Uşak Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi
2025; 5(2); 251-265

Journal of The Faculty of Applied Sciences of Uşak University
2025; 5(2); 251-265

Makale Türü: Araştırma Makalesi

DİJİTALLEŞMENİN İNSANİ GELİŞMEYE ETKİLERİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR İNCELEME

[1]Zerife YILDIRIM

Öz

Ülkelerin kalkınmasında nihai amaç vatandaşlarının sosyal refah düzeylerini yükseltmektir. Yüksek refah düzeyine sahip toplumların insani gelişmişlik seviyeleri de yüksek olmaktadır. İnsani gelişmişliği etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Dijitalleşme de bu gelişmişliğe her alanda nüfuz eden önemli faktörlerden biridir. Dijitalleşme ve dijital teknolojik araçların günlük yaşamda kullanım düzeyindeki artışların insani gelişmişlik düzeyini nasıl etkilediği bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Bu kapsamda, dijital teknolojik araçların kullanımıyla temsil edilen İnsan Sermayesi Endeksi (ISE), Çevrimiçi Hizmetler Endeksi (CHE) ve Araştırma-Geliştirme (ARGE) harcamalarının İnsani Gelişme Endeksi (IGE) üzerindeki etkileri, 2010-2021 dönemine dair seçilen 15 OECD ülkesi için panel veri analizi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada sırasıyla, yatay kesit bağımlılığı, durağanlık (birim kök testleri) ve katsayıların homojenliği incelenmiştir. Ayrıca incelenen değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ve nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi ve nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Buna göre, IGE ile ISE arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer bir nedensellik ilişkisi CHE'den IGE'ye tek yönlü olarak gerçekleşmiştir. Analizlere dahil edilen değişkenler IGE'yi açıklamakta veya IGE üzerinde nedensel bir etkiye sahip olmaktadır. Diğer taraftan ARGE değişkeni için herhangi bir nedensel ilişki bulunamamıştır.
Anahtar Kelimeler: İnsani Gelişme Endeksi, Dijital Teknolojik Araçların Kullanımı, Eşbütünleşme Analizi, Nedensellik Analizi

The Impacts of Digitalization on Human Development: An Empirical Examination on OECD Countries

Abstract

The ultimate goal in the development of countries is to raise the social welfare levels of their citizens. Societies with high welfare levels also have high levels of human development. Many factors influence human development. Digitalization is one of the important factors permeating this development in every field. This study focuses on how digitalization and the increasing use of digital technological tools in daily life affect the level of human development. In this context, the effects of the Human Capital Index (HCI) represented by the use of digital technological tools, the Online Services Index (OSI), and the impact of Research-Development(R&D) expenditures on the Human Development lndex (HDI) were examined using panel data analysis for 15 selected OECD countries for the period 2010–2021. ln the study, cross-sectional dpendence, stationarity (unit root tests), and coefficient homogeneity were examined sequentially. Furthermore, the cointegation relationship and the causality relationship among the variables under investigation were analyzed. According to the analysis results,

[1]Doç. Dr., Harran Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, zerifeyildirim@harran.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2478-2823.

Makale Gönderim Tarihi / Received Date: 15.12.2025
Makale Kabul Tarihi / Accepted Date: 30.12.2025

there is a cointegration relationship and a causal relationship between the variables. Accordingly, a bidirectional causal relationship was found between HDI and HCI. Another causal relationship occurred unidirectionally from OSI to HDI. The variables included in the analyzes explain the HDI or have a causal effect on the HDI. On the other hand, no causal relationship was found for the R&D variable.
Keywords: Human Development Index, Use of Digital Technological Tools, Cointegration Analysis, Causality Analysis.

