Vizyoner Dergisi

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2026, Cilt: 17, Sayı: 51, 1060-1085.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2026, Volume: 17, No: 51, 1060-1085.

ISSN: 1308-9552
https://ror.org/04fjtte88

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

MINT ÜLKELERİNDE PANEL VERİ ANALİZİYLE LCC HİPOTEZİNİN TESTİ: DRISCOLL–KRAAY TAHMİNCİSİNDEN KANITLAR*

TESTING THE LCC HYPOTHESIS IN MINT COUNTRIES USING PANEL DATA: EVIDENCE FROM THE DRISCOLL-KRAAY ESTIMATOR

Melike Nisa ŞENCAN[1]
Doç. Dr. Canan ŞENTÜRK[2]

ÖZ

Doğrusal süreçlere dayalı ekonomik büyüme ile desteklenen ve ekolojik çöküşün belirtilerini daha görünür kılan çevresel krize karşı, ekonomilerin sürdürülebilir kalkınma yaklaşımlarında özellikle kaynakların sürekliliğinin sağlanması ve etkin kullanımının teşvik edilmesi amacıyla şekillenen bir süreç kurgusuna ihtiyaç doğmaktadır. Bu doğrultuda politika aracı üretilmesi zorunluluğu ile de karşı karşıya kalınmaktadır. Nitekim sürdürülebilir bir ekonomi, minimum düzeyde kaynak kullanımı ve çevresel zarar ile maksimum düzeyde toplumsal refah sağlamayı hedeflemektedir. Bu bağlamda çalışmada, Yük Kapasitesi Eğrisi Hipotezi (LCC- Load Capacity Curve Hypothesis) çerçevesinde MINT ekonomilerinde (Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye) ekonomik büyümenin ve toplam doğal kaynak rantının yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkisi panel veri analizi yöntemiyle incelenmektedir. Yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği ve ülkeler arasında ortak şoklara duyarlılık bulunduğu için ikinci nesil panel veri yöntemleri tercih edilmekte ve dayanıklı sonuçlar üretebilmek amacıyla Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılmaktadır. Elde edilen bulgular, kişi başına gelir ile yük kapasitesi faktörü arasında anlamlı ve U biçimli bir ilişki olduğunu, dolayısıyla LCC hipotezinin MINT ülkeleri için geçerli olduğunu göstermektedir. Ayrıca doğal kaynak rantı çevresel kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Ancak ekonomik büyümenin ileri aşamalarında çevre dostu teknolojiler ve sürdürülebilir politikalarla çevresel kalitenin artırılabildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Sürdürülebilirlik, LCC Hipotezi, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi, MINT Ülkeleri.

JEL Sınıflandırma Kodları: Q00, Q56, F00, O44.

ABSTRACT

In response to the environmental crisis exacerbated by linear economic growth and makes the signs of ecological collapse increasingly visible, there is a need to design processes that shape sustainable development approaches, particularly aiming to ensure the continuity and efficient use of natural resources. This necessity also highlights the importance of effective policy instruments. Indeed, a sustainable economy seeks to achieve maximum social welfare with minimum resource use and environmental degradation. In this context, the study examines the impact of economic growth and total natural resource rent on the load capacity factor in MINT economies (Mexico, Indonesia, Nigeria, and Türkiye) within the framework of the Load Capacity Curve Hypothesis (LCC) using panel data analysis. Second-generation panel data methods are preferred because cross-sectional dependence is detected and sensitivity to common shocks exists between countries, and the Driscoll-Kraay estimator is employed to obtain robust results. The findings reveal a significant U-shaped relationship between per capita income and the load capacity factor, thus confirming the validity of the LCC hypothesis for MINT countries. Furthermore, natural resource rent negatively impacts environmental quality. However, the results suggest that environmental quality can be improved through environmentally friendly technologies and sustainable policies in the advanced stages of economic growth.

Keywords: Environmental Sustainability, LCC Hypothesis, Economic Growth, Panel Data Analysis, MINT Countries.

JEL Classification Codes: Q00, Q56, F00, O44.

---

* Bu çalışma Canan ŞENTÜRK danışmanlığında Melike Nisa ŞENCAN tarafından hazırlamakta olan "MINT Ülkelerinde Panel Veri Analiziyle LCC Hipotezinin Testi: Driscoll–Kraay Tahmincisinden Kanıtlar" başlıklı yüksek lisans tezinden yararlanarak hazırlanmıştır.

[1] Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Öğrencisi, Türkiye, melikenisasencan2012@gmail.com

[2] Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Türkiye, canansenturk@sdu.edu.tr

Makale Geliş Tarihi / Received : 01.11.2025
Makale Kabul Tarihi / Accepted : 01.06.2026
https://doi.org/10.21076/vizyoner.1815212

Copyright © [2026] The Author(s)

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2026, Cilt: 17, Sayı: 51, 1060-1085.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2026, Volume: 17, No: 51, 1060-1085.
ISSN: 1308-9552
https://ror.org/04fjtte88

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Amaç ve Kapsam:

Yük kapasitesi eğrisi (LCC) hipotezi ile çevre kalitesi ve ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan U şeklinde bir ilişkinin varlığı öne sürülmektedir. Hipotez, ekonomik gelişimin ilk aşamalarında, sanayileşmenin etkisiyle yük kapasitesi faktörünün (LCF) azaldığını ortaya koymaktadır. Buna göre, ekonomik gelişmenin ilk aşamasında, gelir arttıkça çevre kalitesi belirli bir dönüm noktasına kadar azalmaktadır. Bu aşamada, esnek çevre düzenlemeleri ve daha kirlilik yoğun üretim yapıları çevre kalitesine zarar vermektedir. Öte yandan, çevre dostu bir üretim sürecinin benimsendiği, diğer bir deyişle çevre bilincinin arttığı ve yenilenebilir enerji tüketiminin, teknolojik gelişmelerin yaygınlaştığı belirli dönüm noktasından sonraki dönemde, gelirdeki artışla birlikte çevre kalitesi de artmaktadır. Bu bağlamda makalede, 1990-2021 yılları arasındaki dönemde MINT ekonomileri (Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye) için, gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH), GSYİH'nin karesi ve toplam doğal kaynak rantı (NR) verileri ile uygulanan ekonometrik analizlerle söz konusu ülkelerde ekonomik büyümenin sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle çalışmanın, söz konusu ekonomilerde sürdürülebilir kalkınmayı teşvik ederken ekonomik büyüme ve çevre koruma arasında uyumlu bir denge kurmayı sağlayacak stratejik öneriler geliştirilmesi doğrultusunda politika yapıcılara veri sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem:

LCC (Yük kapasitesi eğrisi) hipotezi panel veri analizi yöntemiyle test edilmektedir. Modelde bağımlı değişken olarak yük kapasitesi faktörü (LCF), bağımsız değişkenler olarak ise kişi başına reel GSYİH, kişi başına reel GSYİH'nin karesi ve toplam doğal kaynak rantı kullanılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı Breusch-Pagan LM, Pesaran CD ve Bias-Adjusted LM testleri ile tespit edilmekte ve ülkeler arasında ortak şoklara duyarlılık bulunduğu için ikinci nesil panel veri yöntemleri tercih edilmektedir. Serilerin durağanlık düzeyleri Pesaran (2007) geliştirdiği CADF ve CIPS birim kök testleriyle değerlendirilmektedir. Hausman testi sonucunda sabit etkiler modelinin tutarlı olduğu belirlenmektedir. Otokorelasyonun varlığı Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleriyle, heteroskedastisite ise modifiye edilmiş Wald testi ile tespit edilmektedir. Bu üç soruna karşı dayanıklı sonuçlar üretebilmek amacıyla Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılmaktadır.

Bulgular:

Testlerin sonucunda, ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır. Paneli oluşturan ülkeler arasında ortak şoklara karşı duyarlılığın bulunduğunu ve dolayısıyla ikinci nesil panel veri yöntemlerinin kullanılmasının gerekli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Pesaran (2007), geliştirdiği CIPS ve CADF testleri aracılığıyla birim kök testleri yapılmaktadır. Sabit ve rassal etkiler modelleri arasında seçim yapabilmek içi Hausman testi yapılmaktadır. Test sonucunda sabit etkiler modelinin tutarlığı olduğu açık bir biçimde ortaya konmaktadır. Panel veri analizinde hem sabit hem de rassal etkili modellerde geçerli olan otokorelasyonun varlığını test etmek amacıyla Durbin- Watson ve Baltagi-Wu LB testi yapılmış ve sonucunda otokorelasyon varlığı tespit edilmektedir. Analizde değişen varyans (heteroskedastisite) var olup olmadığını ortaya koymak için sabit etkiler modelinde geçerli olan modifiye edilmiş Wald testi uygulanmaktadır. Test sonucunda değişen varyans (heteroskedastisite) sorunun olduğu tespit edilmektedir. Analizde yatay kesit bağımlılığı tespit edildikten sonra modele ilişkin yapılan testler sonrasında otokorelasyon ve değişen varyans (heteroskedastisite) varlığının tespiti sonucunda bu üç duruma dirençli olan Driscoll- Kraay tahmincisi kullanılmaktadır.

Sonuç ve Tartışma:

Analiz sonuçları, MINT ülkeleri arasında güçlü bir yatay kesit bağımlılığının bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, ülkelerin benzer ekonomik ve çevresel dinamiklere sahip olduğunu ve ortak şoklara benzer tepkiler verdiklerini göstermektedir. Dolayısıyla, analiz sürecinde ikinci nesil birim kök testleri tercih edilmesi gerekmektedir. Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS ve CADF testleriyle yapılan birim kök analizleri, serilerin durağanlık özelliklerinin güvenilir biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Hausman testi sonucunda sabit etkiler modelinin tutarlı olduğu belirlenmekte, bu kapsamda sabit etkiler modeline dayalı tanısal testler uygulanmaktadır. Uygulanan Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri, modelde otokorelasyonun varlığını ortaya koymaktadır. Değişen varyansın belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen modifiye edilmiş Wald testi ise heteroskedastisite sorununu doğrulamaktadır. Bu tespitler doğrultusunda, hem otokorelasyon hem de değişen varyans hem de yatay kesit bağımlılığına karşı dirençli olan Driscoll–Kraay tahmincisi kullanılmaktadır. Tahmin sonuçları, kişi başına gelir ile LCF arasında istatistiksel olarak anlamlı ve U-biçimli bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel bozulmanın artarken, belirli bir gelir düzeyinden sonra çevresel iyileşmenin gözlendiğini ortaya koymaktadır dolayısıyla yük kapasitesi eğrisi (LCC) hipotezinin, MINT ülkelerinde geçerli olduğu sonucunu desteklemektedir. Ek olarak, doğal kaynak rantının çevresel kaliteyi olumsuz etkilediği, buna karşın ekonomik gelişmenin ileri evrelerinde çevre dostu teknolojilerin yaygınlaşması ve sürdürülebilir politika uygulamalarının çevresel kaliteyi artırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuçlar, MINT ülkelerinde çevre politikalarının ekonomik büyüme stratejileriyle bütünleştirilmesi gerektiğini ve çevresel sürdürülebilirliğin uzun vadede kalkınma süreçlerinin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınmasının önemini vurgulamaktadır.

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2026, Cilt: 17, Sayı: 51, 1060-1085.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2026, Volume: 17, No: 51, 1060-1085.
ISSN: 1308-9552
https://ror.org/04fjtte88

EXTENDED SUMMARY

Purpose and Scope:

The Load Capacity Curve (LCC) hypothesis proposes a U-shaped relationship between environmental quality and economic growth. According to this hypothesis, environmental quality, represented by the Load Capacity Factor (LCF), deteriorates during the early stages of economic development as a consequence of industrialization. Accordingly, in the initial stages of economic development, increases in income lead to a decline in environmental quality until a certain turning point is reached. During this phase, lenient environmental regulations and pollution-intensive production structures exert adverse effects on environmental quality. However, beyond this turning point, as environmentally friendly production processes are adopted, environmental awareness increases, renewable energy consumption expands, and technological advancements become more widespread, environmental quality improves alongside further increases in income. In this context, this article aims to examine the effects of economic growth on sustainability in the MINT economies (Mexico, Indonesia, Nigeria, and Türkiye) over the period 1990–2021. The analysis employs econometric techniques using data on gross domestic product (GDP), squared GDP (GDP^2), and total natural resource rents (NR). It is expected that the findings of this study will provide policymakers with empirical evidence to formulate strategic policy recommendations that promote a balanced approach to economic growth and environmental protection while supporting sustainable development in the MINT economies.

Design/methodology/approach:

The Load Capacity Curve (LCC) hypothesis is tested using panel data analysis methods. In the model, the load capacity factor (LCF) is employed as the dependent variable, while real GDP per capita, the square of real GDP per capita, and total natural resource rents are used as independent variables. Cross-sectional dependence is detected through the Breusch-Pagan LM, Pesaran CD, and Bias-Adjusted LM tests, and second-generation panel data methods are preferred due to the presence of sensitivity to common shocks among countries. The stationarity properties of the series are evaluated using the CADF and CIPS unit root tests developed by Pesaran (2007). The Hausman test indicates that the fixed effects model is consistent. The presence of autocorrelation is identified using the Durbin-Watson and Baltagi-Wu LBI tests, while heteroskedasticity is detected through the modified Wald test. To obtain results robust to these three problems, the Driscoll-Kraay estimator is employed.

Findings:

The results of the tests indicate that there is cross-sectional dependence among countries. It is concluded that there is sensitivity to common shocks among the countries forming the panel and, therefore, the use of second-generation panel data methods is necessary. Unit root tests are performed using the CIPS and CADF tests developed by Pesaran (2007). The Hausman test is performed to choose between fixed and random effects models. The test results clearly show that the fixed effects model is consistent. The Durbin-Watson and Baltagi-Wu LB tests are performed to test for the presence of autocorrelation, which is valid in both fixed and random effects models in panel data analysis, and the results confirm the presence of autocorrelation. To detect the presence of heteroscedasticity in the analysis, the modified Wald test, which is valid in fixed effects models, is applied. The test results indicate the presence of heteroscedasticity. After detecting cross-sectional dependence in the analysis, the Driscoll-Kraay estimator, which is resistant to these three conditions, is used following tests performed on the model as a result of detecting autocorrelation and heteroscedasticity.

Conclusion and Discussion:

The analysis results reveal a strong cross-sectional dependence among MINT countries. This indicates that the countries share similar economic and environmental dynamics and respond similarly to common shocks. Therefore, second-generation unit root tests should be preferred in the analysis process. Unit root analyses conducted using the CIPS and CADF tests developed by Pesaran (2007) enable the reliable assessment of the stationarity properties of the series. The Hausman test determines that the fixed effects model is consistent, and diagnostic tests based on the fixed effects model are applied in this context. The applied Durbin-Watson and Baltagi-Wu LBI tests reveal the presence of autocorrelation in the model. The modified Wald test, performed to determine heteroscedasticity, confirms the heteroscedasticity problem. In line with these findings, the Driscoll–Kraay estimator, which is robust to autocorrelation, heteroscedasticity, and cross-sectional dependence, is used. The estimation results show a statistically significant and U-shaped relationship between per capita income and LCF. This finding reveals that environmental degradation increases in the early stages of economic growth, while environmental improvement is observed after a certain income level, thus supporting the conclusion that the Load Capacity Curve (LCC) hypothesis is valid in MINT countries. Additionally, it is concluded that natural resource rents negatively affect environmental quality, whereas the spread of environmentally friendly technologies and the implementation of sustainable policies in advanced stages of economic development improve environmental quality. These results emphasize the need to integrate environmental policies with economic growth strategies in MINT countries and the importance of considering environmental sustainability as an integral component of development processes in the long term.

Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, Yıl: 2026, Cilt: 17, Sayı: 51, 1060-1085.
Süleyman Demirel University Visionary Journal, Year: 2026, Volume: 17, No: 51, 1060-1085.
ISSN: 1308-9552
https://ror.org/04fjtte88

1. GİRİŞ

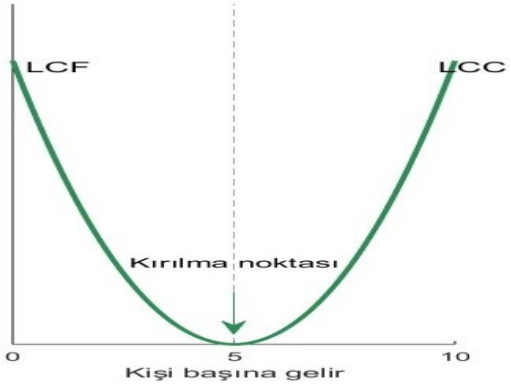
Sürdürülebilir kalkınma kavramı, üretim süreçlerinin, yalnızca ekonomik çıktılarla sınırlı kalmasının uzun vadede çevresel ve sosyal gelişmeyi engelleyici etkilerine karşı bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kavramın uluslararası düzeyde kabul görmeye başlamasında ise 1970 ve 1980'li yıllarda gerçekleştirilen çeşitli toplantılarda gündeme getirilmesinin etkili olduğu belirtilmektedir. Kavramın ilk kez gündeme taşınması, "Club of Rome" tarafından yayımlanan "Büyümenin Sınırları" başlıklı kitap aracılığıyla gerçekleşmekte ve bu kitapta, 21. yüzyılda insanlığı bekleyen çevresel ve ekonomik tehditlere dikkat çekilmektedir (Meadows vd., 1972, s. 9). Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının gelişiminde etkili olan bir diğer önemli adım, 1972 yılı Haziran ayında Birleşmiş Milletler tarafından Stockholm'de düzenlenen "İnsan Çevresi Konferansı" ile atılmaktadır. Bu konferansta, insanın içinde bulunduğu ekolojik çevrenin korunması, iyileştirilmesi ve gelecek kuşaklara bozulmadan aktarılması yönündeki endişeler uluslararası gündeme taşınmış ve söz konusu kavramların kuramsal temellerinin şekillenmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır (UNEP, 1972). Küresel sisteminin dengeli bir biçimde devamlılığının sağlanması ile eko-gelişme kavramları, 1987'de Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nın yayımladığı "Ortak Geleceğimiz" başlıklı rapor ile ilk kez resmi ve kavramsal bir çerçeveye kavuşturulmaktadır (Meadows vd., 1972, s. 9). Bu gelişmeyle birlikte, küresel ölçekte politik ve ekonomik süreçlerde etkin olan uluslararası kuruluşların "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramını kullanmaya başladığı görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını riske atmaksızın günümüzün gereksinimlerini karşılamayı amaçlayan yaklaşım 1987'de yayımlanan Brundtland Raporu'nda ilk kez ortaya konulmaktadır. Çevre, canlıların yaşamsal işlevlerini yerine getirdikleri ve biyolojik, ekonomik, sosyal ile kültürel yaşamlarını sürdürdükleri bir alan olarak ifade edilmektedir (Akatay ve Aslan, 2008, s. 316-317). İnsanlığın yeryüzünde varlık göstermeye başlaması ve nüfusun artmasıyla birlikte, yaşamını sürdürebilmek amacıyla gerçekleştirdiği faaliyetlerin çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu söylenebilmektedir (Gana ve Toba, 2015, s. 1). İnsanlığın ilk dönemlerinde, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisinin sınırlı düzeyde olup, ancak zamanla artan tüketim eğiliminin, çevrenin tahrip edilmesiyle doğrudan ilişkili bir durumu ortaya çıkarmaktadır (Balteanu ve Doguru, 2011, s. 1). Çevresel sistemler üzerindeki insan kaynaklı kirliliğin kökeninin Sanayi Devrimi'ne dayandığı, ancak bu etkinin belirgin şekilde 19. yüzyılın ortalarından itibaren daha fazla olduğu gözlenmektedir (Moiseenko vd., 2012, s. 67). 20. yüzyılın ikinci yarısına dek çevresel sorunlara kayıtsız kalan insanoğlu, çevre üzerindeki kontrolünü sağladığını düşündüğü noktada, doğanın olumsuz yanıtıyla karşılaşmakta ve çevreye yönelik farkındalık ve ilgi artış göstermektedir (Altıkat vd., 2011, s. 135). Sürdürülebilirliğin, özellikle kaynak tüketimi ve atık yönetimi alanlarında, günümüzde tüm sektörler açısından öncelikli bir hedef olarak öne çıkmaktadır (Sayan, 2024, s. 1423). Aynı zamanda çevresel sorunların çok yönlü yapısı ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde gelecekte daha ciddi tehditlere dönüşme riski, toplumda çevre bilincinin uyanmasına neden olmaktadır (Çokadar vd., 2009, s. 86). Ancak çevreye zarar verenin de onu koruyacak olanın da insan olması, çevre sorunlarının çözümünde karşılaşılan en temel zorluklardan biri olarak değerlendirilmektedir (Keleş, 1994, s. 279).

Çevresel sürdürülebilirliğin, sürdürülebilir kalkınmanın temel bileşenlerinden biri olduğu ifade edilmektedir. Çevrenin, hissedarlar, çalışanlar, müşteriler ve toplumla birlikte işletmeler için de önemli bir paydaş olduğu, bu durumun çevreye olan bağımlılıktan kaynaklandığı belirtilmektedir. Tüketicilerin ve hükümetlerin faaliyetlerinin çevre üzerinde kayda değer etkiler yarattığı ve çevresel sorunlara karşı duyarlılık gösteren işletmelerin ise meşruiyet sağlama, rekabet avantajı elde etme ve ekolojik sorumluluğu yerine getirme gibi üç temel motivasyonla hareket ettiği vurgulanmaktadır (Prasad vd., 2019, s. 375). Çevre konularının uluslararası düzeyde ele alınmasına yönelik ilk adım, 1972 tarihinde Stockholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı ile atılmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise, 1987 tarihli Brundtland Raporu'nda " Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kapasitesini zayıflatmadan günümüzün gereksinimlerini karşılayan kalkınma anlayışı " biçiminde tanımlanmakta ve bu tanım küresel ölçekte kabul görmektedir. 1992 yılında gerçekleştirilen Rio Konferansı, çevresel yönetişim açısından bir dönüm noktası olmakta, bu konferans kapsamında Gündem 21, Rio Bildirisi ve Orman İlkeleri kabul edilmekte, ayrıca İklim Değişikliği ve Biyolojik Çeşitlilik sözleşmeleri imzaya açılmaktadır. Süreç, 1994 yılında Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi'nin kabulüyle devam etmektedir. 2000 yılında ilan edilen Binyıl Kalkınma Hedefleri ile çevresel sürdürülebilirlik, küresel kalkınma gündeminin merkezine yerleşmekte 2002 Johannesburg Zirvesi ve 2012 Rio+20 Zirvesi ise bu hedeflerin izlenmesi açısından önemli aşamalar olarak öne çıkmaktadır. 2015 yılında, sürdürülebilir kalkınma sürecinin devamı niteliğinde Gündem 2030 kabul edilmiş ve bu kapsamda 17 adet Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) belirlenmektedir (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2025). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında çevresel konulara doğrudan

odaklanan hedefler yer almaktadır. Bu hedeflerden bazıları şunlardır: SKH 6: Temiz su ve sanitasyonun sürdürülebilir yönetimi, SKH 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji, SKH 11: Sürdürülebilir şehirler ve yerleşimler, SKH 12: Sorumlu Tüketim ve Üretim, SKH 13: İklim değişikliğiyle mücadele, SKH 14: Deniz ve su kaynaklarının korunması, SKH 15: Kara ekosistemlerinin, ormanların ve biyoçeşitliliğin sürdürülebilir şekilde yönetimi bulunmaktadır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2025).

Bununla birlikte, ekonomik sürdürülebilirliğin ekonomik sistemlerin uzun vadede istikrarını ve dayanıklılığını sağlamayı hedeflediği de bilinmektedir. Bu kapsamda, ekonomik büyümenin sürdürülebilir yöntemlerle gerçekleştirilmesi, kaynakların etkin biçimde kullanılması ve ekonomik fırsatların adil biçimde dağıtılması temel unsurlar arasında yer almaktadır (Goodland, 1995, s. 8). Ekonomik sürdürülebilirlik bilinci, doğal kaynakların aşırı tüketimini engelleyerek gelecek kuşakların ekonomik ihtiyaçlarını karşılama kapasitesini korumaktadır. Bu bilinç, aynı zamanda istihdam yaratılması, ekonomik çeşitliliğin artırılması ve sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesi gibi unsurlar aracılığıyla da kendini göstermektedir. Örneğin, döngüsel ekonomi modelleri, atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümünü destekleyerek ekonomik sürdürülebilirliğe katkı sağlamakta, kaynak verimliliğini artırmakta ve çevresel etkileri azaltarak uzun vadeli ekonomik istikrarın sağlanmasına olanak tanımaktadır (Altın ve Kırçova, 2024, s. 576). Bu noktada Büyüme-Çevre ilişkisi ön plana çıkmakta ve teorik arkaplanda ekonomik büyüme ile çevre kalitesi arasında U şeklinde bir ilişkinin varlığı Yük Kapasitesi Eğrisi Hipotezi (Load Capacity Curve Hypothesis- LCC) ile gündeme gelmektedir. Bu hipoteze göre, ekonomik kalkınmanın başlangıç aşamalarında ülkeler, büyümeyi desteklemek amacıyla fosil yakıt kullanımını artırmakta ve bu durumun bir sonucu olarak çevresel kirlilik meydana gelmektedir. Ancak, kişi başına düşen gelirin belirli bir eşiği aşmasıyla birlikte, bireylerin çevresel konulara karşı duyarlılığının yükselmesi, teknolojik gelişmeler ile sürdürülebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması gibi faktörler çevre kalitesinde iyileşmelere yol açmaktadır. Ekonomik kalkınmanın başlangıç aşamalarında LCF'nin azaldığını, ancak gelir belirli bir düzeyin üzerine çıktığında çevresel kalitenin iyileşme eğilimine girdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, literatürde LCC hipotezi olarak ifade edilmektedir (Güloğlu vd., 2023, s. 94). LCC hipotezinin geçerli olması, ülke ekonomisi belirli bir gelir eşiğine vardığında ekolojik ayak izini azaltabilme ve biyokapasitesini artırabilme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu hipotez çerçevesinde, çevresel bozulma ve çevre kalitesinin eşzamanlı olarak değerlendirilmesine olanak tanınmaktadır (Doğan ve Pata, 2022, s. 2). Böylece çevresel sürdürülebilirliğin artması, uzun vadede ülkelerin ekolojik dengeye ulaşmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, ekolojik ayak izi (Ecological Footprint-EF) ile biyokapasite (Biocapacity-BC) arasındaki ilişkiyi değerlendiren Yük Kapasitesi Faktörü (Load Capacity Factor-LCF) önemli bir gösterge olarak öne çıkmaktadır. LCF, bir bölgenin mevcut kaynakları ile nüfusunu ne ölçüde destekleyebileceğini belirleyen bir ölçüt olarak tanımlanmaktadır. Elde edilen değerin 1'in üzerinde olması, ekolojik sürdürülebilirliğin sağlandığını, 1'in altında olması ise ekolojik dengenin risk altında olduğunu göstermektedir (Siche vd., 2010, s. 3189-3190). Siche vd., (2010) tarafından önerilen yük kapasitesi faktörü çevresel sürdürülebilirliğin daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu faktör, doğanın hem arz tarafını (biyokapasite) hem de talep tarafını (ekolojik ayak izi) dikkate alınarak hesaplanmaktadır. LCF, biyokapasitenin ekolojik ayak izine oranlanmasıyla sağlanmaktadır. İnsanların doğal kaynak kullanım düzeyini gösteren ekolojik ayak izi, talebi temsil ederken biyokapasite ise doğanın bu talebe yanıt verme kapasitesini, yani doğal kaynak arzını ifade etmektedir. Biyokapasitenin ekolojik ayak izinin üzerinde seyretmesi, çevresel sürdürülebilirliğin sağlandığına işaret ederken bunun tersi durumda çevresel bozulmanın ortaya çıktığı anlaşılmaktadır (Pata ve Samour, 2023, s. 48605). Pata (2021), bu yaklaşımı temel alarak gelir ile LCF ile ilgili ilişkiyi sınamak amacıyla doğrusal bir modelden yararlanılmakta LCF'nin hangi faktörlerden etkilendiği ilk kez ampirik açıdan incelenmektedir. Çevresel kalitenin bir göstergesi olan LCF, gelir ile çevre arasındaki ilişkinin U şeklinde olduğunu ortaya koymaktadır. LCC ilişkisi, Şekil 1'de görselleştirilmiştir (Doğan ve Pata, 2022, s. 2).

Şekil 1. LCC Eğrisi



Kaynak: (Doğan ve Pata, 2022, s. 2).

Bu çalışmada MINT ekonomilerine odaklanılmasının temel gerekçesi, söz konusu ülkelerin dinamik ekonomik yapıları, genç ve yüksek büyüme potansiyeline sahip nüfusları ile doğal kaynak zenginlikleri sayesinde yükselen piyasa ekonomileri arasında önemli bir konumda yer almalarıdır. Ayrıca bu ülkelerin sahip oldukları yapısal özellikler, küresel ekonomik büyümeye anlamlı katkılar sunabilecek bir kapasiteye işaret etmektedir. Bu bağlamda, MINT ülkeleri hem bölgesel hem de küresel ölçekte analiz açısından literatüre önemli bir katkı oluşturmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada, MINT ülkelerinde ekonomik büyüme ve doğal kaynak rantı değişkenleri çerçevesinde LCC hipotezinin panel veri analizi ile sınanması ve literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Mevcut literatür incelendiğinde, MINT ülkeleri özelinde LCC hipotezini, özellikle toplam doğal kaynak rantı değişkeni çerçevesinde ele alan bir çalışmaya rastlanmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, kullanılan yöntem ve toplam doğal kaynak rantı değişkeninin modele dahil edilmesi bakımından da çalışmanın literatüre özgün bir katkı sunacağı değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda çalışmada, MINT ülkeleri (Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye) örnekleminde ekonomik büyüme, doğal kaynak rantı ve ve LCC hipotezinin geçerliliğinin test edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci kısımda sürdürülebilir kalkınma, çevresel sürdürülebilirlik ve LCC hipotezinin teorik temelleri açıklanmaktadır. İkinci kısımda, MINT ekonomilerinin tarihsel gelişimi ele alınmaktadır. Üçüncü kısımda literatür incelemesine yer verilmektedir. Dördüncü kısımda araştırmanın kapsamı, veri seti, değişkenler ve modelde kullanılan ekonometrik yöntemler ayrıntılı olarak tanıtılmakta ve analiz bulgularına ve yapılan tanısal testlerin sonuçlarına yer verilerek, MINT ülkeleri için kişi başına gelir ve toplam doğal kaynak rantının LCC ile arasındaki ilişkinin anlamlılığı tartışılmaktadır. Beşinci ve son kısımda ise ortaya konan ampirik bulgular ışığında genel değerlendirme yapılmakta, çevresel sürdürülebilirliği güçlendirmeye yönelik politika önerileri sunulmaktadır.

