

SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZMDE YEŞİL FİNANSMAN VE YENİLENEBİLİR ENERJİ: BÖLGESEL PANEL VERİ YAKLAŞIMI

GREEN FINANCE AND RENEWABLE ENERGY IN SUSTAINABLE TOURISM: A REGIONAL PANEL DATA APPROACH

Erdem BAYDENİZ^{*} 

Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir turizm gelişimi arasındaki ilişkileri ampirik olarak incelemektir. 2010-2022 dönemini kapsayan ve 12 NUTS-1 bölgesinden elde edilen dengeli panel veri seti kullanılarak, toplam 156 gözlem üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir. Panel veri modellemesinde metodolojik sağlamlığı artırmak amacıyla, öncelikle Pesaran (2021) kesit bağımlılığı testi ve Pesaran-Yamagata (2008) eğitim homojenliği testi uygulanmış, ardından bu testlerin sonuçlarına göre ikinci nesil testler (CIPS birim kök ve Westerlund eşbütünleşme testleri) kullanılmıştır. Kesit bağımlılığı ve eğitim heterojenliğinin tespit edilmesi nedeniyle, dinamik panel veri modellemesinde System GMM (Generalized Method of Moments) yöntemi tercih edilmiş, kişi başı GSYİH ve karbon emisyonları kontrol değişkenleri olarak modele dahil edilmiştir. R yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen analizler, yenilenebilir enerji kapasitesindeki %1’lik artışın turizm gelirinde %0.15’lik artışa yol açtığını (elastikiyet katsayısı: 0.15, $p < 0.01$), ziyaretçi sayısındaki %1’lik artışın ise turizm gelirinde %0.42’lik artışa neden olduğunu (elastikiyet katsayısı: 0.42, $p < 0.01$) ortaya koymaktadır. Dumitrescu-Hurlin panel Granger nedensellik testleri, değişkenler arasında güçlü çift yönlü nedensellik ilişkilerinin varlığını doğrulamaktadır. Bölgesel heterojenlik analizleri, yenilenebilir enerji etkisinin gelişmiş turizm bölgelerinde az gelişmiş bölgelere kıyasla yaklaşık üç kat daha güçlü olduğunu göstermektedir. Sağlamlık testleri (PMG, MG estimatörleri) ve alt dönem analizleri, ana bulguların tutarlılığını desteklemektedir. Bulgular, yenilenebilir enerji yatırımlarının turizm sektörünün rekabet gücünü artırdığını ve karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağladığını göstermektedir. Araştırma sonuçları, Türkiye’nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi ve sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda, bölgesel farklılaştırılmış politika tasarımının gerekliliğini vurgulayan somut öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir turizm, yeşil finansman, yenilenebilir enerji, panel veri analizi, System GMM

JEL Sınıflandırılması: Q01, Q56, Z32, C23

^{*} **Sorumlu Yazar:** Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, erdembydeniz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1003-0521.

To cite this article: Baydeniz, E. (2025). Sürdürülebilir turizmde yeşil finansman ve yenilenebilir enerji: Bölgesel panel veri yaklaşımı. *Journal of Research in Business*, 10(2), 468-496, DOI: 10.54452/jrb.1742509.

Abstract

The aim of this study is to empirically examine the relationships between renewable energy and sustainable tourism development in Türkiye. Using a balanced panel data set covering the period 2010-2022 and obtained from 12 NUTS-1 regions, the analysis was conducted on a total of 156 observations. To enhance methodological robustness in panel data modeling, Pesaran (2021) cross-sectional dependence test and Pesaran-Yamagata (2008) slope homogeneity test was first applied, followed by second-generation tests (CIPS unit root and Westerlund cointegration tests) based on their results. Given the detection of cross-sectional dependence and slope heterogeneity, System GMM (Generalized Method of Moments) method was employed for dynamic panel data modeling, with per capita GDP and carbon emissions included as control variables. The analyses conducted using R software reveal that a 1% increase in renewable energy capacity leads to a 0.15% increase in tourism revenue (elasticity coefficient: 0.15, $p < 0.01$), while a 1% increase in visitor numbers results in a 0.42% increase in tourism revenue (elasticity coefficient: 0.42, $p < 0.01$). Dumitrescu-Hurlin panel Granger causality tests confirm the existence of strong bidirectional causality relationships between the variables. Regional heterogeneity analyses demonstrate that the renewable energy effect is approximately three times stronger in developed tourism regions compared to less developed regions. Robustness checks (PMG, MG estimators) and sub-period analyses support the consistency of the main findings. The findings show that renewable energy investments increase the competitiveness of the tourism sector and contribute to environmental sustainability by reducing carbon emissions. The results provide concrete policy recommendations emphasizing the necessity of regionally differentiated policy design in line with Türkiye's 2053 Net Zero Emission target and sustainable development goals.

Keywords: Sustainable tourism, green financing, renewable energy, panel data analysis, System GMM

JEL Classification: Q01, Q56, Z32, C23

Extended Summary

This study explores the complex interrelations between sustainable tourism development and renewable energy in Türkiye. In the context of escalating global climate change and environmental degradation, the necessity of harmonizing economic growth with environmental sustainability has become increasingly critical. The tourism sector, which significantly contributes to global GDP and employment, is pivotal in achieving this equilibrium. Türkiye, recognized for its rich cultural heritage and natural beauty, emerges as a key tourism destination while also holding substantial potential in renewable energy. The research covers the period from 2010 to 2022, analyzing a balanced panel dataset from 12 NUTS-1 regions, comprising a total of 156 observations.

To ensure methodological robustness, this study implements a comprehensive panel data approach incorporating advanced diagnostic tests. Prior to main analysis, Pesaran (2021) cross-sectional dependence (CD) test and Pesaran-Yamagata (2008) slope homogeneity test was applied to determine the appropriate testing framework. These preliminary diagnostics revealed significant cross-sectional dependence among regions (CD test statistics = 12.45, $p < 0.01$) and heterogeneous slope coefficients across regions (Delta test statistic = 8.45, $p < 0.01$), necessitating the use of second-generation panel tests. Consequently, Pesaran (2007) CIPS unit root tests and Westerlund (2007) cointegration tests were employed instead of first-generation alternatives. This methodological progression addresses critical limitations identified in previous studies and ensures valid statistical inference under cross-sectional dependence.

The study employs System GMM (Generalized Method of Moments) method to address endogeneity issues inherent in dynamic panel data models, incorporating control variables such as carbon emissions, per capita GDP, and visitor numbers. Despite the relatively small panel dimension ($N=12$, $T=13$), System GMM remains appropriate given the dynamic nature of tourism revenue and potential bidirectionality between renewable energy and tourism. To mitigate instrument proliferation risks, the number of instruments was restricted to 28 (below the number of cross-sections), and diagnostic tests (Hansen J-test, AR(1) and AR(2) tests) validated model specification. This work provides a comprehensive empirical examination of the connections between renewable energy and tourism within the Turkish context, addressing regional heterogeneity through modern econometric methods.

The existing literature on sustainable tourism, which traces its roots to the Brundtland Commission's definition of sustainable development in the 1980s, underscores the integration of environmental, economic, and socio-cultural dimensions. Studies on the relationship between renewable energy and tourism are emerging and generally suggest a positive correlation, highlighting how energy efficiency can enhance tourism competitiveness and reduce environmental impacts. Research focused on Türkiye has been limited, although it has identified causal relationships between tourism and economic growth, as well as between renewable energy consumption and tourism revenues. However, these studies predominantly relied on first-generation panel tests without testing for cross-sectional dependence, potentially compromising the validity of their findings. This study seeks to fill these methodological and empirical gaps in literature by analyzing the relationship between renewable energy and tourism, considering regional heterogeneity and employing second-generation dynamic panel methods.

To facilitate this analysis, a comprehensive panel dataset was constructed using balanced data from Türkiye's 12 NUTS-1 regions for the period 2010-2022. The data was sourced from official institutions such as TÜİK (Turkish Statistical Institute), the Ministry of Culture and Tourism, EPDK (Energy Market Regulatory Authority), TEİAŞ (Turkish Electricity Transmission Corporation), and international databases like the World Bank. The dependent variable is tourism revenue, measured in million USD. The main explanatory variables include renewable energy capacity (measured in megawatts, covering hydroelectric, wind, solar, geothermal, and biomass technologies) and visitor numbers. Control variables such as per capita GDP and CO₂ emissions were also incorporated.

Logarithmic transformations were applied to all variables to address right-skewed distributions (skewness values ranging from 0.78 to 1.67) and high kurtosis (values exceeding 3 for all variables), as confirmed by Jarque-Bera tests rejecting normality ($p<0.01$ for all variables). This transformation also facilitates elasticity interpretation, enabling direct policy-relevant conclusions in percentage terms. For empirical analysis, System GMM method was utilized to address endogeneity in dynamic panel data models. To ascertain the direction of causality between variables, Dumitrescu-Hurlin (2012) Panel Granger Causality Analysis was employed, which is robust to heterogeneity in panel datasets. Furthermore, robust checks using alternative estimators (PMG and MG), sub-period analyses, and comprehensive diagnostic tests were conducted to validate the findings.

The findings yield significant insights into these relationships. Descriptive statistics and correlations reveal considerable variation in tourism revenue, renewable energy capacity, and visitor numbers across regions and time. Strong positive correlations were identified between tourism revenue and both renewable energy ($r=0.612$, $p<0.01$) and visitor numbers ($r=0.845$, $p<0.01$). In contrast, negative correlations were noted between tourism revenue and CO₂ emissions ($r=-0.289$, $p<0.05$).

Cross-sectional dependence and slope homogeneity tests confirmed the necessity of second-generation approaches. CIPS unit root tests demonstrated that all variables are integrated of order one [I(1)], while Westerlund cointegration tests confirmed robust long-run equilibrium relationships among the variables (all test statistics significant at $p<0.01$ with bootstrap p-values accounting for cross-sectional dependence).

The System GMM estimation results indicate that a 1% increase in renewable energy capacity leads to a 0.15% increase in tourism revenue (elasticity coefficient: 0.15, $p<0.01$), while a 1% increase in visitor numbers results in a 0.42% increase in tourism revenue (elasticity coefficient: 0.42, $p<0.01$). Negative impacts were observed for CO₂ emissions (elasticity: -0.07 , $p<0.05$), whereas per capita GDP had a positive effect (elasticity: 0.28, $p<0.01$). Hansen J-test ($p=0.32$) and second-order autocorrelation tests (AR(2) $z=-0.89$, $p=0.374$) validated the model's robustness and absence of instrument over-identification problems.

Regional analyses highlighted significant heterogeneity, providing crucial insights for differentiated policy design. Developed tourism regions such as TR6 (Mediterranean/Akdeniz) exhibited substantially higher elasticities for renewable energy (0.23) compared to moderately developed regions (0.14) and less developed regions (0.08). This threefold difference in renewable energy impact underscores the importance of regional capacity, infrastructure quality, and tourism maturity levels. Advanced regions benefit from better grid integration, eco-certified hotels, and environmentally conscious tourist segments, amplifying the tourism-renewable energy nexus.

The Dumitrescu-Hurlin Panel Granger Causality tests confirmed bidirectional causality between renewable energy and tourism revenue (both directions significant at $p<0.01$), indicating mutual influence within the sustainable tourism ecosystem. This finding supports the “energy-tourism synergy effect” concept, demonstrating that renewable energy investments stimulate tourism competitiveness while increased tourism revenues facilitate further renewable energy investments. Robustness checks using alternative estimators (PMG elasticity: 0.14; MG elasticity: 0.16) supported the main findings, and sub-period analyses (2010-2016 vs. 2017-2022) showed consistent impacts across different time frames, with slightly stronger effects in the post-2017 period coinciding with accelerated renewable energy policies.

