

---

# TÁC ĐỘNG CỦA QUÁ TRÌNH CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐẾN SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN Ở CÁC NƯỚC CHÂU ÂU

Phạm Văn Minh

Trường Đại học Kinh tế Quốc dân

Email: minhpv@neu.edu.vn

Mã bài: JED-536

Ngày nhận: 10/01/2022

Ngày nhận bản sửa: 11/02/2022

Ngày duyệt đăng: 10/05/2022

## Tóm tắt:

Bài báo này sẽ tiến hành phân tích thực nghiệm xem xét những ảnh hưởng của quá trình chuyển đổi kỹ thuật số trong doanh nghiệp và khu vực công đối với lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Bài báo sử dụng các hoạt động kinh doanh kỹ thuật số (chẳng hạn thương mại điện tử, bao gồm giá trị bán hàng trực tuyến, doanh thu từ thương mại điện tử và bán hàng qua web; Doanh nghiệp điện tử, bao gồm việc sử dụng quản lý quan hệ khách hàng CRM, điện toán đám mây) và các dịch vụ công nghệ thuật số (lấy người dùng làm trung tâm, tính di động của doanh nghiệp và các yếu tố thúc đẩy chính) để làm sáng tỏ những ảnh hưởng đến tổng lợi tức khi sử dụng tự nhiên (lợi tức khi sử dụng than, lợi tức khi sử dụng khoáng sản, lợi tức khi sử dụng khí đốt tự nhiên và lợi tức khi sử dụng rừng). Các kỹ thuật kinh tế lượng khác nhau sẽ được áp dụng cho mẫu gồm 26 quốc gia thuộc Liên minh Châu Âu trong giai đoạn 2011-2019. Kết quả ước lượng chứng minh rằng cả kinh doanh kỹ thuật số và dịch vụ công nghệ thuật số đều dẫn đến sự gia tăng của tổng lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên.

**Từ khóa:** Kinh doanh kỹ thuật số; dịch vụ công nghệ thuật số; lợi tức khi sử dụng tài nguyên; châu Âu.

**Mã JEL:** F21, G21, O16, C33

## Impact of digitalization on natural resource use in European countries

### Abstract

This study empirically analyses the impact of the digital transformation process in the business and public sector on natural resources rents. Our paper employs the digital businesses (e-Commerce, including the value of online selling, e-Commerce turnover, e-Commerce web sales, and e-Business, including customer relationship management (CRM) usage and cloud usage) and the digital public services (user-centricity, business mobility, and key enablers), while we deal with the total natural rents (coal rents, mineral rents, natural gas rents, and forest rents). The various econometric techniques are applied to a sample of 26 European Union countries during the 2011-2019 period. Our estimation results demonstrate that both digital businesses and digital public services lead to a rise in total natural rents.

**Keywords:** Digital business; digital public services; natural rents; economic complexity; European countries.

**JEL Codes:** F21, G21, O16, C33

## 1. Giới thiệu

Tiêu dùng và sản xuất bền vững là một trong những mục tiêu quan trọng nhất trong số 17 mục tiêu do Liên hợp quốc đề xuất nhằm đạt được sự phát triển bền vững (European Environment Agency, 2020a). Trong quá trình thực hiện các hoạt động sản xuất kinh tế, con người chỉ chú trọng khai thác, sử dụng tài nguyên thiên nhiên đến quá mức mà bỏ qua hoặc chậm thực hiện quá trình sử dụng tài nguyên tiết kiệm và hiệu quả. Một

---

số quốc gia thâm dụng nhiều tài nguyên nhất trên thế giới là Kuwait, Colombia và Nga, xếp hạng dựa trên tỷ lệ của tổng tài nguyên thiên nhiên trên GDP (%). Bên cạnh đó, các nước tiên tiến như Úc, Phần Lan, Pháp, Đức, Hồng Kông, Ý, Nhật Bản và New Zealand có tỷ lệ lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên tương đối thấp (Nguyễn Phúc Cảnh & cộng sự, 2020).

Lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên rất phức tạp theo nhiều xu hướng khác nhau ở các khu vực trên toàn thế giới. Ví dụ, một số nước như Canada, Trung Quốc, Philippines, Nga có xu hướng giảm, trong khi Campuchia, Việt Nam lại có dấu hiệu gia tăng. Việc gia tăng lợi tức từ tài nguyên thiên nhiên hàm ý rằng các hoạt động kinh tế và các hoạt động sản xuất đang sử dụng tài nguyên thiên nhiên như một đầu vào chính, và điều này phản ánh mức độ phụ thuộc vào tài nguyên tự nhiên của các quốc gia (Nguyễn Phúc Cảnh & cộng sự, 2020). Lợi nhuận tài nguyên thiên nhiên đang dần trở thành một vấn đề ngày càng quan trọng và đòi hỏi phải có nhiều cuộc điều tra chuyên biệt hơn ở nhiều khía cạnh và khu vực khác nhau, đặc biệt là ở khu vực Châu Âu, nơi mà các tác động môi trường của việc sử dụng tài nguyên ngày càng trở nên nghiêm trọng (European Environment Agency, 2020a). Ở Châu Âu, khi việc sử dụng tài nguyên vượt quá khả năng sẵn có của địa phương<sup>1</sup>, các quốc gia châu Âu sẽ trở nên phụ thuộc và cạnh tranh đối với các nguồn lực từ các quốc gia khác, dẫn đến những lo ngại về vấn đề an ninh trong việc cung cấp tài nguyên cho khu vực châu Âu trong dài hạn và tiềm ẩn nguy cơ xung đột trong tương lai (European Environment Agency, 2020a). Theo cảnh báo trong báo cáo Triển vọng Môi trường Châu Âu (European Environment Agency, 2020b), Châu Âu sẽ không đạt được các mục tiêu năm 2030 nếu khu vực này không áp dụng các hành động khẩn cấp trong 10 năm tới để đối phó với tình trạng mất đa dạng sinh học đáng báo động, ảnh hưởng ngày càng tăng của biến đổi khí hậu, hay sử dụng quá mức tài nguyên thiên nhiên.

