрантов и экологическим следом. Эта структура подтверждает гипотезу ЕКС, которая имеет форму перевернутой буквы U. Обратная U-образная структура показывает, что рост денежных переводов мигрантов изначально приводит к загрязнению, обусловленному потреблением, однако более высокие уровни денежных переводов все в большей степени направляются на устойчивые инвестиции и способствуют переходу к более чистой окружающей среде. Это свидетельствует о том, что более высокие денежные переводы мигрантов в странах Африки к югу от Сахары способствуют устойчивому развитию за счет снижения деградации окружающей среды.

Напротив, положительная и значимая взаимосвязь между экономическим ростом, прямыми иностранными инвестициями и экологическим следом усиливается от низких к высоким квантилям. Экономический рост и приток прямых иностранных инвестиций приводят к увеличению экологического следа в странах Африки к югу от Сахары. Результаты исследования показывают, что экономический рост в странах Африки к югу от Сахары происходит за счет ухудшения состояния окружающей среды. Однако приток прямых иностранных инвестиций также подтверждает обоснованность гипотезы «убежища от загрязнения» в этих странах. Иными словами, деятельность загрязняющих окружающую среду предприятий, расположенных в развитых странах и работающих в странах Африки к югу от Сахары, где экологические нормы менее строгие и менее эффективные, приводит к увеличению экологического следа. Это свидетельствует о том, что прямые иностранные инвестиции, которые, как считается, вносят вклад в экономику, на самом деле ухудшают качество окружающей среды и вызывают загрязнение окружающей среды в странах Африки к югу от Сахары.

Результаты также показывают, что влияние численности населения на экологический след является отрицательным и статистически значимым на всех квантилях, за исключением уровня 0,95-го квантиля. Это свидетельствует о том, что денежные переводы мигрантов играют значительную роль в стимулировании экономического процветания и развития в странах Африки к югу от Сахары, а также о том, что с течением времени люди становятся более сознательными и экологически осведомленными. Можно даже утверждать, что мигранты передают в свои страны не только деньги, но и идеи, знания и стандарты, принятые в странах пребывания.

В целом, результаты данного исследования дают важные сведения о влиянии денежных переводов мигрантов, а также макроэкономических и демографических факторов на экологический след в странах Африки к югу от Сахары. Исследование подчеркивает потенциал денежных переводов в качестве механизма финансирования энергетического перехода в странах Африки к югу от Сахары, открывая возможность интегрировать эти потоки в более широкую экологическую политику.

Ключевые слова: денежные переводы мигрантов, экологический след, экологическая кривая Кузнецца, Африка к югу от Сахары, MMQR.

संरचित सारांश

इस अध्ययन का प्राथमिक उद्देश्य 23 उप-सहारा अफ्रीका (अंगोला, बेनिन, बोत्सवाना, बुर्किना फासो, कैमरून, आइवरी कोस्ट,

एस्वातिनी, घाना, केन्या, लेसोथो, लाइबेरिया, मडागास्कर, माली, मॉरिशस, नामीबिया, नाइजर, नाइजीरिया, सेनेगल, सिएरा लियोन, दक्षिण अफ्रीका, टोगो, युगांडा और जाम्बिया) जिनके लिए 2008-2023 के वर्षों के लिए डेटा उपलब्ध है। पर्यावरणीय पदचिह्न पर प्रेषण हस्तांतरण के प्रभाव और यह निर्धारित करना कि क्या प्रेषण से उत्पन्न पर्यावरण कुंजनेत्स वक्र (EKC) परिकल्पना मान्य है। जब साहित्य की जांच की जाती है, तो ऐसे कई अध्ययन मिलते हैं जो प्रवासी प्रेषण और पर्यावरणीय पदचिह्न के बीच संबंध को प्रकट करते हैं। जबकि इनमें से कुछ अध्ययन यह प्रकट करते हैं कि प्रेषण हस्तांतरण पर्यावरणीय पदचिह्न को बढ़ाकर पर्यावरण क्षरण में योगदान करते हैं, अन्य यह दर्शाते हैं कि प्रेषण हस्तांतरण पर्यावरणीय पदचिह्न को कम करते हैं। हालांकि, साहित्य में ऐसे अध्ययन भी हैं जो प्रेषण से उत्पन्न ईकेसी परिकल्पना की वैधता का परीक्षण करते हैं, जो प्रेषण और पारिस्थितिक पदचिह्न के बीच गैर-रेखीय संबंध को समझाती है। हालांकि, इन दोनों के बीच संबंध को समझने वाले अध्ययनों की पर्याप्त रूप से जांच नहीं की गई है। इसी तरह, जनसंख्या, प्रत्यक्ष विदेशी निवेश, आर्थिक विकास जैसे जनसांख्यिकीय और व्यापक आर्थिक चर, और पारिस्थितिक पदचिह्न पर प्रेषण के संभावित प्रभावों पर एक साथ विचार नहीं किया गया है। इसलिए, उप-सहारा अफ्रीकी देशों में, जिनमें से कई की आय का स्तर कम है, प्रेषणों की गैर-रेखीय संरचना और पारिस्थितिक पदचिह्न पर उनके वर्ग को जनसांख्यिकीय और समष्टिगत आर्थिक चरों दोनों के साथ एक साथ चर्चा की गई है। विकास प्रक्रिया के लिए उनके आकार और महत्व को ध्यान में रखते हुए, उप-सहारा अफ्रीकी देशों के पारिस्थितिक पदचिह्न पर प्रेषणों के प्रभाव की जांच करना और उचित नीतिगत सिफारिशें करना उद्देश्य है।

इस उद्देश्य को प्राप्त करने के लिए, एमएमक्यूआर (MMQR) एस्टीमेटर का उपयोग किया गया। एमएमक्यूआर एस्टीमेटर को लागू करने से पहले, अध्ययन में उपयोग किए गए चरों की मूलभूत विशेषताओं और चरों के बीच सहसंबंध संबंधों को निर्धारित किया गया। इसके बाद, वेरिएंस इन्फ्लेशन फैक्टर टेस्ट का उपयोग करके बहुसहसंबंध (multicollinearity) की उपस्थिति का मूल्यांकन किया गया। इसके पश्चात, क्रॉस-सेक्शनल निर्भरता, स्लोप समरूपता, और यूनिट रूट परीक्षण किए गए।

अंत में, मॉडल का MMQR एस्टीमेटर का उपयोग करके विश्लेषण किया गया, जो प्रभावी रूप से कम, मध्यम और उच्च पारिस्थितिक पदचिह्न स्तरों पर प्रभावों को प्रकट करता है। शोध डेटा, जिसमें 23 उप-सहारा अफ्रीकी देशों के लिए 16 वर्ष शामिल हैं, ग्लोबल फुटप्रिंट नेटवर्क और विश्व बैंक जैसी अंतरराष्ट्रीय स्तर पर मान्यता प्राप्त संस्थाओं के डेटाबेस से प्राप्त किया गया था।

शोध निष्कर्षों से पता चलता है कि प्रवासी प्रेषण (LREM) का पारिस्थितिक पदचिह्न (LEF) पर विनाशकारी प्रभाव पड़ता है।

वास्तव में, प्रेषण अपने प्रभाव को विभिन्न तंत्रों के माध्यम से डालते हैं, जिसमें विकास और औद्योगिकीकरण पर उनका प्रभाव शामिल है। LREM गुणांक का LEF पर सकारात्मक और सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण प्रभाव पाया गया, जो यह दर्शाता है कि उप-सहारा अफ्रीका में प्रवासी प्रेषण पर्यावरण के लिए हानिकारक हैं। पर्यावरण की गुणवत्ता पर प्रवासी प्रेषणों का हानिकारक प्रभाव निम्न कांटाइल से उच्च कांटाइल तक अधिक तीव्रता से महसूस किया जाता है।

दूसरी ओर, MMQR एस्टीमेटर से प्राप्त निष्कर्षों से पता चलता है कि प्रवासी रेमिटेंस के वर्ग (LREM2) और पारिस्थितिक पदचिह्न के बीच का संबंध सभी कांटाइल में नकारात्मक और सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है। यह दर्शाता

है कि जैसे-जैसे प्रवासी रेमिटेंस बढ़ता है, उप-सहारा अफ्रीका में पारिस्थितिक पदचिह्न कम हो जाता है। जैसे-जैसे निम्न क्रांटाइल से उच्च क्रांटाइल की ओर बढ़ते हैं, प्रवासी रेमिटेंस में वृद्धि पर्यावरण की गुणवत्ता में अधिक सुधार करती है।

इसके अलावा, निष्कर्षों से पता चला कि प्रवासी रेमिटेंस (LREM) का पारिस्थितिक पदचिह्न के साथ सकारात्मक और महत्वपूर्ण संबंध है, जबकि प्रवासी रेमिटेंस का वर्ग (LREM2) का नकारात्मक और महत्वपूर्ण प्रभाव है। निष्कर्ष प्रवासी रेमिटेंस और पारिस्थितिक पदचिह्न के बीच एक गैर-रेखीय संरचना के अस्तित्व को दर्शाते हैं। यह संरचना EKC परिकल्पना को प्रकट करती है, जो उल्टे U आकार में स्थित है।

उल्टे U-आकार की संरचना दर्शाती है कि बढ़ती प्रवासी रेमिटेंस शुरू में उपभोग-उन्मुख प्रदूषण का कारण बनती है, लेकिन रेमिटेंस का उच्च स्तर तेजी से स्थायी निवेश की ओर निर्देशित होता है और एक स्वच्छ पर्यावरण में परिवर्तन को सुविधाजनक बनाता है। यह दर्शाता है कि उप-सहारा अफ्रीका में उच्च प्रवासी रेमिटेंस पर्यावरणीय क्षरण को कम करके स्थिरता में योगदान करती है।

इसके विपरीत, आर्थिक विकास, प्रत्यक्ष विदेशी निवेश और पारिस्थितिक पदचिह्न के बीच एक सकारात्मक और महत्वपूर्ण संबंध निम्न से उच्च क्रांटाइल तक बढ़ता है। आर्थिक विकास और प्रत्यक्ष विदेशी निवेश की आवक उप-सहारा अफ्रीका में पारिस्थितिक पदचिह्न में वृद्धि करती है। निष्कर्ष बताते हैं कि उप-सहारा अफ्रीका में आर्थिक विकास पर्यावरणीय क्षरण की कीमत पर होता है। हालांकि, प्रत्यक्ष विदेशी निवेश की आवक इन देशों में "प्रदूषण आश्रय" परिकल्पना की वैधता का भी समर्थन करती है। दूसरे शब्दों में, उप-सहारा अफ्रीका में विकसित देशों में स्थित प्रदूषण करने वाली फर्मों का संचालन, जहाँ पर्यावरणीय नियम कम सख्त और कमजोर हैं, पारिस्थितिक पदचिह्न में वृद्धि करता है। यह दर्शाता है कि प्रत्यक्ष विदेशी निवेश, जो आर्थिक रूप से योगदान करने वाला माना जाता है, वास्तव में उप-सहारा अफ्रीका में पर्यावरण की गुणवत्ता को कम करता है और पर्यावरणीय प्रदूषण का कारण बनता है।

निष्कर्ष यह भी दिखाते हैं कि पारिस्थितिक पदचिह्न पर जनसंख्या का प्रभाव 0.95 क्रांटाइल स्तर को छोड़कर सभी क्रांटाइल्स पर नकारात्मक और सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है। यह दर्शाता है कि प्रवासी प्रेषण उप-सहारा अफ्रीका में आर्थिक समृद्धि और विकास को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, और समय के साथ व्यक्ति अधिक जागरूक और पर्यावरण के प्रति सचेत हो जाते हैं। यह भी तर्क दिया जा सकता है कि प्रवासी न केवल पैसा बल्कि मेजबान देशों में अपनाए गए विचारों, ज्ञान और मानकों को भी अपने देशों में स्थानांतरित करते हैं।

कुल मिलाकर, इस शोध के निष्कर्ष उप-सहारा अफ्रीकी देशों में पारिस्थितिक पदचिह्न पर प्रवासी रेमिटेंस, साथ ही मैक्रोइकॉनॉमिक और जनसांख्यिकीय कारकों के प्रभाव के बारे में महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान करते हैं। यह अध्ययन उप-सहारा अफ्रीकी देशों में ऊर्जा संक्रमण के लिए एक वित्तपोषण तंत्र के रूप में रेमिटेंस की क्षमता पर प्रकाश डालता है, जो इन प्रवाहों को व्यापक पर्यावरणीय नीतियों में एकीकृत करने का अवसर प्रदान करता है।

कीवर्ड: प्रवासी रेमिटेंस, पारिस्थितिक पदचिह्न, पर्यावरणीय कुज़नेत्स वक्र, उप-सहारा अफ्रीका, एमएमक्यूआर।

Yapılandırılmış Özet

Bu çalışmanın temel amacı, 2008-2023 yılları için verilerine ulaşılabilen 23 Sahra-Altı Afrika (Angola, Benin, Botsvana, Burkina Faso, Kamerun, Fil Dişi Sahilleri, Eswatini, Gana, Kenya, Lesotho, Liberya, Madagaskar, Mali, Marityus, Namibya, Nijer, Nijerya, Senegal, Sierra Leone, Güney Afrika, Togo, Uganda ve Zambiya) ekonomilerinde göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini ve göçmen dövizleri kaynaklı çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezinin geçerli olup olmadığını belirlemektir. Literatür incelendiğinde, göçmen döviz transferleri ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izini artırarak çevresel bozulmaya katkı sağladığını ortaya koyarken, bazıları da göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izini azalttığını göstermektedir. Bununla birlikte, göçmen döviz transferleri ile ekolojik ayak izi arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi açıklayan göçmen döviz transferleri kaynaklı EKC hipotezinin geçerliliğini test eden çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Ancak bu ikili arasındaki ilişkiyi açıklayan çalışmalar yeterince incelenmemiştir. Benzer şekilde, nüfus, doğrudan yabancı yatırım, ekonomik büyüme gibi demografik ve makro iktisadi değişkenler ile göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki potansiyel etkileri birlikte ele alınmamıştır. Dolayısıyla, birçoğu düşük gelir düzeyine sahip Sahra-Altı Afrika ülkelerinde göçmen döviz transferlerinin ve karesinin ekolojik ayak izi üzerindeki doğrusal olmayan yapısı hem demografik hem de makro ekonomik değişkenlerle birlikte ele alınmıştır. Büyüklükleri ve kalkınma süreci için önemleri göz

önüne alındığında, göçmen döviz transferlerinin Sahra-Altı Afrika ülkelerinde ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini araştırmak ve uygun politika önerilerinde bulunmak amaçlanmaktadır.

Bu amacı gerçekleştirmek için MMQR tahmincisinden yararlanılmıştır. MMQR tahmincisinden önce çalışmada kullanılan değişkenlerin temel özellikleri, değişkenler arasındaki korelasyon ilişkileri ortaya konulmuştur. Akabinde, varyans büyütme faktörü testi ile çoklu doğrusal bağlantı probleminin olup olmadığı değerlendirilmiştir. Sonrasında, yatay kesit bağımlılık, eğitim homojenlik, birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. Son olarak, düşük, orta ve yüksek ekolojik ayak izi seviyelerindeki etkileri etkili bir şekilde ortaya koyan MMQR tahmincisi ile modelin analizi gerçekleştirilmiştir. 23 Sahra Altı Afrika ülkesi için 16 yılı kapsayan araştırma verileri, Küresel Ayak İzi Ağı ve Dünya Bankası gibi uluslararası geçerliliği olan kurumların veri tabanlarından elde edilmiştir.

Araştırma bulguları, göçmen döviz transferlerinin (LREM) ekolojik ayak izi (LEF) üzerinde yıkıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Gerçekten de döviz transferi; büyüme ve sanayileşme üzerindeki etkisi de dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar aracılığıyla etki etmektedir. LREM katsayısının LEF üzerindeki etkisinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir; bu da göçmen döviz transferlerinin Sahra-Altı Afrika'daki çevre için zararlı olduğunu göstermektedir. Göçmen döviz transferlerinin çevre kalitesini azaltıcı etkisi düşük kantillerden yüksek kantillere doğru gidildikçe daha fazla hissedilmektedir.

Öte yandan MMQR tahmincisinden elde edilen bulgular, bütün kantillerde göçmen döviz transferlerinin karesi ($LREM^2$) ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu, göçmen döviz transferleri arttıkça ekolojik ayak izinin Sahra-Altı Afrika ülkelerinde azaldığını ortaya koymaktadır. Düşük kantillerden yüksek kantillere doğru gidildikçe göçmen döviz transferlerinin artışı ile çevre kalitesi daha fazla artış göstermektedir.