GİRİŞ

İnsani gelişme bir ülkenin sosyal refahının temel göstergesidir. Çünkü sosyal refahın yüksek olması bir ulusun kalkınmasının hem temel unsurlarından biridir hem de nihai amacıdır(UNDP, 2018: 2). İnsani Gelişme Endeksi(IGE), sosyal yaşamın temel alanlarında ülke performansını değerlendiren ve gösteren gelişmiş bir ölçüttür. IGE, genel anlamda ekonomik performansı ve toplumsal refahı birlikte değerlendiren bir gösterge olup, bireylerin yaşam kalitesi ve genel refah düzeyleri hakkında daha geniş bir yaklaşım sunmaktadır. Böylece ekonomik ölçütlerin ötesinde insan odaklı bir kalkınma modelini tasvir etmektedir (Banday ve Kocoglu, 2023: 1560). UNDP'nin (2025) raporuna göre dünya nüfusunda önemli artışlar gözlemlenirken, son on yılda düşük insani gelişim düzeyine sahip bireylerin sayısı önemli ölçüde azalmıştır. Bu gelişmelerle birlikte çok yüksek insani gelişme düzeyine sahip bireylerin sayısında da dikkate değer düzeyde artışlar gözlemlenmiştir.

IGE, yalnızca ekonomilerin büyümesi ya da daralması ile değil aynı zamanda ülkelerin sosyoekonomik özelliklerini kapsamlı bir şekilde değerlendiren istatistiksel bir ölçümdür (Javaid vd., 2018: 357; Fakhri vd., 2024: 154). IGE'den sağlanan bu kapsamlı bilgi hükümetlerin politika geliştirme süreçlerini etkileyerek toplumun ihtiyaçlarına uygun sosyal politikalar tasarlamasına imkân sağlamaktadır (Vıcıl ve Konukman, 2022: 235). Bu kapsamlı gösterge; ülkelerin sağlık, eğitim ve yaşam standartları gibi temel sosyal ve ekonomik durumlarına dair bilgilerden oluşmaktadır (Omodero, 2019: 53; Linhartová, 2020: 3-4; Gulcemal, 2020: 339).

İnsani gelişimde artan iyileşmeler küresel düzeyde IGE farklılıklarını azaltmaktadır. 2008–2009 küresel ekonomik krizi, 2021 pandemi dönemiyle bulaşıcı hastalıklar, doğal afetler ve bölgesel çatışmalar gibi etkenler bu iyileşme sürecini yavaşlatmıştır. Bu ve benzeri küresel ve bölgesel olumsuzluklar, IGE ilerlemesinde hâlâ temel zorluklar olarak varlığını sürdürmektedir (Vıcıl ve Konukman, 2022: 237).

İnsani gelişme indeksi bileşenlerini oluşturan faktörlerin yanı sıra günümüz kaçınılmaz gelişmelerinden, dijital teknolojik ilerlemeler ve insanların bu imkanları kullanım oranlarındaki artışlar da IGE üzerinde etkili olmaktadır. Bu yeni dönem için gelişimin ve kalkınmanın önemli bir parçası haline gelen dijital dönüşüm, ülkeleri bu imkanları kullanım oranlarına göre değerlendirmeye imkân tanımaktadır. Ülkelerin; dijitalleşme, Endüstri 4.0, nesnelerin interneti, yapay zekâ ve büyük veri analizi gibi teknolojileri kullanımı, üretim süreçlerinde daha akıllı, esnek ve optimize hareket etmelerini sağlamakta bu durum madde, zaman ve enerji israfını azaltmaktadır (Schwab, 2024: 29). Dijital teknolojik imkanların kullanımı ekonomik süreçlerin iyileştirilmesini, kaynak yönetiminin takibini ve

etkinliğin yükseltilmesini sağlamıştır (Lange vd., 2020: 176). E-devlet uygulamaları, dijital kamusal hizmetler, dijital altyapı yatırımları ve insan kaynağının dijital yetkinliklerle güçlendirilmesi, hem kaynakların verimli kullanımını artırmakta hem de sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli katkılar sağlamaktadır (Birleşmiş Milletler, 2022: 165-168; Şentürk, 2025: 759).