Cùng với phần còn lại của thế giới, mục tiêu của EU là chuyển sang nền kinh tế kỹ thuật số, tích hợp công nghệ cao, phát triển trí tuệ nhân tạo, v.v. vào các lĩnh vực khác nhau của nền kinh tế. Báo cáo Tiến bộ Kỹ thuật số của Châu Âu (EDPR) dành cho các nước EU (European Environment Agency, 2020a) đã chỉ ra sự khác biệt đáng kể trong quá trình tích hợp công nghệ kỹ thuật số ở khu vực này. Dựa trên chỉ số kinh tế và xã hội kỹ thuật số (DESI) được tính toán từ khả năng kết nối, kỹ năng kỹ thuật số, sử dụng Internet và sử dụng công nghệ kỹ thuật số trong lĩnh vực kinh doanh và khu vực công, báo cáo cho thấy rằng Romania và Bulgaria có số điểm thấp nhất, trong khi các nước Scandinavia và các quốc gia nhỏ hơn khác ở mức rất cao. Hầu như tất cả các quốc gia đều tập trung vào việc phát triển Chương trình nghị sự kỹ thuật số quốc gia hoặc Chiến lược kỹ thuật số. Bằng chứng là nhiều sáng kiến về số hóa ngành công nghiệp và dịch vụ công, đầu tư vào cơ sở hạ tầng và dịch vụ kỹ thuật số, chương trình nghiên cứu, an ninh mạng, thương mại điện tử, bản quyền và luật bảo vệ dữ liệu đã được đưa ra trong giai đoạn 2014-2019. Theo European Environment Agency (2020b) chỉ số DESI của EU đã tăng đáng kể từ 0,43 trong năm 2014 lên 0,52 vào năm 2019. Khoảng 99% hộ gia đình EU được bao phủ bởi băng thông rộng cố định cơ bản, đồng thời các Doanh nghiệp vừa và nhỏ của EU (SME) đã tăng dần mức độ tích hợp công nghệ kỹ thuật số vào hoạt động kinh doanh của họ. Trong Dịch vụ công kỹ thuật số, tỷ lệ người dùng Internet đã trao đổi biểu mẫu với cơ quan hành chính công trực tuyến là 38%. Nhìn chung, quá trình chuyển đổi kỹ thuật số được đánh giá là sẽ diễn ra mạnh mẽ ở châu Âu trong giai đoạn 2012-2019.

Nghiên cứu của chúng tôi có ít nhất hai đóng góp hữu ích. Thứ nhất, nghiên cứu này là nỗ lực đầu tiên nhằm xem xét các tác động của quá trình chuyển đổi kỹ thuật số đối với lợi tức khi sử dụng tự nhiên ở khu vực châu Âu. Bằng cách sử dụng các chỉ số khác nhau để nắm bắt quá trình chuyển đổi kỹ thuật số trong cả khu vực kinh doanh và khu vực công, bài báo này được kỳ vọng sẽ cung cấp một phân tích toàn diện hơn về mối liên hệ giữa số hóa và lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Thứ hai, bài báo cũng chỉ ra tầm quan trọng của sự phức tạp kinh tế trong việc ảnh hưởng đến tác động của số hóa đối với lợi tức khi sử dụng tự nhiên. Trong khi các nghiên cứu trước đây nhấn mạnh sự phức tạp kinh tế như một nguyên nhân trực tiếp dẫn đến lợi tức khi sử dụng tự nhiên, nghiên cứu của chúng tôi coi sự đa dạng của sản xuất và chất lượng của hệ thống sản xuất là một kênh để nâng cao tác động của số hóa đối với lợi tức này. Với mục đích đó, chúng tôi sẽ phân tích dữ liệu của 26 quốc gia thuộc Liên minh Châu Âu trong giai đoạn 2011-2019 bằng mô hình

---

ước lượng hiệu chỉnh sai số dữ liệu bảng (PCSE) do đặc tính về sự phụ thuộc chéo trong dữ liệu sử dụng. Việc kiểm tra độ chính xác của các kết luận, được thực hiện thông qua mô hình ước lượng bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS) để đối phó với phương sai thay đổi cũng như các tác động cố định. Để giảm thiểu các vấn đề nội sinh có thể xảy ra, tất cả các biến giải thích trong mô hình được lấy độ trễ một năm.

Phần còn lại của bài báo bao gồm: Phần 2 cung cấp một đánh giá về các tài liệu có liên quan. Phần 3 trình bày mô hình, dữ liệu và phương pháp ước tính. Phần 4 báo cáo kết quả thực nghiệm và thảo luận. Phần 5 kết luận của bài báo.

## 2. Tổng quan nghiên cứu

Tài nguyên thiên nhiên và các nguồn năng lượng đóng một vai trò quan trọng cho quá trình tăng trưởng kinh tế của các quốc gia. Tuy nhiên, việc một quốc gia gia tăng sử dụng các tài nguyên lại có nguy cơ làm gia tăng lượng khí thải ra môi trường và các ảnh hưởng tiêu cực khác tới môi trường của quốc gia đó (Nguyễn Phúc Cảnh & cộng sự, 2020). Các học giả đã nghiên cứu lợi tức từ việc sử dụng tài nguyên ở nhiều khía cạnh khác nhau. Cụ thể, Kalkuhl & Brecha (2013) chỉ ra rằng các chính sách làm giảm cầu đối với nguyên liệu hóa thạch (ví dụ than đá, dầu mỏ, khí thô...) có thể làm giảm lợi tức từ nguồn nguyên liệu này. Gerelmaa & Kotani (2016) chỉ ra rằng vấn đề “lời nguyên tài nguyên thiên nhiên” đã không còn tồn tại khi có sự phát triển mạnh mẽ trong công nghệ sản xuất của khu vực công nghiệp. Các nghiên cứu đều hàm ý rằng việc gia tăng lợi tức từ tài nguyên thiên nhiên là không tốt cho nền kinh tế vì các hoạt động kinh tế đang bị phụ thuộc vào nguồn tài nguyên này. Việc sử dụng quá nhiều tài nguyên thiên nhiên sẽ gây ra những ảnh hưởng tiêu cực tới vấn đề môi trường của một quốc gia.

Nghiên cứu này sẽ tập trung vào việc đánh giá ảnh hưởng của quá trình chuyển đổi số tới việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Các tài liệu trước đây đã chỉ ra những tác động khác nhau của số hóa đối với nền kinh tế, nhưng các bằng chứng thực nghiệm vẫn còn hạn chế. Không chỉ các tương tác kinh tế và xã hội bị ảnh hưởng bởi số hóa, mà các quy trình sản xuất và quản lý cũng chịu ảnh hưởng. Vì vậy, ảnh hưởng của quá trình chuyển đổi số đến tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên được đánh giá là khá phức tạp, vì hoạt động này có cả tác động tích cực và tiêu cực tới nền kinh tế và việc sử dụng tài nguyên. Tài nguyên thiên nhiên và năng lượng là những yếu tố đầu vào không thể thiếu cho hoạt động sản xuất của các ngành. Mức tiêu thụ năng lượng và tài nguyên cao hơn gây ra lượng khí thải carbon lớn hơn, do đó dẫn đến các vấn đề môi trường nghiêm trọng hơn. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu mối quan hệ giữa số hóa và lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên bằng cách nghiên cứu tác động của số hóa đối với một số lĩnh vực như hiệu quả năng lượng, tiêu dùng xanh và sản xuất, cũng như tác động phục hồi của công nghệ đối với tiêu thụ năng lượng và môi trường.