Ayrıca bulgular, göçmen döviz transferlerinin (LREM) ekolojik ayak iziyle pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu, göçmen döviz transferlerinin karesinin ($LREM^2$) ise negatif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bulgular, göçmen döviz transferleri ile ekolojik ayak izi arasında doğrusal olmayan bir yapının varlığını kanıtlamaktadır. Bu yapı, ters U şeklinde yer alan EKC hipotezini ortaya koymaktadır. Ters U şeklindeki yapı, yükselen göçmen döviz transferlerinin başlangıçta tüketim odaklı kirliliğe yol açtığını, ancak daha yüksek seviyelerde döviz transferlerinin giderek sürdürülebilir yatırımlara yönlendirildiğini ve daha temiz bir çevreye geçişi kolaylaştırdığını göstermektedir. Bu, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde daha yüksek göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulmayı azaltarak sürdürülebilirliğe katkı sağladığını göstermektedir.

Buna karşılık, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımlar ile ekolojik ayak izi arasında pozitif ve anlamlı ilişki düşük kantillerden yüksek kantillere doğru artmaktadır. Ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırım girişleri Sahra-Altı Afrika ülkelerinde ekolojik ayak izinin artmasına neden olmaktadır. Bulgular, ekonomik büyümenin Sahra-Altı Afrika ülkelerinde çevresel bozulma pahasına gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte doğrudan yabancı yatırım girişleri de bu ülkelerde "kirlilik cenneti" hipotezinin geçerliliğini ortaya koymaktadır. Bir diğer ifadeyle, gelişmiş ülkelerde yer alan ve kirliliğe neden olan firmaların çevresel düzenlemelerin daha az katı ve zayıf olduğu Sahra-Altı Afrika ülkelerinde faaliyet göstermesi ekolojik ayak izinin artmasına neden olmaktadır. Bu, ekonomik yönden katkı sağladığı düşünülen doğrudan yabancı yatırımların aslında Sahra-Altı Afrika ülkelerinde çevresel kaliteyi azalttığını ve çevresel kirliliğe sebep olduğunu ortaya koymaktadır.

Bulgular ayrıca, nüfusun ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin 0,95 kantil düzeyi hariç diğer kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde göçmen döviz transferlerinin ekonomik refahı ve kalkınmayı artırmada önemli bir rol oynadığını ve bireylerin zaman içinde daha bilinçli ve çevreye karşı daha duyarlı hale geldiğini göstermektedir. Hatta, göçmenlerin sadece para değil, aynı zamanda ev sahibi ülkelerde benimsenen fikirleri, bilgiyi ve standartları da kendi ülkelerine aktardığı kabul edilebilir.

Genel olarak, bu araştırmanın bulguları, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde göçmen döviz transferlerinin yanı sıra makro iktisadi ve demografik faktörlerin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerine yönelik önemli bilgiler sunmaktadır. Çalışma, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde enerji geçişi için bir finansman mekanizması olarak döviz transferlerinin potansiyelini vurgulayarak, bu akışları daha geniş çevre politikalarına entegre etme fırsatı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göçmen Döviz Transferleri, Ekolojik Ayak İzi, Çevresel Kuznets Eğrisi, Sahra Altı Afrika, MMQR.

www.turkishstudies.net/economy**Turkish Studies - Economics, Finance, Politics**

eISSN: 2667-5625

ANKARA SCIENCE
UNIVERSITY

The Nexus Between Migrant Remittances and Ecological Footprint: Testing the Remittances-Induced Environmental Kuznets Curve for Sub-Saharan African Countries

Introduction

Over the past thirty years, the pursuit of improving environmental quality (EQ) has attracted the attention of most governments, policymakers, and researchers worldwide. This follows the realization that rapid urbanization, increased energy use, and population growth continue to cause global warming and environmental degradation (ED) in most countries (Mensah & Abdul-Mumuni, 2023, p. 865). Globally, climate change and warming present numerous challenges, ranging from deforestation and biodiversity loss to natural disasters, increased frequency of extreme weather events, food and water insecurity, conflict, and terrorism (Ayad et al., 2025, p. 1296). The situation has become so dire that estimates suggest more than 80% of the global surface area is currently ecologically exposed (Arogundade et al., 2022, p. 440).

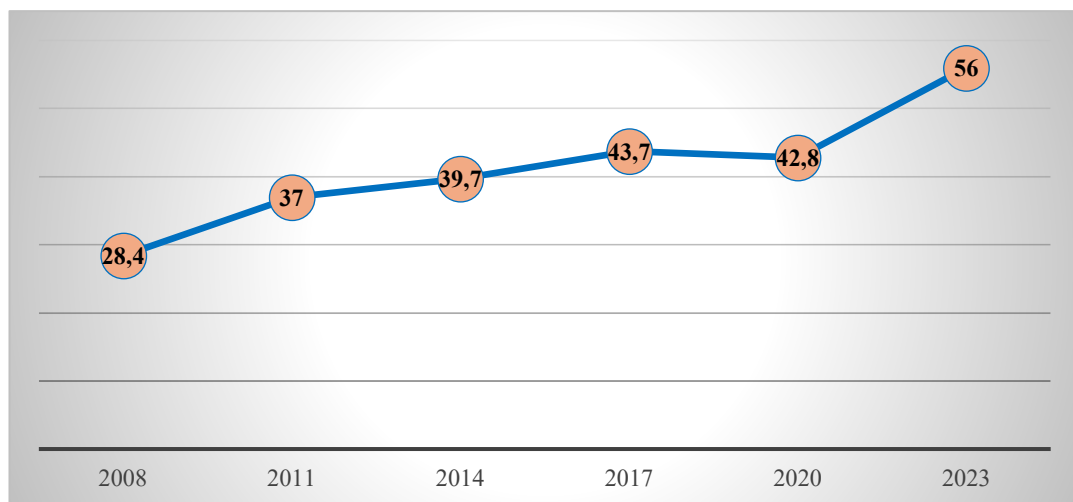
ED is a real problem for the world, and therefore many studies have focused on the determining factors of ED. These determining factors include many variables such as natural resources, economic growth, foreign direct investment, energy consumption, and urbanization. In addition to these factors, migrant remittances have recently attracted significant attention from researchers and policymakers, particularly regarding developing countries, due to their increasing importance in the development process (Arogundade et al., 2022, p. 440). Migrant remittances refer to money sent by citizens living abroad to their families and home countries (Mensah & Abdul-Mumuni, 2023, p. 866). Migrant remittances play a crucial role in the growth of national economies; they constitute a primary and most important source of foreign funds (Dash et al., 2024, p. 2).

Migrant remittances serve as a significant income stream contributing to the socio-economic structure by providing numerous economic benefits, including poverty reduction and a low-cost source of financing. Furthermore, many studies have argued that migrant remittances play a fundamental role in enhancing economic well-being and development (Biyase et al., 2024, p. 1). However, the impact of migrant remittances on environmental sustainability (ES) is complex and warrants closer examination. One way migrant remittances may contribute to ED is by increasing demand through increased household income levels (Amuedo-Dorantes & Pozo, 2004, p. 1411; Biyase et al., 2024, p. 1; Zafar et al., 2022, p. 166). With higher purchasing power, households can afford energy-intensive products such as air conditioners, vehicles, computers, and other electronic devices; all of which can significantly contribute to CO₂ emissions and cause ED (Biyase & Kirsten, 2025, p. 2). Furthermore, migrant remittances provide financing to businesses that face various difficulties in obtaining financial support from commercial banks (Motelte, 2011, p. 241). In this way, migrant remittances support small businesses by increasing the level of investment, which ultimately increases the level of capital formation. Therefore, the role of migrant remittances in improving business activity also harms EQ (Chishti, 2023, p. 2; Jahanger et al., 2022, p. 522).

Furthermore, migrant remittances drive the movement of productive capital from rural to urban areas (Manic, 2016). This increases the structure of urban clustering, concentrating more people and economic activity, and increasing CO₂ emissions (Ali et al., 2019). Moreover, in regions where electricity is primarily generated from fossil fuels, the increased energy demand from households receiving migrant remittances leads to increased environmental pressures (Biyase & Kirsten, 2025, p. 2).

Migrant remittances have both negative and positive impacts on EQ. It has been documented that migrant remittances significantly reduce volatility in household consumption, particularly in developing countries (Mondal & Khanam, 2018). This creates significant changes in consumption patterns, enabling recipient households to install solar panels, purchase modern and more energy-efficient appliances, or even electric vehicles (Chen et al., 2023). Therefore, when migrant remittances are used to purchase environmentally friendly goods and services, they reduce energy consumption and thus mitigate environmental problems (Sharma et al., 2019, p. 136). On the other hand, the increase in savings due to migrant remittances increases bank deposits. This process enhances financial development and triggers Gross Domestic Product (GDP) growth. In this way, migrant remittances contribute to the improvement of EQ (Chishti, 2023, pp. 4-5). Finally, by positively impacting human capital (Mishra et al., 2022), it can increase environmental awareness; this translates into a change in the attitudes and behaviors of consumers and producers towards sustainability. In this way, migrant remittances are positioned as “green resources” that can be proactively allocated to climate change-resilient economic and social activities and projects (Mills, 2023).

Although the African continent accounts for only 2-3% of global CO₂ emissions caused by energy and industrial sources, it is one of the regions most vulnerable to the negative consequences of climate change (Asongu, 2018). It is generally believed that the primary determinant of climate change is the increase in greenhouse gases, particularly CO₂ emissions, and this increase is currently at its highest level (Alola et al., 2021). Therefore, prioritizing environmental pollution issues in economies is crucial for achieving sustainable development goals (SDGs). In recent years, migrant remittances have become increasingly important in global economies, including African countries. Migrant remittances play a vital role in Sub-Saharan African economies, significantly contributing to household income, supporting small businesses, alleviating poverty, and advancing health, education, and economic development for low-income households (Ahmad et al., 2019, p. 2100; Biyase & Kirsten, 2025, p. 1; Ratha, 2013). Given the economic importance of migrant remittances in Sub-Saharan Africa, studies are increasingly linking them to ES (Arogundade et al., 2022, p. 441; Awad et al., 2024, p. 2). In light of this scenario, a fundamental question arises: What is the impact of migrant remittances on EQ in Sub-Saharan Africa? Accordingly, the main objective of this study is to investigate the impact of migrant remittances on the ecological footprint in 23 Sub-Saharan African economies (Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Cameroon, Ivory Coast, Eswatini, Ghana, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Mali, Mauritius, Namibia, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, South Africa, Togo, Uganda, and Zambia) for which data are available during the period 2008-2023. Furthermore, testing the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis related to migrant remittances constitutes another objective of this study. Thus, revealing the nonlinear nature of the relationship between ED and migrant remittances, and investigating whether the inverted U-shaped structure of the EKC hypothesis explaining the relationship between migrant remittances and EQ is valid, highlights the importance of this study.

Figure 1: Migrant remittances in Sub-Saharan Africa (billion dollars)

Source: This text was created by the author based on World Bank (2025) data.

This study is significant in two respects. Firstly, migrant remittances to Sub-Saharan African countries, which were around \$28.4 billion in 2008, have approximately doubled to \$56 billion by the end of 2023 (Figure 1), and are projected to increase further in the coming years (World Bank, 2026). Secondly, Sub-Saharan African countries face a serious environmental problem, and their global ecological footprint has been steadily increasing since 2006. Consequently, Sub-Saharan African countries have been confronted with an ecological deficit for the past 20 years (Yadou et al., 2024, p. 2). Given their magnitude and importance for the development process, it is essential to investigate the impact of migrant remittances on the ecological footprint in Sub-Saharan African countries and to make appropriate policy recommendations.

This study contributes to the existing literature in four ways. First, it considers the ecological footprint (EF), one of the indicators of EQ. The EF, which is thought to be a better measure to reflect the true picture of ED, includes agricultural land, fisheries, forestry, grazing areas, and CO₂. Therefore, using the EF as an indicator of environmental pollution may yield better and more reliable results. Second, the potential impacts of migrant remittances on ED will be revealed, particularly in Sub-Saharan African countries, where low-income countries constitute the majority. Furthermore, the validity of the remittance-driven ecological footprint hypothesis will be tested, revealing the asymmetric relationship between migrant remittances and ED, and determining the turning point. Third, the study uses a Method of Moments Quantile Regression (MMQR) estimator to determine the effect of explanatory variables on different levels of the EF. This approach effectively captures the effects at low, medium, and high EF levels, increasing the robustness of the findings. Finally, the study analyzes the impact of migrant remittances on ED using the most recent data from 2008-2023, and makes recommendations to policymakers.

The remainder of the study is structured as follows: Chapter 2 provides a brief overview of the literature, while Chapter 3 highlights key points regarding data, models, and econometric strategies. Empirical findings are presented in Chapter 4, and Chapter 5 concludes with results and policy recommendations.

Literature Review

This section covers a review of previous studies on the relationship between migrant remittances and ED. This review includes both time series and cross-country studies.

Starting with studies addressing the symmetrical link between migrant remittances and ED, Yang et al. (2021) examined the impact of migrant remittances on EQ, represented by their ecological footprint, in BICS countries (Brazil, India, China, and South Africa) between 1990 and 2016 using DOLS and FMOLS techniques, and found that migrant remittances worsened EQ. Umair et al. (2023) examined the impact of migrant remittances, economic growth, renewable and non-renewable energy on ED from the perspective of CO₂ emissions and ecological footprint for the 50 countries receiving the most migrant remittances between 1991 and 2018 using PM-ARDL, FMOLS, and DOLS techniques. The findings show that, in the long term, migrant remittances contribute to ED by increasing both CO₂ emissions and ecological footprint. In another study, Li et al. (2022) examined whether migrant remittances harmed EQ in Ghana during the period 1980-2020 using FMOLS, DOLS, and CCR techniques and found that migrant remittances worsened ecological quality in Ghana through high CO₂ emissions. Olajuwon (2024) investigated the relationship between migrant remittances and EF for 19 African countries between 1990 and 2021 using AMG and CCEMG techniques. The findings show that migrant remittances harm ES in Africa. Özsahin & Ucler (2025) examined the impact of migrant remittances on EF, an indicator of EQ, in India using nonlinear time series methods covering the period 1975-2022. The empirical results show that migrant remittances contribute to environmental pollution and degrade EQ in India in both the short and long term. Based on the findings, they suggest that remittance transfers in India could be used as a useful policy tool to support demand for energy-efficient products and environmentally friendly investments.

Sadekin (2025) investigated the short- and long-term dynamics of remittance transfers, globalization, urbanization, and electricity consumption on the EF in South Asian countries using panel ARDL and MMQR frameworks on data from 2000-2021. The findings show that remittance transfers improve EQ by reducing the EF. Arogundade et al. (2022) investigated the relationship between migrant remittances and environmental performance indicators in 22 African countries. The findings show that remittance transfers improve EQ. Usama et al. (2020), using an ARDL model on annual data from 1981 to 2015 in Ethiopia, concluded that migrant remittances reduce ED because families receiving remittances shift their attention to renewable energy electricity consumption. In a recent study, Biyase et al. (2026) concluded that migrant remittances significantly reduced their EF and improved EQ in the long term in nine major remittance recipient countries (Bangladesh, China, Egypt, France, Germany, India, Mexico, Nigeria, and Pakistan) between 1990 and 2020 using panel ARDL estimation methods. They suggest that these findings not only strengthen the long-term evidence that migrant remittances can support ES but also encourage policymakers to redirect these transfers towards green investments and awareness initiatives.

According to the studies reviewed, there is no consensus among researchers regarding the link between migrant remittances and ED. Empirical findings are mixed, with some studies finding positive associations while others find negative ones. However, a small number of studies have tested the validity of the modified EKC hypothesis related to migrant remittances. In one such study, Biyase et al. (2024) investigated the validity of the modified EKC hypothesis using the CS-ARDL method in countries receiving the most migrant remittances in the Southern African Customs Union (SACU) region. The findings revealed that migrant remittances had a positive effect on CO₂ emissions, while the square of the remittances had a negative effect on CO₂ emissions. In another study, Yadou et al. (2024) examined the nonlinear relationship between migrant remittances and ED in 30 African countries between 2000 and 2021 using two-stage least squares (2SLS) and quantile methods. Reaching the same findings as Biyase et al. (2024), Yadou et al. (2024) stated that migrant remittances initially cause ED, but increasing migrant remittances improve EQ. Similar results can be seen in the studies of Brown et al. (2020) and Biyase & Kirsten (2025). Both studies concluded that the EKC hypothesis stemming from migrant remittances is valid. In conclusion, the scarcity of existing studies testing the validity of the EKC hypothesis stemming from migrant remittances

necessitates a more detailed examination of the relationship between migrant remittances and ED, specifically in Sub-Saharan Africa.