2. YENİ YÜKSELEN PİYASALAR: MINT EKONOMİLERİNİN PROFİLİ

2013 yılında Jim O'Neill tarafından, önümüzdeki 20–25 yıl içinde küresel ekonominin merkezinde yer alacağı öngörülen gelişmekte olan ülkeler olarak Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye'den oluşan MINT grubu ortaya konmaktadır. Jeopolitik olarak farklı coğrafi bölgelerde bulunsalar da, bu ülkelerin bazı ekonomik ortak özelliklere sahip olmaları nedeniyle aynı grup içinde değerlendirildikleri görülmektedir. Ortak özelliklerin ilki, Meksika'nın ABD'ye, Endonezya'nın Çin ve Güney Asya'ya, Nijerya'nın Afrika kıtasındaki pek çok ülkeye ve Türkiye'nin ise Avrupa Birliği, Orta Doğu ve Orta Asya gibi büyük ve gelişmiş pazarlara coğrafi olarak yakın konumda bulunmaktadırlar. İkinci olarak, bu ülkelerin yaşanan ekonomik krizleri görece az hasarla atlatmaları ve büyümelerini sürdürebilmeleri dikkat çekmektedir. Üçüncü olarak ise, MINT ülkelerinin genç ve artan nüfus yapısına sahip olmaları nedeniyle iş gücü potansiyellerinin yüksek olduğu ve bu durumun maden, enerji ve sanayi ürünleri ihracatında rekabet avantajı sağlayabileceği öngörülmektedir (Kangal vd., 2018, s. 22; Adebayo vd., 2022, s. 24249).

Tablo 1'de yer alan 2015-2024 yılına ait ekonomik göstergelere göre, Meksika ekonomisi, 2015 yılında yaklaşık 1 trilyon 213 milyar dolar olan GSYİH'sını 2024 yılı itibarıyla 1 trilyon 349 milyar dolar seviyesine yükselterek istikrarlı bir büyüme eğilimi göstermektedir. Büyüme oranları 2015 yılında, 2,70 düzeyindedir. 2020 yılında

pandeminin etkisiyle %–8,35 daralma yaşanmaktadır. 2021 sonrasındaki dönemde büyüme yeniden pozitif eğilime dönmekte, ancak 2024 itibarıyla artış oranı %1,45 düzeyine gerilemektedir. Enflasyon oranları genel olarak düşük düzeyde olduğu görülmektedir. 2015–2024 arasında %2–7 civarında kalmaktadır. Bu durum, Meksika ekonomisinin fiyat istikrarını büyük ölçüde koruyabildiğini göstermektedir. Dışa açıklık oranı ise oldukça yüksek olup 2015'te %70,41 seviyelerinden 2022'de %88,83'e kadar yükselmekte, 2024'te ise %74,71 seviyesine gerilemektedir. Endonezya, 2015 yılında 860,8 milyar dolar düzeyindeki GSYİH'sini 2024 itibarıyla 1 trilyon 238 milyar dolara yükselterek güçlü bir ekonomik büyüme sergilemektedir. 2015–2019 döneminde büyüme oranları %5 civarında istikrarlı biçimde sürerken, 2020'de pandemi etkisiyle %–2,07 azalma görülmektedir. Ancak sonraki yıllarda büyüme hızlı biçimde toparlanmakta ve 2022 itibarıyla %5,31 düzeyine ulaşmaktadır. Enflasyon oranları da görece düşük seviyelerde seyretmektedir. 2015 yılında %6,36 olan enflasyon 2024'te %2,18'e kadar gerilemektedir. Bu durum fiyat istikrarı açısından olumlu bir tablo ortaya koymaktadır. Dışa açıklık oranı ise dönem boyunca %33–45 aralığında değişmekte, özellikle 2022 yılında artmaktadır. Nijerya ekonomisi, 2015 yılında 493,0 milyar dolar düzeyindeki GSYİH'sini 2024'te 569,5 milyar dolara yükseltmektedir. Büyüme oranları genel olarak düşük düzeydedir. Bazı yıllarda negatif büyüme gözlenmektedir (2016'da %–1,62 2020'de %–1,79). 2021 sonrası dönemde ise %3 civarında bir büyüme eğilimi görülmektedir. Enflasyon oranları 2015'te %9,01 olan enflasyon 2024 itibarıyla %33,24 seviyesine yükselmektedir. Dışa açıklık verilerinin eksik olması, ekonominin ticari düzeyini kapsamlı değerlendirilmemesine yol açmaktadır. Türkiye ekonomisi, 2015 yılında yaklaşık 864,3 milyar dolar olan GSYİH'sını 2024'te 1 trilyon 295 milyar dolara yükselterek önemli bir büyüklüğe ulaşmaktadır. Özellikle 2021 yılında %11,43 oranında yüksek büyüme gerçekleşmektedir. Bu oran dönem içindeki en yüksek seviye olarak görülmektedir. Enflasyon oranları 2015 yılında %7,67 olan enflasyon 2022'de %72,31 seviyesine kadar yükseldiği görülmektedir. 2024'te ise %58,5 düzeyinde kalmaktadır. Dışa açıklık oranı ise 2015'te %51,08 seviyesinden 2022'de %81,17'ye yükselmekte, 2024'te ise %55,82'ye gerilemektedir (World Bank, 2025).

Tablo 1. MINT Ülkeleri 2015-2024 Ekonomik Göstergeleri

Ülke		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Meksika	GSYİH	1.213,2	1.234,8	1.257,9	1.282,7	1.277,6	1.170,9	1.241,7	1.287,8	1.330,2	1.349,6
	Büyüme	2,70	1,77	1,87	1,97	-0,39	-8,35	6,05	3,71	3,30	1,45
	Enflasyon	2,72	2,82	6,04	4,90	3,64	3,40	5,69	7,90	5,53	4,72
	Dışa açıklık	70,41	75,69	76,95	80,21	77,46	76,85	83,07	88,83	73,77	74,71
Endonezya	GSYİH	860,8	904,1	950,0	999,1	1.049,3	1.027,6	1.065,7	1.122,2	1.178,9	1.238,2
	Büyüme	4,88	5,03	5,07	5,17	5,02	-2,07	3,70	5,31	5,05	5,03
	Enflasyon	6,36	3,53	3,81	3,20	3,03	1,92	1,56	4,21	3,67	2,18
	Dışa açıklık	41,94	37,42	39,36	43,07	37,63	32,97	40,20	45,46	41,34	42,57
Nijerya	GSYİH	493,0	485,0	488,9	498,3	509,3	500,2	518,4	535,3	550,6	569,5
	Büyüme	2,65	-1,62	0,81	1,92	2,21	-1,79	3,65	3,25	2,86	3,43
	Enflasyon	9,01	15,70	16,50	12,10	11,40	13,25	16,95	18,85	24,66	33,24
	Dışa açıklık	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Türkiye	GSYİH	864,3	893,0	960,0	988,9	997,0	1.015,5	1.131,7	1.194,4	1.255,4	1.295,4
	Büyüme	6,08	3,32	7,50	3,01	0,82	1,86	11,43	5,53	5,11	3,18
	Enflasyon	7,67	7,77	11,14	16,33	15,17	12,28	19,59	72,31	53,85	58,50
	Dışa açıklık	51,08	48,32	55,76	62,61	63,19	61,34	71,08	81,17	66,27	55,82

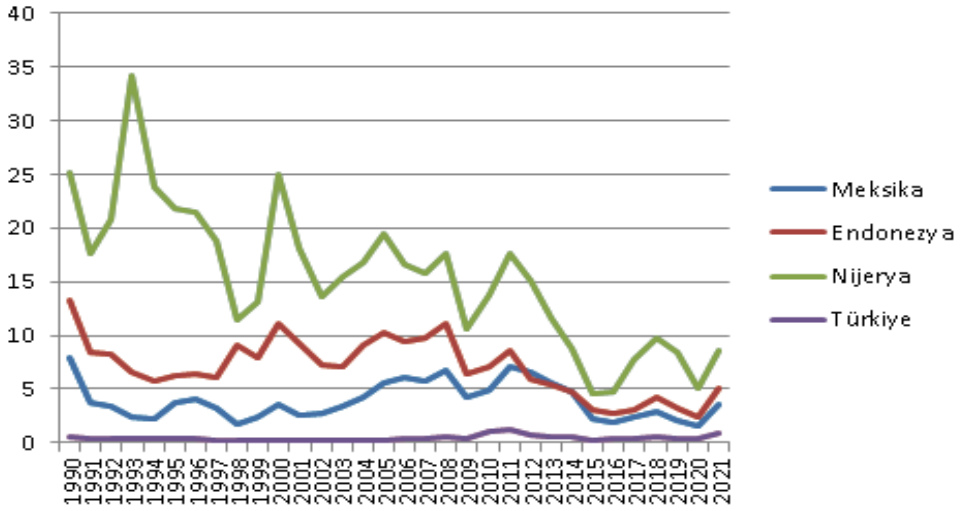
Not: GSYİH: Kişi Başına Reel GSYİH (2015 sabit fiyatlarıyla, Milyar ABD Doları); Büyüme: Ekonomik Büyüme Oranı, Yıllık % Değişim; Enflasyon: Tüketici Fiyatları, Yıllık % Değişim; Dışa Açıklık: İhracat + İthalatın GSYİH'ye Oranı (%).

Kaynak: (World Bank, 2025).

Öte yandan birçok ülke açısından ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliğinde belirleyici bir unsur olan doğal kaynaklar, önemli bir gelir unsuru olarak öne çıkmaktadır. Literatürde "toplam doğal kaynak rantı" kavramıyla da ifade edilen bu kaynaklar, madenlerden petrole, doğalgazdan orman varlıklarına kadar uzanan geniş bir alanda değerlendirilmektedir (Naseer vd., 2020, s. 6). Doğal kaynakların (petrol, doğalgaz, madenler gibi) işletilmesi sonucunda elde edilen gelirler, genellikle kaynak rantları olarak adlandırılmaktadır. Bir malın satış fiyatı ile

üretimindeki ortalama maliyet arasındaki fark üzerinden hesaplanmaktadır. Bu belirli emtia belirlerinin dünya fiyatı tahmin edilerek ve çıkarma veya hasat maliyetlerinin birim maliyetlerin ortalaması tahminleri çıkarılarak yapılmaktadır. Bu birim rantlar daha sonra ülkelerin çıkardığı veya hasat ettiği fiziksel miktarlarla çarpılarak her bir emtia için gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYİH) bir payı olarak rantlar belirlenmektedir (Canh vd., 2020, s. 2). Bu gelirler, vergi gelirlerinden farklı olarak devlet bütçesine doğrudan ve çoğu zaman yüksek miktarlarda katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle, doğal kaynak zenginliğine sahip ülkeler için önemli bir mali avantaj oluşturabilmektedir (Meriç, 2024, s. 167). Doğal kaynakların bölgesel dağılımı açısından değerlendirildiğinde, Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye çeşitli doğal kaynaklar bakımından zengin ülkelerdir. 2024 yılında Meksika, günlük 1911 bin varil üretimle dünya genelinde 13. Sırada yer almakta ve Latin Amerika'nın en büyük petrol üreticilerinden biri olmaya devam etmektedir. Nijerya, günlük 1641 bin varil üretimiyle 15. Sırada, Endonezya ise 613 bin varil ile 28. Sırada yer almaktadır. Türkiye ise listelenebilir düzeyin altında kalmaktadır. Bu veriler, Endonezya ve Türkiye'nin sınırlı petrol üretim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Doğal gaz üretiminde Endonezya, 71,4 milyar m^3 üretim hacmiyle dünya genelinde 16. Sırada yer alarak Asya-Pasifik bölgesinde önemli bir aktör konumunda olmaktadır. Nijerya ise 46,8 milyar m^3 üretimiyle 21. Sırada, Meksika ise 35,8 milyar m^3 ile 27. Sırada olmaktadır. Türkiye'nin doğal gaz üretimi oldukça düşüktür ve BP raporunda ilk 30 ülke arasında yer almamaktadır. Bu da Türkiye'nin yüksek düzeyde dışa bağımlı olduğunu göstermektedir. Kömür üretimi açısından en dikkat çekici ülke Endonezya'dır. 2024 yılında 836,1 milyon ton kömür üreten Endonezya, bu alanda dünya 3.sü konumunda olmaktadır. Türkiye ise 87,0 milyon ton kömür üretimiyle dünya sıralamasında 11. Sırada yer almakta, bu da ülkenin kömür rezervlerini aktif şekilde kullandığını göstermektedir. Meksika'nın kömür üretimi 5,2 milyon ton ile oldukça sınırlı düzeyde kalırken, Nijerya ise BP raporunda yer almayacak kadar düşük seviyede üretime sahip olmadığı görülmektedir (BP, 2025).

Şekil 2. Toplam Doğal Kaynak Rantları (% GSYİH)



Kaynak: (BP, 2025).

Şekil 2'deki mevcut veriler, doğal kaynakların GSYİH içindeki payının en fazla Nijerya'da olduğunu ortaya koymaktadır. 1993 referans yılı dikkate alındığında, bu oranın diğer MINT ülkelerine göre daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Türkiye'nin doğal kaynak rantları görece düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Bu durum, Türkiye ekonomisinin daha çok sanayi ve hizmet sektörlerine dayandığını, doğal kaynak bağımlılığının ise sınırlı olduğunu göstermektedir. Öte yandan, Nijerya benzeri, doğal kaynak rantlarına yüksek düzeyde bağımlılık gösteren ülkelerde, bu kaynakların etkin ve sürdürülebilir biçimde yönetilmesi kritik bir önem taşımaktadır Aksi takdirde bu durum doğal kaynakların bir lanete dönüşmesine yol açabilmektedir (Ülger, 2025, s. 106).

3. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde LCC hipotezini test eden çalışmalarda teorik arka planla uyumlu bir şekilde model kurgusunda beklenen karşılanmakta ve modele gelir (GSYİH) ve gelir karesi ($GSYİH^2$) değişkenlerini dahil ederek LCC ile

ekonomik büyüme arasındaki doğrusal olmayan ilişki incelenmektedir. Tablo 2'de yer alan çalışmalardan, Pata ve Balsalobre-Lorente, (2022), Türkiye'de 1965–2017 dönemi için turizm, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri LCF aracılığıyla incelenmekte dinamik ARDL simülasyon yöntemi kullanılarak elde edilen bulgular sonucunda turizm, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin uzun dönemde LCC'yi olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Doğan ve Pata (2022), 1986-2017 yılları arasında G7 ülkelerinde kesitler arası genişletilmiş ARDL (CS-ARDL) tahmincisi ve Durbin-Hausman eşbütünleşme testi uygulanmaktadır. Çevre kalitesi ile gelir arasında U şeklinde bir ilişki tespit etmekte ve LCC hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Pata ve Kartal (2023) Bu çalışma, nükleer enerji tüketiminin çevresel kalite üzerindeki etkilerini karbondioksit emisyonları, ekolojik ayak izi ve yük kapasite faktörüne odaklanarak farklı bir perspektiften incelemektedir. Güney Kore örneği, 1977-2018 yılları arasındaki ekonomik büyüme ve 1997 Asya krizi de dikkate alınarak incelenmiştir. Bu amaçla çalışmada otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) yaklaşımı kullanılmıştır. Analiz sonuçları LCC hipotezinin Güney Kore'de geçerli olduğu bulunmaktadır. Alola vd., (2023), çalışmasında 1965–2018 dönemi için DyARDL simülasyonlarıyla yenilenemeyen enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımının LCF üzerindeki etkilerini incelemektedir. Analiz sonuçları yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji politikalarının LCF'yi olumlu yönde etkilediğini gösterse de, elde edilen kanıtlar Hindistan açısından LCC hipotezinin geçerliliğini desteklememektedir. Güneysu (2023), 1970-2018 döneminde Türkiye'de, yük kapasite faktörü üzerindeki etkilerini incelemektedir. Fourier ADF, Bayer-Hanck, FMOLS ve DOLS yöntemleriyle yapılan analizler neticesinde değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme bağının mevcut olduğu belirlenmektedir. Bulgular, ekonomik büyüme ile LCF arasında U şeklinde bir yapının bulunduğunu ve Türkiye için LCC hipotezinin doğrulandığını işaret etmektedir. Pata ve Tanrıöver (2023) çalışmasında, 2004–2018 dönemi için gelir ile yük kapasitesi faktörü arasındaki ilişkiyi incelemektedir. İkinci nesil panel veri teknikleri kullanılarak yürütülen analizde, bulgular, gelir ile LCF arasında U şeklinde bir ilişki bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Yang vd. (2024) çalışmasında, 1990–2018 döneminde BRICS ülkelerinde LCC hipotezinin geçerliliğini incelemektedir. MMQR Yaklaşımı ve Uzun Dönem tahmincileri kullanılarak LCC hipotezinin BRICS ekonomileri için geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ergün (2024), çalışmasında 2013–2022 dönemine ait panel veriler kullanılarak Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Kuveyt, Pakistan ve Endonezya örnekleminde İslami bankacılığın çevresel kalite üzerindeki etkisini LCC hipotezi çerçevesinde incelemektedir. Modelde çevresel kalite göstergesi olarak LCF bağımlı değişken olarak kullanılmaktadır. İslami bankacılık varlıkları, öz sermaye kârlılığı, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile kişi başı reel GSYİH bağımsız değişkenler olarak ele alınmaktadır. Panel veri analizi sonuçları, LCC hipotezinin analiz edilen ülkelerde geçerli olduğunu göstermektedir. Çamkaya (2024), 1961–2022 yıllarını kapsayan yıllık veriler, Fourier temelli ADF, ADL ve FMOLS yöntemleriyle analiz edilmekte uzun dönem geçerlilik kontrolleri ise Fourier tabanlı DOLS ve kesirli frekanslı esnek Fourier Toda-Yamamoto (FFFF-TY) nedensellik testi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ampirik bulgular, Türkiye'de LCC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Guliyev (2025) çalışmasında, 1995–2018 döneminde 147 ülkeye ait panel verileri kullanarak kişi başına düşen GSYİH ile LCF arasındaki ilişkiyi LCC hipotezi çerçevesinde incelemektedir. Eğim farklılıklarını dikkate almak amacıyla geliştirilen sınıflandırıcı-Lasso yöntemi kullanılmaktadır. Bulgular, gelişmiş ülkelerde ekonomik büyüme ile LCC arasında U biçimli bir ilişki bulunmaktadır. Buna karşılık, gelişmekte olan ülkelerde ters U biçimli bir ilişki tespit edilmektedir. Kıran vd. (2025) çalışmasında, 1998–2022 döneminde G8 ülkelerinde LCC hipotezi test edilmektedir. Çalışmada MMQR, uygulanabilir genelleştirilmiş en küçük kareler (FGLS), genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GEE), tam düzeltilmiş en küçük kareler (FMOLS) yöntemleri ve çift yönlü Granger nedensellik testleri kullanılmaktadır. Ülkelerde LCC geçerli bulunmaktadır. Altıntaş vd. (2025) çalışmasında, 1984-2018 döneminde seçilmiş MENAT ülkelerinde yük kapasite faktörünü incelemektedir. İkinci nesil panel veri analizleri sonucunda, yük kapasite eğrisinin Mısır ve Irak'ta ters U, Fas'ta ise U biçiminde olduğu bulunmaktadır. LCC hipotezinin ülkeler arasında farklı biçimlerde geçerli olabileceğini göstermektedir.

Tablo 2. Literatür İncelemesi

Yazarlar	Ülke/Bölge	Yöntem	Dönem	Temel Bulgular	Hipotez
Pata ve Balsalobre-Lorente (2022)	Türkiye	Dinamik ARDL Simülasyon	1965–2017	Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve turizm uzun vadede LCF'yi azaltmaktadır.	LCC geçersiz
Doğan ve Pata (2022)	G7	CS-ARDL, Durbin-Hausman	1986–2017	Yenilenebilir enerji, Ar-Ge ve ICT LCF'yi artırmakta gelir ile LCF arasında U-şekli ilişki vardır ve LCC geçerli olduğu belirtilmektedir.	LCC geçerli
Pata ve Kartal (2023)	Güney Kore	ARDL	1977–2018	Büyüme çevresel kaliteyi azaltmakta LCC ve EKC hipotezleri geçerli olmaktadır.	LCC geçerli
Alola vd. (2023)	Hindistan	DyARDL	1965–2018	Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği LCF'yi artırmaktadır finansal gelişme ve ticaret negatif bulunmaktadır. Gelir ile ters U ilişkisi mevcut olmaktadır.	LCC geçersiz
Güneysu (2023)	Türkiye	Fourier ADF, Bayer-Hanck, FMOLS, DOLS	1970–2018	Gelir ile LCF arasında U-şekli ilişki sanayileşme pozitif, küreselleşme ve finans negatif etkili	LCC geçerli
Pata ve Tanrıöver (2023)	Dünya: 10 Turist Ülke	İkinci Nesil Panel Veri	2004–2018	Finansal gelişme LCF'yi azaltmakta turizm çevresel kaliteyi artırmaktadır. LCC geçerli bulunmamaktadır.	LCC geçersiz
Altıntaş vd. (2025)	MENAT	Panel Veri, Nedensellik	1984–2018	Mısır ve Irak için ters U, Fas için U-şekli LCC hipotezi Fas için geçerli, diğerleri için geçerli olmamaktadır.	Mısır, Irak LCC geçersiz Fas LCC geçerli
Ergün (2024)	Türkiye, BAE, Kuveyt, Pakistan, Endonezya	Panel Analiz	2013–2022	İslami bankacılık LCF'yi artırmaktadır öz sermaye karlılığı ve enerji tüketimi azaltıcı bulunmaktadır.	LCC geçerli
Çamkaya (2024)	Türkiye	ADF, ADL, FMOLS, DOLS, FFFF-TY	1961–2022	Mevcut gelir seviyesi çevresel kaliteyi iyileştirecek düzeyde değil kentleşme LCF'yi azaltmaktadır. LCC geçerli bulunmaktadır.	LCC geçerli
Yang vd. (2024)	BRICS	MMQR, Uzun Dönem Tahminciler	1990-2018	Biyokütle enerjisi LCF'yi artırmaktadır ddoğal kaynak ve sosyal küreselleşme ve gelir olumsuz etkili LCC geçerli olduğu belirtilmektedir.	LCC geçerli
Guliyev (2025)	147 Ülke	Classifier-Lasso	1995–2018	Gelişmiş ülkelerde U-şekli bulunmaktadır gelişmekte olan ülkelerde ters U-şekli ilişki bulunmaktadır.	Gelişmiş ülkelerde LCC geçerli gelişmekte olan ülkelerde LCC geçersiz
Kıran vd. (2025)	G8	MMQR, FGLS, GEE, FMOLS	1998–2022	LCF ile büyüme arasında çift yönlü, ESG, teknoloji ve yenilenebilir enerji ile tek yönlü ilişki bulunmaktadır. G8'de ESG-GQ arasında tek yönlü ilişki, GQ ve F1'in kalkınmayla anlamlı ilişkisi bulunmamaktadır.	LCC geçerli

Bu bağlamda çalışmanın ilk hipotezi aşağıdaki gibi kurgulanmaktadır.

Hipotez 1. GDP'nin katsayısı negatif, GDP^2'nin katsayısı pozitif olup, LCF ile ekonomik büyüme arasında U-şeklinde bir ilişki vardır.

LCC hipotezi, ekonomik büyüme ile LCF arasında U yapısında bir ilişkinin varlığını öne sürmektedir. Bu hipoteze göre, ekonomik kalkınmanın başlangıç aşamalarında ülkeler, büyümeyi desteklemek amacıyla fosil yakıt kullanımını artırmakta ve bu durumun bir sonucu olarak çevresel kirlilik ortaya çıkmaktadır. Ancak, kişi başına düşen gelirin belirli bir eşiği aşmasıyla birlikte, bireylerin çevresel konulara karşı duyarlılığın artmasıyla birlikte teknolojik gelişmeler ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması gibi faktörler çevre kalitesinde iyileşmelere yol açmaktadır. Ekonomik kalkınmanın başlangıç aşamalarında LCF'nin azaldığını, diğer bir taraftan

gelir belli bir seviyeyi geçtiğinde çevresel kalitenin iyileşme eğilimine girdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, literatürde LCC hipotezi olarak ifade edilmektedir (Güloğlu vd., 2023, s. 94).

Öte yandan doğal kaynak rantının çevresel sürdürülebilirlik göstergesi olan LCF üzerindeki etkisine dair literatürde az sayıda çalımaya rastlanmaktadır. Tablo 3'te yer alan çalışmalar, söz konusu etkiye odaklanmakta ve genel eğilim olarak doğal kaynak temelli ekonomik yapının çevresel kaliteyi olumsuz etkilediğini göstermektedir. Pata ve Işık (2021), çalışmada 1981–2017 dönemi için Çin'e ait veriler kullanılarak yeni geliştirilen dinamik otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) simülasyon modeli uygulanmaktadır. Dinamik ARDL sonuçları, gelir ve doğal kaynak rantındaki artışın yük kapasite faktörünü azaltmaktadır. Güloğlu vd., (2023) çalışmasına göre, 1980–2018 döneminde 26 OECD ülkesine ait verileri kullanarak beşerî sermaye, gelir, doğal kaynaklar, kentleşme ve yenilenebilir enerjinin yük kapasite faktörü üzerindeki etkisini incelemektedir. Bu amaçla çalışmada, yeni geliştirilen kantil ortak ilişkili etkiler ortalama grup (QMG) tahmincisi kullanılmakta ve yük kapasite eğrisi hipotezi test edilmektedir. Elde edilen sonuçlar, LCC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Pata ve Ertuğrul (2023), çalışmasına göre Hindistan ARDL yöntemi ile 1988–2018 dönemini kapsayan bulgulara göre, doğal kaynak rantları ve beşerî sermaye çevresel kaliteyi artırırken, kentleşme olumsuz etki yapmaktadır. Küreselleşme çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Ayrıca LCC hipotezinin Hindistan için geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Erdoğan (2024) çalışmasına göre, 1992–2020 döneminde Afrika ülkelerinde doğal kaynak rantlarının ekolojik sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini panel veri analiziyle incelemektedir. Doğal kaynak rantı, petrol rantı, orman rantı ve enerji kullanımının çevresel kaliteyi azalttığı belirlenmektedirr. Bulgular, LCC hipotezinin geçersiz olduğunu göstermektedir. Daştan (2024), çalışmasına göre 1973-2018 yıllarını kapsayan çalışmasında çevresel kalite göstergesi olarak yük kapasite faktörünün kullanıldığı analizde, ekonomik büyüme, beşerî sermaye ve doğal kaynak rantının çevresel yansımaları da değerlendirilerek Fourier terimli genişletilmiş ARDL yaklaşımı kullanılmaktadır. Elde edilen ampirik sonuçlar, jeopolitik risk ile enerji güvenliğinin çevre kalitesi üzerinde olumsuz yönde etkili olduğunu ayrıca ekonomik büyüme ile doğal kaynak rantının çevresel kaliteyi azalttığını göstermektedir. Okere vd., (2025) çalışmasında 1991–2022 döneminde Kuzey Afrika'da finansal teknoloji (FinTech), doğal kaynaklar ve küreselleşmenin yük kapasite faktörü üzerindeki etkilerini incelemekte ve bu ilişkileri Yük Kapasite Eğrisi hipotezi çerçevesinde değerlendirmektedir. Artırılmış Ortalama Grup (AMG) tahmincisi ve Hansen'in eşik tahmin yönteminin kullanıldığı analizde, FinTech'in çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi bölgesel düzeyde ilk kez kapsamlı biçimde ele alınmaktadır. Bulgular, LCC hipotezinin Kuzey Afrika için geçerli olmadığını göstermektedir. Buna karşılık, doğal kaynak rantları ve küreselleşmenin düşük düzeylerde çevresel bozulmayı artırdığı, ancak yüksek düzeylerde azaltıcı etkiler gösterdiği belirlenmektedir.

Tablo 3. Doğal Kaynak Rantı ve LCF Literatür İncelemesi

Yazarlar	Ülke/Bölge	Yöntem	Dönem	Temel Bulgular	Hipotez
Pata ve Işık (2021)	Çin	Dinamik ARDL Simülasyon	1981–2017	Gelir artışı ve doğal kaynak rantı LCF'yi azaltmaktadır.	LCC geçersiz
Güloğlu vd. (2023)	OECD-26	QMG	1980–2018	Gelir düzeyi ve çevresel kalite değişkenleri arasındaki ilişkinin U-biçimli bir ilişki yapısı gözlenmektedir. Beşeri sermaye, doğal kaynak rantı ve yenilenebilir enerji pozitif kentleşme negatif LCC geçerli olduğu belirtilmektedir.	LCC geçerli
Pata ve Ertuğrul (2023)	Hindistan	Augmented ARDL	1988–2018	Doğal kaynak rantı, beşeri sermaye ve küreselleşme pozitif, kentleşme negatif, gelir ile U-şekli ilişki LCC geçerli bulunmaktadır.	LCC geçerli
Erdoğan (2024)	Afrika Ülkeleri	Panel Veri	1992-2020	Doğal kaynak rantları ve enerji kullanımı çevresel kaliteyi azaltmaktadır. LCC geçerli bulunmamaktadır.	LCC geçersiz
Daştan (2024)	Türkiye	Fourier terimli genişletilmiş ARDL	1973-2018	Jeopolitik riskler ve enerji güvenliği değişkenlerinin çevre kalitesini negatif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Doğal kaynak rantı ve ekonomik büyümenin çevresel kaliteyi düşürdüğünü, buna karşın beşeri sermayenin çevreyi destekleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.	LCC geçersiz

Yazarlar	Ülke/Bölge	Yöntem	Dönem	Temel Bulgular	Hipotez
Okere vd. (2025)	Kuzey Afrika	AMG, Hansen eşik tahmin	1991–2022	FinTech yüksek rejimlerde pozitif doğal kaynak rantı ve küreselleşme düşük eşiklerde negatif LCC geçerli olmamaktadır.	LCC geçersiz

Doğal kaynaklar, kalkınma ve refahın temel belirleyicilerinden biri olarak görülmektedir. Bu kaynakların kontrolsüz kullanımı çevresel bozulmayı artırmaktadır. Ekonomik karmaşıklık, üretim yapısındaki değişimlerle sürdürülebilirliği etkilerken, bazı durumlarda kaynak tüketimi ve atık oluşumunu da hızlandırarak çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu bağlamda çalışmada ikinci hipotez aşağıdaki gibi kurgulanmaktadır (Atılgan, 2025, s. 219).

Hipotez 2. Doğal kaynak rantında bir artış, LCF'yi azaltmaktadır.