Sự ra đời và việc ứng dụng rộng rãi của Internet đã thúc đẩy đáng kể tốc độ phát tán của thông tin. Với việc cải thiện tốc độ xử lý và cung cấp nhiều thông tin hơn, mọi người có thể nhận được một lượng lớn kiến thức nhanh hơn và toàn diện hơn, chỉ cần họ có hiệu quả tìm kiếm cao hơn và khả năng truy cập internet chi phí thấp. Bên cạnh việc thu thập dữ liệu, sự phát triển nhanh chóng của điện toán đám mây và dữ liệu lớn, cũng như nhiều ứng dụng công nghệ số khác, đã cho phép chuyển giao và đồng bộ hóa thông tin hiệu quả hơn với chi phí thấp hơn giữa các cá nhân và chuyên gia mà không bị phụ thuộc vào các ràng buộc về thời gian và không gian (Spiezia, 2011). Theo đó, người lao động có thể tận dụng lợi thế thông tin này để nâng cao chuyên môn của họ, tiến hành nhiều hoạt động R&D hơn và liên tục đạt được các kỹ năng chuyên môn mới. Do đó, nguồn nhân lực được tăng cường, góp phần tích cực vào các nỗ lực đổi mới kỹ thuật tiên tiến (Ferro, 2011; Haini, 2019). Hiệu ứng này không bị giới hạn ở bất kỳ quốc gia nào. Thay vào đó, các mạng lưới toàn cầu và nền tảng Internet khuyến khích sự lan tỏa kiến thức và kỹ thuật xuyên biên giới thông qua việc phân phối và trao đổi thông tin nhanh hơn, cũng như dịch chuyển việc làm. Khi hệ thống công nghệ tiên tiến phát triển, nó không ngừng nâng cao vốn nhân lực, đẩy nhanh việc giới thiệu và phổ biến công nghệ trên nhiều lĩnh vực trên toàn cầu (Ceccobelli & cộng sự, 2012). Hơn nữa, sự phát triển tài chính mạnh mẽ trong kỷ nguyên kỹ thuật số cũng góp phần thúc đẩy quá trình cải tiến công nghệ và nâng cấp cơ cấu công nghiệp. Việc ứng dụng Internet trong lĩnh vực tài chính không chỉ cho phép xuất hiện các mô hình tài

---

chính và kênh tín dụng mới mà còn cho phép giao dịch giữa các quỹ đầu tư và các doanh nghiệp xuyên biên giới bất chấp thời gian (Salahuddin & Gow, 2016). Hơn nữa, việc phát triển các nguồn tài trợ và tín dụng cũng sẽ cung cấp tài chính cho các hoạt động R&D, đặc biệt là đầu tư vào đổi mới xanh cũng như tuân thủ các yêu cầu về môi trường (Faisal & cộng sự, 2018; Owusu-Agyei & cộng sự, 2020). Khi trình độ tiên tiến của thiết bị sản xuất được nâng cao, mỗi công đoạn trong quá trình sản xuất sẽ được hoàn thiện hơn, dẫn đến hiệu quả của cả quá trình. Nếu quy trình sản xuất và quản lý phát triển sản phẩm xanh mới được tối ưu hóa tạo ra năng suất và đa dạng hóa thị trường, thì lợi ích của công nghệ Internet có thể tăng cường rộng rãi không chỉ trong bộ phận sản xuất công nghệ thông tin mà còn từ các công ty kỹ thuật số đến phi kỹ thuật số (Dunnewijk & Hultén, 2007).

Theo thời gian, cơ cấu công nghiệp sẽ chuyển dịch đáng kể theo hướng tập trung, làm tăng tỷ trọng của các ngành sử dụng nhiều công nghệ đồng thời giảm tỷ trọng của các ngành sử dụng nhiều năng lượng và có hại cho môi trường (Qin & cộng sự, 2017). Dựa vào những ưu thế vượt trội, số hóa sẽ thúc đẩy quá trình này thông qua hai kênh truyền tải chính, bao gồm nâng cao năng lực cạnh tranh và chia sẻ kiến thức đổi mới với chi phí thấp hơn giữa các doanh nghiệp trên toàn thế giới (Vassileva & cộng sự, 2012). Trên cơ sở này, rõ ràng là sự thay đổi tích cực của cơ cấu công nghiệp nâng cao hiệu quả của sử dụng tài nguyên thiên nhiên và năng lượng đồng thời giảm thiểu lượng năng lượng tiêu thụ. Những tác động thuận lợi này đã được chứng minh trong nhiều nghiên cứu trước đây, chẳng hạn như Collard & cộng sự (2005), Ishida (2015), Takase & Murota (2004) cho Nhật Bản, và Rent & cộng sự (2021) cho Trung Quốc.

Tuy nhiên, các công nghệ tiên tiến tiêu thụ nhiều năng lượng cũng sẽ thay thế các công nghệ cũ và tiêu thụ ít năng lượng hơn (Airehrour & cộng sự, 2016). Và cũng có thể ngược lại, các sản phẩm thâm dụng công nghệ (có hàm lượng kỹ thuật cao) cho các sản phẩm truyền thống thâm dụng tài nguyên (Li & cộng sự, 2019). Từ khía cạnh tiêu cực, sự phát triển của số hóa và các công nghệ tiên tiến cũng như tác động lan tỏa của nó đối với các ngành công nghiệp kỹ thuật số có thể kích thích nền kinh tế sản xuất ngày càng nhiều hơn (Salahuddin & Gow, 2016), nhưng sự tăng trưởng kinh tế này được đánh đổi bằng cái giá của môi trường. Nhiều lý thuyết cổ điển cho thấy mức thu nhập tăng sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng và tài nguyên, do đó, những thành tựu của số hóa như thu nhập cao, các tổ chức tài chính phát triển, thương mại thuận tiện và các giao dịch tài chính không tốn kém, có thể nâng cao tổng mức tiêu thụ hàng hóa và dịch vụ của hộ gia đình (Jalas, M (2009). Do đó, môi trường sẽ phải chịu đựng nhiều gánh nặng hơn. Hơn nữa, giá thị trường danh nghĩa có thể giảm do việc nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, dẫn đến tiêu thụ năng lượng tăng (Yang, L. & Li, Z. 2017).

