



ISSN 1859-3666
E-ISSN 2815-5726

Tạp chí KHOA HỌC THƯƠNG MẠI

TẠP CHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC THƯƠNG MẠI



Năm thứ 24 - số 203
7/2025



khoa học thương mại

TẠP CHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC THƯƠNG MẠI
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TỔNG BIÊN TẬP:

ĐINH VĂN SƠN

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:

THƯ KÝ TÒA SOẠN

TRƯỞNG BAN TRỊ SỰ

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRANG

☐ Tòa soạn

Phòng 202 nhà T

Trường Đại học Thương mại

Số 79 đường Hồ Tùng Mậu

Mai Dịch, Cầu Giấy, Hà Nội

☐ Điện thoại: 024.37643219 máy lẻ 2102

☐ Fax: 024.37643228

☐ Email: tckhtm@tmu.edu.vn

☐ Website: tckhtm.tmu.edu.vn

☐ GP hoạt động báo chí:

Số 195/GP-BTTTT ngày 05/6/2023

☐ Chế bản tại: Tòa soạn

Tạp chí Khoa học Thương mại

☐ In tại: Cty TNHH In & TM Hải Nam

☐ Nộp lưu chiểu: 7/2025

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC BIÊN TẬP

Đinh Văn Sơn - Đại học Thương mại (Chủ tịch)

Phạm Vũ Luận - Đại học Thương mại (Phó Chủ tịch)

Nguyễn Bách Khoa - Đại học Thương mại (Phó chủ tịch)

Phạm Minh Đạt - Đại học Thương mại (Ủy viên thư ký)

Các ủy viên

- **Vũ Thành Tự Anh** - ĐH Fulbright Việt Nam (Hoa Kỳ)

- **Lê Xuân Bá** - Viện QLKT TW

- **Hervé B. Boismery** - Đại học Reunion (Pháp)

- **H. Eric Boutin** - Đại học Toulon Var (Pháp)

- **Nguyễn Thị Doan** - Hội Khuyến học Việt Nam

- **Haasis Hans** - Đại học Bremenr (Đức)

- **Lê Quốc Hội** - Đại học Kinh tế quốc dân

- **Nguyễn Thị Bích Loan** - Đại học Thương mại

- **Nguyễn Hoàng Long** - Đại học Thương mại

- **Nguyễn Mai** - Chuyên gia kinh tế độc lập

- **Dương Thị Bình Minh** - ĐH Kinh tế Tp Hồ Chí Minh

- **Hee Cheon Moon** - Hội Nghiên cứu TM Hàn Quốc

- **Bùi Xuân Nhàn** - Đại học Thương mại

- **Lương Xuân Quỳ** - Hội Khoa học kinh tế Việt Nam

- **Nguyễn Văn Song** - Học viện Nông nghiệp Việt Nam

- **Nguyễn Thanh Tâm** - Đại học California (Hoa Kỳ)

- **Trương Bá Thanh** - ĐH Kinh tế - Đại học Đà Nẵng

- **Đinh Văn Thành** - Viện Nghiên cứu thương mại

- **Đỗ Minh Thành** - Đại học Thương mại

- **Lê Đình Thắng** - Đại học Québec (Canada)

- **Trần Đình Thiên** - Viện Kinh tế Việt Nam

- **Nguyễn Quang Thuấn** - Viện Hàn lâm KHXH Việt Nam

- **Washio Tomoharu** - ĐH Kwansey Gakuin (Nhật Bản)

- **Lê Như Tuyển** - Grenoble École de Managment (Pháp)

- **Zhang Yujie** - Đại học Tsinghua (Trung Quốc)

KINH TẾ VÀ QUẢN LÝ

- 1. Lê Huỳnh Như và Trịnh Hữu Lực - Tác động hai chiều giữa bất định chính sách kinh tế và ổn định ngân hàng. Mã số: 203.1Deco.11** 3

Two-Way Effect Between Economic Policy Uncertainty and Banking STABILITY

- 2. Nguyễn Đặng Hải Yến - Ảnh hưởng của chính sách tiền tệ đến chỉ số chứng khoán Việt Nam. Mã số: 203.1FiBa.11** 13

The Impact of Monetary Policy on the Vietnamese Stock Market Index

- 3. Nguyễn Huỳnh Mai Trâm, Bùi Hoàng Ngọc và Phạm Đình Long- Tác động phi tuyến của tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số và phát triển tài chính đến sự bền vững môi trường ở Việt Nam. Mã số: 203.1SMET.11** 27

The Nonlinear Impact of Economic Growth, Digital Transformation, and Financial Development on Environmental Sustainability in Vietnam

QUẢN TRỊ KINH DOANH

- 4. Trần Nguyễn Khánh Hải, Nguyễn Vũ Yến Nhi, Nguyễn Quỳnh Anh, Phạm Văn Anh và Nguyễn Thanh Quỳnh Hương - Các yếu tố ảnh hưởng đến ý định mua sản phẩm F & B có sử dụng bao bì thân thiện với môi trường. Mã số: 203.2BMkt.21** 45

Factors Influencing Purchase Intentions for F&B Products Using Environmentally Friendly Packaging

- 5. Nguyễn Thị Thanh Nga, Nguyễn Thị Uyên và Vũ Phương Anh** - Các yếu tố ảnh hưởng đến niềm tin thương hiệu của các ngân hàng thương mại trên địa bàn thành phố Hà Nội: vai trò trung gian của giá trị cảm nhận. *Mã số: 203.2BMkt.21* 56

Factors Affecting Brand Trust of Commercial Banks in Hanoi: the Mediating Role of Perceived Value

- 6. Đỗ Thị Hồng Vân** - Nghiên cứu tác động của hệ giá trị lên hành vi tiêu dùng sản phẩm xanh của người tiêu dùng Việt Nam. *Mã số: 203.2BAdm.21* 72

A Values Approach to Explore Vietnamese Consumers' Green Product Consumption Behavior

- 7. Lê Thị Phương Dung, Nguyễn Tiến Hùng, Ngô Thị Hoàn, Lương Thị Linh, Nguyễn Thu Nga, Võ Nam Thắng và Vũ Thị Tuyết Nhung** - Nghiên cứu về quản lý tài chính trong các hộ gia đình ở khu vực thành thị và nông thôn. *Mã số: 203.2FiBa.21* 86

A Study on Financial Management in Rural and Urban Households

Ý KIẾN TRAO ĐỔI

- 8. Trần Thị Bích Hằng** - Tác động của cảm nhận hình ảnh nhà trường, giá trị cá nhân, giá trị xã hội tới sự hài lòng và ý định sau tốt nghiệp của sinh viên Việt Nam: so sánh giữa sinh viên chính quy và sinh viên đào tạo từ xa. *Mã số: 203.3OMIs.31* 101

The Impact of Cognitive Image, Personal Values And Social Values on Satisfaction and Intention to Work in the Field After Graduation of Vietnamese Students: A Comparison Between On-Campus and Platform Students

TÁC ĐỘNG PHI TUYẾN CỦA TĂNG TRƯỞNG KINH TẾ, CHUYỂN ĐỔI SỐ VÀ PHÁT TRIỂN TÀI CHÍNH ĐẾN SỰ BỀN VỮNG MÔI TRƯỜNG Ở VIỆT NAM

Nguyễn Huỳnh Mai Trâm

Trường Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh

Email: tramnhm.20ae@ou.edu.vn

Bùi Hoàng Ngọc

Trường ĐH Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

Email: ngocbh@huit.edu.vn

Phạm Đình Long

Viện Đào tạo Quốc tế - ĐH Kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh

Email: long.pham@isb.edu.vn

Ngày nhận: 22/12/2024

Ngày nhận lại: 20/02/2025

Ngày duyệt đăng: 27/02/2025

Nghiên cứu này khám phá tác động phi tuyến tính của tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số và phát triển tài chính đến sự bền vững môi trường ở Việt Nam trong giai đoạn 1990-2022. Bằng việc áp dụng phương pháp hồi quy phân vị dựa trên phân vị (quantile-on-quantile), kết quả cho thấy tăng trưởng kinh tế có tác động ngược chiều với sự bền vững môi trường, nhưng tác động tiêu cực này giảm dần ở các phân vị cao (0,6-0,95). Điều này ngụ ý rằng khi tăng trưởng kinh tế đạt đến một mức độ nhất định thì tốc độ suy thoái chất lượng môi trường sẽ giảm. Tương tự, tác động của chuyển đổi số đến dấu chân sinh thái là thuận chiều, yếu ở những phân vị thấp (0,01-0,4) nhưng tăng dần ở các phân vị cao. Cuối cùng, phát triển tài chính có tác động hỗ trợ cho sự bền vững môi trường, ảnh hưởng này mạnh ở những phân vị cao. Những phát hiện của nghiên cứu, cung cấp bằng chứng quan trọng cho cơ quan quản lý trong việc cân bằng giữa tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số và bảo vệ môi trường, đồng thời khuyến khích phát triển thị trường tài chính như một công cụ hỗ trợ sự bền vững môi trường ở Việt Nam.

Từ khóa: Tăng trưởng kinh tế, Chuyển đổi số, Phát triển tài chính, Bền vững môi trường, Việt Nam.

JEL Classifications: B22; G10; O10; O30; O44.

DOI: 10.54404/JTS.2025.203V.03

1. Giới thiệu

Năm 1972, Trong khi các cuộc thảo luận liên quan đến các vấn đề môi trường vẫn đang diễn ra chủ yếu giữa các nhà sinh học bảo tồn, Liên Hợp Quốc đã chuẩn bị một hội nghị quốc tế tại Stockholm thảo luận về tác

động của các vấn đề môi trường đến cuộc sống con người. Sau đó, vào năm 1987, Báo cáo Brundtland đã công bố khái niệm phát triển bền vững (Özokcu & Özdemir, 2017). Từ những sự kiện này, nhu cầu cấp thiết về tính bền vững môi trường đã nổi lên như một

mối quan tâm hàng đầu, đặc biệt là tác động sinh thái của các hoạt động kinh tế và tiến bộ công nghệ.