Literatür incelemesi sonucunda MINT ülkeleri üzerine LCC hipotezinin test edildiği bir çalışmaya rastlanmadığı söylenebilmektedir. Ayrıca çalışmada seçilen yöntem ve doğal kaynak rantı değişkeninin modele dahil edilmesi bakımından da çalışmanın ilk çalışma olacağı görüşünden hareketle ampirik literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

4. MINT EKONOMİLERİNDE LCC HİPOTEZİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

Bu çalışmanın MINT ekonomilerine odaklanmasının ilk amacı, söz konusu ülkelerin dinamik ekonomik yapıları, genç ve büyüme potansiyeli yüksek nüfusları ile doğal kaynak zenginlikleri sayesinde yükselen piyasa ekonomileri arasında öne çıkmaktadır. İkinci olarak, MINT ülkeleri sahip oldukları yapısal özellikler aracılığıyla küresel ekonomik büyümeye kayda değer katkılar sunabilecek kapasiteye sahip olmaktadırlar. Bu iki unsur, MINT grubunu hem bölgesel hem de küresel düzeyde analiz açısından dikkat çekici kılmaktadır. Bu özellikleriyle MINT ülkeleri ekonomik büyüme ve doğal kaynak rantı ile LCC hipotezi sınanarak panel veri analizi ile literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Literatürde LCF ile enerji, teknolojik yenilik, küreselleşme, sağlık harcamaları ve kentleşme gibi değişkenler arasındaki ilişkiler analiz edilmekte ancak görüldüğü kadarıyla LCC hipotezini MINT ülkeleri özelinde ele alan ve bu bağlamda ekonomik büyümenin LCF üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmaya henüz rastlanmamaktadır. Bu doğrultuda, mevcut çalışmada MINT ülkelerinde LCC hipotezinin geçerliliğini 1990–2021 dönemi için analiz ederek literatüre katkı sağlamak amaçlanmaktadır. Çalışmada ele alınan dönem, biyokapasite ve ekolojik ayak izi verilerinin elde edildiği Global Footprint Network veri tabanında 1990-2021 yılları arasına ilişkin kayıtlı veri sunulması, çalışmanın zaman serisinin temel kısıtını oluşturmaktadır. Analizde, ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına düşen gelir (gdppc) ve kişi başına düşen gelirin karesi (gdppckare) ve toplam doğal kaynak rantı (nr) kullanılarak panel veri yöntemi uygulanmaktadır.

4.1. Veri Seti ve Kaynaklar

Yapılan çalışmanın analizinde kullanılan verilere Global Footprint Network veri tabanı ve Dünya Bankası veri tabanlarından erişim sağlanmaktadır. Çalışma için kullanılan değişkenlerin bulunduğu veriler ve kaynakları Tablo 4'te gösterilmektedir. Tabloda görüldüğü üzere yük kapasitesi faktörü (LCF), hem biyokapasiteyi hem de ekolojik ayak izini dikkate alan kapsamlı bir gösterge olarak tanımlanmaktadır. Bu gösterge, analiz edilen ülkelerin kişi başına düşen biyokapasite küresel hektar değerinin kişi başına düşen ekolojik ayak izi küresel hektar değerine oranlanmasıyla hesaplanmaktadır (Çamkaya, 2024, s. 746). Bağımsız değişken olarak ekonomik büyüme göstergesi olan kişi başı (GSYİH) ve ekonomik büyümenin karesi kişi başı ($GSYİH^2$) ve toplam doğal kaynak rantı (NR) kullanılmaktadır.

Tablo 4. Veri Seti ve Kaynaklar

	Değişken Kodu	Değişken	Ölçü Birimi	Kaynak
Bağımlı Değişken	LCF	Yük kapasite Faktörü	Kişi Başına Biyokapasite (Küresel Hektar)/Kişi Başına Ekolojik Ayak İzi (Küresel Hektar)	Global Footprint Network (2024)
Bağımsız Değişkenler	GSYİH	Ekonomik Büyüme	Kişi Başına Reel GSYİH (Sabit 2015 ABD doları)	World Bank (2024)
	$GSYİH^2$	Ekonomik Büyüme	Kişi Başına Reel GSYİH Karesi (Sabit 2015 ABD doları)^2	World Bank (2024)
	NR	Toplam Doğal Kaynak Rantı	GSYİH'nin %'si	World Bank (2025)

4.2. Araştırmanın Modeli

LCC hipotezi, ülkeler bazında ekonomik büyüme düzeyini teşvik etmeyi amaçlayarak başlangıçta fosil yakıt tüketimindeki artışın çevresel tahribata yol açtığını ileri sürmektedir. Bu süreçte, belirli bir gelir eşiğine ulaşıldığında ekolojik ayak izinin artarken, biyokapasitenin azaldığı gözlemlenmektedir. Ancak, kişi başına gelirin bu eşik değerin üzerine çıkmasıyla birlikte teknolojik ilerleme, çevre bilincinin yükselmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması sayesinde biyokapasitenin artması, ekolojik ayak izinin azalması ve dolayısıyla çevre kalitesinin iyileştirilmesi mümkün hale gelmektedir (Güloğlu vd., 2023, s. 94). Bu çalışmada MINT ekonomilerinde ekonomik büyümenin etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, bir panel veri modeli oluşturulmaktadır. Modelin kurulmasında literatürdeki ilgili çalışmalardan esinlenilmektedir. Buna göre, araştırma modelinin iktisadi ve ekonometrik formları aşağıdaki gibi görülmektedir (Ergün, 2024, s. 120).:

$$LCF = f\ (GSY\dot{I}H, GSY\dot{I}H^2, NR) \quad (1)$$

$$LCF_{it} = \beta_0 + \beta_1 GSY\dot{I}H_{it} + \beta_2 GSY\dot{I}H_{it}^2 + \beta_3 NR + e_{it} \quad (2)$$

Denklem (2)'de yer alan ekonometrik form şu şekilde görülmektedir:

- LCF: Yük kapasitesi faktörünü,
- GSYİH: Kişi başına düşen reel gayri safi yurt içi hasılayı,
- GSYİH²: Gelir seviyesinin karesini,
- NR: Toplam Doğal Kaynak Rantı
- e_{it}: Hata terimini ifade etmektedir.

Çalışmada LCC hipotezi test edilmektedir. LCC hipotezinin geçerli olabilmesi için katsayıların şu şartları sağlaması beklenmektedir:

$\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 > 0$ olmalıdır (Pata vd., 2023, s. 4).

Ayrıca, her iki değişkenin katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. Bu yapı, ekonomik büyümenin başlangıçta yük kapasitesini azalttığını ancak belirli bir gelir seviyesinden sonra çevresel farkındalığın artması ile çevresel sürdürülebilirliğin arttığını öne süren U şeklindeki ilişkiyi test etmeye olanak sağlamaktadır (Pata ve Kartal, 2023, s. 589). MINT ekonomilerinde bu ilişkinin var olup olmadığı panel veri analizi ile sınanmaktadır.

4.3. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada analiz yöntemi olarak panel veri tekniğinden faydalanılmaktadır. Panel veri setinde hem yatay kesit hem de zaman boyutu mevcut olmaktadır. Bir başka ifadeyle, panel veri modellerinde N birim ile T gözlem bulunmaktadır (Arı ve Zeren, 2011, s. 41). Panel veriler, ülkeler, bölgeler, firmalar veya sektörler gibi farklı birimler için eşit uzunluktaki zaman serilerini içermesi durumunda panel veri seti olarak tanımlanmaktadır. Çalışmada kullanılan panel veri modelinin genel formu denklem 3'teki gibi görülmektedir (Özer ve Çiftçi, 2015, s. 41).

$$Y_{it} = \alpha + \beta_{1it} X_{1it} + \cdots + \beta_{kit} X_{kit} + e_{it} \quad (3)$$

$$i = 1,2, \ldots\ldots, N \quad t = 1,2, \ldots\ldots, T$$

Burada:

- i kesit boyutunu,
- t terimi zaman dilimini göstermektedir.
- Y_{it} terimi bağımlı değişkeni,
- X_{kit} terimi bağımsız değişkenleri,
- α terimi sabit parametreyi,
- β_k terimi eğim parametrelerini ve
- e_{it} terimi ise hata terimini ifade etmektedir.

Bağımsız değişkenler tarafından açıklanamayan, zamana göre sabit kalan ancak her bir kesite özgü farklılıkları yansıtan bireysel etkilerin hata terimi içinde yer aldığı belirtilmektedir. Hata teriminin fonksiyonel şekli şu şekilde görülmektedir:

$$e_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (4)$$

Bu modelde μi bireysel etkileri ifade etmekte olup, zamana bağlı olmamakla birlikte kesitten kesite değişiklik göstermektedir. vit ise stokastik hata terimini temsil etmektedir (Özer ve Çiftçi, 2015, s. 41). Çalışmada panel veri analizi lisanslı STATA 17.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

4.4. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

İlk aşamada, mevcut çalışmada analiz için uygun metodolojik teknikleri belirlemek amacıyla yatay kesit bağımlılığı ölçen testler kullanılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı test sonuçları, birinci nesil testler mi yoksa ikinci nesil test yaklaşımının mı kullanılacağının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Panel veri analizinde yatay kesit bağımlılığı ihmal edilirse, tahmin sonuçları yanlı ve çelişkili çıkmaktadır (Haciimamoglu, 2025, s. 6). Yatay kesit bağımsızlığı varsayımı, paneli oluşturan ülkelerden herhangi birine gelen bir şokun diğer ülkeleri etkilemesi ve her birimin şoklara karşı aynı düzeyde etkilenmemesi durumu olarak literatürde yer almaktadır. Çalışmada, panel veri setindeki birimler arasında herhangi bir yatay kesit bağımlılığının mevcut olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla, Breusch ve Pagan'ın (1980) geliştirdiği LM testi (Lagrange Multiplier) uygulanmaktadır. Pesaran'ın (2004) önerdiği CD_{LM} testi ve yine Pesaran vd., (2008) tarafından sunulan sapma düzeltilmiş, LM_{adj} (Bias-Adjusted Cross Sectionally Dependence Lagrange Multiplier) testi uygulanmaktadır (Koçbulut ve Altıntaş, 2016, s. 151-152). Yatay kesit bağımlılığını inceleyen ilk testin, Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirdiği yöntem denklem (5) te yer alan Lagrange Multiplier (LM) testidir. Panel veri analizlerinde daha güvenilir ve tutarlı sonuçlar elde edebilmek için, öncelikli olarak yatay kesit bağımlılığına ilişkin bir test uygulanması gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığının, bir ülkede ortaya çıkan ekonomik sarsıntının diğer ülkeler üzerinde etkisinin bulunup bulunmadığını göstermesi bakımından, panel veri setindeki birimler arasında olası ilişkiselliği ölçmeye yardımcı olmaktadır. Bu bağımlılığın göz ardı edilmesi durumunda, elde edilen tahminlerin yanıltıcı ve tutarsız olma riski artmaktadır, analizlerin geçerliliği zayıflamaktadır. Dolayısıyla, yatay kesit bağımlılığı testlerinin gerek model düzeyinde gerekse analizde yer alan değişkenler bazında ayrı ayrı uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede, yatay kesit bağımlılığını test etmeye yönelik birçok yöntem geliştirilmiş olmakla birlikte, bu alandaki ilk çalışmalardan biri olan Breusch ve Pagan (1980) testi, aşağıda sunulduğu şekilde açıklanmaktadır (Pesaran, 2004, s. 4):

$$LM = \mathrm{T} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} \hat{P}_{ij}^2 \quad (5)$$

(5) numaralı eşitlikte yer alan $\hat{\rho}$ teriminin kalıntılar arasındaki ikili korelasyonunun örnek tahminini temsil ettiği belirtilmektedir. Bu testte sıfır hipotezi yatay kesit birimleri arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığını ifade etmektedir. Ayrıca $T \rightarrow \infty$ $iken$ N 'nin büyük olduğu durumlarda geçerliliğini yitiren bu yaklaşımda, N $sabit$ kabul edildiğinde test istatistiğinin $\frac{N(N-1)}{2}$serbestlik derecesine sahip ki-kare bir asimptotik dağılıma uyduğu vurgulanmaktadır. Buna ek olarak testin, zaman boyutu T'nin yatay kesit boyutu N'den büyük olduğu koşullarda uygulanmasının uygun olduğu varsayılmaktadır. N'nin büyük olduğu durumlarda testin geçerliliğini yitirmesinin neden olabileceği boyut bozulması sorunlarını gidermek ve daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek amacıyla Pesaran'ın (2004) Lagrange çarpanı istatistiğini geliştirilmektedir (Sugözü ve Yaşar, 2020, s. 94).

(6) numaralı eşitlikte yer alan ve Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD_{LM} testinin, hem yatay kesit sayısının (N) hem de zaman boyutunun (T) büyük olduğu örneklemlerde kullanılabildiği belirtilmektedir. Ayrıca bu testin, Breusch ve Pagan'ın (1980) geliştirdiği yöntemin iyileştirilmiş bir versiyonu olduğu görülmektedir.

$$CD_{\text{LM}} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i-1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} \left(T\hat{p}_{ij}^2 - 1\right) \quad (6)$$

Bu testte, $T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ olduğunda yatay kesit bağımlılığının bulunmadığı varsayılmaktadır. Ancak $N > T$ durumunda CD_{LM} testinin belirgin biçimde bozulduğu ve N büyüdükçe sapmaların daha da arttığı ifade edilmektedir. Bu nedenle Pesaran (2004), $N > T$ koşullarında yatay kesit bağımlılığını ölçebilmek amacıyla CD testini geliştirmektedir. (7) numaralı eşitlikte gösterilen bu test N'nin T'den büyük olduğu ($N > T$) örneklemlerde kullanılmaktadır (Nazlıoğlu vd., 2011, s. 6618).

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N\,(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} \hat{P}_{ij} \quad (7)$$

Bu test yatay kesitlere ait kalıntılar arasındaki korelasyon katsayılarının toplamı esas alınarak oluşturulmaktadır. Yatay kesitler arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığını ifade eden H_0 hipotezi altında ise test istatistiğinin standart normal dağılım sergilediği görülmektedir (Pesaran, 2004, s. 9; Menyah vd., 2014, s. 390). Yatay kesit bağımlılığını ölçmeye yönelik bir diğer yöntem ise (8) numaralı eşitlikte gösterilen ve Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen sapması düzeltilmiş LM_{adj} testi olduğu görülmektedir.

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2}{N(N-1)}\right)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} T\hat{p}_{ij} \frac{(T-k)\hat{p}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{\upsilon_{Tij}^2}} \quad (8)$$

Burada k modeldeki regresör sayısını ifade ederken, μ_{Tij} , $(T-k)\hat{p}_{ij}^2$ değerlerinin ortalamasını, υ_{Tij}^2 ise $(T-k)\hat{p}_{ij}^2$ değerlerinin varyansını temsil etmektedir. Bu eşitlikten elde edilen test istatistiğinin ise asimptotik olarak standart normal dağılım sergilemektedir (Pesaran vd., 2008, s. 108). Bu testler için oluşturulan hipotezler şu şekilde ifade edilmektedir;

H_0*: Yatay kesit bağımlılığı yoktur.*

H_1*: Yatay kesit bağımlılığı vardır.*

Bu aşamada, Breusch ve Pagan'ın LM testi, Pesaran'ın CD_{LM} testi ve Pesaran vd. LM_{adj} testi kullanılarak panel verilerde yatay kesit bağımlılığının var olup olmadığı incelenmektedir (Pata ve Tanrıöver, 2023, s. 8). Sonuçlar, yatay kesit bağımlılığı olmadığı yönündeki H_0 hipotezini tamamen reddetmekte ve ülkelerin bağımlı olduğunu doğrulamaktadır. Bu da herhangi bir panel ülkesindeki şokların diğer yatay kesit birimlerini etkileyeceğini göstermektedir (Altıntaş vd., 2025, s. 7694). Ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı belirlendikten sonra, bu durumun panel veri analizini etkileyebileceği dikkate alınarak, çalışmanın ikinci aşamasında analizlerin ikinci nesil panel birim kök testleriyle devam edilmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır (Baltagi, 2008, s. 284).