Các nghiên cứu trước đây đã phân nào đánh giá được ảnh hưởng của việc ứng dụng công nghệ thông tin hay việc sử dụng Internet trong hoạt động sản xuất tới môi trường. Tuy nhiên, các nghiên cứu này vẫn có các hạn chế. Thứ nhất, các thước đo sử dụng của họ đều là một khái niệm hẹp so với vấn đề chuyển đổi số. Dựa theo khái niệm của Autio & cộng sự (2018), chuyển đổi số là một khái niệm rộng hơn liên quan tới quá trình ứng dụng công nghệ và nền tảng số vào tất cả lĩnh vực sản xuất, kinh tế và xã hội. Nghiên cứu này sử dụng một thước đo đa dạng và chi tiết để phản ánh mức độ ứng dụng chuyển đổi số trong khu vực sản xuất và khu vực công. Thứ hai, các kết quả của các nghiên cứu trước đây chưa thống nhất về tác động cụ thể của công nghệ tới môi trường. Nghiên cứu này phân tích thực nghiệm đầu tiên đánh giá tác động của chuyển đổi số tới sự phụ thuộc vào tài nguyên và năng lượng thiên nhiên. Nghiên cứu của chúng tôi sẽ đem lại những hàm ý chính sách quan trọng cho chính phủ để tăng cường hiệu quả của quá trình chuyển đổi số và nâng cao chất lượng môi trường.

### 3. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

Mô hình được sử dụng để điều tra mối liên hệ giữa số hóa và hiệu suất môi trường (EP) có thể được trình bày như sau:

$$NR_{it} = \beta_0 + \beta_1 DT_{it} + \beta_2 EG_{it} + \beta_3 GEx_{it} + \beta_4 POPU_{it} + \beta_5 FDI_{it} + \beta_6 CAP_{it} + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

trong đó  $i$  và  $t$  tương ứng đại diện cho quốc gia thứ  $i$  và năm  $t$ , và  $\varepsilon_{ijt}$  là sai số.

---

### *Lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên*

Bằng việc sử dụng dữ liệu của World Development Indicator (WDI), lợi tức khi sử dụng những tài nguyên này bao gồm bốn loại là: lợi tức khi sử dụng than (*Rent\_Coal*), lợi tức khi sử dụng khoáng sản (*Rent\_Mineral*), lợi tức khi sử dụng khí đốt tự nhiên (*Rent\_Gas*) và lợi tức khi sử dụng tài nguyên rừng (*Rent\_Forest*). Các biến này được tính toán như tỷ lệ phần trăm đóng góp của các hoạt động kinh tế khi sử dụng các nguồn tài nguyên tương ứng vào tổng sản phẩm quốc nội (GDP). Tổng lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên (NR) được định nghĩa trong bài báo này là tổng lợi tức khi sử dụng của bốn loại tài nguyên thiên nhiên này.

### *Chính phủ điện tử và kinh doanh điện tử*

Kinh doanh kỹ thuật số: bao gồm bán hàng trực tuyến, bán hàng thương mại điện tử, doanh thu thương mại điện tử, bán hàng trên web thương mại điện tử và doanh nghiệp điện tử, bao gồm việc sử dụng quản lý quan hệ khách hàng (CRM) và sử dụng điện toán đám mây. Số liệu về kinh doanh kỹ thuật số được khai thác từ Thống kê Châu Âu (Eurostat).

Dịch vụ công kỹ thuật số: Biến giải thích chính eGOV<sub>it</sub>, bao gồm bốn chỉ số phản ánh các khía cạnh khác nhau của số hóa trong các lĩnh vực công, bao gồm eGOV\_UC, eGOV\_CM, eGOV\_BM và eGOV\_KE. Cụ thể hơn, eGOV\_UC lấy người dùng làm trung tâm, nắm bắt mức độ (thông tin về) dịch vụ công được cung cấp trực tuyến, cách thức hỗ trợ hành trình trực tuyến và các trang web công cộng có thân thiện với thiết bị di động hay không. eGOV\_UC được tính bằng bình quân gia quyền của các chỉ số phản ánh mức độ sẵn sàng trực tuyến, khả năng sử dụng và tính thân thiện với thiết bị di động. eGOV\_CM là tính di động của công dân nhằm nắm bắt mức độ mà các dịch vụ công dành cho công dân nước ngoài có sẵn trực tuyến, có thể sử dụng được và triển khai khả năng nhận dạng điện tử (eID) và tài liệu điện tử (eDocuments). Nhóm nghiên cứu lấy dữ liệu về chính phủ điện tử từ báo cáo đo điểm chuẩn của chính phủ điện tử và các nghiên cứu về số hóa do Capgemini thực hiện. Bộ dữ liệu có sẵn từ năm 2012 đến năm 2019.

### *Biến kiểm soát*

Dựa trên tài liệu về lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên, chúng tôi chọn một số biến giải thích phụ. Dựa theo nghiên cứu của Nguyễn Phúc Cảnh & cộng sự (2020), chúng tôi xem xét ảnh hưởng của mức tăng trưởng kinh tế (EG)<sup>2</sup> được đo bằng GDP thực tế bình quân đầu người (giá so sánh USD 2010), chi tiêu của chính phủ (GEx) được tính bằng cách lấy logarit tự nhiên của chi tiêu cuối cùng của chính phủ bình quân đầu người, tổng dân số (POP), đầu tư trực tiếp nước ngoài ròng. Việc kết hợp GEx vào mô hình nhằm phản ánh tầm quan trọng của chính phủ trong việc khắc phục những thất bại của thị trường (Armey & McNabb, 2018). FDI là tỷ trọng của GDP và tổng vốn hình thành trên đầu người (CAP)<sup>3</sup>. Về vai trò của FDI, Zafar & cộng sự (2019) đã nhấn mạnh những tác động đáng kể của nó đối với lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Các biến này có sẵn từ Chỉ số phát triển thế giới (WDI). Sau khi xử lý dữ liệu, cuối cùng, cơ sở dữ liệu bao gồm 26 quốc gia từ năm 2011 đến năm 2019. Bảng 2 cho thấy mối liên hệ tích cực giữa số hóa và lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên thông qua ma trận tương quan giữa tất cả các biến.