Mối tương tác phức tạp giữa tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số và bền vững của môi trường đã thu hút được sự chú ý đáng kể trong những năm gần đây (Wu và cộng sự, 2023; Yang và cộng sự, 2021; X. Zhang và cộng sự, 2022). Có nhiều quan điểm trái chiều về tác động của tăng trưởng kinh tế đối với môi trường. Một số người cho rằng tăng trưởng kinh tế dẫn đến việc sử dụng hiệu quả tài nguyên và đầu tư vào công nghệ sạch, từ đó giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường (Raihan & Tuspekova, 2022). Ngược lại, một số ý kiến phản đối cho rằng tăng trưởng kinh tế thường đi kèm với khai thác quá mức tài nguyên và gia tăng ô nhiễm, gây ra suy thoái môi trường và mất đa dạng sinh học (Balsalobre-Lorente và cộng sự, 2018). Bên cạnh đó, chuyển đổi số, được thúc đẩy bởi những tiến bộ trong công nghệ, đã cách mạng hóa cách thức hoạt động của xã hội, đưa ra các giải pháp đổi mới cho nhiều lĩnh vực khác nhau (Kraus và cộng sự, 2021; Mergel và cộng sự, 2019). Mặt khác, chính những tiến bộ này có thể làm trầm trọng thêm các vấn đề môi trường, góp phần làm cạn kiệt tài nguyên, ô nhiễm và biến đổi khí hậu (Avom và cộng sự, 2020; Kindo và cộng sự, 2023; Liu và cộng sự, 2020). Tạo sự cân bằng giữa tiến bộ kinh tế, đổi mới công nghệ và bảo tồn sinh thái đã trở thành mục tiêu then chốt của các chính phủ, doanh nghiệp và xã hội nói chung.

Theo báo cáo của cơ quan năng lượng quốc tế (International Energy Agency - IEA) thì Việt Nam đã phát thải 344 metric tons CO₂ trong năm 2022, trung bình mỗi người Việt Nam phát thải 2,3 tons CO₂ mỗi năm. Còn theo số liệu từ Liên minh Viễn thông Quốc tế, Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể trong việc áp dụng các công nghệ số quan trọng, bao gồm việc sử dụng điện thoại di động và Internet (Hung, 2023). Về bản

chất, nền kinh tế Việt Nam đã phát triển mạnh mẽ kể từ khi đổi mới năm 1986 và gia nhập Tổ chức Thương mại Thế giới năm 2006 (Bekkevold, 2020; Vo & Ho, 2021). Mối quan ngại về ô nhiễm môi trường tăng lên là điều dễ thấy khi phát triển kinh tế mở rộng, thương mại mở cửa và quá trình công nghiệp hóa nhanh chóng. Những thách thức về môi trường đang gia tăng của Việt Nam gây ra mối đe dọa đối với tăng trưởng dài hạn. Dựa trên tình trạng đó, nghiên cứu này tiến hành tìm hiểu tác động của tăng trưởng kinh tế và chuyển đổi số đến bền vững môi trường ở Việt Nam trong giai đoạn 1990-2022.

Đóng góp của bài báo này được thể hiện ở những điểm chính sau: Thứ nhất, trong nghiên cứu này, các tác giả đo lường tính bền vững của môi trường bằng dấu chân sinh thái, thay vì lượng khí thải CO₂. Dấu chân sinh thái không chỉ tính đến lượng khí thải CO₂ mà còn tính đến các khía cạnh tiêu thụ tài nguyên và sản xuất chất thải khác như sử dụng nước, sử dụng đất và tiêu thụ năng lượng (Marrero và cộng sự, 2017; Usman và cộng sự, 2022). Điều này cung cấp một cái nhìn toàn diện hơn về tác động môi trường tổng thể do hoạt động của con người gây ra. Dấu chân sinh thái vượt qua ranh giới quốc gia và cung cấp góc nhìn toàn cầu về mức độ tiêu thụ tài nguyên tổng thể của nhân loại so với sức chứa sinh học của Trái đất (Nathaniel, 2021; Rashid và cộng sự, 2018). Thứ hai, đây là một trong số ít những nghiên cứu sử dụng phương pháp phân vị dựa trên phân vị (quantile-on-quantile) cho bối cảnh Việt Nam. Nó là một kỹ thuật gần đây của Sim & Zhou (2015) giúp làm rõ bản chất của mối quan hệ không đối xứng giữa các phân vị tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số và bền vững môi trường mà các kỹ thuật ước tính tuyến tính thông thường không làm được.

Phần còn lại của bài báo được trình bày như sau. Phần 2 cung cấp mô tả chi tiết về mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế, chuyển

đổi số và bền vững môi trường. Phương pháp thực nghiệm và mô tả dữ liệu được trình bày trong Phần 3. Phần 4 đưa ra các kết quả thực nghiệm cùng với thảo luận về các kết quả. Các kết luận và hàm ý chính sách được thể hiện trong phần cuối.

2. Cơ sở lý thuyết và lược khảo các nghiên cứu trước

Mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và bền vững môi trường

Nghiên cứu của Grossman và Krueger (1995) đã khởi xướng một cuộc tranh luận về mối liên hệ giữa suy thoái môi trường và tiến bộ kinh tế. Nghiên cứu này đã truyền cảm hứng cho nhiều học giả tìm hiểu về tác động môi trường của tăng trưởng kinh tế (Akinsola và cộng sự, 2022; Destek & Sarkodie, 2019; Pata & Aydin, 2020). Tuy nhiên, các ý kiến xoay quanh chủ đề này vẫn còn nhiều tranh cãi và bất đồng (Orhan và cộng sự, 2021). Ở giai đoạn ban đầu, các nền kinh tế tập trung vào việc thúc đẩy sản xuất vì mục tiêu phát triển kinh tế nhằm mang lại phúc lợi cho con người. Sự tập trung vào phát triển này dẫn đến hiệu ứng quy mô. Trong hiệu ứng quy mô, sản xuất mà không có các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm sẽ làm tăng mức tiêu thụ tài nguyên, từ đó làm leo thang dấu chân sinh thái và suy thoái môi trường (Ulucak & Bilgili, 2018). Ví dụ, dựa trên bối cảnh Malaysia, L. Zhang và cộng sự (2021) đã phát hiện ra rằng GDP thực có tác động tích cực đến lượng khí thải CO₂ và làm giảm tính bền vững môi trường.

Ngoài ra, lý thuyết kinh tế cũng cho rằng mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và suy thoái môi trường (ô nhiễm) được đưa vào giả thuyết đường cong Kuznets môi trường (EKC) (Elbadri và cộng sự, 2023; Le, 2019). Giả thuyết EKC chấp nhận rằng suy thoái môi trường tăng lên cùng với thu nhập bình quân đầu người cho đến một ngưỡng nhất định. Sau thời điểm này, suy thoái môi trường bắt đầu giảm tạo thành hình chữ U ngược giữa

hai biến số. Trên thực tế, kết quả thực nghiệm về vấn đề này cũng có những khác biệt trên các bối cảnh nghiên cứu khác nhau. Narayan và cộng sự (2016) đã điều tra mối quan hệ động giữa tăng trưởng kinh tế và lượng khí thải CO₂ cho 181 quốc gia. Kết quả cho thấy rằng đối với 21 trong số 181 quốc gia (12%), có bằng chứng rõ ràng ủng hộ giả thuyết EKC. Và với câu hỏi liệu thu nhập tăng có làm giảm lượng khí thải trong tương lai hay không, họ nhận thấy rằng đối với 49 quốc gia (27%), tăng trưởng thu nhập sẽ làm giảm lượng khí thải trong tương lai. Đồng thời, Adeel-Farooq và cộng sự (2021) đã phân tích giả thuyết EKC trong mối quan hệ giữa phát thải khí metan (CH₄) và tăng trưởng kinh tế giữa sáu quốc gia Đông Nam Á từ năm 1985 đến năm 2012. Bằng việc áp dụng các phương pháp ước tính dữ liệu bảng động như nhóm trung bình (MG) và kỹ thuật MG gộp (PMG), các phát hiện đã xác minh được tính hợp lệ của giả thuyết EKC ở các nền kinh tế này. Nói cách khác, tăng trưởng kinh tế làm giảm lượng khí thải CH₄.

Tuy nhiên, Lin và cộng sự (2016) lại không tìm thấy bằng chứng về giá trị của giả thuyết ở Châu Phi, bất kể phát triển kinh tế là do nông nghiệp hay công nghiệp hóa. Hay giả thuyết EKC cũng không hợp lệ đối với Brazil, Trung Quốc, Canada, Ấn Độ, Na Uy và Hoa Kỳ trong giai đoạn 1965-2016 khi sử dụng phương pháp ARDL (Pata & Aydin, 2020). Do đó, mối quan hệ giữa tăng trưởng và sự bền vững môi trường vẫn nhận được rất nhiều sự quan tâm và kêu gọi mở rộng nghiên cứu dưới các bối cảnh khác nhau.

Mối quan hệ giữa chuyển đổi số và bền vững môi trường

Trong thời hiện đại, chuyển đổi kỹ thuật số đã ăn sâu vào mọi khía cạnh của sản xuất và đời sống hàng ngày, dần dần nổi lên như một công cụ quan trọng để thúc đẩy sự bền vững môi trường (Li, 2022; J. Xu và cộng sự, 2023). Tuy nhiên, có ý kiến cho rằng việc áp

dụng công nghệ kỹ thuật số có thể gây ra tác động hai chiều đến môi trường.