4.5. Birim Kök Testi

Literatürde, değişkenlerin durağanlığını belirlemek için yatay kesit bağımlılığının varlığına göre iki kategoriye ayrılan birim kök testlerini kullanılmaktadır. Eğer kesitler bağımsız ise, birinci nesil testler, bağımlı olmaları durumunda ise ikinci nesil testler kullanılmaktadır (Aydın ve Bozatlı, 2022, s. 54185). Bu çalışmada ise, yatay kesit bağımlılığına duyarlı olan panel birim kök testlerinden biri, Pesaran'ın (2006) geliştirdiği yöntem $CADF$ (Cross-sectionally Augmented Dickey-Fuller) testi uygulanmaktadır. Bu test, panel veri setlerinde birimler arası bağımlılığı göz önünde bulundurarak daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini amaçlamaktadır. $CADF$ testi, hem birim sayısının gözlem sayısından fazla olduğu $N > T$ durumlarında hem de tersi olan $T > N$ durumlarında geçerliliğini korumaktadır. Bu yönüyle esnek bir yapıya sahip olan $CADF$ testinin istatistiksel formu aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$\gamma_{it} = (1 - \varphi_i)\mu_i + \varphi_i \gamma_{i,t-1} + u_{it} \quad (9)$$

$$i = 1, \dots, N \; ve \; t = 1, \dots, T \quad (10)$$

$$u_{it} = y_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

f_t; gözlemlenemeyen ortak şokları ifade ederken ε_{it} ise her bir birime özgü bireysel hata terimini ifade etmektedir. Bu yapıda, panel birim kök testine ilişkin hipotezler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır: (Aydın ve Bozatlı, 2022, s. 54186):

$$\Delta y_{it} = a_i + \beta_i y_{i,t-1} + y_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

H_0: $\beta_i = 0$ Bütün İ'ler için (Durağan değildir) (13)

H_1: $\beta_i < 0, i = 1,2, \dots \; N_1, \beta_i = 0, i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots \dots N$ (durağandır) (14)

Pesaran (2007), tarafından önerilen ikinci nesil birim kök testlerinden biri olan $CIPS$ testi, bu çalışmada kullanılmıştır (Altıntaş vd. 2025, s. 7691). Test istatistiğinin denklemi şekil 15'te gösterilmektedir.

$$\Delta y_{it}=\alpha_i + \beta_i y_{i,t-1}+c_i t+\sum_{j=1}^{p} d_{ij}\,\Delta y_{i,t-j}+g_i \bar{z}_t+e_{it} \quad (15)$$

Burada ($\bar{z}_t= \bar{q}_{t-1}, \Delta\,\bar{q}_t, \ldots\Delta\bar{q}_{t-p}$) ve Δ birinci fark operatörüdür. Pesaran'ın birim kök testi, her bir yatay kesit birimi (yani ülkeler) için $CADF$ değerlerini üretir ve panel genelinde bu değerlerin basit ortalamasını alarak $CIPS$ istatistiği ile hesaplanmaktadır.

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^{N} \tilde{t}_i \quad (16)$$

Değişkenlerin birim köklü olduğu varsayımını test eden H_0 hipotezi, değişkenlerin durağan olduğunu iddia eden alternatife karşı test edilmektedir (Altıntaş vd. 2025, s. 7691).

4.6. Sabit ve Rassal Etkiler: Hausman Testi

Panel veri analizinde sabit ve rassal etkiler modelleri arasındaki temel ayrım, birim etkiler ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon olup olmaması olarak bilinmektedir. Eğer açıklayıcı değişkenler ile birim sabit etkiler arasında anlamlı bir korelasyon söz konusuysa, sabit etkiler modeli tercih edilmektedir. Buna karşılık, söz konusu korelasyonun bulunmadığı durumlarda ise rassal etkiler modeli daha uygun ve etkin bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Hangi modelin daha uygun olduğunun belirlenebilmesi için Hausman testi kullanılmaktadır. Bu test, sabit ve rassal etkiler modelleri arasındaki ayrımın istatistiksel anlamlılığını değerlendirmek amacıyla, model seçiminde yön gösterici bir araç işlevi görmektedir. Hausman testine göre oluşturulan hipotezler şu şekilde ifade edilmektedir:

H_0: $E(u_{it}/X_{it}) = 0$ veya $E(\mu i / Xit) = 0$, $E(\lambda t/Xit) = 0$ Rassal etkiler modeli geçerlidir.

H_1: $E(uit / Xit) \neq 0$ veya $E(\mu i / Xit) \neq 0$, $E(\lambda t/Xit) \neq 0$ Sabit etkiler modeli geçerlidir.

Hausman testi çerçevesinde, H_0 hipotezinin kabul edilmesi, sabit etkiler ve rassal etkiler tahmincilerinin her ikisinin de tutarlı olduğu, ancak rassal etkiler modelinin daha etkin (daha düşük varyanslı) tahminler sunduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda, iki model arasındaki tahmin farkı istatistiksel olarak önemsizdir ve dolayısıyla rassal etkiler modeli tercih edilmesi gereken yöntem olarak öne çıkmaktadır. Buna karşılık, H_1 hipotezi altında sabit etkiler ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon bulunduğu kabul edilmektedir. Bu durumda, rassal etkiler tahmincileri sapmalı ve tutarsız hale gelirken, sabit etkiler modeli tutarlılığını korumakta ve doğru tercih olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, Hausman testi sonucu H_1 lehine çıkarsa, analizde sabit etkiler modeline yönelmek daha tutarlı olmaktadır (Güriş ve İmre, 2018).

Panel veri analizlerinde, modelin sabit etkiler mi yoksa rassal etkiler modeli mi olduğunun doğru şekilde belirlenmesi, sonraki aşamalarda yapılacak analizlerin güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu model seçimi, istatistiksel olarak Hausman testi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Hausman testi, sabit ve rassal etkiler modelleri tarafından üretilen tahminler arasındaki farkları değerlendirerek, hangi modelin tercih edilmesi gerektiğine karar verilmesini sağlamaktadır. Test, k serbestlik derecesine sahip ki-kare dağılımına dayanmaktadır. Ayrıca, bu test aynı zamanda paneldeki birimlere ait sabit etkiler ile modeldeki bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığını da ortaya koyarak, uygun model seçimini yönlendiren temel bir araç işlevi görmektedir (Baltagi, 2001, aktaran Sugözü ve Yaşar, 2020, s. 95). Hausman testi için oluşturulan hipotezler aşağıdaki gibidir:

H_0: Katsayılar arasındaki fark sistematik değildir (rassal etkiler modeli tercih edilmelidir).

H_1: Katsayılar arasındaki fark sistematiktir (sabit etkiler modeli tercih edilmelidir).

Dolayısıyla, H_0 hipotezinin reddedilmesi, sabit etkiler modeli ile rassal etkiler modeli arasında anlamlı farklar bulunduğunu ve rassal etkiler modelinin tutarsız sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu durumda, sabit etkiler modeli geçerli model olarak kabul edilmektedir (Sugözü ve Yaşar, 2020, s. 95).

4.7. Otokorelasyon Testi

Baltagi ve Wu (1999), panel veri analizinde hem sabit etkili hem de rassal etkili modellerde otokorelasyonun varlığını test edebilmek amacıyla LBI (Locally Best Invariant) test istatistiğini geliştirmektedir. Bu test, panel veri yapısına özgü olarak otokorelasyonun tespiti konusunda etkili bir araç sunmaktadır. Benzer şekilde, Bhargava, Franzini ve Narendranathan da panel veri modellerinde otokorelasyonun varlığını belirlemek amacıyla kullanılabilecek genelleştirilmiş Durbin-Watson testini geliştirmektedir. LBI testi gibi bu test de hem sabit etkiler

hem de rassal etkiler içeren modellerde uygulanabilmektedir (Ün, 2018, s. 83-84). Panel veri modellerinde, hata terimlerinin kendi geçmiş dönemlerine ait hata terimleriyle ilişki içinde olması durumu, zamansal korelasyon ya da daha yaygın ifadesiyle otokorelasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu tür bir yapı, seriler arasında bağımlılığın varlığını gösterirken, aynı zamanda modelde yer alan standart hata tahminlerinde sapmalara ve parametre tahminlerinin etkinliğinin azalmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla, panel veri analizlerinde güvenilir sonuçlara ulaşabilmek için otokorelasyonun varlığı mutlaka test edilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmada Baltagi-Wu (1999) Yerel En İyi Değişmez (LBI – Locally Best Invariant) testi ile Bhargava vd. (1982) Durbin-Watson testi uygulanmaktadır (Karakaş ve Acar, 2022, s. 145). Durbin-Watson ve LBI testlerinde, klasik anlamda bir olasılık değeri (p-değeri) hesaplanmamaktadır. Bunun yerine, test istatistiğinin 2'ye olan yakınlığı esas alınarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu bağlamda, test istatistiği 2'den belirgin şekilde küçük çıktığında, modelde otokorelasyonun varlığı kabul edilmektedir. Buna karşılık, test istatistiğinin 2'den büyük çıkması ise olası otokorelasyon olmadığına işaret etmektedir (Sugözü ve Yaşar, 2020, s. 96).

4.8. Heteroskedastisite (Değişen Varyans) Testi

Panel veri modellerinde, temel kabullerden biri hata terimlerinin birimler arasında sabit (homoskedastik) varyansa sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte uygulamada çoğu panel veri çalışması, homojen olmayan yatay kesit birimlerini barındırmaktadır. Bu heterojen yapı, ilgili modelin parametrelerinde de farklılaşmaya yol açmakta ve varyansların sabitliği varsayımının ihlal edilmesine neden olabilmektedir. Böyle bir durumda, değişen varyans (heteroskedastisite) göz ardı edilerek yapılan tahminlerde regresyon katsayıları hâlâ tutarlı olsa da, bu katsayıların etkinliği azalmakta ve hesaplanan standart hatalar sapmalı hale gelmektedir. Bu sorunun giderilmesi için, modele dirençli (robust) standart hatalar entegre edilmesi gerekmektedir. Birimler arası değişen varyans probleminin varlığını test etmenin yollarından biri ise, mevcut çalışmada da uygulanan modifiye edilmiş Wald testi olmaktadır (Ün, 2018, s. 76; Yerdelen Tatoğlu, 2020, s. 241). Uygulanacak ekonometrik analiz çerçevesinde, modelde değişen varyans (heteroskedastisite) problemin bulunup bulunmadığının ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, modelde heteroskedastisite bulunup bulunmadığını tespit etmek amacıyla modifiye edilmiş Wald testi uygulanmaktadır (Sugözü ve Yaşar, 2020, s. 96). Bu test, özellikle sabit etkiler modelinde birimler arası hata varyanslarının eşit olup olmadığını sınamak için kullanılmaktadır (Ün, 2018, s. 76):

H_0: Değişen varyans yoktur.

H_1: Değişen varyans vardır.

Wald testi, birimlere ait varyansların panel ortalamasıyla eşitlik gösterdiğini varsayan boş hipotez,

$H_0: \sigma_i^2 = \sigma^2$

İ= 1,2, …, N olmak üzere

$$W = \sum_{i=1}^{N} \frac{(\hat{\sigma}_i^2 - \sigma^2)^2}{V_i} \quad (17)$$

Eşitlik üzerinden test gerçekleştirilmektedir. Alternatif hipotez panel birimlerinden en az bir birimde eşitliği sağlamadığı şeklinde görülmektedir. İstatistiksel değerin hesaplanabilmesi için paneldeki birimlere ait varyanslar öncelikle tahmin edilmektedir.

$$\hat{\sigma}_i^2 = T_i^{-1} \sum_{t=1}^{T_i} e_{it}^2 \quad (18)$$

Hesaplanan bu varyans değeri bir düzeltme işleminden sonra,

$$V_i = T_i^{-1}(T_i - 1) \sum_{T=1}^{T_i} \left(e_{it}^2 - \sigma_i^2\right)^2 \quad (19)$$

Bu eşitlik esas alınarak analizde kullanılmaktadır. Testin nihai değerlendirmesi ise birim sayısının serbestlik derecesini oluşturduğu ki-kare dağılımıyla yapılmaktadır (Ün, 2018, s. 76) .

4.9. Driscoll-Kraay Tahmincisi

Çalışmada incelenen modelde, yatay kesit bağımlılığı tespit edildikten sonra, modele ilişkin yapılan testler sonucunda otokorelasyon ve heteroskedastisite (değişen varyans) varlığının mevcut olduğu ortaya konmaktadır. Bu üç yapısal sorunun birlikte varlığı, klasik panel veri tahmincilerinin geçerliliğini zayıflatmakta ve tahmin

sonuçlarının güvenilirliğini azaltmaktadır. Bu nedenle, çalışmanın devamında söz konusu sorunlara karşı eşzamanlı olarak dirençli tahminler üretebilen Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılmış ve model bu yöntemle yeniden tahmin edilmektedir (Ergün, 2024, s. 124). Panel veri analizlerinde sıkça karşılaşılan sorunlardan olan heteroskedastisite**,** otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılık, tahmin sonuçlarının güvenilirliğini ciddi biçimde zayıflatabilmektedir. Bu tür yapısal problemlerin etkilerini gidermek amacıyla, Driscoll ve Kraay (1998) tarafından geliştirilen regresyon tahmincisi bu çalışmada tercih edilmektedir. Söz konusu yöntem, hata terimlerinde zaman ve birim boyutunda ortaya çıkabilecek bağımlılık yapılarını dikkate alarak güvenilir ve sağlam standart hata tahminleri üretmektedir. Özellikle zaman boyutunun (T) büyük olduğu panel veri setlerinde etkili sonuçlar vermesiyle öne çıkan Driscoll-Kraay tahmincisi, hata terimlerinin hem birimler arası (i) hem de zaman boyutunda (t) bağımlılık gösterebildiği durumlar için geleneksel tahmin yöntemlerine kıyasla daha esnek ve güvenilir bir çözüm sunmaktadır (Hoechle, 2007, s. 284). Driscoll-Kraay tahmincisinin temel modeli şu şekilde ifade edilmektedir:

$$Y_{i,t} = a + \beta X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (20)$$

Bu modelde $Y_{i,t}$ i biriminin t dönemindeki bağımlı değişkenini, $X_{i,t}$ ise aynı birimin aynı zamandaki bağımsız değişken(ler)ini temsil etmektedir. A sabit terimi, β ise bağımsız değişkenlerin katsayılarını ifade ederken, Hata terimi ($\varepsilon_{i,t}$) heteroskedastisite, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılık gibi yapısal bozulmalar içerebilecek bir özelliğe sahip olmaktadır. Driscoll ve Kraay (1998) tarafından geliştirilen yöntem, modeldeki hata terimlerini analiz ederken şu varsayımları dikkate almaktadır. (1) Heteroskedastisite ($Var\ (\varepsilon_{i,t}\ ) \neq \sigma^2$), yani hata terimlerinin varyanslarının sabit olmaması durumu (2) Otokorelasyon ($Cov\ (\varepsilon_{i,t}\ , \varepsilon_{i,t-s})\ \neq 0$), Otokorelasyon, yani aynı birim içerisinde farklı dönemlere ait hata terimlerinin birbirine zamansal bağımlı olmaktadır. (3) Yatay kesit bağımlılık ($Cov\ (\varepsilon_{i,t}\ , \varepsilon_{j,t}\ ) \neq 0$), yani farklı birimler arasında aynı zamana ait hata terimlerinin bağımlılık göstermektedir. Driscoll-Kraay yöntemi, bu sorunların üstesinden gelebilmek amacıyla kovaryans matrisini yeniden tahmin edererek hesaplanmaktadır. Kovaryans matrisinin tahmini aşağıdaki gibi görülmektedir (Kuloğlu, 2025, s. 110):

$$\hat{\Omega} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\varepsilon_{i,t}\,\varepsilon_{i,t}K\frac{t}{T} \quad (21)$$

Burada K, genellikle Bartlett çekirdek fonksiyonu olarak adlandırılan bir ağırlık fonksiyonunu temsil etmektedir. Bu fonksiyon, zaman farkı arttıkça daha düşük ağırlık vererek uzak dönemler arasındaki otokorelasyon etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Bu sayede, özellikle zaman boyutu geniş olan panellerde daha güvenilir standart hata tahminleri elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Driscoll-Kraay yöntemi, geleneksel panel veri tahmin yöntemlerinin varsayımlarını aşan bir esneklik sunarak, hem heteroskedastisite, hem otokorelasyon, hem de çapraz bağımlılık gibi yapısal sorunlara karşı dayanıklılık göstermektedir. Bu çalışmada da, söz konusu avantajlarından dolayı Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılarak bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Yöntemin tercih edilmesinde, özellikle panel veri setinin uzun zaman boyutuna sahip olması, hata terimlerinde gözlemlenen kompleks bağımlılık yapılarının varlığı ve bu yapılar karşısında güvenilir ve sağlam standart hatalar üretebilme kapasitesi etkili olmaktadır. Geleneksel panel veri tahmincileriyle karşılaştırıldığında, Driscoll-Kraay tahmincisi, özellikle birimler arası heterojenliğin ve bağımlılığın bulunduğu durumlarda üstün bir performans sergileyerek daha güvenilir tahminler sunmaktadır (Driscoll ve Kraay, 1998, s. 552; Hoechle, 2007, s. 288).