Bước tiếp theo trong giai đoạn xử lý dữ liệu là kiểm tra sự phụ thuộc chéo (CD) bằng cách áp dụng các kiểm định do Pesaran (2021) đề xuất. Sau đó, sử dụng kiểm định nghiệm đơn vị Levin-Lin-Chu được giới thiệu bởi Levin & cộng sự (2002) và kiểm định nghiệm đơn vị Im-Pesaran-Shin do Im & cộng sự (2003) đề xuất để kiểm tra tính dừng của dữ liệu với sự hiện diện của CD. Kết quả được trình bày trong Bảng 3. Các kiểm định đã chứng minh sự tồn tại của CD cũng như tính dừng của các biến ở sai phân bậc nhất. Từ quan điểm kinh tế lượng, mô hình PCSE theo khuyến nghị của Beck, N., & Katz, J. N. (1995) và Nguyễn Phúc Cảnh & cộng sự (2020) đã được lựa chọn. Tất cả các biến giải thích đều được lấy độ trễ 1 năm như được trình bày trong phương trình (1) để hạn chế tính nội sinh bắt nguồn từ mối quan hệ đồng thời giữa số hóa và lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Ngoài ra việc sử dụng bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS) như một mô hình thay thế, được kỳ vọng sẽ giải quyết vấn đề tiềm ẩn của phương sai thay đổi trong phương trình (1) như lập luận của Nguyễn Phúc Cảnh & cộng sự (2020). Qua đó, có thể đảm bảo tính chắc chắn và độ tin cậy của các kết quả nghiên cứu.

**Bảng 1: Mô tả các biến**

Variable	Measure	Source	Obs	Mean	SD	Min	Max
NR	Tỷ trọng lợi tức từ than, khoáng chất, khí ga tự nhiên và rừng trong GDP (%)	WDI	234	0.73	1.51	0.00	10.97
eCOM_Online	Tỷ lệ các cá nhân bán hàng online	Eurostat	234	15.77	9.31	1.00	48.00
eCOM_Turn	Doanh thu từ thương mại điện tử	Eurostat	234	16.61	7.26	3.00	36.00
eCOM_Web	Doanh thu từ bán hàng qua web	Eurostat	234	15.46	5.99	5.00	35.00
eBUSS_CRP	Tỷ lệ doanh nghiệp sử dụng phần mềm bán hàng qua mạng	Eurostat	234	19.08	7.17	5.00	39.00
eBUSS_Cloud	Tỷ lệ sử dụng công nghệ Cloud trong quản lý	Eurostat	138	26.35	15.22	5.00	70.00
eGOV_UC	Tỷ lệ lấy người làm là trung tâm, mức độ của web quản lý	eGBR	208	78.39	12.96	44.00	97.25
eGOV_BM	Mức độ thân thiện của web quản lý cho các hoạt động kinh doanh.	eGBR	208	65.11	17.84	9.00	100.00
eGOV_KE	Mức độ đánh giá tiêu chuẩn để thực hiện quá trình số hóa	eGBR	208	54.06	25.88	0.00	99.00
EG	Log hóa GDP bình quân đầu người theo giá năm 2010	WDI	234	36.12	25.07	1.02	111.15
GEx	Log hóa mức độ chi tiêu chính phủ bình quân đầu người	WDI	234	24.55	1.49	22.12	27.29
POPU	Log hóa của tổng dân số	WDI	234	15.86	1.24	13.16	18.02
FDI	Tỷ lệ FDI ròng trên GDP	WDI	234	-0.00	0.35	-2.92	1.63
CAP	Mức độ vốn hóa bình quân đầu người	WDI	234	8258.84	6309.62	1483.14	39587.80

**Bảng 2: Ma trận hệ số tương quan**

	NR	eCOM_Online	eCOM_Turn	eCOM_Web	eBUSS_CRP	eBUSS_Cloud	eGOV_UC	eGOV_BM	eGOV_KE	EG	GEx	POPU	FDI
NR	1												
eCOM_Online	0.350***	1											
eCOM_Turn	0.237**	0.534***	1										
eCOM_Web	0.287***	0.597***	0.937***	1									
eBUSS_CRP	0.225**	0.625***	0.960***	0.979***	1								
eBUSS_Cloud	0.228**	0.640***	0.686***	0.741***	0.733***	1							
eGOV_UC	0.145	0.268**	0.393***	0.438***	0.422***	0.543***	1						
eGOV_BM	0.228**	0.205*	0.346***	0.374***	0.343***	0.446***	0.614***	1					
eGOV_KE	0.212*	0.192*	0.243**	0.257**	0.255**	0.337***	0.763***	0.499***	1				
EG	0.359***	0.457***	0.436***	0.535***	0.506***	0.540***	0.369***	0.424***	0.208*	1			
GEx	0.0405	0.395***	0.313***	0.296***	0.337***	0.336***	0.306***	0.0848	0.0494	0.376***	1		
POPU	-0.104	0.128	0.0453	-0.0251	0.0293	0.000865	0.0887	-0.143	-0.127	-0.0797	0.771***	1	
FDI	0.0589	0.0178	-0.0569	-0.0440	-0.0272	-0.0264	0.0472	-0.143	0.248**	0.0514	-0.0764	-0.133	1
CAP	0.432***	0.486***	0.589***	0.678***	0.647***	0.591***	0.407***	0.411***	0.226**	0.710***	0.326***	-0.093	0.0148

$p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

**Bảng 3: Kiểm định sự phụ thuộc chéo và tính dừng của các biến**

Biến	Kiểm định CD, Pesaran (2004)	Kiểm định tính dừng Levin-Lin-Chu	Kiểm định tính dừng Im-Pesaran-Shin (Z-bar)	Các biến ở dạng sai phân	Kiểm định tính dừng Levin-Lin-Chu	Kiểm định tính dừng Im-Pesaran-Shin (Z-bar)
NR	36.76***	-9.55***	-3.07***	DNR	-11.57***	-2.13**
eCOM_Online	6.72***	-4.03***	-0.07	DeCOM_Online	-11.53***	-4.84***
eCOM_Turn	20.80***	-6.46***	-2.12**	DeCOM_Turn	-12.32***	-4.89***
eCOM_Web	22.21***	-8.62***	-2.42***	DeCOM_Web	-22.17***	-5.84***
eBUSS_CRP	19.57***	-5.88***	-1.74**	DeBUSS_CRP	-6.00***	-5.42**
eBUSS_Cloud	34.28***	N/A	N/A	DeBUSS_Cloud	N/A	N/A
eGOV_UC	34.59***	-2.13**	-3.15***	DeGOV_UC	-10.94***	-5.08***
eGOV_BM	18.21***	-5.45***	-2.00**	DeGOV_BM	-17.51***	-3.71***
eGOV_KE	17.95***	-4.90***	-3.47***	DeGOV_KE	-21.33***	-4.85***
EG	45.57***	-5.04***	2.52	DEG	-9.94***	-3.72***
GEX	28.79***	-0.02	2.93	DGEX	-9.67***	-2.48***
POPU	3.11***	-7.30***	3.18	DPOPU	-13.01***	-2.58***
FDI	0.31	-7.05***	-5.55***	DFDI	-13.68***	-6.03***
CAP	35.78***	-0.04	3.07	DCAP	-10.57***	-3.78***