Một mặt, chuyển đổi số có tác động tích cực đến sự bền vững môi trường. Công nghệ số có thể hỗ trợ việc sử dụng tài nguyên hiệu quả hơn (Elia và cộng sự, 2020; Pagoropoulos và cộng sự, 2017). Thông qua tự động hóa, thuật toán tối ưu hóa và phân tích dữ liệu, các doanh nghiệp và ngành công nghiệp có thể giảm thiểu chất thải, tiêu thụ năng lượng và khí thải (Maksimovic, 2018). Q. Xu và cộng sự (2023) đã sử dụng dữ liệu từ các công ty niêm yết hạng A của Trung Quốc hoạt động trong lĩnh vực tài nguyên để điều tra thực nghiệm tác động trực tiếp và các cơ chế cơ bản của chuyển đổi số đối với hiệu quả hoạt động môi trường của các công ty này. Nghiên cứu xác định rằng chuyển đổi kỹ thuật số giúp nâng cao đáng kể hiệu quả hoạt động môi trường của các doanh nghiệp này bằng cách thúc đẩy đổi mới công nghệ thân thiện với môi trường, đẩy nhanh quá trình tích lũy vốn nhân lực, tăng cường công bố thông tin môi trường và củng cố các biện pháp quản lý môi trường. Ảnh hưởng của chuyển đổi số đến hiệu quả môi trường đặc biệt rõ rệt ở các công ty nhà nước, quy mô lớn. Hay phân tích dữ liệu từ cơ sở dữ liệu Doanh nghiệp bảo tồn năng lượng và bảo vệ môi trường (ECEPE) từ năm 2011 đến 2019 ở cấp thành phố Trung Quốc, Chen và cộng sự (2023) cho thấy chuyển đổi số có ảnh hưởng tích cực đến đổi mới công nghệ xanh ở ECEPE. Nghiên cứu do Wen và cộng sự (2021) thực hiện đã cung cấp cái nhìn sâu sắc về việc áp dụng số hóa công nghiệp sẽ tác động như thế nào đến các khía cạnh môi trường của hoạt động sản xuất trong các doanh nghiệp Trung Quốc. Phát hiện của họ chỉ ra rằng số hóa công nghiệp dẫn đến giảm quy mô của các công ty gây ô nhiễm nặng đồng thời tăng cường đổi mới sản phẩm và hiệu quả của các hoạt động thân thiện với môi trường. Wei và cộng sự (2023); Yi và cộng sự (2022) cũng đã lập luận rằng

việc thực hiện chính sách dữ liệu lớn đã giúp giảm đáng kể lượng khí thải carbon, nhấn mạnh vai trò thiết yếu của lợi tức kỹ thuật số trong tiến trình thân thiện với môi trường.

Mặt khác, nhiều nghiên cứu trước đây cho rằng chuyển đổi số là một trong những yếu tố góp phần làm giảm mức độ chất lượng môi trường thông qua việc sản xuất thiết bị và dụng cụ công nghệ thông tin, sử dụng năng lượng và quản lý rác thải điện tử (Haseeb và cộng sự, 2019). Những tiến bộ công nghệ nhanh chóng có thể dẫn đến vòng đời sản phẩm ngắn hơn và nhiều rác thải điện tử hơn. Việc thải bỏ các thiết bị điện tử lỗi thời có thể gây hại cho môi trường nếu không được quản lý đúng cách. Danish và cộng sự (2018) đã điều tra xem việc áp dụng công nghệ thông tin ảnh hưởng như thế nào đến lượng khí thải CO₂ ở 11 quốc gia đang phát triển trong giai đoạn từ 1990 đến 2015. Kết quả chỉ ra rằng việc sử dụng công nghệ số ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường bằng cách góp phần làm tăng lượng khí thải, dẫn đến suy giảm tính bền vững của môi trường. Trong khi đó, các kết quả tương tự cũng được sự đồng thuận từ Avom và cộng sự (2020) trên 21 quốc gia ở châu Phi cận Sahara; Huang và cộng sự (2022) ở các nước E7, bao gồm Trung Quốc, Ấn Độ, Brazil, Mexico, Nga, Indonesia và Thổ Nhĩ Kỳ.

Mối quan hệ giữa phát triển tài chính và bền vững môi trường

Bức tranh về sự tác động của phát triển tài chính lên vấn đề môi trường được xem xét dưới nhiều góc nhìn đa chiều, từ mối quan hệ tuyến tính tích cực hoặc tiêu cực đến mối quan hệ phi tuyến. Một số nghiên cứu cho rằng phát triển tài chính có thể làm suy giảm sự bền vững môi trường do gia tăng dấu chân sinh thái và lượng khí thải. Khu vực tài chính tác động đến môi trường qua nhiều kênh khác nhau. Trước tiên, theo Jiang và Ma (2019), hệ thống tài chính phát triển tạo điều kiện cho doanh nghiệp mở rộng quy mô, dẫn đến gia

tăng sử dụng đất, tiêu thụ năng lượng và phát sinh chất thải. Guru và Yadav (2019) cùng Menegaki (2020) cho rằng phát triển tài chính giúp cải thiện hiệu quả và khả năng tiếp cận của các tổ chức tài chính, qua đó thúc đẩy tăng trưởng kinh tế nhưng cũng gây áp lực lên môi trường.

Ngoài ra, tài chính giá rẻ giúp cá nhân tiếp cận tín dụng dễ dàng hơn, tăng nhu cầu tiêu dùng các sản phẩm như ô tô và thiết bị cơ khí, qua đó làm tăng tiêu thụ năng lượng và phát thải carbon. Thậm chí, sự gia tăng thu nhập có thể khuyến khích lối sống xa xỉ hơn, dẫn đến lượng chất thải lớn hơn. Hơn nữa, phát triển tài chính hỗ trợ các dự án hạ tầng như cảng biển, đường sắt và đường bộ, đòi hỏi lượng lớn tài nguyên như đất đai và nước. Đồng thời, nó cũng thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI), tạo điều kiện cho các doanh nghiệp tiếp cận vốn dễ dàng hơn, giảm chi phí tài chính và mở rộng quy mô sản xuất, nhưng lại làm gia tăng lượng khí thải. Cetin và cộng sự (2018) phát hiện rằng tại Thổ Nhĩ Kỳ, phát triển tài chính có mối quan hệ một chiều với phát thải CO₂, trong khi Ali và cộng sự (2019) cũng ghi nhận rằng tài chính đóng vai trò đáng kể trong ô nhiễm môi trường ở Nigeria.

Tuy nhiên, một số tác giả khác lại lập luận rằng phát triển tài chính có thể hỗ trợ sự bền vững môi trường. Hệ thống tài chính phát triển tạo điều kiện tài trợ cho các dự án năng lượng tái tạo, giúp giảm tiêu thụ năng lượng hóa thạch và phát thải carbon. Nó cũng thúc đẩy nghiên cứu và phát triển (R&D), từ đó cải thiện chất lượng môi trường (Feng và cộng sự, 2022; Kharb và cộng sự, 2024; Ngoc & Tram, 2024). Saidi và Mbarek (2017) cho thấy rằng tại 19 nền kinh tế mới nổi, phát triển tài chính giúp giảm phát thải CO₂ trong dài hạn. Các nghiên cứu khác của Zafar và cộng sự (2019) đối với OECD; Zaidi và cộng sự (2019) đối với các nền kinh tế APEC cũng khẳng định kết luận này.

Trong khi đó, Ruza và Caro-Carretero (2022) đã kiểm tra sự tồn tại của quan hệ phi tuyến tính giữa phát triển tài chính và các chỉ số môi trường như tiết kiệm ròng được điều chỉnh, phát thải khí nhà kính, CO₂, khí mê-tan, khí thải nitơ oxit và dấu chân sinh thái tại các nước G7 trong giai đoạn 1990-2019 bằng mô hình hiệu ứng cố định. Kết quả cho thấy sự tồn tại của Đường cong Kuznets Môi trường Tài chính (FEKC), trong đó phát triển tài chính có mối quan hệ phi tuyến với suy thoái môi trường. Cụ thể, phát thải khí mê-tan tuân theo mô hình hình chữ U ngược, trong khi phát thải CO₂ và khí nhà kính có xu hướng hình chữ U. Hơn nữa, nghiên cứu của I. Khan và cộng sự (2022) cũng tìm thấy mối quan hệ hình chữ U giữa phát triển tài chính và dấu chân sinh thái tại các quốc gia thuộc APEC trong giai đoạn 1990-2016, với điểm ngoặt tối đa là -7,9653. Điều này cho thấy khi phát triển tài chính đạt đến một ngưỡng nhất định, tác động tiêu cực của nó đối với môi trường có thể giảm dần.