4.10. Bulgular

Bu bölümde, MINT Ekonomilerinde LCC Hipotezinin Testi kapsamında elde edilen bulgular sunulmaktadır. Bulgular, panel veri analizine uygun olarak farklı testler ve tahmin yöntemleri çerçevesinde detaylı bir şekilde ele alınmaktadır.

Araştırma modelinin analiz bulguları kapsamında ilk olarak değişkenlere ilişkin betimleyici istatistiksel bilgiler Tablo 5'te gösterilmektedir. Buna göre model değişkenlerine ilişkin ortalama, medyan (ortanca), maksimum, minimum, standart hata, çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmaktadır. Analiz edilen dört ülkenin yük kapasitesi göstergesi olan ortalama LCF değeri 0,6704931'dir. Bu göstergenin en yüksek değeri 1,278261 olarak hesaplanmaktadır. Öte yandan, analiz edilen dönem aralığında ülkelere ilişkin verilerin standart hataları, değişkenlere ilişkin oynaklık veya dışsal şoklara karşı hassasiyeti göstermektedir. Çarpıklık ve basıklık değerleri ise değişkenlerin sergilediği dağılımı açıklamaktadır (Ergün, 2024, s. 121).

Tablo 5. Betimleyici İstatistiki Bilgiler (1990-2021)

Değişken	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minimum	Std. Hata	Çarpıklık	Basıklık
LCF	0,6704931	0,6143474	1,278261	0,3804046	0,1992736	1,047381	3,619748
GSYİH	5522,711	4574,94	13449,93	1429,012	3582,537	0,3327422	1,568737
GSYİH²	4,32e+07	2,14e+07	1,81e+08	2,04e+06	4,47e+07	0,7873406	2,520855
NR	6,693445	4,871709	34,2695	0,1439216	6,675177	1,419534	4,964764

MINT ekonomilerinde hata terimleri arasında yatay kesit bağımlılığının bulunduğunu göstermektedir. Tablo 6'da görüldüğü gibi LM, LM_{CD} ve LM_{adj} testleri, paneldeki ülkelerin benzer çevresel, ekonomik veya yapısal sorunlara ortak tepki verdiğini göstermektedir.

Tablo 6. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri

Test Adı	Test İstatistiği	p-değeri	Sonuç
Breusch-Pagan ($\boldsymbol{LM}$)	40,38	0,0000	H_0 Reddedildi (Bağımlılık Var)
Pesaran CD ($\boldsymbol{LM_{CD}}$)	6,184	0,0000	H_0Reddedildi (Bağımlılık Var)
Bias-Adjusted LM ($\boldsymbol{LM_{adj}}$)	27,01	0,0000	H_0Reddedildi (Bağımlılık Var)

Değişkenler için paneli meydana getiren ülkeler düzeyinde yatay kesit bağımlılığının bulunduğuna varıldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu doğrultuda, literatürde önerildiği üzere serilerin durağan olup olmadığının değerlendirilmesinde, ikinci kuşak panel birim kök testi olan Pesaran $CADF$ ve $CIPS$ (Cross-sectional Augmented IPS) testleri uygulanmaktadır. Uygulanan testten elde edilen bulgular tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7. Birim Kök Testleri

Değişken	Pesaran CADF	CIPS Testi	Durağanlık
LCF	-6,112	-6,043	Durağan
GSYİH	-4,936	-3,789	Durağan
GSYİH²	-4,809	-3,097	Durağan
NR	-5,821	-5,427	Durağan

Hausman testine ilişkin bulgular Tablo 8'de sunulmaktadır. Tablo 8 değerlendirildiğinde, katsayı farklılıklarının sistematik olmadığı ve rassal etkiler modelini taşıdığını öne süren H_0 hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Bu sonuca göre, katsayı farklılıklarının sistematik olduğunu ve modelin sabit etkiler modeline dayandığını gösteren H_1 hipotezi geçerli sayılmaktadır. Ayrıca, söz konusu modelde yer alan değişkenler modelin genel yapısı için kullanılan yatay kesit bağımlılığı testlerinin sonuçları da dikkate alındığında, Hausman testi ile birlikte modelin sabit etkiler yapısına sahip olduğu açık biçimde ortaya konmaktadır.

Tablo 8. Hausman Testi

Hausman Testi	Chi2(2)	Prob>chi2
	78,03	0,0000

Tablo 9'da modele ilişkin otokorelasyon sonuçları yer almaktadır. Modele yönelik otokorelasyon test bulguları değerlendirildiğinde, incelenen test istatistiklerinin 2'den düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun sonucunda, panel veri yapısında otokorelasyonun varlığına işaret etmektedir.

Tablo 9. Otokorelasyon Testi

Otokorelasyon	Katsayı
Durbin-Watson	0,43744715
Baltagi-Wu LB	0,60741604

Modele ilişkin değişen varyans problemini tespit etmek amacıyla sabit etkili regresyon modeli kapsamında grupsal heteroskedastisiteye yönelik olarak uygulanan modifiye edilmiş Wald testi bulgularına yer verilen Tablo 10 incelendiğinde, heteroskedastisitenin olmadığına işaret eden H_0 hipotezinin reddedildiği ve buna karşılık heteroskedastisitenin varlığını ifade eden H_1hipotezinin kabul edildiği görülmektedir. Bu sonuç doğrultusunda, analizde kullanılan modelde değişen varyans (heteroskedastisite) sorununun bulunduğu görülmektedir.

Tablo 10. Heteroskedastisite (Değişen Varyans)

H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i	
chi2 (4)	128,99
Prob>chi2	0,0000

4.11. Driscoll-Kraay Tahmincisi Test Sonuçları

Driscoll-Kraay tahminine göre gdppc negatif, gdppckare pozitif ve her ikisi de anlamlı olmaktadır. Bu da gelir ile LCC arasında U şekilli bir ilişki olduğunu göstererek LCC hipotezini desteklemektedir. Ayrıca nr değişkeni negatif ve anlamlıdır, bu da doğal kaynak rantı arttıkça LCC'nin azaldığını yani kaynak kullanımının çevreyi olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır.

Tablo 11. Driscoll-Kraay Testi

Bağımlı değişken= LCF	**Katsayı**	**Std. Hata**	***t* İstatistiği**	**Olasılık**
GSYİH	-0,0001123	0,0000227	-4,95	0,000
GSYİH²	4,50e-09	1,37e-09	3,30	0,002
NR	-0,0155817	0,0033984	-4,59	0,000
Sabit terim	1,200494	0,1042114	11,52	0,000
R^2	0,5842			0,000
F İstatistiği sırasıyla %1 ve %5'te anlamlı	12,42			

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada, MINT ekonomilerinde (Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye) ekonomik büyüme ve doğal kaynak rantının yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkisi incelenmekte, elde edilen bulgular LCC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Kişi başına gelir ile LCC arasındaki U-biçimli ilişki, bu ülkelerde ekonomik kalkınmanın belirli bir düzeyinden sonra çevreye duyarlı teknolojilerin ve sürdürülebilir politikaların etkili olmaya başladığını ortaya koymaktadır. MINT ekonomilerinde ekonomik büyümenin ve toplam doğal kaynak rantının yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkisi incelenmekte olup LCC hipotezi panel veri analizi yöntemiyle test edilmektedir. Çalışmada, Yatay kesit bağımlılığı testleri, Breusch- Pagan LM, Pesaran CD ve Bias-Adjusted LM testleri yapılmaktadır. Testlerin sonucunda, ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır. Paneli oluşturan ülkeler arasında ortak şoklara karşı duyarlılığın bulunduğunu ve dolayısıyla ikinci nesil panel veri yöntemlerinin kullanılmasının gerekli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS ve CADF testleri aracılığıyla birim kök testleri yapılmaktadır. Sabit ve rassal etkiler modelleri arasında seçim yapabilmek içi Hausman testi yapılmaktadır. Test sonucunda sabit etkiler modelinin tutarlı olduğu açık bir biçimde ortaya konmaktadır. Panel veri analizinde hem sabit hem de rassal etkili modellerde geçerli olan otokorelasyonun varlığını test etmek amacıyla Durbin- Watson ve Baltagi-Wu LB testi yapılmış ve sonucunda otokorelasyon varlığı tespit edilmektedir. Analizde değişen varyans (heteroskedastisite) var olup olmadığını tespit etmek amacıyla sabit etkiler modelinde geçerli olan modifiye edilmiş Wald testi uygulanmaktadır. Test sonucunda değişen varyans (heteroskedastisite) sorunun olduğu tespit edilmektedir. Analizde yatay kesit bağımlılığı tespit edildikten sonra modele ilişkin yapılan testler sonrasında otokorelasyon ve değişen varyans (heteroskedastisite) varlığının tespiti sonucunda bu üç duruma dirençli olan Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılmaktadır. Test sonucunda kişi başına gelir ile LCF arasında anlamlı ve U biçimli bir ilişki olduğunu, dolayısıyla LCC hipotezinin MINT ülkeleri için geçerli olduğunu göstermektedir. Ayrıca doğal kaynak rantı çevresel kaliteyi olumsuz etkilerken, ekonomik büyümenin ileri aşamalarında çevre dostu teknolojilerin ve sürdürülebilir politikaların çevresel kaliteyi artırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Elde edilen bu bulgular, literatürde yer alan bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Özellikle Doğan ve Pata (2022), Pata ve Kartal (2023), Yang vd. (2024) ve) Ergün (2024) tarafından yapılan

çalışmalar da ekonomik büyüme ile çevresel göstergeler arasında benzer şekilde U şeklinde ilişkiler tespit edilmektedir. Bu yönüyle mevcut çalışma, LCC hipotezinin geçerliliğini farklı bir ülke grubu olan MINT ekonomileri için de desteklemektedir. Elde edilen sonuçlar, MINT ülkelerinin ekonomik ve yapısal özellikleri çerçevesinde değerlendirildiğinde daha anlamlı hale gelmektedir. Bu ülkeler sanayileşme sürecinde olan, enerji talebi yüksek ve çevresel düzenlemeleri görece gelişim aşamasında olan ekonomilerdir. Bu nedenle ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel bozulmanın artması beklenen bir durum olarak görülmektedir. Ancak gelir seviyesinin artmasıyla birlikte çevre dostu teknolojilerin benimsenmesi, yenilenebilir enerji yatırımlarının artması ve çevre politikalarının güçlenmesi, uzun dönemde çevresel kalitenin iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede analiz edilen ülkelerdeki, Doğal kaynak gelirlerinin bir kısmının yenilenebilir enerji yatırımlarına ve yeşil teknoloji Ar-Ge'sine yönlendirilmesi önem arz etmektedir. Çevre dostu üretim süreçlerini teşvik edecek vergi indirimleri ve karbon fiyatlandırma mekanizmalarının uygulanması önem arz etmektedir. Sürdürülebilir büyümeyi destekleyecek çevre bilinci yüksek eğitim ve farkındalık politikalarının geliştirilmesi ve enerji verimliliğini artırıcı altyapı yatırımlarına öncelik verilmesi önerilmektedir. Ayrıca ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre tahribatının arttığı göz önüne alındığında, büyüme ile çevre arasında bir denge kurulması gerekmektedir. Bu dengeyi sağlamak için çevre politikalarının uzun vadeli kalkınma stratejilerine entegre edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, Tablo 1'de ekonomik göstergeler 2024 yılına kadar sunulmasına rağmen, ekonometrik analizde kullanılan verilerin Global Footprint Network veri kısıtı nedeniyle 2021 yılı ile sınırlı olması önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrasında küresel ölçekte ekonomik toparlanma süreci, enerji talebinde artış, üretim ve ticaret hacmindeki genişleme ile birlikte doğal kaynak kullanımında belirgin değişimler yaşanmaktadır. Bu gelişmelerin çevresel göstergeler ve yük kapasitesi üzerindeki etkileri dikkate alındığında, analiz dönemine 2021 sonrası verilerin dahil edilmesi durumunda elde edilen bulguların farklılaşabileceği değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, pandemi sonrası dönemin çevresel ve ekonomik etkilerinin gelecekteki çalışmalarda daha kapsamlı şekilde ele alınması önem arz etmektedir. Bu bağlamda çalışmada toplam doğal kaynak rantı değişkeni kullanılmış olmakla birlikte, MINT ülkelerinde doğal kaynakların özellikle Nijerya'nın petrol ağırlıklı bir yapıya sahip olduğu, Türkiye'nin ise daha sınırlı düzeyde maden ve kömür kaynaklarına dayandığı görülmektedir. Bu durum, doğal kaynakların çevresel etkilerinin kullanılan kaynak türüne bağlı olarak değişebileceğine işaret etmektedir. Bu bağlamda, gelecek çalışmalarda doğal kaynak rantlarının fosil yakıt ve mineral rantları gibi alt bileşenlere ayrıştırılarak incelenmesi, daha kapsamlı ve karşılaştırılabilir sonuçların elde edilmesine katkı sağlaması önem arz etmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma MINT ülkelerinde LCC hipotezinin geçerli olduğunu ve toplam doğal kaynak rantının LCC'yi olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Bulgular, ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel baskıların arttığını, ancak gelir düzeyi yükseldikçe çevre dostu teknolojiler ve sürdürülebilir politikalar sayesinde çevre kalitesinin iyileştiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, gelişmekte olan ülkelerde LCC ilişkisinin U şeklindeki yapısını desteklerken, doğal kaynak rantının çevresel bozulmayı artırabileceğini göstermektedir. Bu çerçevede, MINT ülkelerinde doğal kaynak gelirlerinin yenilenebilir enerji ve yeşil teknoloji yatırımlarına yönlendirilmesi, karbon fiyatlandırma ve çevre dostu üretim teşviklerinin uygulanması ile enerji verimliliğini artıran politikaların geliştirilmesi önem arz etmektedir. Böylece ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında daha dengeli ve uzun vadeli bir yapı oluşturulabilmektedir.