These findings contribute significantly to existing literature in several dimensions. First, the elasticity of renewable energy on tourism revenue in Türkiye (0.15) is lower than values found for developed European countries (Dogan et al., 2017: 0.51), reflecting Türkiye's emerging economy status and relatively nascent renewable energy-tourism integration. Second, the regional heterogeneity findings emphasize that the effects of energy investments on tourism vary substantially across

regions, introducing the concept of “regional sustainability capacity” to the literature. Third, the Panel Granger Causality analysis empirically validates the “energy-tourism synergy effect,” demonstrating the mutual reinforcement of sustainable energy transitions and tourism development.

From a policy perspective, the findings advocate for an integrated approach to renewable energy and tourism policies, emphasizing coordinated implementation and regional differentiation. Policies should prioritize advanced technology investments (smart grids, energy storage systems, green certification programs) in developed tourism regions like the Mediterranean coast, while focusing on basic renewable energy infrastructure (solar panel installations, energy-efficient retrofitting) in less developed areas. The bidirectional causality implies that tourism revenues can be strategically channeled into renewable energy investments through green bonds, sustainable tourism taxes, or ESG-linked financing mechanisms.

Methodologically, this study advances literature by implementing a rigorous diagnostic framework testing for cross-sectional dependence and slope homogeneity before applying second-generation panel unit root and cointegration tests. The use of System GMM method with carefully restricted instruments, validated through Hansen J-tests and autocorrelation diagnostics, alongside robustness tests (PMG, MG, sub-period analyses), represents significant methodological improvements over previous studies in the Turkish context.

The study acknowledges certain limitations. Data gaps in some peripheral regions necessitated interpolation for less than 2% of observations. The inability to fully control external shocks like the COVID-19 pandemic (addressed partially through time fixed effects) suggests caution in extrapolating post-2020 patterns. The relatively small cross-sectional dimension ($N=12$) limits the power of some tests, though this is mitigated by the 13-year time dimension and the application of appropriate small-sample robust techniques.

Future research could explore several promising directions. First, non-linear relationships using machine learning algorithms (random forests, neural networks) could capture threshold effects and complex interactions. Second, spatial econometric methods incorporating geographical information systems (GIS) could investigate spillover effects between neighboring regions. Third, Bayesian panel methods could provide uncertainty quantification and probabilistic policy scenario analyses. Fourth, firm-level analyses using microdata from tourism enterprises could examine heterogeneity in renewable energy adoption patterns. Fifth, consumer preference studies through choice experiments could quantify tourists’ willingness-to-pay for renewable energy-powered accommodations. Finally, international comparative analyses with similar emerging economies could provide insights into technology transfer mechanisms and best practices in sustainable tourism financing.

In conclusion, this study provides a comprehensive and methodologically robust analysis of the relationships between renewable energy and sustainable tourism in Türkiye. The findings demonstrate that renewable energy investments play a critical role in the sustainable development and competitiveness of the tourism sector, with effects varying significantly across regions. The empirical validation of bidirectional causality and the quantification of heterogeneous regional impacts

provide actionable insights for policymakers pursuing Türkiye's 2053 Net Zero Emission target. By addressing previous methodological limitations through second-generation panel techniques and comprehensive diagnostic testing, this study establishes a solid foundation for evidence-based sustainable tourism policy design in emerging economies.

1. Giriş

Küresel iklim değişikliği ve çevresel bozulmanın hızlandığı 21. yüzyılda, ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki denge, akademik literatürde ve politika yapıcılar arasında kritik önem kazanmıştır (Hameed vd., 2025). Turizm sektörü, küresel GSYİH'nin yaklaşık %10'unu oluşturan ve 330 milyondan fazla kişiye istihdam sağlayan stratejik bir endüstri olarak, bu dengenin sağlanmasında merkezi bir rol oynamaktadır (UNWTO, 2023; WTTC, 2023). Ancak, sektörün yüksek enerji tüketimi ve karbon ayak izi, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir meydan okuma oluşturmakta olup (Işık vd., 2017), yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu bu sorunlara çözüm sunma potansiyeli taşımaktadır (Dogan vd., 2017; McCarthy, 2001). Türkiye, coğrafi konumu, zengin kültürel mirası ve doğal güzellikleri ile dünya turizm haritasında önemli bir destinasyon olmasının yanı sıra, yenilenebilir enerji potansiyeli açısından da stratejik bir konuma sahiptir (International Energy Agency, 2021). Bu potansiyel, turizm sektörünün sürdürülebilir dönüşümünde kilit bir faktör olarak öne çıkmakta, ekonomik büyüme ile çevresel koruma arasındaki sinerjiyi güçlendirmekte ve sektörün uzun vadeli rekabet gücünü artırma fırsatı sunmaktadır.

Türkiye turizm sektörü, 2019 yılında 51,2 milyon ziyaretçi ile dünya sıralamasında 6. sırada yer almış, ancak COVID-19 pandemisinin etkisiyle 2020 yılında %69 daralma yaşamıştır (Statista Research Department, 2024). 2022 yılında sektörün toparlanma süreciyle birlikte 45,8 milyon ziyaretçi sayısına ulaşılmış ve 46,3 milyar USD turizm geliri elde edilmiştir (Turkish Statistical Institute, 2023). Bu süreçte, sektörün sürdürülebilirlik odaklı dönüşümü hem rekabet gücünün artırılması hem de çevresel etkilerin minimize edilmesi açısından kritik önem taşımakta olup, yenilenebilir enerji yatırımlarının rolü giderek ön plana çıkmaktadır (OECD, 2022). Örneğin, yenilenebilir enerji sektöründe, 2010 yılında yaklaşık 15 GW olan kurulu güç kapasitesi, 2022 yılında 55 GW'a ulaşarak önemli bir büyüme kaydetmiştir (EPDK, 2023). Bu gelişme, Türkiye'nin enerji dönüşüm stratejilerini yansıtırken, turizm sektörünün enerji maliyetlerini düşürme, çevresel imajını iyileştirme ve operasyonel verimliliğini artırma potansiyelini yükseltmektedir (Taghizadeh-Hesary ve Yoshino, 2019). Ancak, bu yatırımların turizm gelişimi üzerindeki etkileri, bölgesel farklılıklar ve ekonomik faktörler bağlamında yeterince araştırılmamıştır, bu da sektörün sürdürülebilir büyüme stratejilerinde önemli bir boşluk oluşturmaktadır (Tosun, 2021).

Araştırmamızın temel problemi, Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarının sürdürülebilir turizm gelişimi üzerindeki etkilerini ampirik olarak belirlemek ve bu etkilerin bölgesel farklılıklarını sistematik bir şekilde incelemektir. Mevcut literatürde, Türkiye özelinde turizm ile enerji ilişkisini ele alan çalışmalar genellikle ulusal düzeyde kalmakta ve bölgesel heterojenliği göz ardı etmektedir. Ayrıca, bu çalışmaların çoğu birinci nesil panel veri yöntemlerine dayanmakta, kesit bağımlılığı

ve eğim heterojenliği gibi kritik metodolojik hususları test etmemektedir. Bu durum, elde edilen bulguların geçerliliği konusunda şüphe uyandırmaktadır.

Araştırmanın önemi üç temel boyutta öne çıkmaktadır. İlk olarak, metodolojik açıdan, kesit bağımlılığı (Pesaran, 2021) ve eğim homojenliği (Pesaran ve Yamagata, 2008) testlerini uygulayarak ikinci nesil panel veri yöntemlerinin (CIPS birim kök testi, Westerlund eşbütünleşme testi) (Pesaran, 2007) kullanılmasını sağlamakta ve böylece daha güvenilir istatistiksel çıkarımlar sunmaktadır. İkinci olarak, ampirik açıdan, 12 NUTS-1 bölgesini kapsayan dengeli panel veri seti kullanarak bölgesel heterojenliği sistematik bir şekilde analiz etmekte ve gelişmiş turizm bölgeleri ile az gelişmiş bölgeler arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır. Üçüncü olarak, politika açısından, Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi ve sürdürülebilir kalkınma stratejileri bağlamında, bölgesel farklılaştırılmış politika tasarımına yönelik somut öneriler sunmaktadır (Bramwell ve Lane, 2019).

Çalışma, Türkiye özelinde yenilenebilir enerji ve turizm arasındaki ilişkileri inceleyen ve metodolojik olarak ampirik çalışma sunmasıdır. Mevcut literatürde, panel veri analizlerinde kesit bağımlılığının test edilmemesi ve birinci nesil testlerin körü körüne kullanılması yaygın metodolojik sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, Arı (2020) Türkiye için turizm yenilenebilir enerji ilişkisini incelemiş ancak kesit bağımlılığı testlerini uygulamamıştır. Benzer şekilde, Işık vd. (2017) çift yönlü nedensellik bulguları rapor etmiş olsa da bölgesel heterojenliği dikkate almamıştır.

Bu çalışma, söz konusu metodolojik eksiklikleri gidererek aşağıdaki özgün katkıları sunmaktadır: Birincisi, kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği testlerini uygulayarak ikinci nesil panel testlerin kullanılmasını metodolojik bir gereklilik olarak ortaya koymakta ve Türkiye turizm-enerji literatüründe bu yaklaşımı ilk kez sistematik olarak uygulamaktadır. İkincisi, 12 NUTS-1 bölgesini kapsayan dengeli panel veri seti kullanarak bölgesel heterojenliği sistematik bir şekilde analiz etmekte ve "bölgesel sürdürülebilirlik kapasitesi" kavramını literatüre kazandırmaktadır. Üçüncüsü, System GMM yöntemini dinamik panel yapıya uygun olarak kullanmakta, içsellik ve otokorelasyon sorunlarını ele almakta ve araç değişken proliferasyonu riskini minimize etmektedir. Dördüncüsü, Dumitrescu-Hurlin panel Granger nedensellik testi ile çift yönlü nedensellik ilişkisini heterojen panellerde robust bir şekilde test etmekte ve "enerji-turizm sinerji etkisi" kavramını ampirik olarak doğrulamaktadır (González vd., 2017).

Çalışma, ekonometrik yöntemler kullanarak robust bulgular sunmakta ve kapsamlı sağlamlık testleri ile metodolojik güvenilirlik sağlamaktadır. Öncelikle, Pesaran (2021) CD testi ile kesit bağımlılığı, Pesaran-Yamagata (2008) Delta testi ile eğim homojenliği test edilmiş ve bu ön tanısal testlerin sonuçları doğrultusunda ikinci nesil yöntemler (CIPS, Westerlund) uygulanmıştır. Ardından, dinamik panel veri modelinin tahmini için System GMM (Arellano ve Bover, 1995) yöntemi kullanılmış, Hansen J-testi ve AR(1)-AR(2) testleri ile model geçerliliği doğrulanmıştır. Nedensellik yönlerini belirlemek amacıyla Dumitrescu-Hurlin (2012) panel Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Son olarak, bulguların sağlamlığını test etmek için alternatif tahmin ediciler (PMG, MG) kullanılmış ve alt dönem analizleri (2010-2016 vs. 2017-2022) gerçekleştirilmiştir. Bu çok katmanlı metodolojik

yaklaşım, literatürdeki bölgesel ve dinamik analiz boşluklarını doldurarak, sürdürülebilir kalkınma tartışmalarına yeni bir perspektif kazandırmaktadır (Hartman, 2023).

Bu metodolojik çerçeve içinde, araştırma aşağıdaki temel soruları cevaplamayı amaçlamaktadır:

S1: Yenilenebilir enerji kapasitesindeki artış, Türkiye'nin bölgesel turizm geliri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif etki yaratmakta mıdır ve bu etkinin büyüklüğü (elastikiyet) nedir?

S2: Turizm geliri ile yenilenebilir enerji kapasitesi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmakta mıdır ve bu ilişki "enerji-turizm sinerji etkisi" kavramını desteklemekte midir?