3. Mô hình và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tiến hành khám phá mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số và bền vững môi trường ở Việt Nam trong giai đoạn 1990-2022. Kế thừa các nghiên cứu trước của Ahmad và cộng sự (2020), Khan và cộng sự (2022), Hung (2023), mô hình tổng quát của nghiên cứu này được trình bày dưới dạng hàm số như sau:

$$EF_t = f(\ln GDP_t, DT_t, FD_t)$$

trong đó, ES phản ánh tính bền vững về môi trường. Trong các nghiên cứu trước, tính bền vững về môi trường thường được đại diện bằng các chỉ số như lượng khí thải CO₂, lượng rác thải nhựa, mức độ ô nhiễm nguồn nước... Tuy nhiên gần đây, theo Destek và cộng sự (2019) chỉ số dấu chân sinh thái (ecological footprint index) được xem là chỉ số phản ánh toàn diện hơn tác động của con người đến môi trường, do nó đo lường cả phía cầu (tức là nhu cầu của từng cá nhân đối với

các sản phẩm từ tự nhiên như gỗ trong rừng, cá ở đại dương), và cả phía cung (tức là khả năng tái tạo lại tự nhiên như trồng rừng, nuôi công nghiệp các loại thủy hải sản...). Do vậy, trong nghiên cứu này, nhóm tác giả quyết định sử dụng chỉ số này cho bối cảnh nghiên cứu ở Việt Nam. Dữ liệu về dấu chân sinh thái được thu thập từ mạng lưới sinh thái toàn cầu (global footprint networks). Biến DT (digital transformation) biểu diễn cho biến chuyển đổi số, được đại diện bằng tỉ lệ phần trăm dân số sử dụng internet. Trong khi đó, GDP biểu diễn cho biến tăng trưởng kinh tế, được đo lường bằng thu nhập bình quân đầu người tính theo đô la Mỹ với mức giá cố định của năm 2010. Dữ liệu của biến GDP được thu thập từ báo cáo hàng năm của ngân hàng thế giới. Cuối cùng, biến FD phản ánh chỉ số phát triển tài chính, được lấy đại diện là chỉ số financial development index do quỹ tiền tệ quốc tế tính toán và công bố hàng năm. t phản ánh thời gian nghiên cứu, được tính theo năm từ 1990 đến 2022.

Trong khuôn khổ nghiên cứu này, phương pháp QoQ được đề xuất để nghiên cứu tác động của các phân vị tăng trưởng kinh tế lên các phân vị bền vững môi trường của Việt Nam. Minh họa, mối quan hệ theo phân vị giữa biến ES và biến GDP được thể hiện như sau:

$$ES_t = \beta^0(GDP_t) + \mu_t^\theta \quad (PT 1)$$

trong đó, θ là mức phân vị ($= 0,01$ tương đương với 1%, và có thể kéo dài bằng 0,99 tương đương với mức phân vị 99%), còn μ_t^θ là phần dư phân vị có phân vị thứ θ (được giả định có tổng giá trị trung bình cộng là bằng 0). Như vậy, $\beta^\theta(\cdot)$ là các hệ số hồi quy (phải đi ước lượng) phản ánh tác động riêng của biến GDP lên biến ES tại từng mức phân vị θ .

Hơn nữa, hồi quy tuyến tính cục bộ được sử dụng để kiểm tra phương trình 1 trong vùng lân cận của GDP_τ nhằm mục đích thiết lập mối quan hệ giữa phân vị thứ θ của sự bền vững môi trường và

phân vị thứ τ của tăng trưởng kinh tế. Với giá trị chưa biết của $\beta^\theta(\cdot)$, hàm hồi quy có thể được mở rộng thông qua khai triển Taylor bậc một xung quanh một phân vị của GDP_τ theo cách sau:

$$\beta^\theta(GDP_t) \approx \beta^\theta(GDP^\tau) + \beta^{\theta'}(GDP^\tau)(GDP_t - GDP^\tau) \quad PT (2)$$

trong đó, $\beta^{\theta'}$ là đạo hàm riêng của $\beta^\theta(GDP_t)$ đối với GDP , có thể hiểu nó như là tác động cận biên (marginal impact). Tuy nhiên, nó phản ánh cách giải thích tương tự với hệ số độ dốc trong khung mô hình hồi quy tuyến tính. Một đặc điểm đáng chú ý của phương trình 2 là nó nhận ra cả θ và τ là các tham số được lập chỉ mục kép được biểu diễn dưới dạng sau, chẳng hạn như $\beta^\theta(GDP^\tau)$ và $\beta^{\theta'}(GDP^\tau)$. Ngoài ra, chúng là các hàm của θ và theo sau là GDP^τ và GDP^τ là hàm của τ . Do đó, điều này chỉ ra rằng $\beta^\theta(GDP^\tau)$ và $\beta^{\theta'}(GDP^\tau)$ đều là hàm của θ và τ . Ngoài ra, chúng có thể được khai báo lần lượt là $\beta_0(\theta, \tau)$ và $\beta_1(\theta, \tau)$. Theo đó, phương trình 2 đã sửa đổi có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\beta^\theta(GDP_t) \approx \beta_0(\theta, \tau) + \beta_1(\theta, \tau)(GDP_t - GDP^\tau) \quad (PT3)$$

Bằng cách thay phương trình 3 vào phương trình 1, chúng ta thu được phương trình 4 như sau:

$$ES_t = \underbrace{\beta_0(\theta, \tau) + \beta_1(\theta, \tau)(GDP_t - GDP^\tau)}_{[X]} + \mu_t^\theta \quad (PT 4)$$

Phần $[X]$ của phương trình 4 là phân vị có điều kiện thứ θ của sự bền vững môi trường. Mối quan hệ phân vị giữa tăng trưởng kinh tế và sự bền vững môi trường thực sự được thiết lập nhờ các tham số β_0 và β_1 , được lập chỉ mục kép trong θ và τ . Cuối cùng, phương trình 4 yêu cầu thay thế GDP^τ bằng các ước tính của nó. Các tham số ước tính của hồi quy tuyến tính cục bộ b_0 và b_1 là các ước tính của β_0 và β_1 và thu được thêm bằng cách ước tính bài toán tối thiểu hóa sau:

$$\min_{b_0, b_1} \sum_{i=1}^n \rho_\theta[ES_t - b_0 - b_1(\Sigma GDP_t - \Sigma GDP^\tau)] K\left(\frac{F_n(\Sigma GDP_t) - \tau}{h}\right) \quad (PT 5)$$

trong đó, $\rho_{\theta}(\mu)$ là hàm mất phân vị (quantile loss function) được biểu diễn dưới dạng $\rho_{\theta}(\mu) = \mu(\theta - I(\mu < 0))$, và I được ký hiệu là hàm chỉ báo thông thường. $K(\cdot)$ biểu thị hàm Kernel và h là khoảng cách giữa các bước nhảy phân vị của hàm Kernel. Mặc dù các hàm nhân Gaussian được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng kinh tế và tài chính ứng dụng do tính đơn giản và hiệu quả tính toán của chúng, mục tiêu chính của chúng là cân nhắc các quan sát trong lân cận của GDP^T . Hạt nhân Gaussian dường như đối xứng quanh số 0 và nó gán trọng số tối thiểu cho các quan sát ở xa hơn. Các trọng số này có quan hệ nghịch đảo với các quan sát có khoảng cách giữa hàm phân bố của $\bar{GDP}_t$, được biểu thị bằng:

$$F_n(\Sigma GDP_t) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n I(\Sigma GDP_k < \Sigma GDP_t) \quad (PT \ 6)$$

và tạo ra giá trị của hàm phân phối mà cuối cùng liên kết với phân vị GDP^T , được báo cáo bởi τ .

và cột. Bài viết sử dụng cách lập luận tương tự khi phân tích tác động của biến DT và biến FD đến biến ES. Kết quả thực nghiệm sẽ được trình bày ngay sau đây.

4. Kết quả thực nghiệm

Việt Nam đã có tốc độ tăng trưởng kinh tế đáng chú ý trong những năm trước. Thu nhập bình quân đầu người dao động từ 673 đô la Mỹ năm 1990, lên 3.352 đô la Mỹ vào năm 2022. Giá trị trung bình của phát triển tài chính là 0,323. Ngược lại với những kết quả tích cực về mặt kinh tế, chất lượng môi trường ở Việt Nam đang là chủ đề được quan tâm trong các chính sách. Năm 2020, Việt Nam trải qua tình trạng thâm hụt sinh thái, với dấu chân sinh thái vượt quá sức chứa sinh học tới 150%. Sự mất cân bằng này tiếp tục gia tăng, theo tính toán của Mạng lưới Dấu chân Toàn cầu. Ngoài ra, lượng khí thải CO₂ trung bình được ghi nhận là 1.322 tấn bình quân đầu người. Bảng 1 hiển thị số liệu thống kê mô tả của tất cả các biến.

Bảng 1: Thống kê mô tả các biến

Tên biến	Đơn vị tính	Giá trị trung bình	Sai số	Giá trị lớn nhất	Giá trị nhỏ nhất
lnGDP	Đô la Mỹ/người/năm	3.209	0.223	3.562	2.828
EF	gha/người	1.344	0.604	2.432	0.595
FD	Điểm số	0.338	0.064	0.458	0.180
DT	Tỉ lệ % thuê bao internet/tổng dân số	24.725	26.921	78.590	0.000

(Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả)

Do phân vị có thể trải dài từ $\tau = 0,01$ tương ứng với mức phân vị 1%, đến $\tau = 0,99$ tương ứng với mức phân vị 99%, nên việc chia quá nhỏ sẽ làm giảm đi khả năng quan sát sự biến thiên. Sim và Zhou (2015) khuyến nghị rằng nên chọn khoảng cách là 5 mức phân vị liên tiếp (tức là giá trị h trong hàm Kernel nên thiết lập bằng 0,05) để có khả năng quan sát tốt hơn. Như vậy, các hệ số hồi quy của biến GDP lên biến ES theo các phân vị sẽ được biểu diễn thành ma trận vuông $[19 \times 19]$ dòng

Kiểm định tính dừng

Việc áp dụng các phương pháp kiểm định tính dừng phổ biến như Dickey và Fuller (1981) hay Phillips và Perron (1988) không phù hợp khi kiểm tra các đặc tính dừng trong các khoảng phân vị cho các chuỗi dữ liệu. Để đạt được mục tiêu này, bài viết sử dụng kiểm định nghiệm đơn vị phân vị do Koenker và Xiao (2006) đề xuất.