Methodology

Data and Model

The study data and model are explained in detail in this section. The research uses annual panel data from 2008 to 2023 for 23 Sub-Saharan African countries for which data is available. The analysis period was set for 2008-2023 to allow for the examination of more countries, due to missing observations in some Sub-Saharan African countries, and to ensure data integrity. The empirical data analyzed include: The “Ecological Footprint” variable was selected as the dependent variable in the model and considered as an indicator of ES. Data for this variable, measured in per capita hectares globally, was obtained from the “Global Footprint Network” database. “Ecological Footprint” serves as an important metric that explains the scope of natural resources a society or country needs and the environmental consequences of using these resources (Ayvaz Güven, 2026, p. 2193). The independent variables, namely migrant remittances (REM), economic growth (GDP), foreign direct investment (FDI), and population data, were collected from the World Bank’s World Development Indicators database. The REM independent variable consists of all current cash or in-kind transfers made to or received from resident households by non-resident households (World Bank, 2025). Gross domestic product (GDP) represents the total income generated from the production of goods and services within a country’s borders during an accounting period (typically one year). Per capita income, obtained by dividing GDP by the total population, is an indicator of economic growth (GDP), one of the independent variables used in the study. FDI represents net investment inflows made by an investor to acquire a permanent management stake in a business operating in an economy different from their own (World Bank, 2025). Finally, the NUF independent variable included in the model represents the actual population, i.e., the total population, counting all residents regardless of legal status or citizenship (World Bank, 2025). Basic information about the variables used in the study (variable name, abbreviation, description, source, and expected effects) is detailed in Table 1.

This study has two main objectives: firstly, to examine the impact of migrant remittances on EQ; secondly, to investigate the inverse relationship between remittances and ecological footprint caused by migrant remittances. The relationship between migrant remittances and ecological footprint is shown in Equation (1). The equation provides a framework for assessing the impact of remittances on the EF in Sub-Saharan Africa countries by including relevant control variables. Equation (1) is derived from the model of Biyase et al., (2024) and Yadou et al. (2024). In addition, some control variables such as FDI and population, which affect ES and are included in many studies, are also included in the model:

$$EF = f(REM, REM^2, GDP, FDI, NUF) \quad (1)$$

In Equation (1), EF represents the ecological footprint (global hectares per capita), REM and REM^2 represent migrant remittances (current US dollars) and the square of migrant remittances, respectively, GDP represents Gross Domestic Product (GDP) per capita (constant 2015 US dollars), FDI represents foreign direct investment (percentage of GDP) and NUF represents the total population.

The functional forms represented in Equation (1) are expressed in the logarithmic form of the econometric model in Equation (2). Data for all variables except the FDI variable have been converted to logarithmic form. Since the FDI variable contains negative values, logarithmic conversion was not applied to avoid excluding observations. This aims to increase consistency and obtain more accurate, reliable and effective empirical findings (Dai et al., 2024, p.455).

$$LEF_{it} = \beta_0 + \beta_1 LREM_{it} + \beta_2 LREM_{it}^2 + \beta_3 LGDP_{it} + \beta_4 FDI_{it} + \beta_5 LNUF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Here, the subscript *i* represents a cross-section of Sub-Saharan African countries (23 countries) included in the panel data analysis; *t* indicates the number of years considered in this study (2008-2023). β_0 is the intercept parameter; β_k ($K=1,2,3,4,5$) are the parameters for estimating the LEF. The study's primary objective is to explain the relationship between migrant remittances and EF and the expected sign of the β_1 coefficient is positive ($\beta_1 > 0$). However, for the migrant remittance-driven ecological footprint hypothesis to be valid in Sub-Saharan Africa, both ($\beta_1 > 0$) and ($\beta_2 < 0$) must be true. Therefore, $\beta_1 > 0$ and $\beta_2 < 0$ are expected in this study.

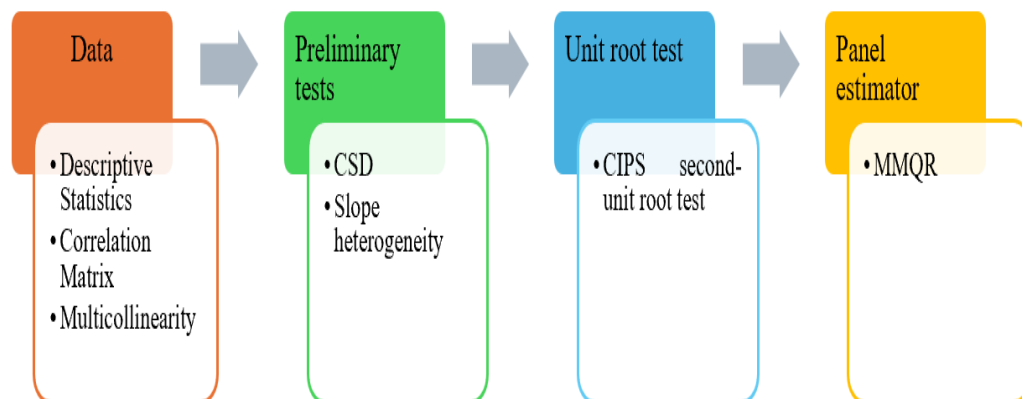
Table 1: Description of Variables

Variable	Abbr.	Definition	Source	Expected
Ecological Footprint	EF	Global hectares per capita	Global Footprint Network (2025)	-
Migrant Remittances	REM	Received migrant remittances (current US dollars)	World Bank WDI (2025)	(+)
Squared of Migrant Remittances	REM ²	Squared of received migrant remittances (current US dollars)	World Bank WDI (2025)	(-)
Economic Growth	GDP	Per capita income (constant 2015 US dollars)	World Bank WDI (2025)	(+)
Foreign Direct Investment	FDI	Net inflows (percentage of GDP)	World Bank WDI (2025)	(+/-)
Population	NUF	Total Population	World Bank WDI (2025)	(+/-)

Econometric Estimation

In this study, 5 steps are used to estimate Equation (2). First, descriptive statistics including mean, standard error, minimum, maximum, number of observations, correlation matrix of variables and variance inflation factor (VIF) revealing the presence of multicollinearity will be performed. Then, cross-sectional dependence (CSD) test will be conducted. In the third step, slope heterogeneity test will be applied. Following the slope heterogeneity test, a unit root test will be performed to capture the dependencies present in the data between panels. Finally, the MMQR model will be used to estimate the effect of migrant remittance transfers on ED.

Figure 2: Steps of the Forecasting Strategy



Source: Created by the author.

Empirical Findings

Descriptive Statistics, Correlation Matrix, and Multicollinearity

Table 2 shows the descriptive statistics of the variables used in this study. The statistics for the relevant variables show that the mean value of the ecological footprint (LEF) is 0.3588, its standard deviation is 0.4216, and its minimum and maximum values are -0.2357 and 1.4374, respectively; the mean value of migrant remittances (LREM) is 19.5231, its standard deviation is 1.8755, and its minimum and maximum values are 11.9975 and 23.9142, respectively. Furthermore, the fact that the number of observations is equal for all variables (368, N:23, T:16) indicates that the model consists of a balanced panel dataset.

Table 2: Descriptive Statistics

Variables	Obs.	Mean	Std. Error	Min	Max
LEF	368	0.3588	0.4216	-0.2357	1.4374
LREM	368	19.5231	1.8755	11.9975	23.9142
LREM ²	368	384.6623	71.1661	143.9415	571.8888
LGDP	368	7.3425	0.8344	6.0441	9.3368
FDI	368	3.9791	9.3363	-8.7669	103.3374
LNUF	368	16.3510	1.2846	13.9090	19.2443

Table 3 shows the correlation between the variables. While the relationship between the dependent variable, ecological footprint (LEF), and economic growth (LGDP) is positive, the correlation between LEF and migrant remittances (LREM), foreign direct investment (FDI), and population (LNUF) is negative. The positive (0.7117) and significant relationship between LEF and LGDP indicates that higher economic activity contributes to increased ED. On the other hand, the negative correlation between LREM, FDI, and LNUF and LEF suggests that higher migrant remittances, foreign direct investment inflows, and increased population may lead to a lower ecological footprint.

Table 3: Correlation Matrix

	LEF (1)	LREM (2)	LGDP (3)	FDI (4)	LNUF (5)
(1)	1.0000				
(2)	-0,2759	1.0000			
(3)	0,7117	-0,2683	1.0000		
(4)	-0,0109	0,0311	-0,1899	1.0000	
(5)	-0,5226	0,5515	-0,2721	-0,1354	1.0000

Table 4 shows the results of the variance inflation factor (VIF) which tests for the presence of multicollinearity problems among the variables. The findings show that all variables used in the analysis and the mean VIF (1.32) are less than 10. This indicates that there is no serious problem with multicollinearity in the model (Akpanke et al., 2024, p.15295).

Table 4: VIF test

Variables	VIF	1/VIF
LNUF	1,55	0,646805
LREM	1,48	0,674406
LGDP	1,16	0,860759
FDI	1,09	0,917471
Mean VIF	1,32	

Cross-Sectional Dependence (CSD) Test

One of the biggest problems in panel data analysis is the cross-sectional dependence (CSD) problem. In econometric analyses, CSD can occur between series because a shock from one variable to another affects the units (Dam et al., 2024, p. 5). The CSD problem arises from the close similarities between cross-sectional units in the panel dataset in terms of geographic factors, resource

availability, trade, laws, culture, and other factors (Olajuwon, 2024, p. 31). Failing to account for CSD in panel data can affect the estimation results (Baltagi et al., 2007). Therefore, Pesaran's (2004) CD test is used to determine whether individual variables show dependence. Pesaran's (2004) CD test is superior to other CSD tests because it is applicable to different variable lengths (Biyase et al., 2024, p. 4). The null hypothesis for Pesaran's CD test is "there is no cross-sectional dependence" and is defined as follows:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (3)$$

Table 5 shows the results of Pesaran's CD test statistics, and at a 1% significance level, the hypothesis that there is no cross-sectional dependence is rejected. Therefore, the existence of some kind of CSD between the series is confirmed. In other words, variables such as LEF, LREM, LREM², LGDP, FDI, and LNUF exhibit strong evidence of CSD (CD test values are significant with p-values of 0.000). This is true for the Sub-Saharan African countries included in this study, which have similar economic structures and belong to the same regional blocs, and often implement policies jointly.

Table 5: CSD test

Variables	CD-test	P-value
LEF	14.798	0.000
LREM	25.103	0.000
LREM ²	24.874	0.000
LGDP	24.685	0.000
FDI	5.418	0.000
LNUF	61.385	0.000

Slope Heterogeneity Test

Determining slope heterogeneity in the series is the second important issue in panel data. Given the presence of CSD in the dataset, slope heterogeneity should also be determined because the slope coefficients of the variables may differ between cross-sectional units, and failing to account for this will lead to biased elasticity estimates in the model (Munir et al., 2020). Due to the variability in the economic structure of Sub-Saharan African countries, examining the heterogeneity of slopes is important. To test for slope heterogeneity, this study uses delta tests developed by Pesaran & Yamagata (2008). This test investigates whether a change in one of the panel countries affects the others to the same degree (Ertürkmen & Konuk, 2025, p. 326; Nuta et al., 2024, p. 18691). The Delta test is a two-stage test ($\tilde{\Delta}_{SH}$ ve $\tilde{\Delta}_{ASH}$). The null hypothesis of this test is that the slope coefficients are homogeneous, while the alternative hypothesis is that the slope coefficients are heterogeneous (Ertürkmen & Konuk, 2025, p. 326). The mathematical expression of these test statistics is as follows:

$$\tilde{\Delta}_{SH} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (4)$$

$$\tilde{\Delta}_{ASH} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-E(\tilde{z}_{it})}{\sqrt{\text{var}(\tilde{z}_{it})}} \right) \quad (5)$$

The results in Table 6 show evidence of slope heterogeneity in the dataset, as indicated by the Delta statistic values for both the original ($\tilde{\Delta}_{SH}$) and adjusted tests ($\tilde{\Delta}_{ASH}$). Low probability (P) values (0.000 and 0.000, respectively) suggest that the hypothesis of homogeneous slopes among cross-sectional units can be rejected. This means that the effect of the independent variables on the dependent variable differs among the units in the dataset. In other words, it reveals that Sub-Saharan African countries are economically diverse and that a shock or change occurring in any one Sub-Saharan African country may affect other Sub-Saharan African countries to varying degrees.

Table 6: Slope Heterogeneity Test

Test	Test score	P-value
$\tilde{\Delta}_{SH}$	6.948***	0.000
$\tilde{\Delta}_{ASH}$	9.265***	0.000

***, 1% represents a significance level.

Unit Root Test

The evidence regarding CSD and slope heterogeneity obtained from Tables 5 and 6 shows that it is not possible to apply first-generation unit root tests. Therefore, the cross-sectional extended Im-Pesaran-Shin (CIPS) test, developed by Pesaran (2007), a second-generation unit root test, was used. The CIPS test allows for obtaining country-specific results by taking into account cross-sectional dependence and heterogeneity (Açıkgöz & Öncel, 2024). The CIPS unit root test is calculated as follows:

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (6)$$

The results of the unit root test based on CIPS are reported in Table 7. CIPS is useful for determining the degree of integration in the presence of CSD. The findings reveal that all variables (LEF, LREM, LREM², LGDP, FDI, and LNUF) exhibit stationarity at the level.

Table 7: Panel unit root test (CIPS)

Variable	Constant + Trend	
	Level I (0)	1 st Diff. I (1)
LEF	-2.973***	-4.572***
LREM	-2.865***	-4.129***
LREM ²	-2.857***	-4.176***
LGDP	-2.629*	-2.976***
FDI	-3.159***	-5.063***
LNUF	-2.863***	-1.176
Critical Values	%10: -2.58, %5: -2.67, %1: -2.83	

***, %1; *, %10 represent a significance level.

MMQR Results

Numerous econometric methods exist for estimating long-term coefficients, including panel FMOLS, DOLS, GMM, and others, but their ability to detect nonlinearity is limited, potentially leading to inefficient estimations (Zheng et al., 2023). The MMQR estimator, first proposed by Machado & Silva (2019), overcomes several challenges in panel data analysis and outperforms previous techniques such as PMG-ARDL and CS-ARDL. Therefore, the use of MMQR helps prevent misleading results that may arise due to non-normal distribution of data, CSD, outliers, heterogeneity, heretokedasticity, and endogeneity (Ayad et al., 2025, p. 1305). Furthermore, the MMQR method enhances the robustness of results by allowing the determination of the impact of explanatory variables at different ecological footprint levels, capturing the effects at low, medium, and high ecological footprint levels. In other words, this approach enables the estimation of the effects of explanatory variables on ecological footprint in countries with different ecological footprint densities.

The MMQR results in Table 8 show that migrant remittances (LREM) have a destructive effect on the ecological footprint (LEF). Indeed, remittances act through various mechanisms, including their impact on growth and industrialization. The effect of the LREM coefficient on LEF is positive and statistically significant, indicating that migrant remittances are harmful to the

environment in Sub-Saharan Africa. The detrimental effect of LREM on EQ is felt more strongly as one moves from lower to higher quantiles. For example, at 0.25 quantile, each 1% increase in LREM increases environmental degradation (LEF) by 0.262%, while this rate increases by 0.409% at 0.50 quantile, 0.571% at 0.75 quantile, and finally by 0.797% at the highest quantile of 0.95. The findings are consistent with Zhang et al. (2022), the findings of Karasoy (2022) for Egypt, Biyase & Kirsten (2025) for Kenya (which uses ecological footprint as a dependent variable), and Jafri et al. (2022) for China, confirm the findings of the top 10 countries receiving the most migrant remittances. The similarity of these findings stems from the fact that these regions, which have been exposed to increasing migrant remittance inflows over the years, are still largely dependent on fossil fuels and are unwilling to strike a balance and transition between economic growth and ES (Olajuwon, 2024, p. 36). Indeed, migrant remittances can increase ED through various mechanisms, including financial development, growth, and industrialization (Asongu & Odhiambo, 2020, pp. 98-99; Efobi et al., 2019, p. 55). At the same time, remittances from migrants increase household consumption (Eftimoski & Josheski, 2021, p. 1893; Zarate-Hoyos, 2004, p. 559). This, to some extent, either accelerates the industrialization of the receiving countries through increased demand or increases their dependence on imported goods (Yadou et al., 2024, p. 4). Consequently, if left unchecked, this leads to ED.