#### 4. Kết quả thực nghiệm

Bằng cách sử dụng ước lượng PCSE, Bảng 4 trình bày tác động của số hóa đối với lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Có thể thấy rằng ngoại trừ ‘sử dụng điện toán đám mây’ và ‘lấy người dùng làm trung tâm’ không có tác động có ý nghĩa thống kê đáng kể đến lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên, các yếu tố còn lại của kinh doanh kỹ thuật số và dịch vụ công nghệ thuật số đều làm gia tăng mức độ đóng góp của các hoạt động kinh tế sử dụng nguồn lực tài nguyên thiên nhiên tới GDP. Nói cách khác, quá trình chuyển đổi kỹ thuật số trong lĩnh vực kinh doanh và khu vực công làm gia tăng sự phụ thuộc của một quốc gia vào việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Điều này có thể hiểu là ở bước đầu của quá trình chuyển đổi số dẫn tới các thay đổi về phương thức sản xuất. Các công nghệ sản xuất tiên bộ hơn ở giai đoạn này dẫn tới việc các quốc gia sẽ mở rộng sản xuất và vì vậy phải sử dụng nhiều hơn các nguồn tài nguyên, năng lượng thô. Ở một kết quả mở rộng khác, chúng tôi đã chỉ ra rằng các quốc gia này sẽ ít phụ thuộc vào các nguồn năng lượng và tài nguyên thiên nhiên nếu họ sở hữu các kiến thức, thông tin và kỹ năng sản xuất nhất định. Điều này hàm ý, việc giảm sự phụ thuộc vào tài nguyên và năng lượng thô chỉ xảy ra khi quá trình chuyển đổi số đạt tới một mức độ nhất định hoặc bản thân mức độ phát triển của quốc gia đó. Hàm ý này là tương tự như lập luận của Nguyễn Phúc Cảnh & cộng sự (2020). Lê Thanh Hà & cộng sự (2022) cũng chỉ ra rằng hiệu ứng tích cực của chuyển đổi số chỉ xuất hiện khi mà quá trình ứng dụng này đạt tới một mức độ nhất định. Các nghiên cứu trước đây cũng đã chỉ ra ảnh hưởng của ứng dụng công nghệ thông tin hay sự mở rộng của Internet tới việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Ví dụ, Salahuddin & Alam (2016) tìm thấy rằng số hóa dẫn đến tiêu thụ nhiều năng lượng hơn, dẫn đến phát thải ô nhiễm do sử dụng năng lượng hơn, dẫn đến phát thải ô nhiễm do sử dụng năng lượng hơn (Can & Gozgor, 2017). Hơn nữa, sự phát triển của kinh doanh kỹ thuật số và các công nghệ thông tin và truyền thông khác nhau sẽ tăng cường hơn nữa những tác động đó bằng cách thúc đẩy các tác động lan tỏa về công nghệ và thương mại liên quan đến R&D (Ceccobelli & cộng sự, 2012); do đó, thúc đẩy sự phổ biến của công nghệ xanh giữa các lĩnh vực.

Về các biến kiểm soát, kết quả cho thấy sự gia tăng dân số và tổng vốn hình thành trên đầu người tác động tích cực đến lợi tức khi sử dụng tài nguyên

## Phân A: Ước lượng PCSE

Bảng 4: Quá trình chuyển đổi số đến sử dụng tài nguyên thiên nhiên

	Chuyển đổi số khu vực doanh nghiệp			Chuyển đổi số khu vực công															
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(9)											
	e-Commerce: Online Selling			e-Commerce: Web Sales			e-Business: Cloud			User Centricity			Business Mobility			Key Enablers			
Các biến số	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
L.DT	0.03*** (0.009)	0.03** (0.015)	0.07*** (0.021)	0.03** (0.015)	0.01 (0.005)	0.00 (0.006)	0.01*** (0.002)	0.01*** (0.003)	0.01*** (0.002)	0.01*** (0.002)	0.01*** (0.002)	0.01*** (0.002)	0.01*** (0.003)	0.01*** (0.003)	0.01*** (0.003)	0.01*** (0.003)	0.01*** (0.003)	0.01*** (0.003)	0.01*** (0.003)
L.LEG	-0.02** (0.009)	-0.02 (0.011)	-0.01 (0.011)	-0.02 (0.011)	-0.01 (0.014)	-0.02** (0.010)	-0.02*** (0.008)	-0.01 (0.008)	-0.02*** (0.008)	-0.02*** (0.008)	-0.02*** (0.008)	-0.02*** (0.008)	-0.01 (0.008)	-0.01 (0.008)	-0.01 (0.008)	-0.01 (0.008)	-0.01 (0.008)	-0.01 (0.008)	-0.01 (0.008)
L.LGE	-1.22*** (0.222)	-1.16*** (0.252)	-1.34*** (0.261)	-1.16*** (0.252)	-1.00*** (0.189)	-0.81*** (0.128)	-0.90*** (0.188)	-1.12*** (0.210)	-0.90*** (0.188)	-0.90*** (0.188)	-0.81*** (0.128)	-0.90*** (0.188)	-1.12*** (0.210)	-0.90*** (0.188)	-0.90*** (0.188)	-0.90*** (0.188)	-0.90*** (0.188)	-0.90*** (0.188)	-0.90*** (0.188)
L.L.POPU	1.28*** (0.254)	1.25*** (0.289)	1.45*** (0.301)	1.25*** (0.289)	1.05*** (0.208)	0.87*** (0.161)	0.99*** (0.223)	1.23*** (0.250)	0.99*** (0.223)	0.87*** (0.161)	0.87*** (0.161)	0.99*** (0.223)	1.23*** (0.250)	0.99*** (0.223)	0.87*** (0.161)	0.99*** (0.223)	1.23*** (0.250)	0.99*** (0.223)	0.87*** (0.161)
L.L.FDI	0.07 (0.185)	0.14 (0.177)	0.22 (0.167)	0.14 (0.177)	-0.04 (0.209)	0.05 (0.167)	0.13 (0.158)	-0.05 (0.167)	0.13 (0.158)	0.05 (0.167)	0.05 (0.167)	0.13 (0.158)	-0.05 (0.167)	0.13 (0.158)	0.05 (0.167)	0.13 (0.158)	-0.05 (0.167)	0.13 (0.158)	-0.05 (0.167)
L.L.CAP	0.28*** (0.063)	0.26*** (0.067)	0.22*** (0.065)	0.26*** (0.067)	0.22*** (0.062)	0.27*** (0.062)	0.27*** (0.058)	0.25*** (0.054)	0.27*** (0.058)	0.27*** (0.062)	0.27*** (0.062)	0.27*** (0.058)	0.25*** (0.054)	0.27*** (0.058)	0.27*** (0.062)	0.27*** (0.058)	0.25*** (0.054)	0.27*** (0.058)	0.25*** (0.054)
Số quan sát	208	208	208	208	112	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
Số quốc gia	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26