Kiểm định nghiệm đơn vị phân vị cung cấp số liệu thống kê kiểm tra (t-stats) cho các

Bảng 2: Kết quả kiểm định nghiệm đơn vị theo các mức phân vị

Phân vị (τ)	Biến ES			Biến lnGDP			Biến FD			Biến DT		
	t-stats	CV		t-stats	CV		t-stats	CV		t-stats	CV	
0.05	0.6803	1.5949	-3.0867	1.0148	-0.0859	-2.3100	0.4616	3.1562	-2.7960	1.0235	-0.4676	-2.7627
0.10	0.6950	1.8887	-2.3100	1.0969	-2.4957	-2.4748	0.6737	2.6468	-2.3102	1.0256	-0.6559	-2.7396
0.15	0.6110	2.9328	-2.8350	1.1792	-15.4883	-2.8437	0.8154	3.7398	-2.3332	1.0303	-0.9456	-2.4967
0.20	0.6107	-3.5812	-2.6536	0.9047	-0.7111	-2.9374	0.8457	-0.9221	-2.3100	1.0224	4.0772	-2.8061
0.25	0.6435	-2.2093	-2.8176	0.9289	-0.5391	-2.6438	0.8327	-0.9825	-2.3955	1.0277	4.6844	-3.0245
0.30	0.6402	-1.8210	-2.8870	0.8698	-0.9981	-2.8823	0.8248	-1.0306	-2.6748	1.0329	3.3733	-3.0245
0.35	0.5872	-1.8981	-2.9585	0.8664	-1.0679	-2.8624	0.8398	-1.3372	-2.7086	1.0315	2.4888	-3.2507
0.40	0.7399	-1.5375	-2.9047	0.8367	-1.3457	-2.7982	0.7695	-1.4197	-2.8918	1.0319	0.7902	-3.3228
0.45	0.5938	-2.6144	-3.3701	0.8351	-1.2942	-2.7914	0.8509	-1.0643	-2.5044	1.0308	0.6056	-3.4100
0.50	0.5450	-2.5442	-3.0034	0.8596	-1.3584	-2.8544	0.7633	-1.5761	-2.8443	1.0513	0.7351	-3.4100
0.55	0.5690	-2.3302	-3.2708	0.8339	-2.2470	-2.9405	0.7909	-1.1738	-2.9112	1.0487	0.6855	-3.4100
0.60	0.5690	-1.6600	-3.2424	0.8126	-3.0178	-3.1161	0.7909	-1.3492	-2.8843	1.0625	0.8240	-3.4100
0.65	0.5079	-1.6785	-3.4100	0.8411	-2.6604	-2.7073	0.7898	-1.1012	-2.9685	0.9294	-0.8377	-3.4100
0.70	0.5217	-1.9008	-3.2856	0.8880	-1.6784	-2.5810	0.6812	-1.6577	-2.4802	0.9183	-0.9027	-3.1509
0.75	0.5583	-1.6740	-3.1796	0.8812	-1.9591	-2.5592	0.6157	-1.8289	-3.1358	0.9274	-0.7811	-2.8830
0.80	0.4980	-2.1738	-3.1080	0.8760	-2.1887	-2.7490	0.5684	-2.0105	-2.3100	0.7305	-2.8004	-2.3246
0.85	0.6110	4.7360	-3.3500	0.8388	3.1290	-2.7094	0.4100	8.2456	-2.3100	0.7312	12.4664	-2.4210
0.90	1.0937	-0.7665	-3.0601	0.8124	2.0081	-2.3100	0.9257	4.2826	-2.4571	0.7310	3.3231	-2.5049
0.95	0.6818	1.5984	-2.3100	0.7952	1.9271	-2.3100	0.4589	1.6065	-2.3100	0.7691	2.3007	-2.8357

(Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả)

phân vị khác nhau và so sánh chúng với các giá trị tới hạn (critical value, CV) để xác định sự hiện diện của nghiệm đơn vị. Giả thuyết $H_0: \beta(\tau) = 1$ ngụ ý chuỗi này có nghiệm đơn vị ở một phân vị cụ thể. Nếu giá trị t-stats ở một phân vị cụ thể nhỏ hơn giá trị tới hạn tương ứng, chúng ta sẽ bác bỏ giả thuyết

hơn, và tạo ra nhiều chất thải hơn, từ đó làm suy giảm bền vững môi trường. Tương tự, dấu chân sinh thái ở Việt Nam ngày càng mở rộng khi ngày càng nhiều người sử dụng Internet. Ngược lại, phát triển tài chính có tác động âm đến dấu chân sinh thái nhưng không có ý nghĩa thống kê.

Bảng 3: Kết quả hồi quy OLS

Biến phụ thuộc: ES			
Tên biến độc lập	Hệ số hồi quy	Thống kê t	p-value
lnGDP	4,1892	9,67	0,000
FD	-0,1227	-0,56	0,577
DT	0,0121	13,77	0,000

(Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả)

không ở phân vị đó, cho thấy rằng chuỗi này đứng yên ở phân vị đó. Ngược lại, nếu giá trị t-stats lớn hơn giá trị tới hạn, chúng ta không thể bác bỏ giả thuyết không, cho thấy sự hiện diện của nghiệm đơn vị ở phân vị đó. Trong bảng 2, kết quả kiểm định tính dừng cho thấy hầu hết các giá trị trong cột t-stats của cả bốn biến đều lớn hơn giá trị CV tương ứng với từng mức phân vị. Điều này cho thấy cả bốn biến không dừng ở bậc gốc (level difference) và đáp ứng điều kiện để áp dụng phương pháp QoQ (Sim & Zhou, 2015).

Kết quả ước lượng bằng phương pháp OLS và phương pháp phân vị truyền thống

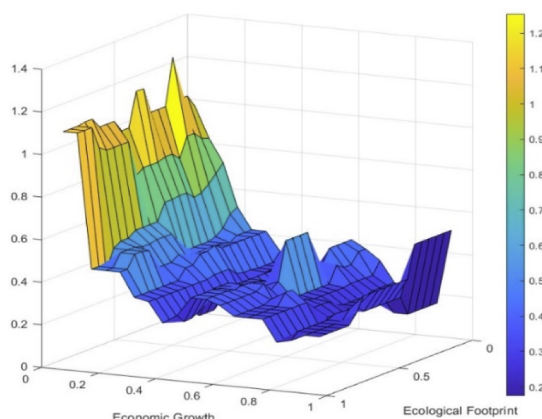
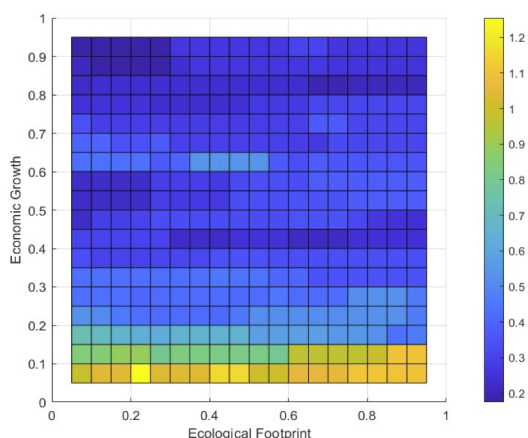
Tiếp theo, bài báo ước lượng tác động của tăng trưởng kinh tế, phát triển tài chính và chuyển đổi số đến bền vững môi trường bằng hai phương pháp OLS và phân vị truyền thống. Kết quả được trình bày ở Bảng 3, 4. Cụ thể, kết quả ước lượng bằng phương pháp OLS cho thấy tăng trưởng kinh tế có tác động dương và có ý nghĩa thống kê lên dấu chân sinh thái ở mức ý nghĩa 1%. Tức là, khi GDP bình quân đầu người tăng lên 1% thì làm dấu chân sinh thái tăng thêm 0,042 gha trên đầu người. Hàm ý rằng, tăng trưởng kinh tế sẽ khiến người dân có xu hướng tiêu dùng nhiều hơn, sử dụng nhiều tài nguyên thiên nhiên

Mối quan hệ cùng chiều giữa tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số và dấu chân sinh thái cũng được khẳng định bằng phương pháp hồi quy phân vị truyền thống. Tuy nhiên, trong khi tăng trưởng kinh tế và chuyển đổi số tác động dương và có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 1% ở tất cả các phân vị, thì phát triển tài chính chỉ tác động đến dấu chân sinh thái ở những phân vị thấp (từ 45% trở xuống).

Kết quả ước lượng bằng phương pháp hồi quy phân vị dựa trên phân vị

Hình 1 cho thấy tác động của tăng trưởng kinh tế đối với dấu chân sinh thái ở Việt Nam. Hệ số độ dốc dao động từ 0,2 đến 1,2. GDP bình quân đầu người làm tăng dấu chân sinh thái, nhưng mức tăng đang có xu hướng giảm dần ở các phân vị cao (0,6-0,95). Do đó, tăng trưởng kinh tế là yếu tố chủ chốt góp phần làm tăng lượng tài nguyên thiên nhiên mà con người sử dụng và lượng chất thải mà họ tạo ra ở Việt Nam. Phát hiện này đồng tình với các nghiên cứu hiện có như Ahmad và cộng sự (2020); Çakmak và Acar (2022); Shahbaz và cộng sự (2023).