On the other hand, MMQR findings show that the relationship between $LREM^2$ and LEF is negative and statistically significant at all quantiles. This reveals that as migrant remittances increase, the ecological footprint decreases in Sub-Saharan Africa. As we move from lower to higher quantiles, the increase in migrant remittances leads to a greater increase in EQ. For example, a 1% increase in $LREM^2$ at the 0.25 quantile level reduces the ecological footprint by 0.006%, while this rate increases to 0.021% at the 0.95 quantile level, further improving EQ. Furthermore, the findings show that migrant remittances (LREM) have a positive and significant relationship with the ecological footprint, while the square of migrant remittances ($LREM^2$) has a negative and significant effect. This nonlinear structure confirms the existence of the modified environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis, meaning it exhibits a clear inverted U-shaped trajectory, consistent with the findings of Brown et al. (2020). Initially, the increase in migrant remittances leads to higher ED in Sub-Saharan African countries. This is associated with higher consumption levels resulting from migrant remittances. Higher consumption, in turn, translates into increased energy consumption and carbon emissions (Biyase et al., 2024, p. 6). However, after a certain turning point, further increases in migrant remittances lead to a decrease in ecological footprint and improve EQ. In other words, it shows that rising migrant remittances initially lead to consumption-oriented pollution, but higher levels of remittances are increasingly directed towards sustainable investments and facilitate the transition to a cleaner environment. This demonstrates that higher migrant remittances contribute to sustainability by reducing ED. The findings are consistent with those obtained by Yadou et al. (2024), Biyase et al. (2024), and Biyase & Kirsten (2025). This study also aimed to determine the turning point at which the relationship between migrant remittances and ecological footprint shifts from positive to negative. Table 8 shows that the relationship encounters a turning point at each quantile (21.625 at 0.25, 19.877 at 0.50, 19.089 at 0.75, and 21.625 at 0.95). After this turning point, a 1% increase in migrant remittances leads to a decrease in ecological footprint of between 0.006% and 0.0215%, thus improving the level of EQ.

The findings show that the coefficient associated with economic growth (LGDP) is positive and statistically significant at the 1% level across all quantiles. The impact of economic growth on ED increases from low to high quantiles, indicating that economic growth is detrimental to the environment in Sub-Saharan Africa. Indeed, in most low-income and developing countries, economic growth occurs at the expense of ED. This is because most African countries prioritize combating poverty, unemployment, political instability, increasing economic productivity, and boosting local production, while paying little attention to ES (Olajuwon, 2024, p. 37). The findings

regarding the negative impact of economic growth on the ecological footprint obtained from the MMQR estimator are consistent with the results obtained by Ahmad et al. (2020), Umair et al. (2023), Yang et al. (2021), Sadekin (2025), Oprea et al. (2025), and Mohamed et al. (2025). Consequently, economic growth is being sustained in Sub-Saharan Africa, even at the expense of environmental pollution.

Table 8: MMQR results

Variable	Location	Scale	Quantiles			
			0.25	0.50	0.75	0.95
LREM	0.41853*** (0.098412)	0.17037*** (0.060887)	0.26296** (0.107002)	0.40948*** (0.098481)	0.57191*** (0.119102)	0.79798*** (0.181821)
LREM ²	-0.01056*** (0.002646)	-0.00490*** (0.0016376)	-0.00608** (0.002878)	-0.01030*** (0.002650)	-0.01498*** (0.003205)	-0.02150*** (0.004907)
LGDP	0.36027*** (0.025161)	0.08544*** (0.015567)	0.28225*** (0.027522)	0.35573*** (0.025495)	0.43719*** (0.030870)	0.55056*** (0.049533)
FDI	0.00277*** (0.001589)	0.00162* (0.000983)	0.00128** (0.001726)	0.00269* (0.001586)	0.00424** (0.001917)	0.00640** (0.002887)
LNUF	-0.10295*** (0.017790)	0.05454 (0.011006)	-0.15275** (0.019432)	-0.10584*** (0.017971)	-0.05384** (0.021749)	0.01852 (0.034465)
Constant	-4.71962*** (1.200234)	-2.76811*** (0.74258)	-2.19216* (1.30704)	-4.57271*** (1.205272)	-7.21166*** (1.458222)	-10.88464*** (2.259599)
Turning point	19.816	17.384	21.625	19.877	19.089	18.557
Obs	368	368	368	368	368	368

***, **, * indicate significance levels of 1%, 5%, and 10%, respectively. The numbers in parentheses represent standard errors.

Regarding the foreign direct investment (FDI) coefficient, there is a significant positive impact on environmental pollution in Sub-Saharan Africa. This positive impact is statistically significant at all quantiles and increases with higher quantiles. More specifically, a 1% increase in FDI will lead to an increase in ED of 0.0012% at the 0.25 quantile level, 0.0027% at the 0.50 quantile level, 0.0424% at the 0.75 quantile level, and finally 0.0064% at the 0.95 quantile level. These findings also support the “pollution haven hypothesis.” This impact of FDI on environmental degradation confirms fears regarding trade openness and the free flow of foreign investment. Multinational firms (heavy or polluting industries) are moving from developed countries to developing or least developed countries via FDI because the country’s environmental regulations are less strict and weaker (Jahanger 2021, p. 18977; Yang et al. 2020, p. 1322). This reveals that FDI, which is thought to contribute economically, actually reduces EQ and causes environmental pollution in Sub-Saharan Africa. The findings regarding FDI causing ED are also consistent with the findings of Al Numan et al. (2025), Apergis et al. (2023), Shahbaz et al. (2018), Bulut et al. (2021), Uğur (2022), and Balli et al. (2023).

Finally, in Sub-Saharan Africa, the environmental impact of population (LNUF) was found to be negative and statistically significant at all quantiles except the 0.95 quantile level. In these countries, population density improves the environment by reducing the per capita ecological footprint. This suggests that migrant remittances play a significant role in boosting economic well-being and development, and that individuals become more conscious and environmentally sensitive over time. It can even be argued that migrants transfer not only money but also ideas, knowledge, and standards adopted in host countries to their own countries (Yadou et al., 2024, p. 5). The findings are consistent with studies by Dam et al. (2024), Çabaş et al. (2025) for OECD countries and Nuta et al. (2024) for emerging European countries.

Conclusion and Policy Recommendations

This study examines the effects of migrant remittances on the ecological footprint of Sub-Saharan African countries during the period 2008-2023, while also testing the validity of the remittance-driven environmental quality (EKC) hypothesis. The model, using economic growth, foreign direct investment, and population as control variables, was analyzed using the MMQR estimator. The findings show that remittances from migrants worsen environmental quality by increasing the ecological footprint in Sub-Saharan Africa across all quantiles. Furthermore, the Kuznets curve hypothesis of remittances is confirmed. Therefore, the greater the increase in migrant remittances, the better the ecological footprint becomes. However, it is concluded that economic growth and foreign direct investment cause environmental degradation, while population growth, except for 0.95 quantiles, positively impacts environmental quality by reducing environmental degradation.

This study highlights the potential of remittances as a financing mechanism for energy transition in Sub-Saharan Africa, offering an opportunity to integrate these flows into broader environmental policies. Policymakers in Sub-Saharan Africa should encourage the use of migrant remittances for long-term environmentally friendly investments by creating financial instruments and incentives. This could include financial assistance for eco-friendly technologies, sustainable agricultural practices, and housing designed to have minimal environmental impact. By using migrant remittances for environmental sustainability, Sub-Saharan Africa can increase the use of cleaner energy, reduce reliance on fossil fuels, and align with global sustainable development goals. Consequently, this study not only validates the EKC hypothesis stemming from migrant remittances in the context of Sub-Saharan Africa but also positions migrant remittances as an accelerator for environmental sustainability and economic development. The findings signal a paradigm shift where migrant remittances are viewed not merely as financial transfers but as strategic investments in the green economy of Sub-Saharan Africa. However, it should be considered that remittances from migrants play a significant role in increasing economic prosperity and development. Migrant remittances should be channeled into the education sector to ensure individuals become more aware over time, thereby increasing enrollment rates and developing policies aimed at enhancing human capital. Policies that prioritize economic growth at the expense of environmental degradation should be abandoned, and steps should be taken towards green growth, encouraging incoming foreign investments to utilize more environmentally friendly practices.

While this study contributes to the literature, it also has certain limitations, like other studies. The generalizability of the results of this study, conducted within the scope of Sub-Saharan Africa, to developing countries where environmental pressures and policy decision-makers differ significantly is limited. This is because almost all of the countries included in the analysis are low-income countries. Furthermore, the analysis could not distinguish whether migrant remittances were spent on consumption, saving, or investment; this limits the precision of policy recommendations. Future research could re-examine the issue by considering variables that take into account both the supply and demand sides of nature, such as the load capacity factor; expand the scope of countries, and investigate long-term impacts by adding macro-level data such as urbanization, renewable energy, and globalization, as well as more micro-level data such as household and sectoral data to the model. The regional impacts of migrant remittances on environmental sustainability (Asia, Europe, America, etc.) could be addressed in more detail. Finally, country-specific results could be obtained by conducting analyses using different econometric methods such as AMG, CCEMG, Panel ARDL, and CS-ARDL, considering more countries and observation years.



www.turkishstudies.net/economy

Turkish Studies - Economics, Finance, Politics

eISSN: 2667-5625

ANKARA SCIENCE
UNIVERSITY

Göçmen Döviz Transferleri Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Sahra Altı Afrika Ülkeleri için Döviz Kaynaklı Çevresel Kuznets Eğrisinin Test Edilmesi

Giriş

Son otuz yılda, çevre kalitesini iyileştirme arayışı, dünya genelindeki çoğu hükümetin, politika yapıcının ve araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu durum, hızlı kentleşme, enerji kullanımındaki artış ve nüfus artışının dünyanın çoğu ülkesinde küresel ısınmaya ve çevresel bozulmaya neden olmaya devam ettiğinin farkına varılmasının ardından gelmektedir (Mensah & Abdul-Mumuni, 2023, s.865). Küresel olarak, iklim değişikliği ve ısınma; ormansızlaşmaya, biyoçeşitlilik kaybına, doğal afetlere, aşırı hava olaylarının artan sıklığına, gıda ve su güvensizliğine, çatışma ve terörizme kadar birçok zorluğu ortaya çıkarmaktadır (Ayad vd., 2025, s.1296). Durum o kadar zor bir hal almış ki, yapılan tahminlere göre küresel alanın %80'inden fazlası şu anda ekolojik açıktadır (Arogundade vd., 2022, s.440).

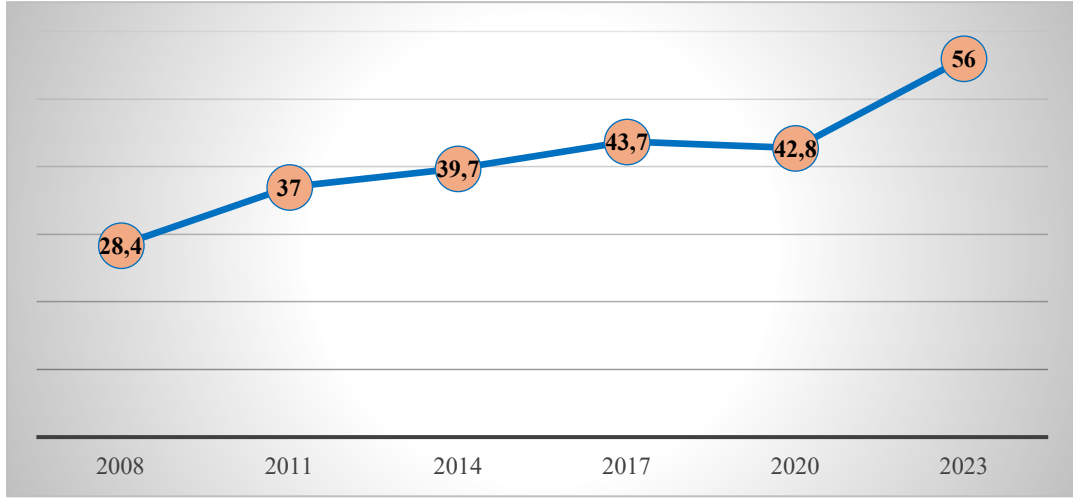
Çevresel bozulma dünya için gerçek bir sorundur ve bu nedenle birçok çalışma, çevresel bozulmanın belirleyici faktörlerine odaklanmıştır. Bu belirleyici faktörler arasında doğal kaynaklar, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi, kentleşme gibi birçok değişken yer almaktadır. Belirtilen faktörlere ek olarak son zamanlarda, göçmen döviz transferleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerle ilgili olarak kalkınma sürecindeki artan önemi nedeniyle araştırmacılar ve politika yapıcılar tarafından büyük ilgi görmektedir (Arogundade vd., 2022, s.440). Göçmen döviz transferleri, yurtdışında yaşayan vatandaşların kendi ülkelerindeki ailelerine, memleketlerine gönderdikleri paraları ifade etmektedir (Mensah & Abdul-Mumuni, 2023, s.866). Göçmen döviz transferleri, ülke ekonomilerinin büyümesinde çok önemli bir rol oynamaktadır; zira bunlar yabancı fonların birincil ve en önemli kaynaklarını oluşturmaktadır (Dash vd., 2024, s.2).

Göçmen döviz transferleri, yoksulluğun azaltılması ve düşük maliyetli finansman kaynağı dahil olmak üzere sayısız ekonomik fayda sağlayarak sosyo-ekonomik yapıya katkıda bulunan önemli bir gelir kaynağı olarak hizmet vermektedir. Ayrıca, birçok çalışma göçmen döviz girişlerinin ekonomik refahı ve kalkınmayı artırmada temel bir rol oynadığını savunmuştur (Biyase vd., 2024, s.1). Bununla birlikte, göçmen döviz transferlerinin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi karmaşıktır ve daha yakından incelenmeyi hak etmektedir. Göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulmaya katkıda bulunabileceği yollardan birisi, hane halkının gelir düzeyini arttırarak talebi yükseltmesidir (Amuedo-Dorantes & Pozo, 2004, s.1411; Biyase vd., 2024, s.1; Zafar vd., 2022, s.166). Daha yüksek satın alma gücüyle, hane halkları klima, araç, bilgisayar ve diğer elektronik cihazlar gibi enerji yoğun ürünleri karşılayabilir; bunların tümü CO₂ emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunarak çevresel bozulmaya neden olabilir (Biyase & Kirsten, 2025, s.2). Ayrıca, göçmen döviz transferleri, ticari bankalardan finansal destek almakta çeşitli zorluklarla karşılaşan işletmelere finansman sağlamaktadır (Motelle, 2011, s.241). Bu şekilde, göçmen döviz transferleri, yatırım düzeyini artırarak küçük işletmeleri desteklemekte ve bu da nihayetinde sermaye oluşum düzeyini

arttırmaktadır. Dolayısıyla, göçmen döviz transferlerinin iş faaliyetlerini iyileştirmedeki rolü, çevre kalitesine de zarar vermektedir (Chishti, 2023, s.2; Jahanger vd., 2022, s.522). Ayrıca, göçmen döviz transferleri, üretken sermayenin kırsal alanlardan kentsel bölgelere hareketini yönlendirmektedir (Manic, 2016). Bu, kentsel kümelenmenin yapısını artırarak daha fazla insan ve ekonomik faaliyeti yoğunlaştırmakta ve CO₂ emisyonlarını arttırmaktadır (Ali vd., 2019). Dahası, elektriğin öncelikle fosil yakıtlardan üretildiği bölgelerde, göçmen döviz transferleri alan hane halklarından gelen artan enerji talebi, çevresel baskıların artmasına neden olmaktadır (Biyase & Kirsten, 2025, s.2).

Göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulmayı arttırıcı etkilerinin yanı sıra çevresel kalitenin yükselmesine yönelik etkileri de bulunmaktadır. Göçmen döviz transferlerinin, özellikle gelişmekte olan ülkelerde hane halkı tüketiminin oynaklığını önemli ölçüde azalttığı belgelenmiştir (Mondal & Khanam, 2018). Bu, tüketim kalıplarında önemli değişiklikler yaratmakta ve alıcı hanelerin güneş panelleri kurmasına, modern ve daha enerji verimli cihazlar veya hatta elektrikli araçlar satın almasına olanak tanımaktadır (Chen vd., 2023). Dolayısıyla, göçmen döviz transferleri çevre dostu mal ve hizmetlerin satın alınmasında kullanıldığında, enerji tüketimini azaltmakta ve bu nedenle çevresel sorunu hafifletmektedir (Sharma vd., 2019, s.136). Öte yandan, göçmen döviz transferleri nedeniyle tasarruftaki artış, banka mevduatlarını arttırmaktadır. Bu süreç finansal kalkınmayı arttırmakta ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) büyümesini tetiklemektedir. Bu şekilde, göçmen döviz transferleri çevre kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Chishti, 2023, ss.4-5). Son olarak, insan sermayesini olumlu yönde etkileyerek (Mishra vd., 2022), çevresel farkındalığı artırabilmekte; bu da tüketicilerin ve üreticilerin sürdürülebilirliğe yönelik tutum ve davranışlarında bir değişikliğe dönüşmektedir. Bu şekilde, göçmen döviz transferleri, iklim değişikliğine dayanıklı ekonomik ve sosyal faaliyetlere ve projelere proaktif olarak tahsis edilebilen “yeşil kaynaklar” olarak konumlandırılmaktadır (Mills, 2023).