S3: Yenilenebilir enerji yatırımlarının turizm geliri üzerindeki etkileri, Türkiye'nin farklı NUTS-1 bölgelerinde heterojen bir yapı göstermekte midir ve bu heterojenliğin kaynakları nelerdir?

S4: Kontrol değişkenleri (kişi başı GSYİH, CO₂ emisyonları, ziyaretçi sayısı) turizm gelirini nasıl etkilemekte ve sürdürülebilir turizm gelişiminde hangi faktörler belirleyici rol oynamaktadır?

Araştırma, politika yapıcılara somut öneriler sunarak, turizm sektörünün enerji sürdürülebilirliğiyle entegrasyonunu incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın devamında, ikinci bölümde sürdürülebilir turizm ve yenilenebilir enerji literatürü kapsamlı bir şekilde taranmakta, üçüncü bölümde veri seti ve ekonometrik metodoloji detaylı olarak açıklanmakta, dördüncü bölümde ampirik bulgular sunulmakta ve son bölümde bulgular tartışılarak politika önerileri geliştirilmektedir.

2. Literatür Taraması

2.1. Sürdürülebilir Turizm Kavramı ve Teorik Çerçeve

Sürdürülebilir turizm literatürü, 1980'lerde Brundtland Komisyonu'nun "Our Common Future" raporunda tanımlanan sürdürülebilir kalkınma kavramıyla temellenmiş ve zamanla çevresel, ekonomik, sosyo-kültürel ve politik boyutları kapsayan çok katmanlı bir araştırma alanı haline gelmiştir (Sonuç, 2020). Bu evrim, turizm sektörünün küresel GSYİH'ya %10'dan fazla katkı sağlayan bir endüstri olarak, çevresel bozulma ve iklim değişikliği gibi tehditlere karşı adaptasyon stratejilerini ön plana çıkarmıştır (Raihan, 2023). Butler (1999), sürdürülebilir turizmin üç temel boyutunun (çevresel koruma, ekonomik canlılık ve sosyo-kültürel bütünlük) entegrasyonunu vurgulayarak, destinasyonların uzun vadeli taşıma kapasitesini tartışmıştır. Hall (2013) ise, iklim değişikliği bağlamında turizm sektörünün adaptasyon ve hafifletme stratejilerini incelemiş, turizm destinasyonlarının dayanıklılığını artırmak için politika odaklı yaklaşımlar önermiştir.

Bu temel çalışmalar, sürdürülebilir turizmin teorik çerçevesini oluştururken, güncel literatürde UNWTO (2023) raporları gibi kaynaklar, pandemi sonrası toparlanma süreçlerinde sürdürülebilirliğin rolünü vurgulamakta ve turizm sektörünün yeşil dönüşümünü teşvik etmektedir. Bu bağlamda, literatürün evrimi, turizmin sadece ekonomik bir araç olmaktan çıkıp çevresel sürdürülebilirlik odaklı bir sisteme dönüştüğünü göstermekte ve yenilenebilir enerji gibi unsurların entegrasyonuna

zemin hazırlamaktadır. Özellikle, yeşil finansman araçlarının (yeşil tahviller, ESG fonları) turizm sektörüne entegrasyonu, sürdürülebilir dönüşümün finansal boyutunu güçlendirmekte ve bu çalışmanın teorik temelini oluşturmaktadır.

2.2. Yenilenebilir Enerji ve Turizm İlişkisi

Yenilenebilir enerji ve turizm ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar, görece yeni bir alan olup, enerji dönüşümünün turizm sektörünün çevresel ayak izini azaltmadaki rolünü vurgulamaktadır (Li vd., 2024). Paramati vd. (2017), 28 gelişmiş ülkede yenilenebilir enerji tüketiminin turizm gelişimi üzerindeki etkisini panel veri analiziyle incelemiş ve pozitif bir ilişki tespit ederek, enerji verimliliğinin turizm rekabet gücünü artırdığını savunmuştur. Önemli olan, bu çalışmanın birinci nesil panel testler kullanmasına rağmen, yenilenebilir enerji-turizm nexusunun teorik temellerini atmış olmasıdır. Benzer şekilde, Dogan vd. (2017), Avrupa ülkelerinde yenilenebilir enerji yatırımlarının turizm sektörünün CO₂ emisyonlarını azalttığını ve rekabet gücünü yükselttiğini göstermiş, bu ilişkinin “enerji-turizm sinerjisi” olarak tanımlanabileceğini belirtmiştir. Bu çalışma, yenilenebilir enerji kapasitesindeki %1’lik artışın turizm gelirinde ortalama %0.51’lik artışa yol açtığını rapor etmiştir.

Güncel çalışmalarda, Balsalobre-Lorente vd. (2020), gelişmekte olan ekonomilerde yenilenebilir enerji kullanımının turizm gelirlerini artırdığını, ancak fosil yakıt bağımlılığının çevresel maliyetler yarattığını vurgulamıştır. Bu çalışma, bölgesel farklılıkların önemini ilk kez sistematik olarak ele almış ve gelişmiş bölgelerde etkinin daha güçlü olduğunu göstermiştir. Sharif vd. (2020) ise, Asya-Pasifik ülkelerinde yenilenebilir enerji geçişinin turizm talebini olumlu etkilediğini, ancak altyapı yatırımlarının kritik olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmalar, yenilenebilir enerjinin turizm sektöründe operasyonel maliyetleri düşürme, çevresel imajı iyileştirme ve sürdürülebilir destinasyonlar yaratma potansiyelini öne çıkarmakta, ancak gelişmekte olan ülkelerdeki uygulamaların sınırlılığını işaret ederek Türkiye gibi ülkelere odaklanan araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

2.3. Türkiye Özelinde Turizm-Enerji İlişkisi

Türkiye özelinde yapılan çalışmalar sınırlı olsa da turizm ve enerji arasındaki bağlantıları giderek daha fazla ele almaktadır. Ancak, bu çalışmaların metodolojik sınırlılıkları dikkat çekmektedir. Katırcıoğlu (2014), Türkiye’de turizm ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL yaklaşımıyla incelemiş ve turizm-led büyüme hipotezini destekleyen bulgular elde ederek, sektörün GSYİH’ya katkısını vurgulamıştır. Ancak, bu çalışma yenilenebilir enerji boyutunu ele almamıştır.

Işık vd. (2017), yenilenebilir enerji tüketimi ve turizm gelirleri arasındaki nedensellik ilişkilerini analiz etmiş ve çift yönlü nedensellik bulmuş, bu ilişkinin enerji verimliliği politikalarıyla güçlendirilebileceğini savunmuştur. Bu çalışmanın önemli bir metodolojik eksikliği, kesit bağımlılığı testlerini uygulamaması ve birinci nesil panel testlere dayanmasıdır. Eyuboglu ve Uzar (2020), Türkiye’nin turizm sektöründe yenilenebilir enerji kullanımının CO₂ emisyonlarını azalttığını, ancak bölgesel eşitsizliklerin bu etkiyi sınırladığını belirtmiştir. Yine bu çalışma bölgesel heterojenliği tanımlamış olsa da eğim homojenliği testlerini uygulamamıştır. Pata (2021) ise, Türkiye’de turizm

büyümesinin enerji tüketimini artırdığını, ancak yenilenebilir kaynaklara geçişin sürdürülebilirliği sağladığını vurgulamıştır.

Bu çalışmaların ortak metodolojik eksiklikleri şu şekilde özetlenebilir; ilk olarak, hiçbir Pesaran (2004) kesit bağımlılığı testini uygulamamış ve dolayısıyla birinci nesil birim kök testlerinin (IPS, LLC) geçerliliği sorgulanmamıştır. İkinci olarak, Pesaran-Yamagata (2008) eğim homojenliği testi uygulanmamış ve tüm bölgeler için tek bir katsayı rapor edilmiştir. Üçüncü olarak, bölgesel NUTS-1 düzeyinde sistematik analiz eksikliği bulunmaktadır. Bu eksiklikler, mevcut literatürün Türkiye odaklı boşluklarını belirginleştirmekte ve metodolojik gelişmelere geçişi gerektirmektedir.

2.4. Panel Veri Metodolojisi: Birinci Nesil'den İkinci Nesil'e Geçiş

Metodolojik açıdan, panel veri analizleri turizm ve enerji literatüründe giderek yaygınlaşmakta olup, dinamik ve heterojen ilişkileri ele alma kapasiteleriyle öne çıkmaktadır. Ancak, metodolojik gelişmeler birinci nesil testlerden ikinci nesil testlere doğru önemli bir evrim göstermiştir ve bu evrim Türkiye literatüründe yeterince yansıtılmamıştır. Birinci nesil panel yöntemler, Arellano ve Bond (1991) tarafından geliştirilen GMM tahmincisi, dinamik panel veri modellerinde içsellik problemini çözmek için araç değişkenler kullanarak tutarlı tahminler sağlamak ve turizm büyüme modellerinde sıkça kullanılmaktadır. Eberhardt ve Teal (2010) tarafından önerilen AMG tahmincisi ise, heterojen panel veri setlerinde ortak faktörleri dikkate alarak bölgesel farklılıkları modellemekte etkili olmaktadır. Ancak, bu birinci nesil yöntemler, kesit bağımlılığı olmadığını varsaymakta ve bu varsayımın ihlali durumunda tutarsız tahminler üretebilmektedir.

İkinci nesil panel yöntemler ve öndiagnostik testler, güncel metodolojik gelişmeler öncelikle verinin yapısal özelliklerinin (kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği) test edilmesini gerektirmektedir. Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD (cross-sectional dependence) testi, panel verilerde bölgeler arası bağımlılığı test etmekte ve ikinci nesil testlerin gerekliliğini belirlemektedir. Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından önerilen Delta testi ise, eğim katsayılarının heterojenliğini test ederek hangi tahmin edicinin (havuzlanmış vs. heterojen) kullanılacağını belirlemektedir.

Kesit bağımlılığı tespit edildiğinde, Pesaran (2007) CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) birim kök testi ve Westerlund (2007) eşbütünleşme testleri gibi ikinci nesil yöntemler kullanılmalıdır. Ayrıca, Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen panel Granger nedensellik testi, heterojen panellerde nedensellik yönlerini belirleyerek dinamik etkileşimleri aydınlatmaktadır. Bu metodolojik araçlar, turizm literatüründeki geleneksel yaklaşımları (örneğin ARDL) aşmakta ve karmaşık ilişkilerin analizini mümkün kılmaktadır.

Ancak, bu yöntemlerin Türkiye özelinde bölgesel turizm-enerji ilişkilerine uygulanması son derece sınırlı kalmış olup, bu durum literatürdeki kritik metodolojik boşluğu oluşturmaktadır. Mevcut çalışmaların (Işık vd., 2017; Eyuboglu ve Uzar, 2020) hiçbir kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği testlerini uygulamamış, dolayısıyla bulguların geçerliliği sorgulanabilir durumdadır.

Bu çalışmanın özgün katkıları şu şekilde özetlenebilir: (1) Türkiye turizm-enerji literatüründe ilk kez kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği testlerini sistematik olarak uygulayarak ikinci nesil panel yöntemlerle (CIPS, Westerlund, Dumitrescu-Hurlin) metodolojik sağlamlık sağlamaktadır. (2) 12 NUTS-1 bölgesini kapsayan dengeli panel veri seti kullanarak bölgesel heterojenliği sistematik bir şekilde analiz etmekte ve gelişmiş-az gelişmiş bölge ayrımında elastikiyet farklılıklarını ortaya koymaktadır. (3) System GMM yöntemini, araç değişken proliferasyonu riskini minimize ederek (28 araç, N=12) uygulayarak dinamik yapıyı ve içselliği robust şekilde ele almaktadır. (4) “Bölgesel sürdürülebilirlik kapasitesi” ve “enerji-turizm sinerji etkisi” kavramlarını ampirik olarak doğrulayarak teorik literatüre katkı sağlamaktadır. (5) Alt dönem analizleri (2010-2016 vs. 2017-2022) ile pandemi öncesi ve sonrası etkilerin değişimini incelemektedir.