Tương tự độ dốc của các tham số trong mối quan hệ giữa biến EF và DT cũng được thể hiện trong hình 2. Theo đó, khoảng biến thiên cũng từ [0; 100] hàm ý rằng giữa



(Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả)

Hình 1: Kết quả QoQ cho mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và bền vững môi trường

Bảng 4: Kết quả ước lượng bằng phương pháp hồi quy phân vị truyền thống

Mức phân vị (τ)	$\beta(\ln GDP)$	$\beta(FD)$	$\beta(DT)$
0,05	5,4366***	-1,2897*	0,0099***
0,10	4,4311***	-0,5626	0,0117***
0,15	4,5463***	-0,5209	0,0113***
0,20	4,5463***	-0,5209	0,0113***
0,25	4,5191***	-0,5059	0,0119***
0,30	4,5017***	-0,4906**	0,0119***
0,35	4,4808***	-0,4714*	0,0120***
0,40	4,4726***	-0,4411*	0,0119***
0,45	4,4216***	-0,4068	0,0121***
0,50	4,3964***	-0,3263	0,0120***
0,55	4,3642***	-0,2233	0,0118***
0,60	4,2468***	-0,0182	0,0117***
0,65	4,4200***	-0,0653	0,0114***
0,70	4,4200***	-0,0653	0,0114***
0,75	4,0944***	-0,1249	0,0125***
0,80	4,1065***	-0,1418	0,0126***
0,85	3,7597***	-0,0882	0,0132***
0,90	3,1822***	0,3609	0,0144***
0,95	3,1222***	0,4109	0,0145***

Ghi chú: *, **, *** phản ánh ý nghĩa thống kê ở mức 10%, 5% và 1% tương ứng

(Nguồn: Theo tính toán của nhóm tác giả)

chuyên đổi số và dấu chân sinh thái cũng có mối quan hệ thuận chiều. Màu tím trong hình 2 cho thấy giữa biến DT và biến EF sẽ có mối quan hệ yếu ở những phân vị thấp (từ 0,01

đến 0,4) sau đó tăng dần ở các mức phân vị cao. Ở các nước đang phát triển, chuyển đổi kỹ thuật số thường đi đôi với quá trình đô thị hóa nhanh chóng. Xây dựng cơ sở hạ tầng

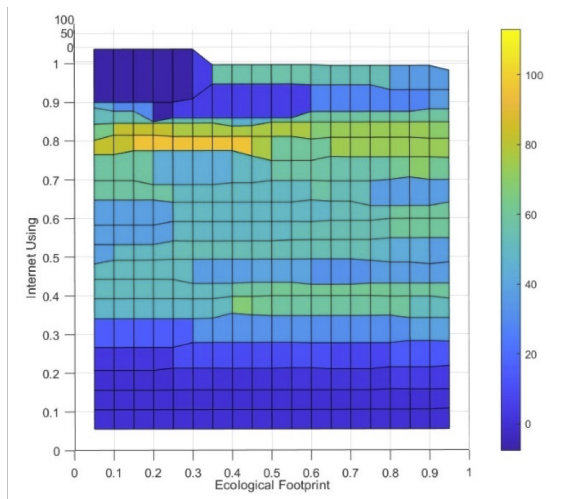
mới như trung tâm dữ liệu, mạng viễn thông và lưới điện đòi hỏi nguồn tài nguyên và năng lượng đáng kể, dẫn đến lượng khí thải CO₂ cao hơn và suy thoái môi trường. Các thiết bị kỹ thuật số có tuổi thọ ngắn do tiến bộ công nghệ nhanh chóng và nhu cầu của người tiêu dùng đối với công nghệ mới nhất. Điều này dẫn đến sự gia tăng chất thải điện tử. Các nước đang phát triển có các cơ chế thực thi và quy định về môi trường yếu hơn, cho phép các công ty hoạt động theo những cách không được phép ở các nước phát triển hơn. Từ đó, tạo ra những lỗ hổng trong các quy định cụ thể nhằm giải quyết các tác động môi trường của cơ sở hạ tầng kỹ thuật số và chất thải điện tử, làm trầm trọng thêm dấu chân sinh thái. Phát hiện này mâu thuẫn với các nghiên cứu hiện có như Kazemzadeh và cộng sự (2023); A. Khan và Ximei (2022); Opoku-Mensah và cộng sự (2024), cho thấy chuyển đổi số là động lực quan trọng quyết định đến chất lượng môi trường.

phát triển (R&D), dẫn đến đổi mới công nghệ nhằm cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm chất thải (Habiba và cộng sự, 2022; Hsu và cộng sự, 2021). Ví dụ, những tiến bộ trong công nghệ sạch có thể giúp các ngành công nghiệp giảm lượng khí thải carbon. Một hệ thống tài chính phát triển tốt có thể phân bổ nguồn lực hiệu quả hơn, hướng vốn đến các dự án và công ty sử dụng tài nguyên bền vững và giảm thiểu tác động đến môi trường.

Như vậy, về kết quả từ phương pháp hồi quy phân vị dựa trên phân vị khá tương đồng với các tìm kiếm từ phương pháp OLS và phân vị truyền thống. Tuy nhiên, khác với hồi quy phân vị truyền thống, phương pháp này cho thấy sự tác động của FD lên EF yếu ở các mức phân vị thấp (dưới 0,4) và tăng dần ở các mức phân vị cao.

5. Kết luận và hàm ý chính sách

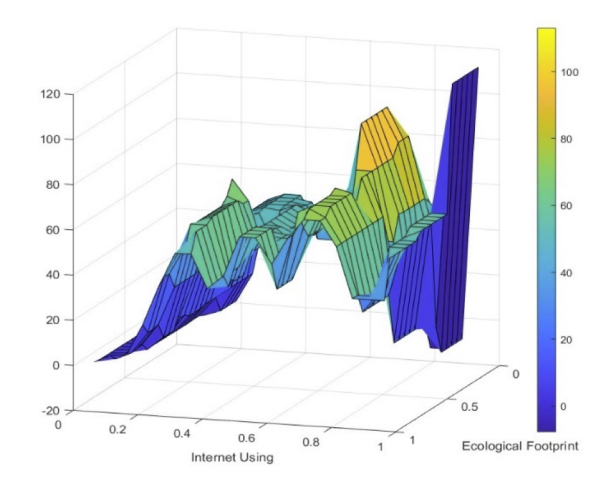
Bài báo này đã phân tích mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế, chuyển đổi số, phát triển tài chính và bền vững môi trường qua các



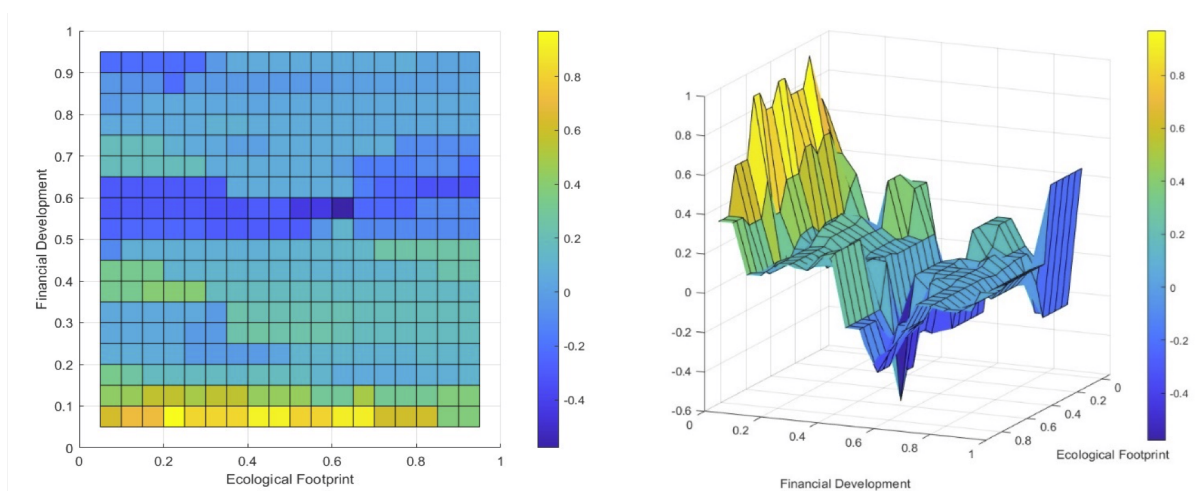
(Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả)

Hình 2: Kết quả QoQ cho mối quan hệ giữa chuyển đổi số và bền vững môi trường

Cuối cùng, hình 3 thể hiện phát triển tài chính có tác động âm đến dấu chân sinh thái và tác động đó càng mạnh ở các phân vị cao của FD. Phát triển tài chính có thể tạo điều kiện thuận lợi cho đầu tư vào nghiên cứu và



phân vị khác nhau ở Việt Nam trong giai đoạn 1990-2022. Tác giả đưa ra một số kết luận chính sau khi sử dụng cách tiếp cận phân vị dựa trên phân vị.



(Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả)

Hình 3: Kết quả QoQ cho mối quan hệ giữa phát triển tài chính và bền vững môi trường

Thứ nhất, thu nhập bình quân đầu người có tác động làm tăng dấu chân sinh thái, nhưng mức tăng này có xu hướng giảm dần ở các phân vị cao (0,6-0,95). Điều này ngụ ý rằng khi thu nhập bình quân đầu người đạt đến một mức độ nhất định, tốc độ gia tăng của dấu chân sinh thái sẽ giảm. Đây là một phát hiện quan trọng cho thấy tăng trưởng kinh tế có thể đi kèm với tăng cường hiệu quả sử dụng tài nguyên và giảm thiểu tác động môi trường khi đạt đến mức thu nhập cao hơn.

Thứ hai, mối quan hệ giữa chuyển đổi số và dấu chân sinh thái cũng là mối quan hệ thuận chiều, với tác động này yếu ở những phân vị thấp (từ 0,01 đến 0,4) nhưng tăng dần ở các mức phân vị cao. Điều này cho thấy rằng trong giai đoạn đầu của chuyển đổi số, tác động lên bền vững môi trường không lớn, nhưng khi quá trình này tiến xa hơn, tác động lên dấu chân sinh thái sẽ tăng lên. Điều này có thể do sự gia tăng tiêu thụ năng lượng và tài nguyên trong quá trình triển khai công nghệ số ở quy mô lớn hơn.