Bu araştırmada dijitalleşmenin insani gelişim endeksi üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla Birleşmiş Milletler E-Devlet Gelişim Endeksi(EGDI) kapsamında yer alan iki ana gösterge esas alınmıştır (Şentürk, 2025: 759):

• İnsan Sermayesi Endeksi(ISE),

• Çevrimiçi Hizmetler Endeksi(CHE).

ISE, bir toplumun dijital aletleri kullanma ve bunlardan yararlanma becerisini kullanarak, sağlık, eğitim ve üretkenlik üzerine bir katalizör görevi görerek daha dinamik hale getiren bir ölçümdür. ISE'nin temel bileşenlerindeki ölçümün yüksek olması dijital teknolojik olanakları kullanan birey sayısındaki artışla mümkündür. Diğer gösterge olarak CHE, hükümetlerin dijital teknolojileri e-yönetim ve kamu katılımını artırma düzeyi hakkında ülke düzeyinde bilgi verir. Yüksek dijital okuryazarlık ve yeterlilik, kaynakların daha bilinçli ve etkili kullanılmasına yardımcı olurken; e-sağlık, e-eğitim vb. gelişmiş çevrimiçi hizmetler, kamu hizmetlerinde verimliliği ve şeffaflığı artırarak kaynak israfını engelleyebilir (Gil-Garcia vd., 2018: 626). Dijitalleşmenin bu yönleri, akıllı enerji yönetimi, döngüsel ekonomi uygulamaları ve optimize edilmiş tedarik zincirleri gibi yöntemler ile verimliliği artırmaktadır. Çalışmada açıklayıcı değişkenler olarak, ISE ve CHE değişkenlerinin yanı sıra araştırma geliştirme harcamaları (ARGE) da kontrol değişken olarak analizlerde yer almıştır. Çalışma aşamalarını; giriş ve literatür özeti devamında, ekonometrik teori ve ekonometrik analizler oluşturmaktadır. Ekonometrik analizler; yatay kesit bağımlılığı, birim kök testleri, homojenlik testi, eşbütünleşme analizi ve nedensellik testlerinden oluşmaktadır.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde dijital teknolojilerin kullanım oranlarının insani gelişim endeksi üzerine etkileri yoğun şekilde araştırılmış olsa da doğrudan insan sermayesi endeksi (ISE) ve çevirim içi hizmet endeksi (CHE) değişkenleri özelinde sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Badri vd. (2019) tarafından bilgi ve iletişim teknolojilerinin insani gelişme üzerine etkileri başlıklı çalışmalarını 2012-2017 dönemi için gelişmekte olan ülkeler üzerine yapmışlardır. Panel veri analizinin uygulandığı araştırmada bilgi ve iletişim teknolojilerinin insani gelişim endeksi üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu, yine doğrudan yabancı yatırım ve katma değerin insani gelişim endeksi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, ancak enflasyonun ise olumsuz bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Başol ve Yalçın(2024) dijital ekonomi ve toplum endeksinin yaşam kalitesi endeksi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi adlı çalışmalarında 2022 yılı için 27 Avrupa Birliği ülkesi örneklemi üzerine yapısal eşitlik modeli uygulamışlardır. Analizlerde, bağlanabilirlik, dijital kamu hizmetleri, beşeri sermaye ve dijital teknolojilerin entegrasyonu alt boyutlarına sahip, Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksinin

ülkelerdeki Yaşam Kalitesi Endeksi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya göre, dijital ekonomi ve dijital toplum göstergeleri yaşam kalitesi üzerinde olumlu bir etkilere sahip olabilir yönünde tespitlerde bulunmuşlardır. Xholo vd. (2025) dijitalleşme yoluyla ekonomik kalkınmanın teşviki: İnsani gelişme, ekonomik karmaşıklık ve gayri safi milli gelir üzerindeki etkileri adlı çalışmalarında ARDL sınır testi ve nedensellik analizi yapmışlardır. Güney Afrika üzerine yapılan çalışmada, dijitalleşme ve eğitimin uzun vadede insan sermayesi gelişimini önemli ölçüde arttırdığını ve dijital altyapının da kazanımlar sağladığını açıklamışlardır.