Afrika kıtası, enerji ve endüstriyel kaynakların sebep olduğu küresel CO₂ emisyonlarının yalnızca %2-3’ünü oluşturmalarına rağmen, iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarına karşı en savunmasız bölgelerden birisini oluşturmaktadır (Asongu, 2018). İklim değişikliğinin temel belirleyicisinin genellikle sera gazlarındaki, özellikle de CO₂ emisyonlarındaki artış olduğuna inanılmaktadır ve bu artış şu anda en yüksek seviyededir (Alola vd., 2021). Bu nedenle, ekonomilerin çevresel kirlilik sorunlarına öncelik vermesi sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için çok önemlidir. Son yıllarda, Afrika ülkeleri de dahil olmak üzere küresel ekonomilerde göçmen döviz transferleri giderek daha önemli hale gelmektedir. Göçmen döviz transferleri, Sahra-Altı Afrika ekonomilerinde hayati bir rol oynamakta, hane halkı gelirine önemli ölçüde katkıda bulunmakta, küçük işletmeleri desteklemekte, yoksulluğu hafifletmekte ve düşük gelirli haneler için sağlık, eğitim ve ekonomik gelişmeyi ilerletmede hayati bir role sahip olmaktadır (Ahmad vd., 2019, s.2100; Biyase & Kirsten, 2025, s.1; Ratha, 2013). Sahra-Altı Afrika’da, göçmen döviz transferlerinin ekonomik önemi göz önüne alındığında, çalışmalar göçmen döviz transferlerini çevresel sürdürülebilirlikle giderek daha fazla ilişkilendirmektedir (Arogundade vd., 2022, s.441; Awad vd., 2024, s.2). Bu senaryo göz önüne alındığında, temel bir soru ortaya çıkmaktadır: Göçmen döviz transferlerinin Sahra-Altı Afrika’daki çevre kalitesi üzerindeki etkisi nedir? Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, 2008-2023 dönemi boyunca verilerine ulaşılabilen 23 Sahra-Altı Afrika (Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Kamerun, Fil Dişi Sahilleri, Eswatini, Gana, Kenya, Lesotho, Liberya, Madagaskar, Mali, Marityus, Namibya, Nijer, Nijerya, Senegal, Sierra Leone, Güney Afrika, Togo, Uganda ve Zambiya) ekonomilerinde göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini araştırmaktır. Ayrıca, göçmen dövizleri kaynaklı çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezinin test edilmesi de bu çalışmanın diğer amacını oluşturmaktadır. Böylece çevresel bozulma ile göçmen dövizleri arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan yapısını ortaya çıkarmak ve göçmen dövizleri ile çevresel kalite arasındaki ilişkiyi açıklayan EKC hipotezinin ters U şeklindeki yapısının geçerli olup olmadığını araştırmak bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Şekil 1: Sahra- Altı Afrika'da göçmen döviz transferleri (milyar dolar)

Kaynak: Dünya Bankası (2025) verileri dikkate alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu çalışma iki açıdan önem kazanmaktadır. Sahra-Altı Afrika ülkelerine gerçekleştirilen göçmen döviz transferi 2008 yılında 28,4 milyar dolar civarında iken bu rakam 2023 yılı sonunda yaklaşık olarak 2 kat artarak 56 milyar dolara ulaşmıştır (Şekil 1) ve önümüzdeki yıllarda da artacağı öngörülmektedir (Dünya Bankası, 2026). İkinci olarak, özellikle Sahra-Altı Afrika ülkelerinde ciddi bir çevresel sorun bulunmakta ve küresel ekolojik ayak izi 2006 yılından beri sürekli olarak artış göstermektedir. Doğal olarak da Sahra-Altı Afrika ülkeleri son 20 yıldır ekolojik açık sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır (Yadou vd., 2024, s.2). Büyüklükleri ve kalkınma süreci için önemleri göz önüne alındığında, göçmen döviz transferlerinin Sahra-Altı Afrika ülkelerinde ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini araştırmak ve uygun politika önerilerinde bulunmak esastır.

Bu çalışma, mevcut literatüre dört açıdan katkıda bulunmaktadır. İlk olarak bu çalışma, çevresel kalite göstergelerinden biri olan ekolojik ayak izini dikkate almaktadır. Çevresel bozulmanın gerçek resmini yansıtmak için daha iyi bir ölçüt olabileceği düşünülen ekolojik ayak izi; tarım arazilerini, balıkçılığı, ormancılığı, otlak alanlarını ve CO₂'yi kapsamaktadır. Bu nedenle, ekolojik ayak izini çevresel kirliliğin bir göstergesi olarak kullanmak daha iyi ve daha güvenilir sonuçlar verebilir. İkinci olarak, özellikle düşük gelirli ülkelerin çoğunluğunu oluşturduğu Sahra-Altı Afrika ülkelerinde göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulma üzerindeki potansiyel etkileri ortaya konulacaktır. Bununla birlikte döviz kaynaklı EKC hipotezinin geçerliliği test edilerek göçmen döviz transferleri ve çevresel bozulma arasındaki asimetric ilişki ortaya konulacak ve dönüm noktası belirlenecektir. Üçüncü olarak, çalışmada açıklayıcı değişkenlerin ekolojik ayak izinin farklı seviyeleri üzerindeki etkisini belirlemek için momentler yöntemi kantil regresyon (MMQR) tahmincisi kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, düşük, orta ve yüksek ekolojik ayak izi seviyelerindeki etkileri etkili bir şekilde yakalayarak bulguların sağlamlığını artırmaktadır. Son olarak, çalışma 2008-2023 yılları arasındaki en güncel veriler ile analiz edilerek, göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulmaya olan etkilerini ortaya koyarak politikacılara önerilerde bulunmaktadır.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir: Bölüm 2, literatüre kısa bir genel bakış sunarken, Bölüm 3 veri, model ve ekonometrik stratejilere ilişkin önemli noktaları vurgulamaktadır. Ampirik bulgular 4. bölümde sunulacak ve 5. Bölüm ise sonuç ve politika önerileri ile tamamlanacaktır.

Literatür İncelemesi

Bu bölüm, göçmen döviz transferleri ile çevresel bozulma üzerine yapılan önceki çalışmaların incelenmesini kapsamaktadır. Bu inceleme hem zaman serisi hem de ülkeler arası çalışmaları kapsamaktadır.

Göçmen döviz transferleri ve çevresel bozulma arasındaki simetrik bağlantıyı ele alan çalışmalardan başlayarak, Yang vd. (2021), Brezilya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika'nın dahil olduğu BICS ülkelerinde 1990 ile 2016 yılları arasında göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izi ile temsil edilen çevresel kalite üzerindeki etkisini DOLS ve FMOLS teknikleri ile incelemişler ve göçmen döviz transferlerinin çevresel kaliteyi kötüleştirdiğini bulmuşlardır. Umair vd. (2023), 1991-2018 yılları arasında en çok göçmen döviz transferleri alan 50 ülke için CO₂ emisyonları ve ekolojik ayak izi perspektifinden göçmen döviz transferleri, ekonomik büyüme, yenilenebilir ve yenilenemez enerjinin çevresel bozulma üzerindeki etkisini PM-ARDL, FMOLS ve DOLS teknikleri ile incelemişlerdir. Bulgular, uzun vadede göçmen döviz transferlerinin hem CO₂ emisyonları hem de ekolojik ayak izini arttırarak çevresel bozulmaya katkı sağladığını göstermektedir. Başka bir çalışmada Li vd. (2022), 1980-2020 dönemi boyunca Gana'da göçmen döviz transferlerinin çevre kalitesine zarar verip vermediğini FMOLS, DOLS ve CCR tekniklerini kullanarak incelemişler ve göçmen döviz transferlerinin yüksek CO₂ emisyonları yoluyla Gana'daki ekolojik kaliteyi kötüleştirdiğini bulmuşlardır. Olajuwon (2024), 1990 ile 2021 yılları arasında 19 Afrika ülkesi için göçmen döviz transferleri ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi AMG ve CCEMG teknikleriyle incelemiştir. Bulgular, göçmen döviz transferlerinin Afrika'daki çevresel sürdürülebilirliğe zarar verdiğini göstermektedir. Ozaahin & Ucler (2025), 1975-2022 dönemini kapsayan doğrusal olmayan zaman serisi yöntemlerini kullanarak Hindistan'da göçmen döviz transferlerinin çevre kalitesinin bir göstergesi olan ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Ampirik sonuçlar, göçmen döviz transferlerinin Hindistan'da kısa ve uzun vadede çevresel kirliliğe katkıda bulunduğu ve çevre kalitesini bozduğunu göstermektedir. Sonuçlara dayanarak, Hindistan'da döviz transferlerinin enerji verimli ürünlere ve çevre dostu yatırımlara olan talebi desteklemek için yararlı bir politika aracı olarak kullanılmasını önermektedirler.

Sadekin (2025), 2000-2021 yılları arasındaki veriler üzerinde panel ARDL ve MMQR çerçevelerini kullanarak Güney Asya ülkelerinde döviz transferlerinin, küreselleşmenin, kentleşmenin ve elektrik tüketiminin ekolojik ayak izi üzerindeki kısa ve uzun vadeli dinamiklerini incelemiştir. Bulgular, döviz transferlerinin ekolojik ayak izini azaltarak çevre kalitesini yükselttiğini göstermektedir. Arogundade vd. (2022), göçmen transferlerinin 22 Afrika ülkesinin çevresel performans göstergesi üzerindeki ilişkisini araştırmışlardır. Bulgular, döviz transferlerinin çevresel kaliteyi arttırdığını göstermektedir. Usama vd. (2020), Etiyopya'da 1981'den 2015'e kadar olan yıllık veriler üzerinde ARDL modelini kullanarak göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulmayı azalttığını, çünkü döviz transferi alan ailelerin dikkatini yenilenebilir enerji elektriği tüketimine kaydırıldığı sonucuna ulaşmışlardır. Yakın zamanda gerçekleştirilen çalışmalardan birinde Biyase vd. (2026), 1990-2020 yılları arasında dokuz büyük havale alan ülkede (Bangladeş, Çin, Mısır, Fransa, Almanya, Hindistan, Meksika, Nijerya ve Pakistan) panel ARDL tahmin yöntemiyle uzun vadede göçmen transferlerinin ekolojik ayak izini önemli ölçüde azaltarak çevresel kaliteyi arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Elde edilen bu bulguların, göçmen döviz transferlerinin çevresel sürdürülebilirliği destekleyebileceğine dair uzun vadeli kanıtları güçlendirmekle kalmaması gerektiğini, politika yapıcılara bu transferlerin yeşil yatırımlara ve farkındalık girişimlerine yönlendirmeleri gerektiğini önermektedirler.

İncelenen çalışmalara göre, göçmen döviz transferleri ile çevresel bozulma arasındaki bağlantı konusunda araştırmacılar arasında fikir birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalar olumlu bağlantılar bulurken, diğerleri olumsuz bağlantılar bulduğu için ampirik bulguların karışık olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, az sayıda çalışma göçmen döviz kaynaklı EKC hipotezinin

geçerliliğini test etmiştir. Bu çalışmalardan birinde Biyase vd. (2024), Güney Afrika Gümrük Birliği (SACU) bölgesinde en çok göçmen döviz transferi alan ülkelerde CS-ARDL yöntemi ile değiştirilmiş EKC hipotezinin geçerliliğini araştırmışlardır. Elde edilen bulgular, göçmen döviz transferlerinin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisinin pozitif, döviz transferlerinin karesinin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisinin ise negatif olduğunu ortaya koymuştur. Başka bir çalışmada Yadou vd. (2024), 2000-2021 yılları arasında 30 Afrika ülkesinde iki aşamalı en küçük kareler (2SLS) yöntemi ve kantil yöntemi kullanarak göçmen döviz transferleri ile çevresel bozulma arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi incelemişlerdir. Biyase vd. (2024) ile aynı bulgulara ulaşan Yadou vd. (2024) göçmen transferlerinin ilk önce çevresel bozulmaya sebep olduğunu ancak artan göçmen transferlerinin çevresel kaliteyi arttırdığını ifade etmişlerdir. Benzer sonuçlara Brown vd. (2020) ve Biyase & Kirsten (2025)'in çalışmalarında da görmek mümkündür. Her iki araştırmada da göçmen döviz transferleri kaynaklı EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, göçmen döviz transferleri kaynaklı EKC hipotezinin geçerliliğinin test edildiği mevcut çalışmaların azlığı göçmen döviz transferleri ile çevresel bozulma arasındaki ilişkinin Sahra-Altı Afrika ülkeleri özelinde daha detaylı olarak incelenmesini gerektirmektedir.

Metodoloji

Veri ve Model

Çalışma verileri ve model bu bölümde ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Araştırma, verilerine ulaşılabilen 23 Sahra-Altı Afrika ülkeleri için 2008'den 2023 yılına kadar uzanan yıllık panel verilerini kullanmaktadır. Analizin süresi daha fazla ülkenin incelenebilmesi, bazı Sahra- Altı Afrika ülkelerinde eksik gözlemlerin olması ve veri bütünlüğünün sağlanmasından dolayı 2008-2023 yılları için oluşturulmuştur. Analiz edilen ampirik veriler şunları içermektedir: “Ekolojik Ayak İzi” değişkeni modelde bağımlı değişken olarak seçilmiş ve çevresel sürdürülebilirliğin bir göstergesi olarak dikkate alınmıştır. Küresel kişi başına düşen hektar cinsinden ölçülen bu değişkene ait veriler “Küresel Ekolojik Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network)” veri tabanından elde edilmiştir. “Ekolojik Ayak İzi”, bir toplumun veya ülkenin gereksinim duyduğu doğal kaynakların kapsamını ve bu kaynakların kullanımının çevre üzerindeki sonuçlarını açıklayan önemli bir ölçüt görevi görmektedir (Ayvaz Güven, 2026, s. 2193). Bağımsız değişkenler olan göçmen döviz transferleri (REM), ekonomik büyüme (GDP), doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) ve nüfusa ait veriler ise “Dünya Bankası'nın Dünya Kalkınma Göstergeleri (World Development Indicators)” veri tabanından toplanmıştır. REM bağımsız değişkeni, yerleşik hanehalkları tarafından yerleşik olmayan hanehalklarına yapılan veya onlardan alınan tüm cari nakit veya aynı transferlerden oluşmaktadır (Dünya Bankası, 2025). Gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), ülke sınırları içerisinde bir muhasebe dönemi (genellikle 1 yıl) boyunca mal ve hizmet üretiminden elde edilen toplam gelir ifade etmektedir. GSYİH'nin toplam nüfusa bölünmesiyle elde edilen kişi başına düşen gelir çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerden olan ekonomik büyüme (GDP) göstergesidir. DYY, yatırımcının kendi ekonomisinden farklı bir ekonomide faaliyet gösteren bir işletmede kalıcı bir yönetim payı edinmek için yapılan net yatırım girişlerini ifade etmektedir (Dünya Bankası, 2025). Son olarak modele dahil edilen NUF bağımsız değişkeni, yasal statü veya vatandaşlık durumuna bakılmaksızın tüm sakinleri sayan fiili nüfusu yani toplam nüfusu ifade etmektedir (Dünya Bankası, 2025). Çalışmada kullanılan değişkenlere ait temel bilgiler (değişken adı, kısaltma, açıklama, kaynak ve beklenen etkileri) Tablo 1'de detaylı olarak yer almaktadır.

Bu çalışmanın iki temel amacı vardır: Birincisi, göçmen döviz transferlerinin çevresel kalite üzerindeki etkisini incelemek; ikincisi, göçmen dövizleri kaynaklı EKC'yi (döviz transferleri ve ekolojik ayak izi arasındaki ters ilişki) araştırmaktır. Göçmen döviz transferleri ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişki Denklem (1)'de gösterilmiştir. Denklem, ilgili kontrol değişkenlerinin dahil edilmesiyle Sahra-Altı Afrika ülkelerinde döviz girişlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini

değerlendirmek için bir çerçeve sunmaktadır. Denklem (1), Biyase vd., (2024) ve Yadou vd. (2024)'nın modelinden türetilmiştir. Ayrıca, modele çevresel sürdürülebilirliğe etki eden ve birçok çalışmada yer alan doğrudan yabancı yatırım ve nüfus gibi bazı kontrol değişkenler de dahil edilmiştir:

$$EF = f(REM, REM^2, GDP, DYY, NUF) \quad (1)$$

Denklem (1)'de EF ekolojik ayak izini (küresel kişi başına düşen hektar), REM ve REM² sırasıyla göçmen döviz transferlerini (cari ABD doları) ve göçmen döviz transferlerinin karesini, GDP kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'yı (GSYİH) (sabit 2015 ABD doları), DYY doğrudan yabancı yatırımları (GSYİH'nin yüzdesi) ve NUF ise toplam nüfusu ifade etmektedir.