Cuối cùng, phát triển tài chính có tác động giảm dấu chân sinh thái và tác động này càng mạnh ở các phân vị cao. Điều này cho thấy rằng sự phát triển của các dịch vụ tài chính và

tiếp cận tài chính không chỉ thúc đẩy tăng trưởng kinh tế mà còn có thể giúp cải thiện sự bền vững môi trường, đặc biệt là ở các nhóm thu nhập cao. Phát triển tài chính có thể hỗ trợ các doanh nghiệp và cá nhân đầu tư vào các công nghệ và giải pháp bền vững, từ đó giảm thiểu tiêu thụ tài nguyên và phát thải.

Hàm ý chính sách

Dựa trên các kết quả nghiên cứu, nghiên cứu cũng đề xuất một số hàm ý chính sách để tối ưu hóa sự phát triển kinh tế và chuyển đổi số đi kèm với việc bảo vệ môi trường.

Đầu tiên, tăng trưởng kinh tế, mặc dù cần thiết để cải thiện mức sống và thúc đẩy phát triển xã hội, có thể làm gia tăng dấu chân sinh thái nếu không được quản lý đúng cách. Các chính phủ cần phải phát triển các chính sách khuyến khích tăng trưởng kinh tế đi đôi với bảo vệ môi trường bằng việc thiết lập các mục tiêu phát triển bền vững, đồng thời áp dụng các cơ chế khuyến khích cho doanh nghiệp và cá nhân thực hiện các phương pháp sản xuất và tiêu dùng xanh. Các chỉ tiêu cụ thể được xác định liên quan đến giảm phát thải, tiết kiệm năng lượng và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên trong chiến lược phát triển kinh tế. Điều này bao gồm việc thực

hiện các kế hoạch dài hạn để đạt được các mục tiêu bền vững, chẳng hạn như Chương trình Nghị sự 2030 cho phát triển bền vững của Liên Hợp Quốc.

Thứ hai, khuyến khích đầu tư vào công nghệ sạch và ưu tiên thực hiện các giải pháp hiệu quả năng lượng là điều cần thiết ngay tại thời điểm hiện tại, đặc biệt là ở các quốc gia đang phát triển. Điều này có thể thực hiện thông qua các ưu đãi thuế, trợ cấp, hoặc các chương trình hỗ trợ tài chính cho các doanh nghiệp và cá nhân. Các chính sách hỗ trợ R&D trong lĩnh vực công nghệ xanh và năng lượng tái tạo có thể thúc đẩy sự phát triển của các giải pháp bền vững. Ngoài ra, tăng cường phát triển các dịch vụ tài chính hướng tới bền vững, như tín dụng xanh, quỹ đầu tư xanh và các sản phẩm tài chính bền vững khác nhằm hỗ trợ các doanh nghiệp nhỏ và vừa trong việc tiếp cận tài chính để đầu tư vào các công nghệ và giải pháp giảm thiểu tác động môi trường.

Thứ ba, chuyển đổi số, mặc dù mang lại nhiều lợi ích về hiệu quả và năng suất, có thể làm gia tăng dấu chân sinh thái khi triển khai trên quy mô lớn. Để quản lý tác động này, các chính sách cần đưa ra các quy định và tiêu chuẩn về hiệu quả năng lượng cho các trung tâm dữ liệu, mạng lưới và thiết bị số. Các quy định này có thể bao gồm việc áp dụng công nghệ làm mát hiệu quả, cải thiện hiệu suất năng lượng của thiết bị và giảm lượng khí thải carbon từ hoạt động số. Nhà nước có thể đẩy mạnh nghiên cứu và phát triển trong lĩnh vực công nghệ xanh bằng cách hỗ trợ các sáng kiến và dự án nghiên cứu nhằm phát triển công nghệ số thân thiện với môi trường, như công nghệ blockchain tiết kiệm năng lượng và các giải pháp đảm bảo tiết kiệm tài nguyên.

Cuối cùng, tác động tiêu cực của tăng trưởng kinh tế và chuyển đổi số đến bền vững môi trường ở Việt Nam nói riêng và các nước đang phát triển nói chung có thể bắt nguồn từ

các quy định, chính sách còn lỏng lẻo và nhận thức của người dân về tiêu dùng bền vững. Các quốc gia cần xây dựng và thực thi các quy định nghiêm ngặt về bảo vệ môi trường, đặc biệt là trong các ngành công nghiệp và lĩnh vực có nguy cơ cao về tác động môi trường. Các chính sách được thiết lập cơ chế phối hợp đa bên, tạo ra các nền tảng hợp tác giữa chính phủ, doanh nghiệp và các tổ chức xã hội để triển khai các sáng kiến bền vững và giải quyết các thách thức môi trường. Các tổ chức này có thể làm việc cùng nhau để phát triển và thực hiện các chính sách và chương trình hỗ trợ phát triển bền vững. Bên cạnh đó, việc đẩy mạnh giám sát và đánh giá thông qua các hệ thống giám sát và đánh giá định kỳ sẽ giúp nhận diện các vấn đề kịp thời và điều chỉnh chính sách để đạt được kết quả bền vững hơn. Đồng thời, các chương trình giáo dục và nâng cao nhận thức về môi trường nên được triển khai rộng rãi, đặc biệt là ở các khu vực có mức thu nhập thấp hơn, nhằm tạo ra một lực lượng lao động và công dân có hiểu biết sâu rộng và trách nhiệm trong việc quản lý nguồn tài nguyên và bảo vệ môi trường. Các chiến dịch tuyên truyền và hoạt động giáo dục cộng đồng có thể giúp nâng cao hiểu biết về cách mà mỗi cá nhân có thể góp phần vào phát triển bền vững thông qua các hành vi tiêu dùng và đầu tư có trách nhiệm. ♦

Tài liệu tham khảo:

Adeel-Farooq, R. M., Raji, J. O., & Adeleye, B. N. (2021). Economic growth and methane emission: testing the EKC hypothesis in ASEAN economies. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(2), 277-289.

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>
- Akinsola, G. D., Awosusi, A. A., Kirikkaleli, D., Umarbeyli, S., Adeshola, I., & Adebayo, T. S. (2022). Ecological footprint, public-private partnership investment in energy, and financial development in Brazil: a gradual shift causality approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(7), 10077-10090.
- Ali, H. S., Zeqiraj, V., Lin, W. L., Law, S. H., Yusop, Z., Bare, U. A. A., & Chin, L. (2019). Does quality institutions promote environmental quality? *Environmental Science and Pollution Research*, 26(11), 10446-10456.
- Avom, D., Nkengfack, H., Fotio, H. K., & Totouom, A. (2020). ICT and environmental quality in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120028.
- Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Roubaud, D., & Farhani, S. (2018). How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO2 emissions? *Energy Policy*, 113, 356-367.
- Bekkevold, J. I. (2020). The International Politics of Economic Reforms in China, Vietnam, and Laos. In A. Hansen, J. I. Bekkevold, & K. Nordhaug (Eds.), *The Socialist Market Economy in Asia: Development in China, Vietnam and Laos* (pp. 27-68). Singapore: Springer Singapore.
- Çakmak, E. E., & Acar, S. (2022). The nexus between economic growth, renewable energy and ecological footprint: An empirical evidence from most oil-producing countries. *Journal of cleaner production*, 352, 131548.
- Cetin, M., Ecevit, E., & Yucel, A. G. (2018). The impact of economic growth, energy consumption, trade openness, and financial development on carbon emissions: empirical evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 36589-36603.
- Chen, X., Zhou, P., & Hu, D. (2023). Influences of the ongoing digital transformation of the Chinese Economy on innovation of sustainable green technologies. *Science of The Total Environment*, 875, 162708.
- Danish, Khan, N., Baloch, M. A., Saud, S., & Fatima, T. (2018). The effect of ICT on CO2 emissions in emerging economies: does the level of income matters? *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23), 22850-22860.
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of The Total Environment*, 650, 2483-2489. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.10.017
- Elbadri, M., Bsikre, S., Alamari, O., & Balcilar, M. (2023). Nexus between renewable energy consumption, economic growth, and CO2 emissions in Algeria: New evidence from the Fourier-Bootstrap ARDL approach. *Natural Resources Forum*, 47(3), 393-412.
- Elia, G., Margherita, A., & Passiante, G. (2020). Digital entrepreneurship ecosystem: How digital technologies and collective intelligence are reshaping the entrepreneurial process. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119791.
- Feng, S., Zhang, R., & Li, G. (2022). Environmental decentralization, digital finance and green technology innovation. *Structural Change and Economic Dynamics*, 61, 70-83. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.02.008>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The quarterly journal of economics*, 110(2), 353-377.
- Guru, B. K., & Yadav, I. S. (2019). Financial development and economic growth:

panel evidence from BRICS. *Journal of Economics, Finance Administrative Science*, 24(47), 113-126.

Habiba, U., Xinbang, C., & Anwar, A. (2022). Do green technology innovations, financial development, and renewable energy use help to curb carbon emissions? *Renewable Energy*, 193, 1082-1093.

Haseeb, A., Xia, E., Saud, S., Ahmad, A., & Khurshid, H. (2019). Does information and communication technologies improve environmental quality in the era of globalization? An empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 8594-8608.

Hsu, C.-C., Quang-Thanh, N., Chien, F., Li, L., & Mohsin, M. (2021). Evaluating green innovation and performance of financial development: mediating concerns of environmental regulation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(40), 57386-57397.