Chú thích: Độ lệch chuẩn trong ngoặc kép

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$



**Phân B: Ước lượng FGLS**

	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		(8)		(9)	
	<b>Chuyển đổi số khu vực doanh nghiệp</b>															
Các biến số	e-Commerce: Online Selling		e-Commerce: Turnover		e-Commerce: Web Sales		e-Business: CRP		e-Business: Cloud		User Centricity		Business Mobility		Key Enablers	
	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
L.DT	0.03*** (0.011)	0.03** (0.017)	0.07*** (0.020)	0.03** (0.017)	0.01 (0.011)	0.00 (0.009)	0.00 (0.006)	0.01* (0.005)								
L.EG	-0.02* (0.011)	-0.02 (0.013)	-0.01 (0.012)	-0.02 (0.013)	-0.01 (0.015)	-0.02** (0.011)	-0.02* (0.012)	-0.02** (0.011)								
L.GE	-1.22*** (0.287)	-1.16*** (0.303)	-1.34*** (0.290)	-1.16*** (0.303)	-1.00** (0.409)	-0.81*** (0.306)	-0.88*** (0.305)	-0.90*** (0.276)								
L.POPU	1.28*** (0.323)	1.25*** (0.342)	1.45*** (0.330)	1.25*** (0.342)	1.05** (0.462)	0.87** (0.344)	0.97*** (0.356)	0.99*** (0.319)								
L.FDI	0.07 (0.223)	0.14 (0.229)	0.22 (0.224)	0.14 (0.229)	-0.04 (0.280)	0.05 (0.218)	0.05 (0.218)	0.13 (0.220)								
L.CAP	0.28*** (0.039)	0.26*** (0.045)	0.22*** (0.044)	0.26*** (0.045)	0.22*** (0.049)	0.27*** (0.039)	0.26*** (0.039)	0.27*** (0.038)								
Số quan sát	208	208	208	208	112	182	182	182								
Số quốc gia	26	26	26	26	26	26	26	26								

Chú thích: Độ lệch chuẩn trong ngoặc kép.

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

---

thiên nhiên. Ngược lại, tăng trưởng sản lượng thực tế và chi tiêu của chính phủ giảm lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Điều này ngụ ý rằng đây là những thông số quan trọng đối với các quốc gia nhằm giảm việc tìm kiếm lợi tức khi sử dụng tự nhiên. Để kiểm tra tính chắc chắn của các phát hiện, mô hình FGLS sẽ được áp dụng và kết quả được trình bày trong Bảng 4. Các kết quả ước lượng tương tự với kết quả trong Bảng 4 cho thấy rằng rõ ràng tồn tại bằng chứng để tin vào những phát hiện vừa nêu trên.

## 5. Kết luận

Các kết quả của bài báo này thể hiện đây là nghiên cứu đầu tiên phân tích thực nghiệm mối liên hệ giữa chuyển đổi kỹ thuật số và lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Bằng cách sử dụng mẫu quốc tế của 26 quốc gia châu Âu, đã cho thấy những phát hiện thú vị. Nghiên cứu đã xem xét tác động của số hóa đối với lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên và các thành phần của nó. Cần nhấn mạnh rằng các doanh nghiệp kỹ thuật số và dịch vụ công nghệ thuật số sẽ có ảnh hưởng tích cực đến tổng lợi tức khi sử dụng tài nguyên. Về mặt chính sách, trong dài hạn, việc mở rộng quy mô số hóa có tác dụng làm giảm tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên. Do đó, đầu tư liên tục vào số hóa trong các lĩnh vực là cần thiết để đảm bảo an ninh của các nguồn tài nguyên thiên nhiên này. Xu hướng ngày càng tăng của chuyển đổi kỹ thuật số trong cuộc khủng hoảng Covid-19 và những thay đổi vĩnh viễn của nó đối với thực tiễn hoạt động và quản lý giữa các công ty và chính phủ cho thấy một dấu hiệu tốt đối với an ninh tài nguyên thiên nhiên xét về mặt tổng thể. Hơn nữa, đẩy mạnh việc phổ biến công nghệ để có hiệu quả năng lượng tốt hơn và kết hợp các quy định và tiêu chuẩn môi trường nghiêm ngặt hơn trong chương trình nghị sự phát triển là những chiến lược quan trọng để các quốc gia này giảm mức độ nguy cấp về an ninh năng lượng và tài nguyên thiên nhiên.

### Chú thích :

1. Theo Diễn đàn Tài nguyên Thế giới (2021), tỷ trọng khai thác tài nguyên trên toàn thế giới của châu Âu cao gấp 1,5 lần so với tỷ trọng của lục địa châu Phi và châu Âu đang ngày càng nhập khẩu tài nguyên thiên nhiên từ các khu vực khác trên thế giới (European Environment Agency, 2020b).
2. Mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và tài nguyên thiên nhiên được chỉ ra bởi Abdulahi & cộng sự (2019).
3. Như đã chỉ ra trong nghiên cứu của Solow (1962) và Wolff (1991), vốn đầu tư có thể đóng góp tích cực vào năng suất, và sau đó có tác động đến lợi tức khi sử dụng tài nguyên thiên nhiên.