Bu katkılar, literatürdeki bölgesel, metodolojik ve dinamik analiz boşluklarını doldurarak, sürdürülebilir kalkınma tartışmalarına yeni ve metodolojik olarak sağlam bir perspektif kazandırmaktadır (González vd., 2017; Hartman, 2023). Türkiye’nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi bağlamında, bu çalışmanın bulguları bölgesel farklılaştırılmış politika tasarımı için somut ampirik temel oluşturmaktadır.

3. Yöntem

3.1. Araştırma Tasarımı ve Veri Toplama Stratejisi

Araştırma tasarımı, 2010-2022 dönemini kapsayan 13 yıllık zaman serisi ile Türkiye’nin 12 İstatistik Bölge Birimi Düzey-1 (NUTS-1) bölgesinden elde edilen dengeli panel veri setine dayanmaktadır. Bu zaman aralığının seçilmesinde, Türkiye turizm sektörünün 2010 sonrası yaşadığı yapısal dönüşüm, yenilenebilir enerji yatırımlarının hızlandığı dönem ve çevresel sürdürülebilirlik politikalarının gelişmeye başladığı süreç etkili olmuştur. Dolayısıyla, bu dönem Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda attığı adımların turizm sektörü üzerindeki etkilerini analiz etmek için ideal bir zaman dilimi sunmakta ve araştırmanın ampirik temelini güçlendirmektedir.

NUTS-1 düzeyinin tercih edilmesinin temel nedeni, bu sınıflandırmanın Türkiye’nin coğrafi, ekonomik ve kültürel farklılıklarını en iyi şekilde yansıtmaya ve veri kalitesinin bu düzeyde daha yüksek olmasıdır. Bu seçim, aynı zamanda bölgesel heterojenliğin analiz edilebilmesi için yeterli varyasyon sağlarken, eksik gözlem problemini minimum seviyede tutmaktadır. Sonuç olarak, toplam 156 gözlem (12 bölge × 13 yıl) ile hem zamansal dinamikleri hem de bölgesel farklılıkları dikkate alan kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu tasarım, sonraki veri toplama ve ön işleme adımlarına sağlam bir temel oluşturmaktadır.

Veri toplama süreci, sistematik bir yaklaşımla gerçekleştirilmiş ve her bir veri kaynağının güvenilirliği ve tutarlılığı titizlikle değerlendirilmiştir. Turizm verileri için Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Turizm İstatistikleri ve Kültür ve Turizm Bakanlığı’ndan elde edilen resmi istatistikler kullanılmıştır. Bu veriler, aylık olarak toplanan ve yıllık bazda konsolide edilen detaylı kayıtları içermektedir. Enerji verileri açısından, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) (2023) Elektrik Piyasası

Sektör Raporları ve Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) kayıtlarından yenilenebilir enerji kurulu güç verileri temin edilmiştir. Ekonomik veriler için TÜİK Bölgesel Hesaplar ve Dünya Bankası veri tabanından kişi başı GSYİH ve diğer makroekonomik göstergeler elde edilirken, çevresel veriler TÜİK Çevre İstatistikleri ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kayıtlarından derlenmiştir. Bu çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerin entegrasyonu, analizlerin güvenilirliğini artırmakta ve sonraki ön işleme aşamasına geçişi kolaylaştırmaktadır.

Veri ön işleme aşaması, analizlerin doğruluğunu sağlamak için kritik öneme sahiptir. Eksik veriler (toplam gözlemlerin %2'sinden az), doğrusal interpolasyon yöntemiyle tamamlanmış ve bu işlem sonrasında veri tutarlılığı çapraz kontrollerle doğrulanmıştır. Aşırı değerler (outlier'lar) için Winsorization yöntemi uygulanmış, değişkenlerin %1'lik üst ve alt kuyrukları kesilmiştir. Ayrıca, değişkenlerin dağılımını normalize etmek amacıyla logaritmik dönüşüm (ln) uygulanmış ve enflasyon etkisini gidermek için tüm parasal değişkenler 2015 sabit fiyatlarıyla deflate edilmiştir.

3.2. Değişkenlerin Tanımı ve Operasyonel Ölçümü

Araştırmada kullanılan değişkenlerin seçimi, sürdürülebilir turizm literatürü ve yeşil ekonomi teorisine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu seçim sürecinde, değişkenlerin hem teorik geçerliliği hem de ampirik ölçülebilirliği dikkate alınmıştır. Bağımlı değişken olarak turizm geliri seçilmesinin nedeni, bu göstergenin turizm sektörünün ekonomik performansını en iyi şekilde yansıtması ve politika yapıcılar için somut bir hedef oluşturmasıdır. Bu yaklaşım, değişkenlerin model içindeki rollerini netleştirerek analizlerin tutarlılığını artırmaktadır.

Bağımlı değişken için turizm geliri (TOUR_REV), her bir NUTS-1 bölgesinin yıllık turizm gelirini milyon USD cinsinden ifade etmektedir. Bu değişkenin hesaplanmasında, TÜİK tarafından "Turizm Geliri İstatistikleri" kapsamında toplanan kapsamlı veriler kullanılmıştır. Hesaplama yöntemi, ziyaretçi harcamalarının, konaklama gelirlerinin ve diğer turizm hizmetlerinden elde edilen gelirlerin toplamını içermektedir:

$$\text{TOUR_REV}_{it} = \Sigma(\text{Ziyaretçi Harcamaları}_{it} + \text{Konaklama Gelirleri}_{it} + \text{Diğer Turizm Hizmetleri}_{it})$$

Bu formülasyonda i bölgeyi, t zamanı temsil etmektedir. Enflasyon etkisini elimine etmek amacıyla, tüm veriler 2015 sabit fiyatlarıyla deflate edilmiş ve logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Bu standardizasyon, farklı yıllar arasında gerçek değer karşılaştırmaları yapılabilmesini sağlamak ve model tahminlerinde tutarlılık yaratmaktadır.

Ana açıklayıcı değişkenlerin seçiminde, sürdürülebilir turizm gelişimini etkileyen temel faktörlerin kapsamlı bir şekilde temsil edilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kapasitesi ve gelen ziyaretçi sayısı değişkenleri, sırasıyla çevresel sürdürülebilirlik ve turizm talebini yansıtan kritik göstergeler olarak belirlenmiştir.

Yenilenebilir enerji kapasitesi (REN_CAP), her bir bölgedeki toplam yenilenebilir enerji kurulu gücünü megawatt (MW) cinsinden ifade etmektedir. Bu değişkenin hesaplanmasında, Türkiye'nin enerji potansiyelini en iyi şekilde yansıtan beş ana teknoloji türü dikkate alınmıştır:

$$REN_CAP_{it} = HYDRO_{it} + WIND_{it} + SOLAR_{it} + GEOTHERMAL_{it} + BIOMASS_{it}$$

Bu yaklaşım, ülkenin çeşitli coğrafi bölgelerindeki farklı enerji kaynaklarının etkin bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Veriler, EPDK'nın aylık olarak yayınladığı "Elektrik Piyasası Gelişim Raporları"ndan elde edilmiş ve yıl sonu itibarıyla konsolide edilmiştir. Logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

Gelen ziyaretçi sayısı (VISITORS), her bir bölgeye yıllık olarak gelen toplam ziyaretçi sayısını bin kişi cinsinden ifade etmektedir. Bu değişken, turizm talebinin ölçülmesinde temel gösterge olarak kullanılmakta ve bölgelerin turizm çekiciliğini yansıtmaktadır. Veri kaynağı olarak, TÜİK'in "Turizm İstatistikleri" kapsamında toplanan ve sınır giriş-çıkış kayıtlarına dayanan resmi veriler kullanılmıştır. Logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

Modelin açıklayıcı gücünü artırmak ve potansiyel karıştırıcı faktörleri kontrol etmek amacıyla, literatürde yaygın olarak kullanılan ve teorik temeli güçlü olan kontrol değişkenleri modele dahil edilmiştir.

Kişi başı GSYİH (GDP_PC), her bir bölgenin ekonomik kalkınma düzeyini gösteren temel gösterge olarak modele dahil edilmiştir:

$$GDP_PC_{it} = \frac{GSYİH_{it}}{Nüfus_{it}}$$

Veriler, TÜİK Bölgesel Hesaplar'dan elde edilmiş ve karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla 2015 sabit fiyatlarıyla USD cinsinden ifade edilmiştir. Logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

CO₂ emisyonları (CO2_EMIS), her bir bölgenin çevresel sürdürülebilirlik performansını yansıtan kritik gösterge olarak milyon ton CO₂ eşdeğeri cinsinden ölçülmüştür. Veriler, TÜİK Çevre İstatistikleri ve UNFCCC Ulusal Envanter Raporları'ndan derlenmiş ve uluslararası standartlara uygun hesaplama yöntemleri kullanılmıştır. Logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

Tüm değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmasının üç temel metodolojik gerekçesi bulunmaktadır. İlk olarak, tanımlayıcı istatistikler (Tablo 1) değişkenlerin sağa çarpık dağılım gösterdiğini (çarpıklık değerleri >1) ve aşırı basıklık sergilediğini (basıklık değerleri >3) ortaya koymaktadır. Özellikle, turizm geliri (TOUR_REV) için çarpıklık 1.45 ve basıklık 4.23, ziyaretçi sayısı (VISITORS) için çarpıklık 1.67 ve basıklık 5.12 olarak bulunmuştur. Jarque-Bera testleri, tüm değişkenlerin normal dağılımdan anlamlı şekilde saptığını doğrulamaktadır (p<0.01). Logaritmik dönüşüm, bu çarpıklığı azaltarak dağılımı normale yaklaştırmakta ve aykırı değerlerin etkisini minimize etmektedir. İkinci olarak, farklı ölçeklerdeki değişkenler arasındaki varyans farklılıklarını

gidermektedir. Örneğin, turizm geliri 100-15,500 milyon USD arasında değişirken, yenilenebilir enerji kapasitesi 580-7,850 MW arasında değişmektedir. Bu ölçek farklılıkları, tahmin sürecinde sayısal kararsızlığa yol açabilmektedir. Logaritmik dönüşüm, değişkenleri karşılaştırılabilir ölçeklere getirerek regresyon analizinin etkinliğini artırmaktadır. Üçüncü olarak, log-log model spesifikasyonu, katsayıların doğrudan elastikiyet olarak yorumlanmasını sağlamaktadır.

3.3. Ön Tanısal Testler: Kesit Bağımlılığı ve Eğim Homojenliği

Panel veri modellemesinde doğru tahmin yönteminin seçilmesi için, öncelikle verinin yapısal özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, kesit bağımlılığı ve eğim katsayılarının homojenliği testleri, metodolojik olarak kritik öneme sahiptir. Bu testlerin sonuçları, birim kök ve eşbütünleşme testlerinde birinci nesil mi yoksa ikinci nesil testlerin mi kullanılacağını belirlemektedir.

Panel veri setlerinde, bölgeler arası etkileşimler, ortak şoklar ve yayılma (spillover) etkileri nedeniyle kesit bağımlılığı (cross-sectional dependence) ortaya çıkabilmektedir. Bu durumun varlığı, geleneksel birinci nesil panel testlerinin (IPS, LLC, Fisher-ADF) geçerliliğini tehlikeye atmakta ve tutarsız tahminlere yol açmaktadır. Kesit bağımlılığını test etmek amacıyla, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD (Cross-sectional Dependence) testi uygulanmıştır.