Denklem (1)'de temsil edilen fonksiyonel formlar, Denklem (2)'deki ekonometrik modelin logaritmik formunda ifade edilmektedir. DYY değişkeni hariç tüm değişkenlere ait veriler logaritmik forma dönüştürülmüştür. DYY değişkeni negatif değerler içerdiğinden, gözlemlerin dışlanması önlemek amacıyla logaritmik dönüşüm uygulanmamıştır. Bu, tutarlılığı artırmayı ve daha doğru, güvenilir ve etkili ampirik bulgular elde etmeyi amaçlamaktadır (Dai vd., 2024, s.455).

$$LEF_{it} = \beta_0 + \beta_1 LREM_{it} + \beta_2 LREM_{it}^2 + \beta_3 LGDP_{it} + \beta_4 DYY_{it} + \beta_5 LNUF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Burada i alt indisi, panel veri analizine dahil edilen Sahra-Altı Afrika ülkelerinin (23 ülke) bir kesitini temsil ederken; t, bu çalışmada dikkate alınan yıl sayısını (2008-2023) göstermektedir. β_0 kesişim parametresidir; β_k (K=1,2,3,4,5) ise tahmin edilecek olan LEF'nin tahmini için parametrelerdir. Çalışmanın temel amacını oluşturan göçmen döviz transferleri ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi açıklayan β_1 katsayısının işaretinin pozitif ($\beta_1 > 0$) olması beklenmektedir. Bununla birlikte, göçmen döviz kaynaklı EKC hipotezinin Sahra-Altı Afrika ülkelerinde geçerli olabilmesi için ($\beta_1 > 0$) ve ($\beta_2 < 0$) olmalıdır. Bu sebeple, çalışmada $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ beklenmektedir.

Tablo 1: Değişkenlerin Açıklaması

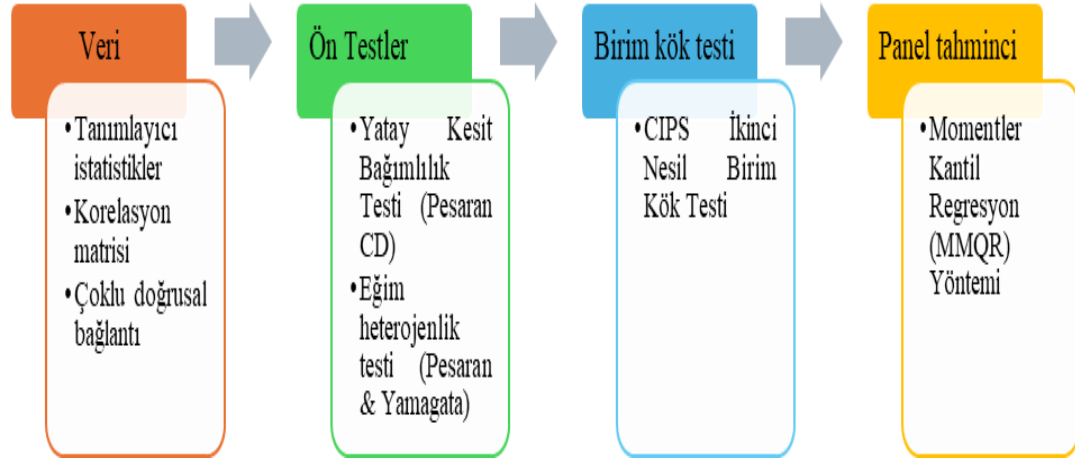
Değişken	Kısaltma	Açıklama	Kaynak	Beklenen işaret
Ekolojik Ayak İzi	EF	Küresel kişi başına düşen hektar	Küresel Ekolojik Ayak İzi Ağı (2025)	-
Göçmen Döviz Transferleri	REM	Alınan göçmen döviz transferleri (Cari ABD doları)	Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (2025)	(+)
Göçmen Döviz Transferlerinin Karesi	REM ²	Alınan göçmen döviz transferlerinin karesi (Cari ABD doları)	Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (2025)	(-)
Ekonomik Büyüme	GDP	Kişi başı gelir (sabit 2015 ABD doları)	Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (2025)	(+)
Doğrudan Yabancı Yatırımlar	DYY	Net girişler (GSYİH'nin yüzdesi)	Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (2025)	(+/-)
Nüfus	NUF	Toplam Nüfus	Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (2025)	(+/-)

Ekonometrik Tahmin

Bu çalışmada, Denklem (2)'yi tahmin etmek için 5 adım kullanılmaktadır. İlk olarak, ortalama, standart hata, minimum, maksimum, gözlem sayılarını içeren tanımlayıcı istatistikler, değişkenlere ait korelasyon matrisi ve çoklu doğrusal bağlantının varlığını ortaya koyan varyans büyüme faktörü (VIF) gerçekleştirilecektir. Daha sonra, yatay kesit bağımlılığı (CSD) testi yapılacaktır. Üçüncü aşamada, eğitim heterojenliği testi uygulanacaktır. Eğitim heterojenliği testini

takiben, paneller arasında verilerde mevcut olan bağımlılıkları yakalamak için bir birim kök testi gerçekleştirilecektir. Son olarak, göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulma üzerindeki etkisini tahmin etmek için MMQR modeli kullanılacaktır.

Şekil 2: Tahmin Stratejisinin Adımları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Ampirik Bulgular

Tanımlayıcı İstatistikler, Korelasyon Matrisi ve Çoklu Doğrusal Bağlantı

Tablo 2, bu çalışmada kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerini göstermektedir. İlgili değişkenlere ilişkin istatistikler, ekolojik ayak izinin (LEF) ortalama değerinin 0,3588, standart sapmasının ise 0,4216, minimum ve maksimum değerlerinin sırasıyla -0,2357 ve 1,4374 olduğunu; göçmen döviz transferlerinin (LREM) ortalama değerinin 19,5231, standart sapmasının 1,8755, minimum ve maksimum değerlerinin ise 11,9975 ve 23,9142 olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda, gözlem sayısının bütün değişkenlerde eşit ve 368 (N:23, T:16) olması kurulan modelin dengeli bir panel veri setinden oluştuğunu göstermektedir.

Tablo 2: Açıklayıcı İstatistikler

Değişkenler	Gözlem sayısı	Ortalama	Standard Hata	Minimum	Maksimum
LEF	368	0,3588	0,4216	-0,2357	1,4374
LREM	368	19,5231	1,8755	11,9975	23,9142
LREM ²	368	384,6623	71,1661	143,9415	571,8888
LGDP	368	7,3425	0,8344	6,0441	9,3368
DYY	368	3,9791	9,3363	-8,7669	103,3374
LNUF	368	16,3510	1,2846	13,9090	19,2443

Tablo 3, değişkenler arasında korelasyon ilişkisini göstermektedir. Bağımlı değişken olan ekolojik ayak izi (LEF) ile ekonomik büyüme (LGDP) arasındaki ilişki pozitif yönde iken, LEF ile göçmen döviz transferleri (LREM), doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) ve nüfus (LNUF) arasındaki korelasyon ilişkisi ise negatif yöndedir. LEF ile LGDP arasındaki pozitif (0,7117) ve anlamlı ilişki, daha yüksek ekonomik aktivitenin çevresel bozulmanın artmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Öte yandan, LREM, DYY ve LNUF ile LEF arasındaki negatif korelasyon, daha yüksek göçmen döviz transferleri ve doğrudan yabancı yatırım girişlerinin ve artan nüfusun daha düşük ekolojik ayak izine yol açabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 3: Korelasyon Matrisi

	LEF (1)	LREM (2)	LGDP (3)	DYY (4)	LNUF (5)
(1)	1.0000				
(2)	-0,2759	1.0000			
(3)	0,7117	-0,2683	1.0000		
(4)	-0,0109	0,0311	-0,1899	1.0000	
(5)	-0,5226	0,5515	-0,2721	-0,1354	1.0000

Tablo 4, değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı probleminin varlığını test eden varyans büyütme faktörüne (VIF) ait sonuçları göstermektedir. Bulgular, analizde kullanılan bütün değişkenlerin ve ortalama VIF (1,32) değerinin 10'dan küçük olduğunu göstermektedir. Bu, modelde çoklu doğrusallık konusunda ciddi bir sorun olmadığını göstermektedir (Akpanke vd., 2024, s.15295).

Tablo 4: VIF testi

Değişkenler	VIF	1/VIF
LNUF	1,55	0,646805
LREM	1,48	0,674406
LGDP	1,16	0,860759
DYY	1,09	0,917471
Mean VIF	1,32	

Yatay Kesit Bağımlılığı (CSD) Testi

Panel veri analizinin en büyük sorunlarından biri, yatay kesit bağımlılık (CSD) sorunudur. Ekonometrik analizlerde, bir değişkenden diğerine gelen bir şokun birimleri etkilemesi nedeniyle seriler arasında CSD sorunu olabilmektedir (Dam vd., 2024, s.5). CSD sorunu, panel veri setindeki kesitsel birimler arasında coğrafi faktörler, kaynak donanımı, ticaret, yasalar, kültür ve diğer faktörler açısından yakın benzerliklerden kaynaklanmaktadır (Olajuwon, 2024, s.31). Panel verilerde CSD'yi hesaba katmamak, tahmin sonuçlarını etkileyebilmektedir (Baltagi vd., 2007). Bu nedenle, bireysel değişkenlerin bağımlılık gösterip göstermediğini belirlemek için Pesaran (2004) CD testi kullanılmaktadır. Pesaran (2004) CD testi, farklı değişken uzunluklarına uygulanabilir olduğu için diğer CSD testlerinden üstündür (Biyase vd., 2024, s.4). Pesaran'ın CD testi için sıfır hipotezi "yatay kesit bağımlılığı yoktur" ve şu şekilde tanımlanmıştır:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (3)$$

Tablo 5, Pesaran'ın CD test istatistiklerinin sonuçlarını göstermektedir ve %1 anlamlılık düzeyinde, yatay kesit bağımlılığı yoktur hipotezi reddedilmiştir. Bu nedenle, seriler arasında bir tür kesitsel bağımlılığın var olduğu doğrulanmıştır. Bir diğer ifadeyle, LEF, LREM, LREM², LGDP, DYY ve LNUF gibi değişkenler, yatay kesit bağımlılığının güçlü kanıtlarını sergilemektedir (CD testi değerleri 0,000'luk p değerleriyle anlamlıdır). Bu durum, ekonomik yapıları benzer olan ve çoğunlukla politikaları ortaklaşa uygulanan aynı bölgesel bloklara ait olan bu çalışmaya dahil edilen Sahra-Altı Afrika ülkeleri için geçerlidir.

Tablo 5: CSD testi

Değişkenler	CD-test	Olasılık (p-değeri)
LEF	14,798	0,000
LREM	25,103	0,000
LREM ²	24,874	0,000
LGDP	24,685	0,000
DYY	5,418	0,000
LNUF	61,385	0,000

Eğim Heterojenliği Testi

Serideki eğitim heterojenliğinin belirlenmesi, panel verilerinde ikinci önemli konudur. Veri kümesinde CSD'nin varlığı göz önüne alındığında, değişkenlerin eğitim katsayıları kesitsel birimler arasında farklılık gösterebileceğinden ve bunu hesaba katmamak modelde yanlış esneklik tahminlerine yol açacağından eğitim heterojenliği de belirlenmelidir (Munir vd., 2020). Sahra-Altı Afrika ülkelerinin ekonomik yapısındaki değişkenlik nedeniyle, eğitimlerin heterojenliğini incelemek önemlidir. Eğitim heterojenliğini test etmek için bu çalışma, Pesaran & Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testlerini kullanmaktadır. Bu test, panel ülkelerinden birindeki değişimin diğerlerini aynı düzeyde etkileyip etkilemediğini araştırmaktadır (Ertürkmen & Konuk, 2025, s.326; Nuta vd., 2024, s.18691). Delta testi iki aşamalı ($\tilde{\Delta}_{SH}$ ve $\tilde{\Delta}_{ASH}$) bir testtir. Bu testin temel hipotezi, eğitim katsayıları homojendir şeklinde iken, alternatif hipotezi ise eğitim katsayıları heterojendir şeklinde kurulmaktadır (Ertürkmen & Konuk, 2025, s.326). Bu test istatistiklerinin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$\tilde{\Delta}_{SH} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (4)$$

$$\tilde{\Delta}_{ASH} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-E(\tilde{z}_{it})}{\sqrt{var(\tilde{z}_{it})}} \right) \quad (5)$$

Tablo 6'daki sonuçlar hem orijinal ($\tilde{\Delta}_{SH}$) hem de ayarlanmış testler ($\tilde{\Delta}_{ASH}$) için Delta istatistik değerlerinin gösterdiği gibi, veri setinde eğitim heterojenliğine dair kanıt olduğunu göstermektedir. Düşük olasılık (p) değerleri (sırasıyla 0,000 ve 0,000), kesitsel birimler arasında homojen eğitimler hipotezinin reddedilebileceğini göstermektedir. Bu, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin veri setindeki birimler arasında farklılık gösterdiği anlamına gelmektedir. Bir diğer ifadeyle, Sahra-Altı Afrika ülkelerinin ekonomik yönden farklılık gösterdiğini ve herhangi bir Sahra-Altı Afrika ülkesinde meydana gelen bir şokun ya da değişimin diğer Sahra-Altı Afrika ülkelerini farklı ölçüde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 6: Eğitim Heterojenlik Testi

Test	Test değeri	Olasılık değeri (p-value)
$\tilde{\Delta}_{SH}$	6,948***	0,000
$\tilde{\Delta}_{ASH}$	9,265***	0,000

***, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Birim Kök Testi

Tablo 5 ve Tablo 6'dan elde edilen CSD ve eğitim heterojenliğine dair kanıtlar, birinci nesil birim kök testlerinin uygulanmasının mümkün olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, ikinci nesil bir birim kök testlerinden olan, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen kesitsel olarak genişletilmiş Im-Pesaran-Shin (CIPS) testi kullanılmıştır. CIPS testi yatay kesit bağımlılığını ve heterojenliği dikkate alarak ülke bazlı sonuçların da elde edilmesine imkân vermektedir (Açıkgöz & Öncel, 2024). CIPS birim kök testi şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (6)$$

CIPS'e dayalı birim kök testinin sonuçları Tablo 7'de raporlanmıştır. CIPS, yatay kesit bağımlılığının varlığında entegrasyon derecesini belirlemek için kullanışlıdır. Bulgular, bütün değişkenlerin (LEF, LREM, LREM², LGDP, DYY ve LNUF) düzeyde durağanlık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 7: Panel birim kök testi (CIPS)

Sabit + Trendli		
Değişkenler	Düzyey I (0)	Birinci Fark I (1)
LEF	-2,973***	-4,572***
LREM	-2,865***	-4,129***
LREM ²	-2,857***	-4,176***
LGDP	-2,629*	-2,976***
DYY	-3,159***	-5,063***
LNUF	-2,863***	-1,176
Kritik Değerler	%10: -2,58, %5: -2,67, %1: -2,83	

***, %1; *, %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

MMQR Tahmin Sonuçları

Uzun vadeli katsayıları tahmin etmek için çok sayıda ekonometrik yöntem bulunmaktadır; panel FMOLS, DOLS, GMM ve diğerleri dahil olmak üzere, doğrusal olmayanlığı tespit etme yetenekleri sınırlıdır ve bu da potansiyel olarak verimsiz tahminlere yol açabilmektedir (Zheng vd., 2023). İlk olarak Machado & Silva (2019) tarafından ortaya atılan MMQR tahmincisi, panel veri analizindeki çeşitli zorlukların üstesinden gelmekte ve PMG-ARDL ve CS-ARDL gibi önceki tekniklerden daha iyi performans göstermektedir. Bu nedenle, MMQR kullanımı, verilerin normal dağılım göstermemesi, CSD, aykırı değerler, heterojenlik, heretokedasite ve endojenlik nedeniyle ortaya çıkabilecek yanıltıcı sonuçları önlemeye yardımcı olmaktadır (Ayad vd., 2025, s.1305). Ayrıca, MMQR yöntemi, açıklayıcı değişkenlerin farklı ekolojik ayak izi seviyelerindeki etkisini belirlemeye olanak tanıyarak, düşük, orta ve yüksek ekolojik ayak izi seviyelerindeki etkileri yakalayarak sonuçların sağlamlığını arttırmaktadır. Başka bir ifadeyle, bu yaklaşım, farklı ekolojik ayak izi yoğunluklarına sahip ülkelerde açıklayıcı değişkenlerin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerin tahmin edilmesini sağlamaktadır.