### Tài liệu tham khảo

- Abdulahi, M. E., Shu, Y., & Khan, M. A. (2019), 'Resource rents, economic growth, and the role of institutional quality: A panel threshold analysis', *Resources Policy*, 61, 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.02.011>
- Airehrour, D., Gutiérrez, J., & Ray, S.K. (2016), 'Greening and Optimizing Energy Consumption of Sensor Nodes in the Internet of Things through Energy Harvesting: Challenges and Approaches', *International Conference on Information Resources Management (Conf-IRM 2016)*, Cape Town, South Africa.
- Armev, L., & McNabb, R. M. (2018), *Expenditure decentralization and natural resources*, <https://calhoun.nps.edu/handle/10945/66807>
- Autio, E., Nambisan, S., Thomas, L. D. W., & Wright, M. (2018), 'Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems', *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12(1), 72–95. <https://doi.org/10.1002/sej.1266>
- Beck, N., & Katz, J. N. (1995), 'What to do (and not to do) with Time-Series Cross-Section Data', *The American Political Science Review*, 89(3), 634–647. <https://doi.org/10.2307/2082979>
- Can, M., & Gozgor, G. (2017), 'The impact of economic complexity on carbon emissions: evidence from France', *Environmental Science and Pollution Research*, 24(19), 16364–16370, <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9219-7>.

- Canh, N. P., & Thanh, S. D. (2020), 'Financial development and the shadow economy: A multi-dimensional analysis', *Economic Analysis and Policy*, 67, 37–54. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.05.002>.
- Ceccobelli, M., Gitto, S., & Mancuso, P. (2012), 'ICT capital and labour productivity growth: A non-parametric analysis of 14 OECD countries', *Telecommunications Policy*, 36(4), 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.12.012>.
- Collard, F., Fève, P., & Portier, F. (2005), 'Electricity consumption and ICT in the French service sector', *Energy Economics*, 27(3), 541–550. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.12.002>
- Dunnewijk, T., & Hultén, S. (2007), 'A brief history of mobile communication in Europe', *Telematics and Informatics*, 24(3), 164–179, <https://doi.org/10.1016/j.tele.2007.01.013>.
- European Environment Agency (2020a), *Natural resources and waste — European Environment Agency*, Retrieved October 17, 2021, from <https://www.eea.europa.eu/soer/2010/synthesis/synthesis/chapter4.xhtml>
- European Environment Agency (2020b), *Europe's state of the environment 2020: Change of direction urgently needed to face climate change challenges, reverse degradation and ensure future prosperity*, Retrieved October 17, 2021, from <https://www.eea.europa.eu/highlights/soer2020-europes-environment-state-and-outlook-report>.
- Faisal, F., Tursoy, T., & Berk, N. (2018), 'Linear and non-linear impact of Internet usage and financial deepening on electricity consumption for Turkey: empirical evidence from asymmetric causality', *Environmental Science and Pollution Research*, 25(12), 11536–11555, <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1341-7>.
- Ferro, E. (2011), *Signaling and Technological Marketing Tools for Exporters*, World Bank.
- Gerelmaa, L., Kotani, K. (2016), 'Further investigation of natural resources and economic growth: do natural resources depress economic growth?', *Resource Policy*, 50, 312–321, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.10.004>.
- Haini, H. (2019). Internet penetration, human capital and economic growth in the ASEAN economies: evidence from a translog production function. *Applied Economics Letters*, 26(21), 1774–1778. <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1597250>.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003), Testing for unit roots in heterogeneous panels', *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74, [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).
- Ishida, H. (2015), 'The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan', *Telematics and Informatics*, 32(1), 79–88, <https://doi.org/10.1016/j.tele.2014.04.003>.
- Jalas, M. (2009), *Time-use rebound effects: an activity-based view of consumption*. In: *Energy Efficiency and Sustainable Consumption*, Palgrave Macmillan UK, London, 167–184. [https://doi.org/10.1057/9780230583108\\_8](https://doi.org/10.1057/9780230583108_8)
- Kalkuhl, M., Brecha, R.J. (2013), 'The carbon rent economics of climate policy', *Energy Economics*, 39, 89–99, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.04.008>.
- Lê, T. H. (2022), 'Digital business and digital public services a driver for better energy security? Evidence from a European sample', *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 27232–27256 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17843-2>
- Levin, A., Lin, C.-F., & James Chu, C.-S. (2002), 'Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties', *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24, [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7).
- Li, Q., Zhao, J., Gong, Y., Zhang, Q., (2019), 'Energy-efficient computation offloading and resource allocation in fog computing for internet of everything', *China Community*, 16 (3), 32–41.
- Owusu-Agyei, S., Okafor, G., Chijoke-Mgbame, A. M., Ohalehi, P., & Hasan, F. (2020), 'Internet adoption and financial development in sub-Saharan Africa', *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120293, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.1202>.
- Pesaran, M. H. (2021), 'General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels', *Empirical Economics*, 60(1), 13–50, <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2017), 'Data analytics for energy consumption of digital manufacturing systems using Internet of Things method', *2017 13th IEEE Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, <https://doi.org/10.1109/coase.2017.8256150>.
- Ren, S., Hao, Y., Xu, L., Wu, H., & Ba, N. (2021), 'Digitalization and energy: How does internet development affect China's energy consumption?', *Energy Economics*, 98, 1–20, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105220>.

- 
- Salahuddin, M., & Alam, K. (2016), 'Information and Communication Technology, electricity consumption and economic growth in OECD countries: A panel data analysis', *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 76, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2015.11.005>.
- Salahuddin, M., & Gow, J. (2016), 'The effects of Internet usage, financial development and trade openness on economic growth in South Africa: A time series analysis', *Telematics and Informatics*, 33(4), 1141–1154, <https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.11.006>.
- Solow, R. M. (1962), 'Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth', *The American Economic Review*, 52(2), 76–86.
- Spiezia, V. (2011), 'Are ICT users more innovative?: an Analysis of ICT-enabled innovation in OECD firms', *OECD Journal: Economic Studies*, 2011(1), [http://dx.doi.org/10.1787/eco\\_studies-2011-5kg2d2hkn6vg](http://dx.doi.org/10.1787/eco_studies-2011-5kg2d2hkn6vg).
- Takase, K., & Murota, Y. (2004), 'The impact of IT investment on energy: Japan and US comparison in 2010', *Energy Policy*, 32(11), 1291–1301, [https://doi.org/10.1016/s0301-4215\(03\)00097-1](https://doi.org/10.1016/s0301-4215(03)00097-1).
- Vassileva, I., Wallin, F., & Dahlquist, E. (2012), 'Understanding energy consumption behavior for future demand response strategy development', *Energy*, 46(1), 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.02.069>.
- Wolff, E. N. (1991), 'Capital Formation and Productivity Convergence Over the Long Term', *The American Economic Review*, 81(3), 565–579.
- Yang, L., & Li, Z. (2017), 'Technology advance and the carbon dioxide emission in China – Empirical research based on the rebound effect', *Energy Policy*, 101, 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.020>.
- Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F., & Kirmani, S. A. A. (2019), 'The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: The case of the United States', *Resources Policy*, 63, 101428, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101428>.