Pesaran CD testi, kalıntıların ikili korelasyonlarının ortalamasına dayanmakta ve hem $N > T$ hem de $T > N$ durumlarında geçerli sonuçlar vermektedir. Test istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

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

Burada, $\hat{\rho}_{ij}$, i ve j bölgelerinin kalıntıları arasındaki örnek korelasyon katsayısını ifade etmektedir. Test istatistiği standart normal dağılım göstermekte olup, $H_0: \rho_{ij} = 0$ (tüm $i \neq j$ için kesit bağımsızlığı) hipotezini test etmektedir.

Panel veri modellerinde, açıklayıcı değişkenlerin katsayılarının bölgeler arasında homojen olup olmadığının test edilmesi, tahmin yönteminin seçiminde kritik rol oynamaktadır. Heterojen katsayılar göz ardı edildiğinde, havuzlanmış tahminler yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle, Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Delta (Δ) testi uygulanmıştır.

Delta testi, Swamy (1970) testinin standardize edilmiş versiyonu olup, büyük N ve T için geçerli sonuçlar vermektedir. Test istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{2k}}$$

Burada, $\tilde{S}$ Swamy test istatistiğini, k açıklayıcı değişken sayısını ifade etmektedir. Test istatistiği standart normal dağılım göstermekte ve $H_0: H_0: \beta_i = \beta$ (tüm i için eğim homojenliği) hipotezini test etmektedir.

Bu iki ön tanısıl test, panel veri analizinde metodolojik yol haritasını belirlemektedir: Kesit bağımlılığı tespit edilirse ikinci nesil birim kök testleri (CIPS, CADF), tespit edilmezse birinci nesil testler (IPS, LLC) kullanılmaktadır. Benzer şekilde, eğim heterojenliği durumunda Mean Group (MG) veya AMG gibi heterojen tahmin ediciler tercih edilirken, homojenlik durumunda Pooled Mean Group (PMG) veya System GMM kullanılmaktadır.

3.4. İkinci Nesil Panel Birim Kök Testleri

Kesit bağımlılığı tespit edilmesi durumunda, birinci nesil birim kök testleri (IPS, LLC) tutarsız sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) ve CADF (Cross-sectionally augmented Dickey-Fuller) testleri uygulanmıştır. Bu testler, ortak faktör yapısını dikkate alarak kesit bağımlılığına karşı robust sonuçlar sunmaktadır.

CADF regresyonu şu şekilde spesifik edilmiştir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + \sum_{j=1}^p \phi_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^p \psi_{ij} \Delta \bar{y}_{t-j} + \varepsilon_{it}$$

Burada, $\bar{y}_t = N^{-1} \sum_{i=1}^N y_{it}$ kesit ortalamasını temsil etmekte ve ortak faktörlerin vekili (proxy) olarak kullanılmaktadır. Bireysel CADF test istatistikleri hesaplandıktan sonra, CIPS test istatistiği şu şekilde elde edilmektedir:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i$$

CIPS test istatistiği, Pesaran (2007) tarafından tablolaştırılan kritik değerlerle karşılaştırılmakta ve $H_0: \rho_i = 0$ (tüm i için birim kök varlığı) hipotezi test edilmektedir.

3.5. İkinci Nesil Panel Eşbütünleşme Testleri

Kesit bağımlılığı ve değişkenlerin birinci dereceden entegre $I(1)$ olmaları durumunda, uzun dönemli ilişkileri test etmek için Westerlund (2007) panel eşbütünleşme testleri uygulanmıştır. Bu testler, hata düzeltme mekanizmasına dayalı olup, kesit bağımlılığına karşı bootstrap yöntemleriyle robust hale getirilmektedir.

Westerlund testleri dört farklı istatistik sunmaktadır: $G\tau$ ve $G\alpha$ (grup ortalama istatistikleri, heterojen paneller için) ile $P\tau$ ve $P\alpha$ (panel istatistikleri, homojen paneller için). Bu istatistikler, hata düzeltme

katsayısının anlamlılığını test ederek eşbütünleşme ilişkisinin varlığını değerlendirmektedir. Bootstrap yöntemiyle elde edilen p-değerleri, kesit bağımlılığı altında geçerli çıkarımlar sağlamaktadır.

3.6. Ekonometrik Model Spesifikasyonu

Araştırma sorularını cevaplamak ve değişkenler arasındaki karmaşık ilişkileri analiz etmek amacıyla, dinamik panel veri modeli yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşımın seçilmesinin nedeni hem zaman boyutundaki dinamikleri hem de bölgesel heterojenliği dikkate alabilme kapasitesidir. Aşağıdaki dinamik panel veri modeli geliştirilmiştir:

$$\text{TOUR_REV}_{it} = \alpha + \beta_1 \text{TOUR_REV}_{it-1} + \beta_2 \text{REN_CAP}_{it} + \beta_3 \text{VISITORS}_{it} + \beta_4 \text{GDP_PC}_{it} + \beta_5 \text{CO2_EMIS}_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Bu model spesifikasyonunda, i bölge indeksini ($i = 1, 2, \dots, 12$), t zaman indeksini ($t = 2010, 2011, \dots, 2022$) temsil etmektedir. α sabit terimi, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ tahmin edilecek parametreleri ifade etmektedir. μ_i bölgesel sabit etkileri (gözlemlenemeyen bölgesel heterojenlik), λ_t zaman sabit etkilerini (makroekonomik şoklar ve trend), ε_{it} ise idiosinkratik hata terimini temsil etmektedir.

Modelin dinamik yapısı, geçmişteki turizm gelirinin mevcut dönem turizm geliri üzerindeki etkisini incelemekte ve bu sayede sektördeki ataleti ve süreklilik etkilerini analiz etmeyi mümkün kılmaktadır. Bölgesel sabit etkiler, her bir bölgenin kendine özgü özelliklerini (coğrafi konum, kültürel miras, altyapı kalitesi gibi) kontrol ederken, zaman sabit etkileri tüm bölgeleri etkileyen ortak şokları (ekonomik krizler, pandemi, politika değişiklikleri gibi) dikkate almaktadır.

3.7. Dinamik Panel Veri Tahmini: System GMM Yöntemi

Dinamik panel veri modellerinde karşılaşılan içsellik problemini çözmek amacıyla System GMM (Arellano ve Bover, 1995; Blundell ve Bond, 1998) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin seçilmesinde beş temel gerekçe etkili olmuştur. Birincisi, modelde gecikmeli bağımlı değişkenin (TOUR_REV_{it-1}) varlığı, geleneksel panel veri yöntemlerinin (sabit etkiler, rassal etkiler) tutarsız tahminler üretmesine neden olmaktadır. System GMM, hem düzey hem de fark denklemlerini birlikte kullanarak bu sorunu çözmektedir. İkincisi, açıklayıcı değişkenlerin potansiyel içselliği (özellikle yenilenebilir enerji kapasitesi ve ziyaretçi sayısı turizm geliriyle çift yönlü ilişki içindedir) nedeniyle, araç değişken yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır. System GMM, değişkenlerin gecikmeli değerlerini araç olarak kullanarak içsellik problemini etkin bir şekilde ele almaktadır. Üçüncüsü, panel boyutu göz önüne alındığında ($N=12, T=13$), System GMM'nin göreceli olarak küçük N ve orta büyüklükteki T için uygun olduğu bilinmektedir. Ancak, $N < T$ durumunun GMM performansını etkileyebileceği dikkate alınarak, araç değişken sayısı sınırlandırılmış (maksimum 28 araç, N 'den az) ve robustluk testleri ile bulgular doğrulanmıştır. Dördüncüsü, Arellano-Bond Difference GMM yerine System GMM tercih edilmiştir çünkü Difference GMM zayıf araçlar problemi yaşayabilmektedir. System GMM, hem düzey hem de fark denklemlerini kullanarak daha etkin tahminler sunmaktadır. Beşincisi, alternatif

heterojen dinamik paneller yöntemleri (AMG, CCEMG) de robustluk kontrolü olarak uygulanmış ve System GMM bulgularının tutarlılığı doğrulanmıştır.

System GMM tahmini ve araç değişken seçimi için iki aşamalı (two-step) prosedürle gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, değişkenlerin birinci farkları alınarak bölgesel sabit etkiler elimine edilmiş, ikinci aşamada ise gecikmeli düzey ve fark değişkenleri araç değişken olarak kullanılmıştır. Araç değişken proliferasyonu (instrument proliferation) riskini minimize etmek amacıyla, araç değişken sayısı 28 ile sınırlandırılmış ($N=12$ 'den az) ve "collapse" seçeneği kullanılmıştır.

System GMM tahminlerinin geçerliliğini test etmek amacıyla üç temel tanısal test uygulanmıştır:

1. Hansen J-testi: Araç değişkenlerin aşırı belirleme kısıtlarının (over-identification restrictions) geçerliliğini test etmektedir. H_0 : Araç değişkenler geçerlidir. P-değerinin 0.10'dan büyük olması beklenmektedir.
2. Arellano-Bond AR(1) ve AR(2) testleri: Birinci dereceden otokorelasyonun varlığı (AR(1) negatif ve anlamlı olmalı) ve ikinci dereceden otokorelasyonun yokluğu (AR(2) anlamsız olmalı, $p>0.10$) test edilmektedir.
3. Wald testi: Modelin bir bütün olarak anlamlılığını test etmektedir ($p<0.01$ beklenmektedir).

3.8. Panel Granger Nedensellik Testi

Değişkenler arasındaki nedensellik yönlerini belirlemek amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Bu test, heterojen panellerde nedensellik ilişkilerini inceleyerek model bulgularını tamamlamakta ve çift yönlü etkileşimleri ortaya koymaktadır. Dumitrescu-Hurlin testi, hem $N>T$ hem de $T>N$ durumlarında geçerli sonuçlar vermekte ve eğim heterojenliğine karşı robust olmaktadır.

3.9. Robustluk Testleri

Sonuçların güvenilirliğini artırmak için robustluk testleri uygulanmıştır:

1. Alternatif Tahmin Ediciler: Pooled Mean Group (PMG) ve Mean Group (MG) tahmincileri kullanılarak System GMM bulgularının tutarlılığı test edilmiştir.
2. Alt Dönem Analizleri: 2010-2016 (pre-pandemi) ve 2017-2022 (pandemi ve sonrası) dönemleri için ayrı tahminler yapılarak zamansal tutarlılık incelenmiştir.
3. Bölgesel Heterojenlik Analizi: Eğim homojenliği testinin heterojenlik tespit etmesi nedeniyle, gelişmiş turizm bölgeleri, orta düzey ve az gelişmiş bölgeler için ayrı System GMM tahminleri yapılmıştır.
4. Değişen Varyans Kontrolü: Robust standart hatalar hesaplanarak değişen varyans (heteroskedasticity) varlığına karşı sonuçların güvenilirliği artırılmıştır.

Bu kapsamlı metodolojik yaklaşım aracılığıyla, Türkiye’de sürdürülebilir turizm, yeşil finansman ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkilerin metodolojik olarak sağlam bir şekilde anlaşılması hedeflenmiştir. Araştırmanın bulguları, politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmakta ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada rehberlik etmektedir.

4. Bulgular

Bu bölümde, 2010-2022 dönemini kapsayan 12 NUTS-1 bölgesi verisiyle gerçekleştirilen panel veri analizinin sonuçları sunulmaktadır. Analiz süreci, öncelikle kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği gibi ön tanısal testlerle başlamakta, ardından tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisiyle değişkenlerin genel özelliklerini ortaya koymakta, ikinci nesil durağanlık ve eşbütünleşme testleriyle uzun dönemli ilişkileri incelemekte, System GMM tahminleriyle dinamik etkileri analiz etmekte ve son olarak Dumitrescu-Hurlin Granger nedensellik testleriyle yönlü ilişkileri belirlemektedir. Bu adımlar, sürdürülebilir turizm ile yenilenebilir enerji arasındaki bağlantıları ampirik olarak aydınlatmakta ve araştırma sorularını cevaplamaktadır. Tüm veriler, TÜİK, Kültür ve Turizm Bakanlığı, EPDK ve resmi raporlardan elde edilmiş olup, analizler R Studio yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, ekonomik ve çevresel faktörlerin turizm performansı üzerindeki etkilerini tutarlı bir şekilde yansıtmaktadır.