Tablo 8'deki MMQR sonuçları, göçmenlerden gelen döviz transferlerinin (LREM) ekolojik ayak izi (LEF) üzerinde yıkıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Gerçekten de döviz transferi; büyüme ve sanayileşme üzerindeki etkisi de dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar aracılığıyla etki etmektedir. LREM katsayısının LEF üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır; bu da göçmen döviz transferlerinin Sahra-Altı Afrika'daki çevre için zararlı olduğunu göstermektedir. LREM'in çevre kalitesini azaltıcı etkisi düşük kantillerden yüksek kantillere doğru gidildikçe daha fazla hissedilmektedir. Örneğin, 0,25 kantilde, LREM'de meydana gelecek her %1'lik artış çevresel bozulmayı (LEF) %0,262 oranında arttırırken, bu oran 0,50 kantilde %0,409, 0,75 kantilde %0,571 ve son olarak en yüksek kantil olan 0,95'te ise %0,797 oranına kadar arttırmaktadır. Bulgular, Zhang vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen en çok göçmen döviz transferi alan 10 ülkenin, Karasoy (2022) tarafından gerçekleştirilen Mısır'ın, Kenya'daki ekolojik ayak izini bağımlı değişken olarak alan Biyase & Kirsten (2025)'in ve Jafri vd. (2022)'nin Çin için elde edilen bulgularını doğrulamaktadır. Bu bulguların benzerliği, yıllar içinde artan göçmen döviz girişine maruz kalan bu bölgelerin hala fosil yakıtlara büyük ölçüde bağımlı olmaları ve ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında bir denge kurmaya ve geçiş yapmaya istekli olmamalarından kaynaklanmaktadır (Olajuwon, 2024, s.36). Gerçekten de göçmen döviz transferleri, finansal kalkınma, büyüme ve sanayileşme de dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar aracılığıyla çevresel bozulmayı artırabilmektedir (Asongu & Odhiambo, 2020, ss.98-99; Efobi vd., 2019, s.55). Aynı zamanda, göçmenlerden gelen döviz transferleri hane halkı tüketimini arttırmaktadır (Eftimoski & Josheski, 2021, s.1893; Zarate-Hoyos, 2004, s.559). Bu da bir ölçüde ya artan talep yoluyla döviz transferi alan ülkelerin sanayileşmesini hızlandırmakta ya da ithal mallara bağımlılığı arttırmaktadır (Yadou vd., 2024, s.4). Sonuç olarak, bu durum kontrol edilmezse çevresel bozulmaya yol açmaktadır.

Öte yandan MMQR bulguları, bütün kantillerde LREM² ile LEF arasındaki ilişkinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu, göçmen döviz transferleri arttıkça ekolojik ayak izinin Sahra-Altı Afrika ülkelerinde azaldığını ortaya koymaktadır. Düşük kantillerden yüksek kantillere doğru gidildikçe göçmen döviz transferlerinin artışı ile çevre kalitesi daha fazla artış göstermektedir. Örneğin, 0,25 kantil düzeyinde LREM²'de meydana gelecek %1'lik bir artış ekolojik ayak izini %0,006 oranında azaltırken, bu oran 0,95 kantil düzeyinde %0,021 oranına yükselerek çevresel kaliteyi daha fazla arttırmaktadır. Ayrıca bulgular, göçmen döviz transferlerinin (LREM) ekolojik ayak iziyle pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu, göçmen döviz transferlerinin karesinin (LREM²) ise negatif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Doğrusal olmayan bu yapı, Brown vd. (2020) bulgularıyla tutarlı olarak açık bir ters U şeklinde bir yörünge sergilediği anlamına gelen değiştirilmiş çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Başlangıçta, göçmen döviz transferlerindeki artış, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde daha yüksek çevresel bozulmaya yol açmaktadır. Bu da göçmen döviz transferlerinden kaynaklanan daha yüksek tüketim seviyeleriyle ilişkilidir. Daha yüksek tüketim ise daha fazla enerji tüketimine ve karbon emisyonlarına dönüşmektedir (Biyase vd., 2024, s.6). Ancak belirli bir dönüm noktasından sonra, göçmen döviz transferlerinin daha fazla artışı ekolojik ayak izinde azalmaya sebep olmakta ve çevre kalitesini artırmaktadır. Bir diğer ifadeyle, yükselen göçmen döviz transferlerinin başlangıçta tüketim odaklı kirliliğe yol açtığını, ancak daha yüksek seviyelerde döviz transferlerinin giderek sürdürülebilir yatırımlara yönlendirildiğini ve daha temiz bir çevreye geçişi kolaylaştırdığını göstermektedir. Bu, daha yüksek göçmen döviz transferlerinin çevresel bozulmayı azaltarak sürdürülebilirliğe katkı sağladığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, Yadou vd. (2024), Biyase vd. (2024) ve Biyase & Kirsten (2025) tarafından elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Aynı zamanda bu çalışmada, göçmen döviz transferleri ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin pozitiften negatife geçiş yaptığı dönüm noktası belirlenmeye çalışılmıştır. Tablo 8, ilişkinin her kantilde bir dönüm noktasıyla (0,25'te 21,625, 0,50'de 19,877, 0,75'te 19,089 ve 0,95'te 21,625) karşılaştığını göstermektedir. Bu dönüm noktasından sonra, göçmen döviz transferlerinde %1'lik bir artış, ekolojik ayak izinde %0,006 ile %0,0215 arasında bir azalmaya yol açarak çevresel kalite düzeyini yükseltmektedir.

Bulgular, ekonomik büyümeyle (LGDP) ilişkili katsayının bütün kantillerde pozitif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkisi düşük kantillerden yüksek kantillere doğru gidildikçe artmaktadır. Bu da Sahra-Altı Afrika ülkelerinde ekonomik büyümenin çevreye zararlı olduğunu göstermektedir. Gerçekten de düşük gelirli ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda ekonomik büyüme, çevresel bozulma pahasına gerçekleşmektedir. Çünkü çoğu Afrika ülkesi yoksullukla, işsizlikle, siyasi istikrarsızlıkla, ekonomik verimlilikle ve yerel üretimin artırılmasıyla mücadeleye öncelik verirken, çevresel sürdürülebilirliğe çok az önem vermektedir (Olajuwon, 2024, s.37). MMQR tahmincisinden elde edilen ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki olumsuz etkisine yönelik bulgular, Ahmad vd. (2020), Umair vd. (2023), Yang vd. (2021), Sadekin (2025), Oprea vd. (2025) ve Mohamed vd. (2025) tarafından elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Sonuç olarak, ekonomik büyüme çevresel kirlilik pahasına da olsa Sahra-Altı Afrika ülkelerinde sürdürülmektedir.

Tablo 8: MMQR sonuçları

Değişken	Location	Scale	Kantiller			
			0,25	0,50	0,75	0,95
LREM	0,41853*** (0,098412)	0,17037*** (0,060887)	0,26296** (0,107002)	0,40948*** (0,098481)	0,57191*** (0,119102)	0,79798*** (0,181821)
LREM ²	-0,01056*** (0,002646)	-0,00490*** (0,0016376)	-0,00608** (0,002878)	-0,01030*** (0,002650)	-0,01498*** (0,003205)	-0,02150*** (0,004907)
LGDP	0,36027*** (0,025161)	0,08544*** (0,015567)	0,28225*** (0,027522)	0,35573*** (0,025495)	0,43719*** (0,030870)	0,55056*** (0,049533)
DYY	0,00277*** (0,001589)	0,00162* (0,000983)	0,00128** (0,001726)	0,00269* (0,001586)	0,00424** (0,001917)	0,00640** (0,002887)
LNUF	-0,10295*** (0,017790)	0,05454 (0,011006)	-0,15275** (0,019432)	-0,10584*** (0,017971)	-0,05384** (0,021749)	0,01852 (0,034465)
Sabit	-4,71962*** (1,200234)	-2,76811*** (0,74258)	-2,19216* (1,30704)	-4,57271*** (1,205272)	-7,21166*** (1,458222)	-10,88464*** (2,259599)
Dönüm Noktası	19,816	17,384	21,625	19,877	19,089	18,557
Gözlem	368	368	368	368	368	368

***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Parantez içerisindeki rakamlar standart hataları göstermektedir.

Doğrudan yabancı yatırım (DYY) katsayısına ilişkin olarak, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde çevresel kirlilik üzerinde önemli bir pozitif etkisi vardır. Bu pozitif etki bütün kantillerde istatistiksel olarak anlamlılık göstermekte ve yüksek kantillere doğru gidildikçe de etkisi artmaktadır. Daha özel olarak, DYY'deki %1'lik bir artış, çevresel bozulmada 0,25 kantil düzeyinde %0,0012 oranında, 0,50 kantilde %0,0027, 0,75 kantilde %0,0424 ve son olarak 0,95 kantil düzeyinde ise %0,0064 oranında artışa yol açacaktır. Bu bulgular ayrıca “kirlilik cenneti hipotezini” de desteklemektedir. DYY'nin çevresel bozulma üzerindeki bu etkisi, ticaret açıklığı ve yabancı yatırım akışlarının serbest akışına ilişkin korkuları doğrulamaktadır. Çokuluslu firmalar (ağır veya kirliliğe neden olan endüstriler), ülkenin çevresel düzenlemeleri daha az katı ve zayıf olduğu için DYY yoluyla gelişmiş ülkelere hareket etmektedir (Jahanger 2021, s.18977; Yang vd. 2020, s.1322). Bu, ekonomik yönden katkı sağladığı düşünülen DYY'lerin aslında Sahra-Altı Afrika ülkelerinde çevresel kaliteyi azalttığını ve çevresel kirliliğine sebep olduğunu ortaya koymaktadır. DYY'nin çevresel bozulmaya neden olduğuna yönelik elde edilen bulgular, Al Numan vd. (2025), Apergis vd. (2023), Shahbaz vd., (2018), Bulut vd. (2021), Uğur (2022), Balli vd. (2023)'nin bulgularıyla da örtüşmektedir.

Son olarak, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde nüfusun (LNUF) çevre üzerindeki etkisinin 0,95 kantil düzeyi hariç diğer kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu ülkelerde, nüfus yoğunluğu kişi başına düşen ekolojik ayak izini azaltarak çevreyi iyileştirmektedir. Bu durum, göçmen döviz transferlerinin ekonomik refahı ve kalkınmayı artırmada önemli bir rol oynadığını ve bireylerin zaman içinde daha bilinçli ve çevreye karşı daha duyarlı hale geldiğini göstermektedir. Hatta, göçmenlerin sadece para değil, aynı zamanda ev sahibi ülkelerde benimsenen fikirleri, bilgiyi ve standartları da kendi ülkelerine aktardığı kabul edilebilir (Yadou vd., 2024, s.5). Bulgular, OECD ülkeleri özelinde Dam vd. (2024), Çabaş vd. (2025) ve yükselen Avrupa ülkeleri için Nuta vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla uyumludur.

Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışma, 2008-2023 dönemi boyunca Sahra-Altı Afrika ülkelerinde göçmen döviz transferlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini incelerken, döviz kaynaklı EKC hipotezinin geçerliliğini de test etmektedir. Ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve nüfusun kontrol değişkeni olarak kullanıldığı model MMQR tahmincisi ile analiz edilmiştir. Bulgular, bütün kantillerde göçmenlerden gelen dövizlerin Sahra-Altı Afrika'da ekolojik ayak izi arttırarak çevresel

kalitenin kötüleştiğini göstermektedir. Dahası, döviz kaynaklı çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin doğrulandığı görülmektedir. Dolayısıyla, göçmenlerin döviz transferleri ne kadar artarsa, ekolojik ayak izi de o kadar iyileşmektedir. Bununla birlikte, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulmaya sebep olduğunu, buna rağmen nüfusun 0,95 kantil hariç çevresel bozulmayı azaltarak çevre kalitesini olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır.

Çalışma, Sahra-Altı Afrika ülkelerinde enerji geçişi için bir finansman mekanizması olarak döviz transferlerinin potansiyelini vurgulayarak, bu akışları daha geniş çevre politikalarına entegre etme fırsatı sunmaktadır. Sahra-Altı Afrika bölgesindeki politika yapıcılar, finansal araçlar ve teşvikler oluşturarak, göçmen döviz transferlerinin uzun vadeli çevre dostu yatırımlar için kullanılmasını teşvik etmelidir. Bu, çevre dostu teknolojiler, sürdürülebilir tarım yöntemleri ve çevreye minimum etki edecek şekilde tasarlanmış konutlar için finansal yardımı içerebilir. Göçmen döviz transferlerini çevresel sürdürülebilirlik için kullanarak, Sahra-Altı Afrika ülkeleri daha temiz enerji kullanımını artırabilir, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltabilir ve küresel sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyum sağlayabilir. Sonuç olarak, bu çalışma yalnızca Sahra-Altı Afrika ülkeleri bağlamında göçmen döviz transferleri kaynaklı EKC hipotezini doğrulamakla kalmayıp, göçmen döviz transferlerini çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma için bir hızlandırıcı olarak konumlandırmaktadır. Bulgular, göçmen döviz transferlerinin sadece finansal transferler olarak değil, Sahra-Altı Afrika ülkelerinin yeşil ekonomisine yönelik stratejik yatırımlar olarak görüldüğü bir paradigma değişimine işaret etmektedir. Bununla birlikte, göçmen dövizlerinden elde edilen gelirlerin ekonomik refahı ve kalkınmayı artırmada önemli bir rol oynadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Göçmen döviz transferlerinin uzun vadede bireylerin zaman içinde daha bilinçli olmalarını sağlayabilmek için eğitim sektörüne aktarımı sağlanmalı, bu sayede okullaşma oranının artışı sağlanarak beşerî sermayeyi arttırmaya yönelik politikalar geliştirilmelidir. Çevresel bozulma pahasına ekonomik büyümeyi sürdürme politikaları terk edilerek yeşil büyümeye yönelik adımlar atılmalı, gelen yabancı yatırımların daha çevreci uygulamalar kullanmaları yönünde önlemler alınmalıdır.

Çalışma literatüre katkıda bulunmakla birlikte, diğer çalışmalar gibi belirli kısıtlamalara da sahiptir. Sahra-Altı Afrika ülkeleri kapsamında yürütülen bu çalışmanın sonuçlarının, çevresel baskıların ve politika karar vericilerinin önemli ölçüde farklılık gösterdiği gelişmekte olan ülkelere genellenebilirliği sınırlıdır. Çünkü analize dahil edilen ülkelerin neredeyse tamamı gelir düzeyi düşük ülkelere olmaktadır. Ayrıca analiz, göçmen döviz transferlerinin tüketim, tasarruf veya yatırıma harcanıp harcanmadığını ayırt edememiştir; bu da politika önerilerinin kesinliğini kısıtlamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, yük kapasite faktörü gibi doğanın hem arz hem de talep tarafını dikkate alan değişkeni dikkate alarak yeniden inceleyebilir, ülke kapsamı genişletilerek ve kentleşme, yenilenebilir enerji, küreselleşme gibi makro düzeyde ve hane halkı ve sektörel veriler gibi daha mikro veriler modele eklenerek uzun vadeli etkiler araştırılabilir. Göçmen döviz transferlerinin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki bölgesel etkileri (Asya, Avrupa, Amerika vb.) daha ayrıntılı ele alınabilir. Son olarak, daha fazla ülke ve gözlem yılı dikkate alınarak AMG, CCEMG, Panel ARDL, CS-ARDL gibi farklı ekonometrik yöntemlerle analiz gerçekleştirilerek ülkelere özgü sonuçlar elde edilebilir.