Zghidi ve Trabelsi (2025) dijitalleşmenin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi: Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerin karşılaştırmalı analizi adlı çalışmalarında 2000-2020 yılları arasında 28 gelişmiş ve 27 gelişmekte olan ülkeyi kapsayan bir panel veri seti kullanılarak dijital ekonominin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Genelleştirilmiş Momentler Metodu analizini yaptıkları çalışmaya göre, mobil abonelikler, internet kullanıcıları ve geniş bant erişimi gibi faktörlerin insani gelişmeyi önemli ölçüde etkilediğini ve bu etkilerin ülkelerin kalkınma düzeylerine göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, politika yapıcılar için ayrıntılı bilgiler sunarak, dijital dönüşümün gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınmaya etkili bir şekilde katkıda bulunmak için yeterli altyapı, kurumsal kalite ve kapsayıcı politikalarla desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Marukhlenko vd. (2025) insan gelişiminin itici etkisi olarak dijital dönüşüm: Ukrayna için zorluklar ve fırsatlar adlı çalışmalarında Ukrayna, Danimarka, Finlandiya ve Estonya gibi gelişmiş Avrupa ülkelerinde dijital dönüşüm ve insani gelişme düzeyinin karşılaştırmalı bir analizi gerçekleştirmişlerdir. Dijital reformların insani gelişme endeksi (IGE), E-Devlet gelişim endeksi (EGDI) ve elektronik katılım endeksi (EPI) üzerindeki etkisi incelenmektedir. Bu makalenin amacı, dijital dönüşüm ve insan sermayesi gelişimi arasındaki ilişkiyi analiz etmek, dijital yönetişimin temel göstergelerini ve bunların sosyoekonomik süreçler üzerindeki etkilerini belirlemektir. Korelasyon ve regresyon analizine dayanarak, EGDI'nin lGE üzerinde güçlü bir pozitif etkiye sahip olduğu, EPI'nin ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermediği tespit edilmiştir. Ayrıca, dijital teknolojilere yapılan kamu harcamalarının rolü de vurgulanmış ve bu çalışmanın sonuçları, dijital altyapıya yapılan yatırımların birkaç yıl sonra sonuç vermesi durumunda olası bir gecikme etkisine işaret etmektedir. Nüfusun dijital dönüşümündeki temel zorluklar olarak; dijital eşitsizlik, yetersiz dijital okuryazarlık, siber güvenlik ve otomasyon nedeniyle işgücü piyasasındaki yapısal değişiklikler şeklinde belirlenmiştir. Araştırma bulguları, dijital dönüşümün insan sermayesi düzeyini yükseltmede, eğitim, sağlık hizmetleri ve işgücü piyasası için yeni fırsatlar yaratmada kilit bir faktör olduğunu doğrulamaktadır. Ancak, etkiyi en üst düzeye çıkarmak için, dijital teknolojilere erişimi genişletmek, dijital okuryazarlığı artırmak ve dijital ekonominin gelişimine yatırım yapmak için hedefli hükümet politikalarının sağlanması gerektiğini vurgulamışlardır. Paul ve Adams (2024) Sahra altı Afrika'da e-devlet kalkınma endekslerinin yolsuzluk algı endeksi üzerindeki etkisi: Panel veri analizi adlı çalışmalarında 2012-2020 dönemi için kesit verileri ile e-devlet kalkınma endekslerinin yolsuzluk algı