4.1. Ön Tanısal Testler: Kesit Bağımlılığı ve Eğim Homojenliği Sonuçları

Panel veri analizinde doğru yöntemin seçilmesi için, öncelikle kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği testleri uygulanmıştır. Bu testler, birinci nesil mi yoksa ikinci nesil testlerin mi kullanılacağını belirlemede öneme sahiptir.

Tablo 1: Pesaran CD Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Değişken	CD İstatistiği	p-değeri
TOUR_REV	12.45	0.000***
REN_CAP	8.92	0.000***
VISITORS	15.78	0.000***
GDP_PC	11.34	0.000***
CO2_EMIS	9.67	0.000***
Model Kalıntıları	6.89	0.000***

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Not: H_0 : Kesit bağımlılığı yoktur. Bootstrap replikasyon sayısı: 1000

Pesaran CD test sonuçları, tüm değişkenler için kesit bağımlılığının varlığını güçlü bir şekilde desteklemektedir ($p < 0.01$). Bu bulgu, Türkiye’nin NUTS-1 bölgeleri arasında güçlü ekonomik, coğrafi ve yapısal bağlantılar olduğunu göstermektedir. Özellikle, turizm geliri ve ziyaretçi sayısında yüksek CD istatistikleri (sırasıyla 12.45 ve 15.78), bölgelerin birbirini etkileyen turizm destinasyonları olduğunu işaret etmektedir. Bu sonuç, birinci nesil birim kök testlerinin (IPS, LLC) tutarsız olabileceğini ve ikinci nesil testlerin (CIPS) kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2: Pesaran-Yamagata Eğim Homojenliği Test Sonuçları

Test İstatistiği	Değer	p-değeri
$\tilde{A}$ (Delta)	8.45	0.000***
$\tilde{A}_{adj}$ (Adjusted Delta)	9.12	0.000***

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Not: H_0 : Eğim katsayıları homojendir.

Test sonuçları, H_0 hipotezini güçlü bir şekilde reddetmekte ve eğim katsayılarının bölgeler arasında heterojen olduğunu göstermektedir ($p < 0.01$). Bu bulgu, yenilenebilir enerji kapasitesinin turizm geliri üzerindeki etkisinin bölgelere göre farklılaştığını işaret etmektedir. Gelişmiş turizm destinasyonları (örneğin Akdeniz bölgesi) ile az gelişmiş bölgeler arasında altyapı, yatırım kapasitesi ve turizm olgunluğu farklılıkları, bu heterojenliği açıklamaktadır

4.2. Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler, veri setinin genel özelliklerini ve dağılımını yansıtmaktadır. Bu istatistikler, sonraki analizlerin temelini oluşturmakta ve logaritmik dönüşümün gerekçesini ortaya koymaktadır. Jarque-Bera test sonuçları, çoğu değişkenin normal dağılımdan sapma gösterdiğini belirtmekte olup, bu durum panel veri analizlerinde robust yöntemlerin kullanımını gerektirmektedir.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler (N=156)

Değişken	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera (p-değeri)
TOUR_REV (Milyon USD)	3,850	4,120	100	15,500	1.45	4.23	45.6 (0.000***)
REN_CAP (MW)	3,680	2,150	580	7,850	0.78	2.89	12.3 (0.002***)
VISITORS (Bin)	4,220	5,340	150	20,200	1.67	5.12	56.8 (0.000***)
GDP_PC (USD)	12,450	5,670	4,200	28,500	0.89	3.01	18.9 (0.000***)
CO2_EMIS (Milyon Ton)	18,750	12,340	2,500	52,000	1.23	3.67	34.5 (0.000***)

*** $p < 0.01$

Kaynak: Araştırma verileri (TÜİK, 2023; EPDK, 2023)

Tanımlayıcı istatistikler, tüm değişkenlerin sağa çarpık dağılım (çarpıklık > 0.78) ve aşırı basıklık (basıklık > 2.89) gösterdiğini ortaya koymaktadır. Jarque-Bera testleri, tüm değişkenlerin normal dağılımdan anlamlı şekilde saptığını doğrulamaktadır ($p < 0.01$). Bu bulgular, açıklanan logaritmik dönüşümün metodolojik gerekçesini ampirik olarak desteklemektedir.

Tablo 4: Korelasyon Matrisi

Değişken	TOUR_REV	REN_CAP	VISITORS	GDP_PC	CO2_EMIS
TOUR_REV	1.000				
REN_CAP	0.612***	1.000			
VISITORS	0.845***	0.523***	1.000		

GDP_PC	0.734***	0.456***	0.678***	1.000	
CO2_EMIS	-0.289**	-0.134	-0.256**	0.312***	1.000

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Korelasyon matrisi, turizm geliri (TOUR_REV) ile yenilenebilir enerji kapasitesi (REN_CAP) arasında güçlü pozitif ilişki ($r=0.612$, $p<0.01$) olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, yenilenebilir enerji yatırımlarının turizm sektörünü desteklediğini önermekte ve Araştırma Sorusu 1'i (AS1) destekleyen bir ön kanıt sunmaktadır. Ziyaretçi sayısı (VISITORS) ile turizm geliri arasındaki yüksek korelasyon ($r=0.845$, $p<0.01$) ise talep odaklı büyümenin önemini vurgulamaktadır. CO₂ emisyonları (CO2_EMIS) ile turizm geliri arasındaki negatif ilişki ($r=-0.289$, $p<0.05$), çevresel sürdürülebilirliğin turizm performansı için kritik olduğunu belirtmektedir.

4.3. İkinci Nesil Panel Birim Kök Test Sonuçları

Kesit bağımlılığının tespit edilmesi nedeniyle, birinci nesil birim kök testlerine (IPS, LLC) ek olarak ikinci nesil testler (CIPS) uygulanmıştır. Karşılaştırmalı sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 5: Panel Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	IPS (Düzyey)	IPS (1. Fark)	CIPS (Düzyey)	CIPS (1. Fark)	Kritik Değer %5 (CIPS)	Sonuç
TOUR_REV	-1.23 (0.11)	-4.56*** (0.00)	-1.89	-4.78***	-2.86	I(1)
REN_CAP	-0.89 (0.19)	-3.78*** (0.00)	-1.67	-4.23***	-2.86	I(1)
VISITORS	-1.56 (0.06)	-5.23*** (0.00)	-2.03	-5.12***	-2.86	I(1)
GDP_PC	-0.67 (0.25)	-3.45*** (0.00)	-1.45	-3.89***	-2.86	I(1)
CO2_EMIS	-1.34 (0.09)	-4.12*** (0.00)	-1.78	-4.45***	-2.86	I(1)

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Not: IPS için parantez içinde p -değerleri, CIPS için kritik değerlerle karşılaştırma yapılmıştır. CIPS testi trend ve sabit içermektedir.

İkinci nesil CIPS test sonuçları, birinci nesil IPS testleriyle tutarlı bir şekilde, tüm değişkenlerin düzey değerlerinde birim kök içerdiğini, ancak birinci farklarında durağan olduğunu doğrulamaktadır [I(1)]. İkinci nesil testlerin kullanılması, kesit bağımlılığı altında daha güvenilir sonuçlar sağlamak ve eşbütünleşme analizine sağlam bir temel oluşturmaktadır.

4.4. İkinci Nesil Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

Değişkenlerin I(1) olduğu belirlendikten sonra, kesit bağımlılığı altında geçerli olan Westerlund (2007) eşbütünleşme testleri, birinci nesil Pedroni testlerine ek olarak uygulanmıştır.

Tablo 6: Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

Pedroni Testleri		
Test	İstatistik	p -değeri
Panel v	2.34	0.019**

Panel rho	-3.12	0.002***		
Panel PP	-4.56	0.000***		
Panel ADF	-3.78	0.000***		
Group rho	-2.89	0.004***		
Group PP	-5.23	0.000***		
Group ADF	-4.12	0.000***		
Westerlund Testleri				
Test İstatistiği	Değer	Asimptotik p	Bootstrap p	Sonuç
Gτ (Grup)	-3.45	0.001***	0.003***	Eşbütünleşme Var
Gα (Grup)	-12.78	0.000***	0.001***	Eşbütünleşme Var
Pτ (Panel)	-15.67	0.002***	0.005***	Eşbütünleşme Var
Pα (Panel)	-18.92	0.000***	0.000***	Eşbütünleşme Var

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Not: Bootstrap replikasyon sayısı: 1000

Hem birinci nesil Pedroni (1999) testleri hem de ikinci nesil Westerlund (2007) testleri, değişkenler arasında güçlü eşbütünleşme ilişkisinin varlığını doğrulamaktadır. Westerlund testlerinin bootstrap p-değerlerinin de benzer sonuçlar vermesi, bulguların kesit bağımlılığı altında robust olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, dinamik panel tahmin yöntemlerine geçişi haklı kılmaktadır.

4.5. System GMM Tahmin Sonuçları

Eşbütünleşme ilişkisinin doğrulanmasının ardından, dinamik panel veri modeli System GMM yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bu yaklaşım, içsellik ve gecikmeli etkileri dikkate alarak tahminlerin tutarlılığını sağlamaktadır. Ekonometrik modeli ise:

$$\text{TOUR_REV}_{it} = \alpha + \beta_1 \text{TOUR_REV}_{it-1} + \beta_2 \text{REN_CAP}_{it} + \beta_3 \text{VISITORS}_{it} + \beta_4 \text{GDP_PC}_{it} + \beta_5 \text{CO2_EMIS}_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Tablo 7: System GMM Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z-değeri	p-değeri	Yorum
Sabit	1.23	0.45	2.73	0.006***	
TOUR_REV_{it-1}	0.58	0.06	9.67	0.000***	Yüksek atalat
REN_CAP_{it}	0.15	0.04	3.75	0.000***	%1 ↑ → %0.15 ↑
VISITORS_{it}	0.42	0.08	5.25	0.000***	%1 ↑ → %0.42 ↑
GDP_PC_{it}	0.28	0.05	5.60	0.000***	%1 ↑ → %0.28 ↑
CO2_EMIS_{it}	-0.07	0.03	-2.33	0.020**	%1 ↑ → %0.07 ↓

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Tanısal Testler: Hansen J-testi: $\chi^2(15) = 15.2$, $p = 0.32$ (Araç değişkenler geçerli); AR(1): $z = -2.45$, $p = 0.014$ (Birinci derece otokorelasyon var, beklenen); AR(2): $z = -0.89$, $p = 0.374$ (İkinci derece otokorelasyon yok, istenilen); Wald χ^2 : 1,456.8, $p = 0.000$ (Model bir bütün olarak anlamlı); Araç Sayısı: 28 (N=12'den az, uygun); Gözlem Sayısı: 144 (12 bölge × 12 yıl, gecikmeli değişken nedeniyle).

Araştırma sorusu 1 (S1): System GMM sonuçları, yenilenebilir enerji kapasitesindeki %1’lik artışın, turizm gelirinde %0.15’lik artışa yol açtığını göstermektedir (elastikiyet katsayısı: 0.15, $p<0.01$). Bu bulgu, istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı ve ekonomik olarak önemlidir. Örneğin, bir bölgede 1,000 MW yenilenebilir enerji kapasitesi artışı (ortalama kapasitenin %27’si), turizm gelirinde yaklaşık %4’lük artış potansiyeli yaratmaktadır.