YAZARLARIN BEYANI

Katkı Oranı Beyanı: Çalışmaya birinci yazar %60 oranında, ikinci yazar %40 oranında katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

Etik Beyanı: Etik kurul belgesi gerektiren bir çalışma değildir.

DECLARATION OF THE AUTHORS

Declaration of Contribution Rate: The first author contributes 60% while the second author contributes 40%.

Declaration of Support and Thanksgiving: No support is taken from any institution or organization.

Declaration of Conflict: There is no potential conflict of interest in the study.

Declaration of Ethics: The study does not necessitate an approval of ethical committee.

KAYNAKÇA

Adebayo, T. S., Rjoub, H., Akadiri, S. S., Oladipupo, S. D., Sharif, A. ve Adeshola, I. (2022). The role of economic complexity in the environmental Kuznets curve of MINT economies: Evidence from method of moments quantile regression. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(16), 24248-24260. https://doi.org/10.1007/s11356-021-17524-0

Akatay, A. ve Aslan, Ş. (2008). Yeşil yönetim ve işletmeleri ISO 14001 sertifikası almaya yönelten faktörler. *DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,10*(1), 313-339.

Alola, A. A., Özkan, O. ve Usman, O. (2023). Role of non-renewable energy efficiency and renewable energy in driving environmental sustainability in India: Evidence from the load capacity factor hypothesis. *Energies*, *16*(6), 1-16. https://doi.org/10.3390/en16062847

Altıkat, A., Torun, F. E. ve Bayram, T. T. (2011). Küresel kirlilik: Dünya Avrupa Birliği ve Türkiye'de hava kirliliği örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, *27*(2), 134-149.

Altın, B. K. ve Kırçova, İ. (2024). Çevresel sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik bilincinin ve algılanan tüketici etkinliğinin sürdürülebilir tüketim bağlamında incelenmesi. *Business ve Management Studies: An International Journal*, *12*(3), 571-599. https://doi.org/10.15295/bmij.v12i3.2399

Altıntaş, N., Açıkgöz, F. ve Yeniyurt, M. (2025). Investigating the LCC hypothesis in the middle East North Africa and Türkiye (Menat): Evidence from second-generation panel techniques. *Environment, Development and Sustainability*, 27(3), 7681-7700. https://doi.org/10.1007/s10668-023-04216-7

Arı, A. ve Zeren, F. (2011). CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme: Panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, *18*(2), 37-47.

Atılgan, D. (2025). Doğal kaynak rantı, ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, *32*(2), 207-224. https://doi.org/10.18657/yonveek.1538023

Aydın, M. ve Bozatlı, O. (2022). Do transport taxes reduce air pollution in the top 10 countries with the highest transport tax revenues? A country-specific panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(36), 54181-54192. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19651-8

Baltagi, B. H., ve Wu, P. X. (1999). Unequally spaced panel data regressions with AR (1) disturbances. Econometric theory, 15(6), 814-823. https://doi.org/10.1017/S0266466699156020

Baltagi, B. H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data* (4. Baskı). West Sussex John Wiley & Sons.

Balteanu, D. ve Doguru, D. (2011). Geographical perspectives on human-environment relationships and anthropic pressure indicators. *Romanian Journal of Geography*, *55*(2), 69-80.

Bhargava, A., Franzini, L. ve Narendranathan, W. (1982). Serial correlation and the fixed effects model. The review of economic studies, 49(4), 533-549. https://doi.org/10.2307/2297285

BP. (2025). *Statistical review of world energy 2025*. https://www.energyinst.org/statistical-review adresinden 3 Temmuz 2025 tarihinde alınmıştır.

Breusch, T. S., ve Pagan, A. R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. The Review of Economic Studies, 47(1): 239-253. https://doi.org/10.2307/2297111

Canh, N., P. Schinckus, C. ve Thanh, S. D. (2020). The natural resources rents: is economic complexity a solution for resource curse?. *Resources Policy*, *69*(101800), 1-12. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101800

Çamkaya, S. (2024). LCC hipotezi çerçevesinde çevresel kalite ve kentleşme arasındaki ilişki: Türkiye'den ampirik kanıtlar. *Fiscaoeconomia*, *8*(2), 739-760. https://doi.org/10.25295/fsecon.1435550

Çokadar, H., Türkoğlu, A. ve Gezer, K. (2009). Çevre bilimi. M. Aydoğdu ve K. Gezer (Ed.), *Çevre sorunları* içinde (s. 86-96). Ankara Anı Yayıncılık.

Daştan, M. (2024). Enerji güvenliği ve jeopolitik riskin Türkiye'nin çevre kalitesi üzerindeki rolü: Yeni nesil fourier terimli genişletilmiş ARDL modelinden kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, *8*(2), 262-284. https://doi.org/10.29216/ueip.1471751

Doğan, A. ve Pata, U. K. (2022). The role of ICT, R&D spending and renewable energy consumption on environmental quality: Testing the LCC hypothesis for G7 countries. *Journal of Cleaner Production*, *380*(135038), 1-11. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135038

Driscoll, J. C. ve Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, *80*(4), 549-560. https://doi.org/10.1162/003465398557825

Erdoğan, S. (2024). On the impact of natural resources on environmental sustainability in African countries: A comparative approach based on the EKC and LCC hypotheses. *Resources Policy*, *88*(104492), 1-10. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104492

Ergün, T. (2024). İslami bankacılık, yenilenebilir-yenilenemez enerji ile ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki rolü: Seçilmiş ülkeler için lcc hipotezinin test edilmesi. *Kocatepe İslami İlimler Dergisi*, *7*(3), 106-131. https://doi.org/10.52637/kiid.1513288

Gana, A. J. ve Toba, A. P. (2015). Environmental pollution and sustainability. *Journal of Research in Environmental Science and Toxicology*, *4*(1), 1-9. http:/dx.doi.org/10.14303/jrest.2014.127

Global Footprint Network. (2024). *Compare Countries*. https://www.footprintnetwork.org adresinden 10 Ekim 2024 tarihinde alınmıştır.

Goodland, R. (1995). The concept of environmental sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *26*(1995), 1-24.

Guliyev, H. (2025). Using machine learning techniques to test the load capacity curve hypothesis: A classifier-lasso application on global panel data. *Biophysical Economics and Sustainability*, *10*(1), 1-18. https://doi.org/10.1007/s41247-025-00123-9

Güloğlu, B., Caglar, A. E. ve Pata, U. K. (2023). Analyzing the determinants of the load capacity factor in OECD countries: Evidence from advanced quantile panel data methods. *Gondwana Research*, *118*(2023), 92-104. https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.02.013

Güneysu, Y. (2023). Türkiye'de finansal gelişme, küreselleşme ve sanayileşmenin yük kapasite faktörü üzerindeki etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *14*(3), 934-946.

Güriş, S. ve İmre, S. (2018). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin büyümeye etkisi: Panel veri uygulaması. *19. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu*, *2018*(1), 33-55.

Haciimamoglu, T. (2025). Investigating the EKC and LCC hypotheses for BRICS countries: The role of economic complexity in environmental degradation. *In Natural Resources Forum Oxford, UK: Blackwell Publishing LTD*. *2025*(1), 1-17. https://doi.org/10.1111/1477-8947.70013

Hoechle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. *The Stata Journal*, *7*(3), 281-312. https://doi.org/10.1177/1536867X0700700301

Kangal, N. Eroğlu, İ. ve Çoban, M. N. (2018). İş yapma kolaylığı kapsamında MINT ülkeleri üzerine bir değerlendirme. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *13*(2), 21-48.

Karakaş, A. ve Acar, M. (2022). Ticari bankalarda likidite ve kârlılık ilişkisi: Türk Bankacılık sektörü üzerine bir uygulama. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, *16*(2), 139-171. https://doi.org/10.46520/bddkdergisi.1178316

Keleş, R. Y. (1994). Kent ve çevre haklarının korunması üzerine gözlemler. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, *49*(03), 1-7. https://doi.org/10.1501/SBFder_0000001726

Kıran, M., Naeem, M. A. ve Rabbani, M. R. (2025). Evolving dynamics of ecological sustainability: Investigating ESG investments and governance quality in G8 nations. *Journal of the Knowledge Economy*, 2025(1), 1-29. https://doi.org/10.1007/s13132-024-02325-w

Koçbulut, Ö. ve Altıntaş, H. (2016). İkiz açıklar ve Feldstein-Horioka hipotezi: OECD ülkeleri üzerine yatay kesit bağımlılığı altında yapısal kırılmalı panel eşbütünleşme analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *2016*(48), 145-174.

Kuloğlu, A. (2025). Yeşil büyüme ve finansal gelişme: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin kapsamlı analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2025(70), 107-113. https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.1589556

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. ve Behrens, W. W. (1972). *The limits to growth: A report for the club of Rome's project on the predicament of mankind.* New York, Universe Books.

Menyah, K., Nazlioglu, S. ve Wolde-Rufael, Y. (2014). Financial development, trade openness and economic growth in African countries: New insights from a panel causality approach. *Economic Modelling*, *37*(2014), 386-394. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.11.044

Meriç, M. (2024). Gelişmekte olan ülkelerde mali lanet. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, *10*(2), 166-178.

Moiseenko, T., Sharov, A., Voinov, A. ve Shalabodov, A. (2012). Long-term changes in the large lake ecosystems under pollution: The case of the North-East European lakes. *Geography Environment Sustainability*, *5*(1), 67-83. https://doi.org/10.24057/2071-9388-2012-5-1-67-83

Naseer, A., Su, C. W., Mirza, N. ve Li, J. P. (2020). Double jeopardy of resources and investment curse in South Asia: Is technology the only way out?. *Resources Policy*, *68*(101702), 1-9. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101702

Nazlıoğlu, S., Lebe, F. ve Kayhan, S. (2011). Nuclear energy consumption and economic growth in OECD countries: Cross-sectionally dependent heterogeneous panel causality analysis. *Energy Policy*, *39*(10), 6615-6621. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.007

Okere, K. I., Dimnwobi, S. K. ve Fasanya, I. O. (2025). Pathways to environmental sustainability: exploring the role of FinTech, natural resources and globalization in North Africa. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *32*(4), 446-464. https://doi.org/10.1080/13504509.2025.2481222

Özer, M. ve Çiftçi, N. (2015). Ar-Ge harcamaları ve ihracat ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *23*(3), 39-50.

Pata, U. K. (2021). Do renewable energy and health expenditures improve load capacity factor in the USA and Japan? A new approach to environmental issues. *The European Journal of Health Economics*, *22*(9), 1427-1439. https://doi.org/10.1007/s10198-021-01321-0

Pata, U. K. ve Işık, C. (2021). Determinants of the load capacity factor in China: a novel dynamic ARDL approach for ecological footprint accounting. *Resources Policy*, *74*(102313), 1-12. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102313

Pata, U. K. ve Balsalobre-Lorente, D. (2022). Exploring the impact of tourism and energy consumption on the load capacity factor in Türkiye: A novel dynamic ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(9), 13491-13503. https://doi.org/10.1007/s11356-021-16675-4

Pata, U. K. ve Ertuğrul, H. M. (2023). Do the Kyoto Protocol, geopolitical risks, human capital and natural resources affect the sustainability limit? A new environmental approach based on the LCC hypothesis. *Resources Policy*, *81*(103352), 1-11. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103352

Pata, U. K. ve Kartal, M. T. (2023). Impact of nuclear and renewable energy sources on environment quality: Testing the EKC and LCC hypotheses for South Korea. *Nuclear Engineering and Technology*, *55*(2), 587-594. https://doi.org/10.1016/j.net.2022.10.027

Pata, U. K., Kartal, M. T., Erdogan, S. ve Sarkodie, S. A. (2023). The role of renewable and nuclear energy R&D expenditures and income on environmental quality in Germany: Scrutinizing the EKC and LCC hypotheses with smooth structural changes. *Applied Energy*, *342*(121138), 1-13. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121138

Pata, U. K. ve Samour, A. (2023). Assessing the role of the insurance market and renewable energy in the load capacity factor of OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(16), 48604-48616. https://doi.org/10.1007/s11356-023-25747-6

Pata, U. K. ve Tanrıöver, B. (2023). Is the load capacity curve hypothesis valid for the top ten tourism destinations?. *Sustainability*, *15*(2), 1-15. https://doi.org/10.3390/su15020960

Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. Cambridge Working Papers. *Economics*, *1240*(1), 1-41. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.572504

Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. Econometrica, *74*(4), 967-1012. https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00692.x

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

Pesaran, M., Hashem, A. U. ve Takashi Y. (2008). A bias-adjusted lm test of error cross-section ındependence. *Econometrics Journal*, *11*(1), 105-127. https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x

Prasad, M., Mishra, T. ve Bapat, V. (2019). Corporate social responsibility and environmental sustainability: Evidence from India using energy intensity as an indicator of environmental sustainability. *IIMB Management Review*, *31*(4), 374-384. https://doi.org/10.1016/j.iimb.2019.07.014

Sayan, İ. (2024). Döngüsel ekonomi yaklaşımıyla sağlık sektöründe atık yönetiminin dönüşümü: Politika ve uygulama önerileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, *15*(44), 1421-1438. https://doi.org/10.21076/vizyoner.1467205

Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F. ve Ortega, E. (2010). Convergence of ecological footprint and emergy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, *15*(10), 3182-3192. https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2009.10.027

Sugözü, İ. H. ve Yaşar, S. (2020). Enflasyon ve faiz ilişkisi: OECD ülkeleri üzerine panel regresyon ve nedensellik analizleri. *Maliye Dergisi*, *2020*(179), 85-105.

T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2025). *Çevre, iklim değişikliği ve suya dair sürdürülebilir kalkınma hedefleri.* https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa adresinden 10 Mayıs 2025 tarihinde alınmıştır.

UNEP. (1972). *Decleration of the United Nations conference on the human environment Stockholm.* https://www.unep.org/news-and-stories/speech/stockholm-declaration-and-environmental-law adresinden 2 Ağustos 2025 tarihinde alınmıştır.

Ülger, M. (2025). MINT ülkelerinde ekonomik büyüme ve çevre: Doğal kaynak, finansal gelişme ve üretim katma değerinin rolü nedir?. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, *2025*(47), 103-124. https://doi.org/10.18092/ulikidince.1549074

Ün, T. (2018). Uygulamalı panel veri ekonometrisi. S. Güriş (Ed.), *Panel veri modellemelerinin varsayımlarının testi* içinde (s. 75-101). İstanbul Der Kitabevi Yayınevi ve Dağıtım.

World Bank. (2024). *World development indicators*. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators# adresinden 10 Ekim 2024 tarihinde alınmıştır.

World Bank. (2025). *World development indicators*. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators# adresinden 26 Ekim 2025 tarihinde alınmıştır.

Yang, M., Magazzino, C., Awosusi, A. A. ve Abdulloev, N. (2024). Determinants of load capacity factor in BRICS countries: A panel data analysis. *In Natural Resources Forum Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 48*(2),525-548. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12331

Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). *Panel veri ekonometrisi* (5. Baskı). Beta Basım Yayım.