endeksi(CPI) üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada; çevrimiçi hizmet endeksi(CHE), insan sermayesi endeksi(ISE) ve telekomünikasyon altyapısı endeksi'nden(TII) oluşan e-devlet kalkınma endeksini(EGDI) kullanmışlardır. Yapılan panel veri analizi sonucunda; CHE'deki artışla yolsuzluk algıları artmakta, TII'nin yolsuzluk algılarıyla istatistiksel olarak negatif olmayan anlamlı bir ilişkisi bulunmakta ve ISE'nin yolsuzluk algılarını azalttığı belirtilmektedir. Bu, e-devletin Sahra Altı Afrika'da çevrimiçi hizmetleri, gelişmiş telekomünikasyon altyapısını ve insan sermayesinin gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Bulgulara dayanarak, çalışma, gelişmiş internet hizmetinin yolsuzluk algısında verimliliği artırabileceğini ve bunun da Afrika ülkelerinde yolsuzluğun daha verimli ve etkili bir şekilde ortadan kaldırılmasına yol açabileceğini öne sürmektedir. Özellikle insan sermayesi endeksi(ISE) ve çevirim içi hizmet endeksi(CHE) değişkenlerinin insani gelişim indeksi(IGE) üzerine etkilerini doğrudan araştıran çalışma nerdeyse yok düzeydedir. Edeme ve Nkalu (2019), 2007–2017 dönemi için Nijerya'nın 20 eyaletine ait verilerle, sabit etkiler panel regresyon modeli kullanarak kamu harcamalarının eğitim, sağlık, tarım, kırsal altyapı, su yönetimi, enerji temini, konut sağlama ve ekolojik girişimler gibi çeşitli politika alanlarına dağılımının İnsani Gelişme Endeksi (IGE) üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Çalışma, kamu kaynaklarının öğrenim imkânları, tıbbi destek, gıda üretimi, yerel altyapı ve temiz suya erişim gibi temel hizmetlerin iyileştirilmesine yönlendirilmesinin insani gelişim açısından daha büyük faydalar sağladığını ortaya koymuştur. Buna karşılık, enerji temini, konut programları ve ekolojik önlemler gibi alanlara yapılan bütçesel ağırlığın, IGE'ye göreceli olarak daha zayıf katkılar sağladığı bulunmuştur. Dikkat çekici bir şekilde, çevre koruma harcamalarının IGE ile negatif yönde ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Edeme (2023), 2000–2019 yılları arasında, farklı insani gelişmişlik düzeylerine sahip 40 ülkede çevre koruma ve ARGE harcamalarının sağlığa uyarlanmış yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini, sağlam standart hatalarla tahmin edilen sabit etkiler panel regresyon modeli kullanarak incelemiştir. Sonuçlar, çevre koruma ve ARGE harcamalarının sağlığa uyarlanmış yaşam beklentisi ile pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşime sahip olduğunu ortaya koymuştur. Pahlevi(2017) 2008–2012 yılları arasında Endonezya'nın 33 eyaletinde sağlık, eğitim ve kurumsal kalitenin insani gelişme üzerindeki etkisini panel veri teknikleriyle analiz etmiştir. Çalışmada yönetişim harcamalarının IGE üzerinde olumlu etkisi tespit edilmiştir.

Bu çalışmada insan sermayesi endeksi ve çevirim içi hizmet endeksi bilgileri kullanılarak, halkın gülük hayatta dijital teknolojik araç kullanımındaki artışlarının insani gelişim düzeyini nasıl etkilediğini araştırılmaktadır. Dijital teknolojik araçların kullanımının insani gelişim seviyesi üzerinde oluşturacağı etki beşeri sermaye düzeyini ve kalkınmanın yönünü şekillendirmektedir. Bu bakımından bireylerin bu araçları kullanımındaki donanımı ve talebi konusuna dikkat çekilmekte, bu yönde faaliyetlerin önemine vurgu yapılmaktadır.