Diğer değişkenlerin etkileri, ziyaretçi sayısındaki %1’lik artış, turizm gelirinde %0.42’lik artışa neden olmaktadır ($\beta=0.42$, $p<0.01$), bu ise talep odaklı büyümenin gücünü vurgulamaktadır. Kişi başı GSYİH’daki %1’lik artış, turizm gelirinde %0.28’lik artış yaratmaktadır ($\beta=0.28$, $p<0.01$), ekonomik kalkınmanın turizm sektörünü desteklediğini göstermektedir. CO₂ emisyonlarındaki %1’lik artış, turizm gelirinde %0.07’lik azalışa yol açmaktadır ($\beta=-0.07$, $p<0.05$), çevresel bozulmanın turizm performansını olumsuz etkilediğini belirtmektedir.

Gecikmeli bağımlı değişken, TOUR_REV_{it-1} katsayısı 0.58 ($p<0.01$) olup, turizm gelirinin yüksek atalat gösterdiğini ve bir yıldan diğerine güçlü süreklilik sergilediğini ortaya koymaktadır.

Hansen J-testi ($p=0.32>0.10$), araç değişkenlerin geçerli olduğunu doğrulamaktadır. AR(2) testi ($p=0.374>0.10$), ikinci derece otokorelasyonun olmadığını göstermekte ve modelin spesifikasyonunun uygun olduğunu belirtmektedir. Araç sayısının 28 ile sınırlandırılması (N=12’den az), instrument proliferation riskini başarıyla minimize etmektedir.

4.6. Dumitrescu-Hurlin Panel Granger Nedensellik Test Sonuçları

Değişkenler arasındaki nedensellik yönlerini belirlemek amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Bu test, heterojen panellerde nedensellik ilişkilerini inceleyerek Araştırma Sorusu 2’yi (S2) cevaplamaktadır.

Tablo 8: Dumitrescu-Hurlin Panel Granger Nedensellik Test Sonuçları

Nedensellik Yönü	W-bar	Z-bar	p-değeri	Sonuç
REN_CAP → TOUR_REV	3.45	4.12	0.000***	Var
TOUR_REV → REN_CAP	2.78	3.23	0.001***	Var
VISITORS → TOUR_REV	4.56	5.34	0.000***	Var
TOUR_REV → VISITORS	1.89	1.67	0.095*	Var
GDP_PC → TOUR_REV	3.12	3.89	0.000***	Var
TOUR_REV → GDP_PC	2.34	2.56	0.010**	Var
CO2_EMIS → TOUR_REV	1.56	1.23	0.219	Yok
TOUR_REV → CO2_EMIS	2.89	3.45	0.001***	Var

*** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.10$

Test sonuçları, yenilenebilir enerji ile turizm geliri arasında çift yönlü güçlü nedensellik olduğunu göstermektedir (her iki yönde $p<0.01$). Bu bulgu, “enerji-turizm sinerji etkisi” kavramını ampirik olarak doğrulamaktadır: Yenilenebilir enerji yatırımları turizm gelirini artırmakta (REN_CAP

→ TOUR_REV), aynı zamanda artan turizm gelirleri de yenilenebilir enerji yatırımlarını finanse edebilmekte ve talep yaratmaktadır (TOUR_REV → REN_CAP).

4.7. Bölgesel Heterojenlik Analizi

Eğim homojenliği testlerinin (Tablo 2) heterojenlik tespit etmesi nedeniyle, Araştırma Sorusu 3'ü (S3) cevaplamak amacıyla yenilenebilir enerji-turizm ilişkisinin bölgelere göre nasıl değiştiğini incelemek için System GMM modeli üç bölge grubuna ayrı ayrı uygulanmıştır.

Tablo 9: Bölgesel Heterojenlik Analizi – System GMM Tahminleri

Bölge Grubu	Bölgeler (NUTS-1)	REN_CAP Katsayısı	p-değeri	VISITORS Katsayısı	p-değeri
Gelişmiş Turizm	TR3 (Ege), TR5 (Ankara), TR6 (Akdeniz)	0.23	0.001***	0.48	0.000***
Orta Düzey	TR1 (İstanbul), TR2 (Batı Marmara), TR4 (Doğu Marmara)	0.14	0.012**	0.39	0.001***
Az Gelişmiş	TR7-TRC (6 bölge)	0.08	0.089*	0.32	0.004***

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Bölgesel analiz sonuçları, heterojenliğin kaynağını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Gelişmiş turizm bölgelerinde (TR3-İzmir/Ege, TR5-Ankara, TR6-Akdeniz/Antalya), yenilenebilir enerji kapasitesindeki %1'lik artış turizm gelirinde %0.23'lük artışa yol açarken, bu etki orta düzey bölgelerde %0.14'e, az gelişmiş bölgelerde %0.08'e düşmektedir. Bu üç kat fark, gelişmiş bölgelerin daha iyi enerji altyapısına, yeşil sertifikalı tesislere ve çevre bilincine sahip turist segmentlerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bulgular, bölgesel farklılaştırılmış politika tasarımının gerekliliğini güçlü bir şekilde desteklemektedir.

4.8. Robustluk Testleri

Sonuçların güvenilirliğini doğrulamak amacıyla robustluk testleri uygulanmıştır.

Tablo 10: Robustluk Testleri – Alternatif Tahminler ve Alt Dönemler

Tahminc/Dönem	REN_CAP Katsayısı	p-değeri	VISITORS Katsayısı	p-değeri	R ²
System GMM (Ana)	0.15	0.000***	0.42	0.000***	-
PMG	0.14	0.002***	0.41	0.000***	0.82
MG	0.16	0.001***	0.43	0.000***	0.79
Alt Dönem 1: 2010-2016	0.12	0.015**	0.38	0.002***	0.75
Alt Dönem 2: 2017-2022	0.18	0.003***	0.45	0.000***	0.84

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

Ana System GMM bulgularının, alternatif tahminler (PMG, MG) ile yüksek tutarlılık göstermesi, sonuçların sağlamlığını doğrulamaktadır. Alt dönem analizleri, yenilenebilir enerji etkisinin

2017-2022 döneminde (0.18) 2010-2016 dönemine (0.12) kıyasla %50 daha güçlü olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Türkiye’de yenilenebilir enerji politikalarının son yıllarda güçlendiğini ve turizm sektörüne entegrasyonun arttığını işaret etmektedir.

5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, 2010-2022 döneminde Türkiye’nin 12 NUTS-1 bölgesinde yenilenebilir enerji yatırımları ile sürdürülebilir turizm gelişimi arasındaki ilişkiler panel veri yöntemleriyle analiz edilmiştir. Kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği testleri, ikinci nesil testlerin kullanılması gerektiğini göstermiş, bu doğrultuda CIPS birim kök testleri, Westerlund eşbütünleşme testleri ve System GMM tahmincisi uygulanmıştır.

System GMM sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji kapasitesindeki %1’lik artış turizm gelirinde %0.15’lik artışa yol açmaktadır. Bu bulgu, Dogan vd. (2017) tarafından Avrupa ülkeleri için bulunan elastikiyet değerinden (0.51) düşüktür. Bu fark, Türkiye’nin gelişmekte olan ülke statüsü, yenilenebilir enerji altyapısının görece yeni oluşu ve turizm sektöründe yeşil sertifikalı tesis oranının düşük olmasıyla açıklanabilir. Ziyaretçi sayısındaki %1’lik artış turizm gelirinde %0.42’lik artış yaratmakta olup, bu değer Paramati vd. (2017) tarafından gelişmiş ülkeler için raporlanan değerlerle benzerlik göstermektedir. Kişi başı GSYİH’deki %1’lik artış turizm gelirini %0.28 artırırken, CO₂ emisyonlarındaki %1’lik artış turizm gelirini %0.07 azaltmaktadır.

Dumitrescu-Hurlin panel Granger nedensellik testleri, yenilenebilir enerji ile turizm geliri arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji yatırımları turizm tesislerinin operasyonel maliyetlerini düşürerek ve çevresel imajı iyileştirerek turizm gelirini desteklerken, artan turizm gelirleri de yenilenebilir enerji yatırımları için finansman kaynağı oluşturmaktadır. Bu çift yönlü ilişki, Işık vd. (2017) tarafından Türkiye için rapor edilen bulguları desteklemekte, ancak bu çalışma heterojen paneller için robust test kullanarak metodolojik olarak daha güvenilir sonuçlar sunmaktadır.

Bölgesel heterojenlik analizi, gelişmiş turizm bölgelerinde (TR3-Ege, TR5-Ankara, TR6-Akdeniz) yenilenebilir enerji elastikiyetinin 0.23 olduğunu, orta düzey bölgelerde 0.14 ve az gelişmiş bölgelerde 0.08’e düştüğünü ortaya koymaktadır. Gelişmiş bölgelerdeki yüksek etki, daha iyi enerji altyapısı, yeşil sertifikalı tesis yoğunluğu ve çevre bilincine sahip turist segmentleriyle ilişkilidir. Az gelişmiş bölgelerdeki düşük etki ise altyapı yetersizlikleri ve yatırım erişim zorluklarını yansıtmaktadır.

5.1. Teorik Çıkarımlar

Bu bulgular, literatüre üç temel katkı sağlamaktadır. İlk olarak, yenilenebilir enerji ve turizm arasındaki çift yönlü nedensellik “enerji-turizm sinerji etkisi” kavramını desteklemektedir. Bu kavram, yenilenebilir enerji yatırımlarının turizm operasyonlarını iyileştirdiği ve turizm büyümesinin enerji talebini artırdığı karşılıklı güçlendirici bir döngüyü ifade etmektedir. İkinci olarak, bölgesel farklılıklar “bölgesel sürdürülebilirlik kapasitesi” kavramını ortaya koymaktadır. Bu

kavram, yenilenebilir enerji yatırımlarının turizm üzerindeki etkisinin, bölgenin altyapı gelişmişliği, kurumsal kapasitesi ve turist profiline bağlı olarak değiştiğini vurgulamaktadır.

Üçüncü olarak, kesit bağımlılığı ve eğim homojenliği testlerinin sistematik uygulanması, Türkiye turizm-enerji literatüründeki metodolojik boşluğu doldurmaktadır. Önceki çalışmalar (Işık vd., 2017; Eyuboglu ve Uzar, 2020; Pata, 2021) birinci nesil testleri kullanırken, bu çalışma ikinci nesil testlerle daha güvenilir sonuçlar sunmaktadır. System GMM yönteminin dikkatli uygulanması (araç sayısı 28, Hansen J-testi $p=0.32$), instrument proliferation riskini minimize etmiş ve geçerli tahminler üretilmesini sağlamıştır. Robustluk testleri (PMG, MG alternatifleri; 2010-2016 vs 2017-2022 alt dönem analizleri), bulguların farklı spesifikasyon ve dönemlerde tutarlı olduğunu doğrulamıştır.

5.2. Politika Çıkarımları

Bulgular, sürdürülebilir turizm politikalarının tasarımı için somut öneriler sunmaktadır. Çift yönlü nedensellik, yenilenebilir enerji ve turizm politikalarının koordineli tasarlanması gerektiğini göstermektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Kültür ve Turizm Bakanlığı arasında ortak bir koordinasyon mekanizması oluşturulması, politika uyumunu güçlendirebilir. Bu mekanizma, yeşil oteller için yenilenebilir enerji yatırım teşvikleri, yeşil sertifikasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması ve turizm tesislerinde yerinde enerji üretimi için düzenleyici kolaylıklar sağlayabilir.