References

- Açıkgöz, F. & Öncel, A. (2024). N-11 ülkelerinde ekonomik büyüme, fosil yakıt tüketimi ve küreselleşme'nin çevresel bozulma üzerindeki etkisinin ülke bazlı araştırılması. *Turkish Studies- Economy*, 19(1), 1- 22. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.71256>
- Ahmad, M., Jiang, P., Majeed, A., Umar, M., Khan, Z., & Muhammad, S. (2020). The dynamic impact of natural resources, technological innovations and economic growth on ecological footprint: an advanced panel data estimation. *Resources Policy*, 69, 101817. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101817>
- Ahmad, M., Ul Haq, Z., Khan, Z., Khattak, S. I., Rahman, Z. U., & Khan, S. (2019). Does the inflow of remittances cause environmental degradation? Empirical evidence from China. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 32(1), 2099-2121. <https://doi.org/10.1080/1331677x.2019.1642783>
- Akpanke, T. A., Deka, A., Ozdeser, H., & Seraj, M. (2024). Ecological footprint in the OECD countries: do energy efficiency and renewable energy matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(10), 15289-15301. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32151-1>
- Ali, R., Bakhsh, K., & Yasin, M. A. (2019). Impact of urbanization on CO2 emissions in emerging economy: evidence from Pakistan. *Sustainable Cities and Society*, 48, 101553. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101553>
- Al Numan, A., Tahrim, F., Esquivias, M. A., Biswas, M. K., & Pramanthi, M. R. (2025). Testing the pollution haven and inverted N-Shaped EKC hypotheses in the ASEAN region: The impact of FDI and energy mix on environmental quality. *Environmental and Sustainability Indicators*, 100698. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100698>
- Alola, A. A., Ozturk, I., & Bekun, F. V. (2021). Is clean energy prosperity and technological innovation rapidly mitigating sustainable energy-development deficit in selected sub-Saharan Africa? A myth or reality. *Energy policy*, 158, 112520. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112520>
- Amuedo-Dorantes, C., & Pozo, S. (2004). Workers' remittances and the real exchange rate: a paradox of gifts. *World development*, 32(8), 1407-1417. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.02.004>
- Apergis, N., Pinar, M., & Unlu, E. (2023). How do foreign direct investment flows affect carbon emissions in BRICS countries? Revisiting the pollution haven hypothesis using bilateral FDI flows from OECD to BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 14680-14692. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23185-4>
- Arogundade, S., Hassan, A. S., & Bila, S. (2022). Diaspora income, financial development and ecological footprint in Africa. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 29(5), 440-454. <https://doi.org/10.1080/13504509.2022.2036855>
- Asongu, S. A. (2018). ICT, openness and CO2 emissions in Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(10), 9351-9359. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1239-4>
- Asongu, S. A., & Odhiambo, N. M. (2020). Remittances, the diffusion of information and industrialisation in Africa. *Contemporary Social Science*, 15(1), 98-117. <https://doi.org/10.1080/21582041.2019.1618898>
- Awad, A., Ebaidalla, E. M., Yasin, S., & Ozturk, I. (2024). Navigating the impact of remittances on environmental quality in Africa: The crucial role of institutional quality. *Journal of Environmental Management*, 369, 122298. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122298>

- Ayad, H., Bendahmane, A., & Dahmani, M. D. (2025). Unveiling new perspectives on the role of remittances on the environmental quality in MENA region: New evidence using MMQR approach. *Social Indicators Research*, 179(3), 1295-1327. <https://doi.org/10.1007/s11205-025-03668-w>
- Ayvaz Güven, E. T. (2026). The relationship between renewable energy and carbon ecological footprint: the example of G20 countries / Yenilenebilir enerji ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişki: G20 ülkeleri örneği. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, 21(2), 2165-2205. Ankara Bilim University Publications. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.88813>
- Balli, E., Sigeze, C., Ugur, M. S., & Çatık, A. N. (2023). The relationship between FDI, CO2 emissions, and energy consumption in Asia-Pacific economic cooperation countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(15), 42845-42862. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17494-3>
- Baltagi, B. H., Bresson, G., & Pirotte, A. (2007). Panel unit root tests and spatial dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 339-360. <https://doi.org/10.1002/jae.950>
- Biyase, M., & Kirsten, F. (2025). Remittances, urbanization, and globalization: deciphering the environmental dynamics in Kenya. *Discover Sustainability*, 6(1), 520. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01383-7>
- Biyase, M., Kirsten, F., Mbatha, S., & Ataro, B. (2024). Remittance and carbon dioxide emissions in the Southern African Customs Union region: Is there a modified environmental Kuznets curve?. *Sustainable futures*, 8, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2024.100315>
- Biyase, M., Ndaba, Z., & Mbatha, S. (2026). Remittances effects on ecological footprint in major economies. *Discover Sustainability*.
- Brown, L., McFarlane, A., Campbell, K., & Das, A. (2020). Remittances and CO2 emissions in Jamaica: an asymmetric modified environmental Kuznets curve. *The Journal of Economic Asymmetries*, 22, e00166. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2020.e00166>
- Bulut, U., Ucler, G., & Inglesi-Lotz, R. (2021). Does the pollution haven hypothesis prevail in Turkey? Empirical evidence from nonlinear smooth transition models. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(29), 38563-38572. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13476-7>
- Chen, Y., Raza, K., & Alharthi, M. (2023). The nexus between remittances, education, and energy consumption: Evidence from developing countries. *Energy Strategy Reviews*, 46, 101069. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101069>
- Chishti, M. Z. (2023). Exploring the dynamic link between FDI, remittances, and ecological footprint in Pakistan: Evidence from partial and multiple wavelet based-analysis. *Research in Globalization*, 6, 100109. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2022.100109>
- Çabaş, M., Beşer, N. Ö., Ayaydın, H., Barut, A., & Magazzino, C. (2025). Greening the OECD: unravelling the complex relationship between natural resource efficiency, technological innovation and population density on ecological footprint. *Geological Journal*, 60(11), 2621-2633. <https://doi.org/10.1002/gj.5103>
- Dai, J., Ahmed, Z., Alvarado, R., & Ahmad, M. (2024). Assessing the nexus between human capital, green energy, and load capacity factor: policymaking for achieving sustainable development goals. *Gondwana Research*, 129, 452-464. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.04.009>

- Dam, M. M., Durmaz, A., Bekun, F. V., & Tiwari, A. K. (2024). The role of green growth and institutional quality on environmental sustainability: A comparison of CO2 emissions, ecological footprint and inverted load capacity factor for OECD countries. *Journal of environmental management*, 365, 121551. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121551>
- Dash, R. K., Gupta, D. J., & Singh, N. (2024). Remittances and environment quality: Asymmetric evidence from South Asia. *Research in Globalization*, 8, 100182. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100182>
- Dünya Bankası. (2025). Dünya Kalkınma Göstergeleri. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (Erişim Tarihi: 23 Eylül 2025).
- Dünya Bankası. (2026). Dünya Kalkınma Göstergeleri. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (Erişim Tarihi: 01 Ocak 2026).
- Efobi, U., Asongu, S., Okafor, C., Tchamyou, V., & Tanankem, B. (2019). Remittances, finance and industrialisation in Africa. *Journal of Multinational Financial Management*, 49, 54-66. <https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2019.02.002>
- Eftimoski, D., & Josheski, D. (2021). Reopening the debate on the relationship among remittances, household consumption stability and economic growth in emerging markets. *International Journal of Emerging Markets*, 16(8), 1892-1911. <https://doi.org/10.1108/ijoem-02-2020-0160>
- Ertürkmen, G., & Konuk, T. (2025). Genç İşsizliğinde Histeri Ve Doğal Oran Hipotezlerinin Test Edilmesi: Oecd Ülkeleri İçin Bir Uygulama. *Akademik İzdüşüm Dergisi*, 10(2), 317-337. <https://izlik.org/JA46LR38AR>
- Global Footprint Network. (2025). <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint> (Erişim Tarihi: 20 Eylül 2025).
- Jafri, M. A. H., Abbas, S., Abbas, S. M. Y., & Ullah, S. (2022). Caring for the environment: measuring the dynamic impact of remittances and FDI on CO2 emissions in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(6), 9164-9172. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16180-8>
- Jahanger, A. (2021). Influence of FDI characteristics on high-quality development of China's economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(15), 18977-18988. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09187-0>
- Jahanger, A., Chishti, M. Z., Onwe, J. C., & Awan, A. (2022). How far renewable energy and globalization are useful to mitigate the environment in Mexico? Application of QARDL and spectral causality analysis. *Renewable Energy*, 201, 514-525. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.10.081>
- Karasoy, A. (2022). How Do Consuming Alternative Energy Sources and Remittance Inflows Impact Egypt's Ecological Footprint?. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(1), 8-28. <https://doi.org/10.18221/bujss.1060051>
- Li, K., Wang, X., Musah, M., Ning, Y., Murshed, M., Alfred, M., ... & Wang, L. (2022). RETRACTED ARTICLE: Have international remittance inflows degraded environmental quality? A carbon emission mitigation analysis for Ghana. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(40), 60354-60370. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20094-4>
- 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>

- Manic, M. (2016). The Impact Of Remittances On Regional Consumption And Investment. *Journal of Regional Science*, 57(2), 342–381. <https://doi.org/10.1111/jors.12282>
- Mensah, B. D., & Abdul-Mumuni, A. (2023). Asymmetric effect of remittances and financial development on carbon emissions in sub-Saharan Africa: an application of panel NARDL approach. *International Journal of Energy Sector Management*, 17(5), 865-886. <https://doi.org/10.1108/ijesm-03-2022-0016>
- Mills, E. (2023). Green Remittances: A novel form of sustainability finance. *Energy Policy*, 176, 113501. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113501>
- Mishra, K., Kondratjeva, O., & Shively, G. E. (2022). Do remittances reshape household expenditures? Evidence from Nepal. *World Development*, 157, 105926. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.105926>
- Mohamed, A. A., Abdi, A. H., Mohamud, S. S., & Osman, B. M. (2025). Institutional quality, economic growth, and environmental sustainability: A long-run analysis of the ecological footprint in Somalia. *Discover Sustainability*, 6(1), 490. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01063-6>
- Mondal, R. K., & Khanam, R. (2018). The impacts of international migrants' remittances on household consumption volatility in developing countries. *Economic Analysis and Policy*, 59, 171–187. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2018.07.001>
- Motelle, S. I. (2011). The role of remittances in financial development in Lesotho: Evidence from alternative measures of financial development. *Journal of development and agricultural economics*, 3(6), 241-251.
- Munir, Q., Lean, H. H., & Smyth, R. (2020). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries: A cross-sectional dependence approach. *Energy Economics*, 85, 104571. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104571>
- Nuta, F., Shahbaz, M., Khan, I., Cutcu, I., Khan, H., & Eren, M. V. (2024). Dynamic impact of demographic features, FDI, and technological innovations on ecological footprint: evidence from European emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(12), 18683-18700. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32345-7>
- Olajuwon, A. O. (2024). Does the nexus between remittances, and ecological footprint matter for environmental sustainability in Africa?. *J Acad Res Econ*, 16, 1.
- Oprea, S. V., Bâra, A., & Georgescu, I. A. (2025). Assessing the dynamics of ecological footprint in relation to economic and energy factors: a comparative analysis of Finland and Japan. *Journal of the Knowledge Economy*, 16(3), 11162-11197. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02312-1>
- Ozsahin, S., & Ucler, G. (2025). Are remittances an opportunity or a threat to sustainable environmental quality in India? Evidence from nonlinear smooth transition models. *Journal of the Knowledge Economy*, 16(2), 8867-8886. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02249-5>
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. Cambridge Working Papers. *Economics*, 1240(1), 1. <https://doi.org/10.2139/ssrn.572504>
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of econometrics*, 142(1), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>

- Ratha, D. (2013). The impact of remittances on economic growth and poverty reduction. *Policy Brief*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.1002/9781444351071.wbeghm441>
- Sadekin, M. N. (2025). Analyzing the impact of remittance and electricity consumption on ecological footprint in South Asia: the role of globalization using panel ARDL and MMQR method. *Discover Sustainability*, 6(1), 301. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01087-y>
- Shahbaz, M., Nasir, M. A., & Roubaud, D. (2018). Environmental degradation in France: the effects of FDI, financial development, and energy innovations. *Energy economics*, 74, 843-857. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.020>
- Sharma, K., Bhattarai, B., & Ahmed, S. (2019). Aid, growth, remittances and carbon emissions in Nepal. *The Energy Journal*, 40(1), 129-142. <https://doi.org/10.5547/01956574.40.1.ksha>
- Uğur, M. S. (2022). The relationship between foreign direct investment, economic growth, energy consumption and CO2 emissions: Evidence from ARDL model with a structural break for Turkey. *Ege Academic Review*, 22(3), 337-352. <https://doi.org/10.21121/eab.1100759>
- Umair, M., Yousuf, M. U., Ul-Haq, J., Hussain, Z., & Visas, H. (2023). Revisiting the environmental impact of renewable energy, non-renewable energy, remittances, and economic growth: CO2 emissions versus ecological footprint for top remittance-receiving countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(23), 63565-63579. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26812-w>
- Usama, A. M., Solarin, S. A., & Salahuddin, M. (2020). The prominence of renewable and non-renewable electricity generation on the environmental Kuznets curve: a case study of Ethiopia. *Energy*, 211, 118665. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118665>
- Yadou, B. A., Ntang, P. B., & Baida, L. A. (2024). Remittances-ecological footprint nexus in Africa: Do ICTs matter?. *Journal of Cleaner Production*, 434, 139866. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139866>
- Yang, B., Jahanger, A., & Ali, M. (2021). Remittance inflows affect the ecological footprint in BICS countries: do technological innovation and financial development matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(18), 23482-23500. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12400-3>
- Yang, B., Jahanger, A., & Khan, M. A. (2020). Does the inflow of remittances and energy consumption increase CO2 emissions in the era of globalization? A global perspective. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13(11), 1313-1328. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00885-9>
- Zafar, M. W., Saleem, M. M., Destek, M. A., & Caglar, A. E. (2022). The dynamic linkage between remittances, export diversification, education, renewable energy consumption, economic growth, and CO2 emissions in top remittance-receiving countries. *Sustainable Development*, 30(1), 165-175. <https://doi.org/10.1002/sd.2236>
- Zárate-Hoyos, G. A. (2004). Consumption and remittances in migrant households: toward a productive use of remittances. *Contemporary Economic Policy*, 22(4), 555-565. <https://doi.org/10.1093/cep/byh042>
- Zhang, L., Yang, B., & Jahanger, A. (2022). The role of remittance inflow and renewable and non-renewable energy consumption in the environment: Accounting ecological footprint indicator for top remittance-receiving countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(11), 15915-15930. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16545-z>

Zheng, L., Yuan, L., Khan, Z., Badeeb, R. A., & Zhang, L. (2023). How G-7 countries are paving the way for net-zero emissions through energy efficient ecosystem?. *Energy Economics*, 117, 106428. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106428>

ETHICAL DECLARATIONS

Research and Publication Ethics

The author(s) declare that this manuscript is an original work prepared in accordance with the principles of scientific research and publication ethics. The manuscript has not been previously published and is not currently under consideration for publication elsewhere.

All sources used in the preparation of this study have been properly cited and referenced. The author(s) confirm that the work contains no plagiarism, fabrication, falsification, or manipulation of data. The research findings are presented honestly and transparently in accordance with the principles of academic integrity.

Author Contributions

All authors have significantly contributed to the conception, design, analysis, and preparation of the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript and agree to its submission and publication.

Conflict of Interest

The author(s) declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this manuscript.

Funding

This research did not receive any specific grant, financial support, or funding from any public, commercial, or non-profit funding agencies.

Artificial Intelligence (AI) Usage Disclosure

During the preparation of this manuscript, artificial intelligence tools may have been used solely for limited purposes such as language editing, translation assistance, and stylistic improvement. Any AI-assisted translations or language corrections were carefully reviewed and verified by the author(s). Artificial intelligence tools were not used to generate the core scientific content, research design, analysis, or scholarly conclusions. All academic responsibility for the content of the manuscript rests entirely with the author(s).

Copyright and Permissions

The author(s) confirm that all necessary permissions for copyrighted materials have been obtained where required and that the manuscript does not violate any intellectual property rights.

Author Approval

All authors confirm that they have read and approved the final version of the manuscript and consent to its submission and publication.

ETİK BEYANLAR**Araştırma ve Yayın Etiği**

Yazar(lar), bu makalenin özgün bir çalışma olduğunu ve bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hazırlandığını beyan eder. Makale daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış olup başka bir dergide değerlendirme sürecinde değildir.

Çalışmada kullanılan tüm kaynaklar akademik kurallara uygun biçimde atıflanmıştır. Yazar(lar), çalışmanın intihal, veri uydurma, veri tahrifi veya manipülasyon içermediğini; araştırma bulgularının bilimsel dürüstlük ilkelerine uygun şekilde sunulduğunu beyan eder.

Yazar Katkısı

Tüm yazarlar çalışmanın tasarlanması, yürütülmesi, analizi ve makalenin hazırlanmasına önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Tüm yazarlar makalenin son hâlini okuyup onaylamış ve yayımlanmasını kabul etmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazar(lar), bu makalenin yayımlanmasına ilişkin herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

Finansal Destek

Bu araştırma herhangi bir kamu kurumu, ticari kuruluş veya kâr amacı gütmeyen kuruluş tarafından finansal olarak desteklenmemiştir.

Yapay Zekâ Kullanım Beyanı

Makalenin hazırlanması sürecinde yapay zekâ araçlarından yalnızca dil düzenleme, çeviri desteği ve anlatım iyileştirmesi amacıyla sınırlı ölçüde yararlanılmış olabilir. Yapay zekâ araçları tarafından yapılan çeviri ve dil düzenlemeleri yazar(lar) tarafından dikkatle kontrol edilmiştir. Yapay zekâ araçları çalışmanın bilimsel içeriğinin, araştırma tasarımının, analizlerinin veya akademik sonuçlarının oluşturulmasında kullanılmamıştır. Makalenin içeriğine ilişkin tüm akademik sorumluluk yazar(lar)a aittir.

Telif Hakları ve İzinler

Yazar(lar), telif hakkı gerektiren materyaller kullanılmışsa gerekli izinlerin alındığını ve çalışmanın herhangi bir fikrî mülkiyet hakkını ihlal etmediğini beyan eder.

Yazar Onayı

Tüm yazarlar makalenin son hâlini okuduklarını, onayladıklarını ve yayımlanmasını kabul ettiklerini beyan eder.