Huang, Y., Haseeb, M., Usman, M., & Ozturk, I. (2022). Dynamic association between ICT, renewable energy, economic complexity and ecological footprint: Is there any difference between E-7 (developing) and G-7 (developed) countries? *Technology in Society*, 68, 101853.

Hung, N. T. (2023). Green investment, financial development, digitalization and economic sustainability in Vietnam: Evidence from a quantile-on-quantile regression and wavelet coherence. *Technological Forecasting and Social Change*, 186, 122185.

Jiang, C., & Ma, X. (2019). The Impact of Financial Development on Carbon Emissions: A Global Perspective. *Sustainability*, 11(19), 5241.

Kazemzadeh, E., Fuinhas, J. A., Salehnia, N., & Osmani, F. (2023). The effect of economic complexity, fertility rate, and information and communication technology on ecological footprint in the emerging

economies: a two-step stirpat model and panel quantile regression. *Quality & Quantity*, 57(1), 737-763.

Khan, A., & Ximei, W. (2022). Digital Economy and Environmental Sustainability: Do Information Communication and Technology (ICT) and Economic Complexity Matter? *International journal of environmental research and public health*, 19(19).

Khan, I., Hou, F. J., Zakari, A., Irfan, M., & Ahmad, M. (2022). Links among energy intensity, non-linear financial development, and environmental sustainability: New evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of cleaner production*, 330, 11.

Kharb, R., Saini, N., & Kumar, D. (2024). Driving environmental sustainability in emerging economies: The nexus of green finance, foreign direct investment, financial development, and green technology innovation. *Business Strategy & Development*, 7(4), e70008. <https://doi.org/10.1002/bsd2.70008>

Kindo, M., Ouoba, Y., & Kabore, F. P. (2023). Effect of foreign direct investment on environmental quality in West Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(20), 57788-57800.

Koenker, R., & Xiao, Z. (2006). Quantile Autoregression. *Journal of the American Statistical Association*, 101(475), 980-990.

Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., & Roig-Tierno, N. (2021). Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research. *SAGE Open*, 11(3), 21582440211047576.

Le, D. N. (2019). Environmental degradation and economic growth in ASEAN-10: The perspective of EKC hypothesis. *Malaysian Journal of Economic Studies*, 56(1), 43-62.

- Li, L. (2022). Digital transformation and sustainable performance: The moderating role of market turbulence. *Industrial Marketing Management*, 104, 28-37.
- Lin, B., Omoju, O. E., Nwakeze, N. M., Okonkwo, J. U., & Megbowon, E. T. (2016). Is the environmental Kuznets curve hypothesis a sound basis for environmental policy in Africa? *Journal of cleaner production*, 133, 712-724.
- Liu, H., Islam, M. A., Khan, M. A., Hossain, M. I., & Pervaiz, K. (2020). Does financial deepening attract foreign direct investment? Fresh evidence from panel threshold analysis. *Research in International Business and Finance*, 53, 101198.
- Maksimovic, M. (2018). Greening the future: Green Internet of Things (G-IoT) as a key technological enabler of sustainable development. *Internet of things and big data analytics toward next-generation intelligence*, 283-313.
- Marrero, M., Puerto, M., Rivero-Camacho, C., Freire-Guerrero, A., & Solís-Guzmán, J. (2017). Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 160-174.
- Menegaki, A. (2020). *A Guide to Econometric Methods for the Energy-Growth Nexus*: Academic Press.
- Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385.
- Narayan, P. K., Saboori, B., & Soleymani, A. (2016). Economic growth and carbon emissions. *Economic modelling*, 53, 388-397.
- Nathaniel, S. P. (2021). Biocapacity, human capital, and ecological footprint in G7 countries: the moderating role of urbanization and necessary lessons for emerging economies. *Energy, Ecology and Environment*, 6(5), 435-450.
- Ngoc, B. H., & Tram, N. H. M. (2024). Spillover impacts of financial development and globalization on environmental quality in ASEAN countries. *Heliyon*, 10(9), e30149.
- Opoku-Mensah, E., Chun, W., Ofori, E. K., Ampofo, S. A., Chen, W., & Appiah-Otoo, I. (2024). Revisiting the role of ICT and green institutional governance in environmental sustainability and proposing an ecological footprint mitigation pathway using a volatility-driven model. *Journal of cleaner production*, 434, 139824.
- Orhan, A., Adebayo, T. S., Genç, S. Y., & Kirikkaleli, D. (2021). Investigating the Linkage between Economic Growth and Environmental Sustainability in India: Do Agriculture and Trade Openness Matter? *Sustainability*, 13(9), 4753.
- Özokcu, S., & Özdemir, Ö. (2017). Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 639-647.
- Pagoropoulos, A., Pigosso, D. C. A., & McAloone, T. C. (2017). The Emergent Role of Digital Technologies in the Circular Economy: A Review. *Procedia CIRP*, 64, 19-24.
- Pata, U. K., & Aydin, M. (2020). Testing the EKC hypothesis for the top six hydropower energy-consuming countries: Evidence from Fourier Bootstrap ARDL procedure. *Journal of cleaner production*, 264, 121699.

Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.

Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Role of economic growth, renewable energy, and technological innovation to achieve environmental sustainability in Kazakhstan. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 100165.

Rashid, A., Irum, A., Malik, I. A., Ashraf, A., Rongqiong, L., Liu, G., . . . Yousaf, B. (2018). Ecological footprint of Rawalpindi; Pakistan's first footprint analysis from urbanization perspective. *Journal of cleaner production*, 170, 362-368.

Ruza, C., & Caro-Carretero, R. (2022). The Non-Linear Impact of Financial Development on Environmental Quality and Sustainability: Evidence from G7 Countries. *International journal of environmental research and public health*, 19(14), 8382.

Saidi, K., & Mbarek, M. B. (2017). The impact of income, trade, urbanization, and financial development on CO 2 emissions in 19 emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 12748-12757.

Shahbaz, M., Dogan, M., Akkus, H. T., & Gursoy, S. (2023). The effect of financial development and economic growth on ecological footprint: evidence from top 10 emitter countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(29), 73518-73533.

Sim, N., & Zhou, H. (2015). Oil prices, US stock return, and the dependence between their quantiles. *Journal of Banking & Finance*, 55, 1-8. doi:10.1016/j.jbankfin.2015.01.013

Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of cleaner production*, 188, 144-157.

Usman, A., Ozturk, I., Naqvi, S. M. M. A., Ullah, S., & Javed, M. I. (2022). Revealing the nexus between nuclear energy and ecological footprint in STIRPAT model of advanced economies: Fresh evidence from novel CS-ARDL model. *Progress in Nuclear Energy*, 148, 104220.

Vo, D. H., & Ho, C. M. (2021). Foreign investment, economic growth, and environmental degradation since the 1986 “Economic Renovation” in Vietnam. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(23), 29795-29805.

Wei, X., Jiang, F., & Yang, L. (2023). Does digital dividend matter in China's green low-carbon development: Environmental impact assessment of the big data comprehensive pilot zones policy. *Environmental Impact Assessment Review*, 101, 107143.

Wen, H., Lee, C.-C., & Song, Z. (2021). Digitalization and environment: how does ICT affect enterprise environmental performance? *Environmental Science and Pollution Research*, 28(39), 54826-54841.

Wu, L., Adebayo, T. S., Yue, X.-G., & Umut, A. (2023). The role of renewable energy consumption and financial development in environmental sustainability: implications for the Nordic Countries. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 30(1), 21-36.

Xu, J., Yu, Y., Zhang, M., & Zhang, J. Z. (2023). Impacts of digital transformation on

eco-innovation and sustainable performance: Evidence from Chinese manufacturing companies. *Journal of cleaner production*, 393, 136278.

Xu, Q., Li, X., & Guo, F. (2023). Digital transformation and environmental performance: Evidence from Chinese resource-based enterprises. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(4), 1816-1840.

Yang, B., Jahanger, A., Usman, M., & Khan, M. A. (2021). The dynamic linkage between globalization, financial development, energy utilization, and environmental sustainability in GCC countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(13), 16568-16588.

Yi, M., Liu, Y., Sheng, M. S., & Wen, L. (2022). Effects of digital economy on carbon emission reduction: New evidence from China. *Energy Policy*, 171, 113271.

Zafar, M. W., Saud, S., & Hou, F. (2019). The impact of globalization and financial development on environmental quality: evidence from selected countries in the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 13246-13262.

Zaidi, S. A. H., Zafar, M. W., Shahbaz, M., & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization, financial development and carbon emissions: evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of cleaner production*, 228, 533-543.

Zhang, L., Li, Z., Kirikkaleli, D., Adebayo, T. S., Adeshola, I., & Akinsola, G. D. (2021). Modeling CO₂ emissions in

Malaysia: an application of Maki cointegration and wavelet coherence tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(20), 26030-26044.

Zhang, X., Song, X., Lu, J., & Liu, F. (2022). How financial development and digital trade affect ecological sustainability: The role of renewable energy using an advanced panel in G-7 Countries. *Renewable Energy*, 199, 1005-1015.

Summary

This study explores the nonlinear impact of economic growth, digital transformation, and financial development on environmental sustainability in Vietnam from 1990 to 2022. By applying the quantile-on-quantile regression method, the results indicate that economic growth has an inverse relationship with environmental sustainability; however, this negative impact diminishes at higher quantiles (0.6–0.95). This implies that when economic growth reaches a certain level, the rate of environmental degradation slows down. Similarly, the effect of digital transformation on the ecological footprint is positive, weak at lower quantiles (0.01–0.4), but intensifies at higher quantiles. Finally, financial development supports environmental sustainability, with its impact being stronger at higher quantiles. These findings provide crucial evidence for policymakers to balance economic growth, digital transformation, and environmental protection while promoting financial market development as a supporting tool for environmental sustainability in Vietnam.