Bölgesel heterojenlik bulguları, farklılaştırılmış politika yaklaşımını gerektirmektedir. Gelişmiş turizm bölgelerinde ileri teknoloji yenilenebilir enerji sistemleri (akıllı şebekeler, enerji depolama, hibrit sistemler), uluslararası yeşil sertifikasyonlar ve karbon nötr tesis hedefleri teşvik edilmelidir. Orta düzey bölgelerde orta ölçekli yenilenebilir enerji yatırımları (çatı üstü güneş enerjisi sistemleri), ulusal yeşil yıldız sertifikasyonu yaygınlaştırılması ve KOBİ turizm işletmelerine düşük faizli yeşil krediler sunulmalıdır. Az gelişmiş bölgelerde temel enerji altyapısı geliştirilmesi, mikro-grid projeleri, yerel topluluk tabanlı yenilenebilir enerji kooperatifleri ve kapasite geliştirme programları önceliklendirilmelidir.

Yenilenebilir enerji-turizm entegrasyonunu hızlandırmak için yeşil tahvil ihracı (turizm sektörüne özel), düşük faizli yeşil krediler, vergi teşvikleri (yenilenebilir enerji yatırımı yapan otellere KDV ve kurumlar vergisi indirimleri) ve yeşil sertifika prim sistemi gibi finansal mekanizmalar oluşturulmalıdır. Panel nedensellik sonuçları, yatırımların etkilerinin zaman içinde kümülatif olarak arttığını göstermektedir. Bu nedenle, 2053 Net Sıfır Emisyon hedefiyle uyumlu olarak, turizm sektörü için kademeli hedefler belirlenmelidir: 2030'a kadar tüm beş yıldızlı otellerde %50 yenilenebilir enerji kullanımı, 2040'a kadar %100 yenilenebilir enerjili turizm destinasyonları ve 2053'te karbon nötr turizm sektörü.

Alt dönem analizleri, 2017-2022 döneminde yenilenebilir enerji etkisinin arttığını göstermektedir. Bu, artan farkındalık ve kapasitenin önemini vurgulamaktadır. Turizm işletmecileri için enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji sertifikasyon programları, turistler için yeşil turizm bilinçlendirme kampanyaları ve üniversitelerde sürdürülebilir turizm yönetimi müfredatı güçlendirilmelidir.

5.3. Araştırmanın Sınırlılıkları ve Gelecek Araştırma Önerileri

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bazı bölgelerde (özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu) yenilenebilir enerji verilerinin eksik olması (toplam gözlemlerin %2'si), doğrusal interpolasyon yöntemiyle giderilmiş olsa da bu bölgeler için tahminlerde düşük düzeyde belirsizlik yaratmaktadır. İl düzeyinde detaylı veri eksikliği, bölge içi heterojenliğin tam olarak yakalanamamasına yol açmaktadır.

System GMM yönteminin küçük panel boyutunda (N=12) kullanımı, araç sayısının 28 ile sınırlandırılması ve tanısıl testlerle (Hansen J, AR testleri) kontrol edilmesine rağmen bir sınırlılık oluşturmaktadır. Eğitim heterojenliği tespit edildiği halde, System GMM havuzlanmış katsayılar vermekte ancak bölgesel analiz bölümünde ayrı tahminlerle giderilmiştir. Çalışma NUTS-1 düzeyinde analiz yaptığı için il veya ilçe düzeyinde heterojenliği yakalayamamaktadır. Mikro düzeyde firma davranışları ve hanehalkı tercihleri analiz kapsamı dışında kalmıştır. Turizm alt sektörleri (konaklama, ulaştırma, yiyecek-içecek) ayrı ayrı analiz edilememiştir.

COVID-19 pandemisi, Suriye krizi ve küresel ekonomik krizler gibi dışsal şokların etkileri, zaman sabit etkileri ile kısmen kontrol edilmiş olsa da bu şokların turizm-enerji ilişkisi üzerindeki spesifik etkileri tam olarak ayrıştırılamamıştır. Özellikle pandemi döneminde turizm gelirlerindeki %69'luk düşüş, yenilenebilir enerji yatırımlarının etkisini maskeleyebilir.

Gelecek çalışmalarda, makine öğrenmesi yöntemleriyle (LSTM, GRU ağları) turizm-enerji ilişkisindeki doğrusal olmayan dinamikler analiz edilebilir. Spatial Durbin Model ve GIS entegrasyonu ile bölgeler arası spillover etkileri incelenebilir. Belirsizlik altında politika senaryolarının olasılıksal değerlendirilmesi için Bayesian panel VAR modelleri kullanılabilir. Otel düzeyinde panel veri kullanılarak, yenilenebilir enerji yatırımlarının firma karlılığı, doluluk oranları ve müşteri memnuniyeti üzerindeki mikro etkileri analiz edilebilir.

Seçim deneyleri ile turistlerin yeşil oteller için ödeme istekliliği ve tercih faktörleri incelenebilir. Konaklama, ulaştırma, yiyecek-içecek alt sektörleri için ayrı analizler yapılarak, sektörel politikaların etkinliği artırılabilir. Turizm sektörünün karbon emisyonlarına detaylı katkısı ve yenilenebilir enerjinin emisyon azaltma potansiyeli yaşam döngüsü analizi ile hesaplanabilir. Türkiye'nin Akdeniz havzası ülkeleri, Orta Doğu ülkeleri ve Asya ülkeleri ile karşılaştırmalı panel analizi yapılabilir. Sürdürülebilir turizm teknolojilerinin uluslararası transferi ve adaptasyonu incelenebilir.

Bu çalışmanın bulguları, Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarının turizm sektörünün sürdürülebilir gelişiminde önemli rol oynadığını, bu ilişkinin çift yönlü ve bölgesel heterojen olduğunu ortaya koymuştur. Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefine ulaşmak için turizm sektöründe yenilenebilir enerji entegrasyonunun hızlandırılması, bölgesel özelliklere uygun farklılaştırılmış politikaların tasarlanması ve sektörler arası koordinasyonun güçlendirilmesi gerekmektedir.

Finansal Destek

Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır.

Kaynakça

- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29–51. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Bekun, F. V., Sinha, A., & Adedoyin, F. F. (2020). Consequences of COVID-19 on the social isolation of the Chinese economy: accounting for the role of reduction in carbon emissions. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13(12), 1439–1451.
- Bramwell, B., & Lane, B. (2019). Critical research on the governance of tourism and sustainability. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(4), 411–421. <https://doi.org/10.1080/09669.582.2019.1583200>
- Butler, R. W. (1999). Sustainable tourism: A state-of-the-art review. *Tourism Geographies*, 1(1), 7–25. <https://doi.org/10.1080/146.166.89908721291>
- Dogan, E., Seker, F., & Bulbul, S. (2017). Investigating the impacts of energy consumption, real GDP, tourism and trade on CO2 emissions by accounting for cross-sectional dependence: a panel study of OECD countries. *Current Issues in Tourism*, 20(16), 1701–1719.
- Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450–1460. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>
- Eberhardt, M., & Teal, F. (2010). *Productivity analysis in global manufacturing production* (Economics Series Working Papers No. 515). University of Oxford, Department of Economics. https://www.economics.ox.ac.uk/materials/working_papers/paper515.pdf
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023). *Elektrik piyasası gelişim raporu 2023*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-83/elektrik-piyasasi-raporlari>
- Eyuboglu, K., & Uzar, U. (2020). The impact of tourism on CO2 emission in Turkey. *Current Issues in Tourism*, 23(13), 1631–1645. <https://doi.org/10.1080/13683.500.2019.1669076>
- González, A., Teräsvirta, T., Van Dijk, D., & Yang, Y. (2017). *Panel smooth transition regression models*.
- Hall, C. M. (2013). Framing behavioural approaches to understanding and governing sustainable tourism consumption: Beyond neoliberalism, “nudging” and green growth? *Journal of Sustainable Tourism*, 21(7), 1091–1109. <https://doi.org/10.1080/09669.582.2013.815764>
- Hartman, S. (2023). Destination governance in times of change: a complex adaptive systems perspective to improve tourism destination development. *Journal of Tourism Futures*, 9(2), 267–278. <https://doi.org/10.1108/JTF-11-2020-0213>
- 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)
- International Energy Agency. (2021). *Turkey 2021 energy policy review*. <https://www.iea.org/reports/turkey-2021>
- Işık, C., Doğan, E., & Ongan, S. (2017). Analyzing the tourism–energy–growth nexus for the top 10 most-visited countries. *Economies*, 5(4), 40. <https://doi.org/10.3390/economies5040040>
- Katırcıoğlu, S. T. (2014). Testing the tourism-induced EKC hypothesis: The case of Singapore. *Economic Modelling*, 41, 383–391. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.05.028>

- Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2023). *Turizm istatistikleri*. <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-9851/turizm-istatistikleri.html>
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (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, Y., Nassani, A. A., Al-Aiban, K. M., Rahman, S. U., Naseem, I., & Zaman, K. (2024). Beyond the numbers: Unveiling the environmental impacts of international tourism and the role of renewable energy transition. *Current Issues in Tourism*, 27(22), 3908–3923. <https://doi.org/10.1080/13683.500.2024.2313057>
- McCarthy, J. J. (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 2). Cambridge university press.
- Paramati, S. R., Alam, M. S., & Chen, C. F. (2017). The effects of tourism on economic growth and CO2 emissions: A comparison between developed and developing economies. *Journal of Travel Research*, 56(6), 712–724. <https://doi.org/10.1177/004.728.7516667848>
- Pata, U. K. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: Testing the EKC hypothesis with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 846–861. <https://doi.org/10.1007/s11356.020.10446-3>
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 653–670. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.061.01332>
- 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>
- Raihan, A. (2023). A review of the global climate change impacts, adaptation strategies, and mitigation options in the socio-economic and environmental sectors. *Journal of Environmental Science and Economics*, 2(3), 36–58. <https://doi.org/10.56556/jescae.v2i3.587>
- Sharif, A., Mishra, S., Sinha, A., Jiao, Z., Shahbaz, M., & Afshan, S. (2020). The renewable energy consumption-environmental degradation nexus in Top-10 polluted countries: Fresh insights from quantile-on-quantile regression approach. *Renewable Energy*, 150, 670–690. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.149>
- Sonuç, N. (2020). Sustainable tourism (Sustainable development of tourism, sustainable tourism management). In *Encyclopedia of sustainable management* (pp. 1–8). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4_454-1
- Statista Research Department. (2024). *Travel and tourism statistics in Turkey*. Statista. <https://www.statista.com/topics/9676/travel-and-tourism-in-turkey/>
- Tosun, C. (2021). Sustainable Tourism Development in Emerging Economies.
- Turkish Statistical Institute. (2023). *Tourism statistics 2023*. TÜİK. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Egitim,-Kultur,-Spor-ve-Turizm-105>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2023). *National inventory submissions 2023*. <https://unfccc.int/documents>
- United Nations World Tourism Organization. (2023). *International tourism highlights – 2023 edition*. <https://www.unwto.org/statistics>
- World Travel & Tourism Council. (2023). *Economic impact 2023 – Turkey*. WTTC. <https://wtcc.org/research/economic-impact>
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of applied econometrics*, 22(2), 265–312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>

Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of applied econometrics*, 23(2), 193-233. <https://doi.org/10.1002/jae.967>

Özgeçmiş

Erdem BAYDENİZ (Asst. Prof. Dr.), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Turizm Fakültesinde Dr. Öğr. Üyesi olarak görev yapmaktadır. Ulusal ve uluslararası dergilerde yayımlanmış makaleler, bildiriler ve kitap bölümleri ile akademik yayın portföyüne sahiptir. Alanındaki akademik dergilerde editörlük görevlerini aktif olarak sürdürmektedir. Araştırmaları başlıca gastronomi, turizm, nörogastronomi, yemek kültürü, sürdürülebilir gastronomi ve yemek-turizm ilişkisi üzerine odaklanmaktadır. Buna ek olarak, ekonomi, turizm yönetimi, pazarlama, kriz yönetimi, zaman yönetimi ve turizm destinasyonlarında dayanıklılık konularında da çalışmalar yürütmektedir.