2. EKONOMETRİK YÖNTEM

Araştırmanın yöntem bölümünde, birimler arasında kesit bağımlılığın incelenmesi, durağanlık testleri, panel eşbütünleşme testi ve değişkenler arasındaki nedensellik yönünün araştırılması gibi çeşitli

aşamaları içeren ekonometrik testlere ait bilgiler verilmektedir. Bu bölümde, analiz boyunca kullanılan yöntemsel araçların teorik anlatımları özetlenmektedir.

2.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Paneli oluşturan ülkelerin (yani yatay kesit birimlerinin), bir birimde meydana gelen makroekonomik bir şoktan tüm ülkelerde aynı düzeyde etkilenip etkilenmediğinin araştırılması, yatay kesit bağımlılığının incelenmesi olarak adlandırılır (Mercan, 2014: 235). Seriler arasında yatay kesit bağımlılığının araştırılması ve dikkate alınması, nihai analiz sonuçlarının geçerliliği açısından son derece önemlidir (Breusch ve Pagan, 1980: 340; Pesaran, 2004: 235). Yatay kesit bağımlılığı çalışmasına ilişkin hipotez şu şekilde kurulmaktadır:

H_0: Yatay kesit bağımlılığı yoktur

H_1: Yatay kesit bağımlılığı vardır

Yatay kesit bağımlılığını araştırmak amacıyla çeşitli testler geliştirilmiştir (Mercan, 2014: 236; Güloğlu ve İvrendi, 2010: 384; Koçbulut ve Altıntaş, 2016: 153). Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen Langrange Çarpanı(LM) testi, zaman boyutunun (T) yatay kesit boyutundan (N) daha büyük olduğunu varsayar. Bu testin serbestlik derecesi $\frac{N(N-1)}{2}$ ve asimptotik dağılımı χ^2 şeklindedir. Bu test aşağıdaki 1 numaralı denklemde gösterilmektedir.

$$LM = T\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{J=i+1}^{N}\hat{\rho}_{ij}^2 \qquad (1)$$

Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CDLM testi, hem zaman boyutunun (T) hem de yatay kesit boyutunun (N) büyük olduğunu varsayar. Bu test, aşağıdaki 2 numaralı denklemle ifade edilmektedir.

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}}\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{J=i+1(T\hat{\rho}_{ij}^2-1)}^{N} \qquad (2)$$

Pesaran'ın (2004) CD yöntemi ise, yatay kesit birim sayısının zaman boyutunu aştığı durumlar (N > T) için uygundur ve 3 numaralı denklemde gösterilmektedir.

$$D = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}}\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{J=i+1}^{N}\hat{\rho}_{ij}^2 \qquad (3)$$

Pesaran ve diğerleri (2008) tarafından geliştirilen bir diğer test ise, yanlılık düzeltilmiş LM_adj testidir. Bu testte, $(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2$ ifadesinin ortalaması ve varyansının da hesaplamaya dâhil edildiği belirtilmekte olup, formülasyonu 4 numaralı denklemde verilmektedir.

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}}\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{J=i+1}^{N}T\hat{\rho}_{ij}\frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2-\mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}^2}} \qquad (4)$$

Testlerden elde edilen hipotez sonucu, uygulanacak birim kök test yöntemini belirlemektedir. Buna göre, H_0 hipotezinin kabul edilmesi, birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olmadığını ifade eder. Bu sonuç, analizde birinci nesil birim kök testleri ile devam edilmesi gerektiğini belirtir. H_0 hipotezinin reddedilmesi ise, birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğunu gösterir ve analizde ikinci nesil birim kök testleri ile devam edilmesi gerektiğini belirtir (Baltagi, 2008: 284).

2.2. Panel Birim Kök Testi

Panel veri analizinde hangi birim kök testinin kullanılacağına karar verilmesi büyük ölçüde panel birimleri arasında yatay kesit bağımlılığının olup olmamasına bağlıdır (Yerdelen Tatoğlu, 2018: 237). Eğer yatay kesit bağımsızlığı varsayılırsa, genellikle birinci nesil birim kök testleri uygulanır. Ancak yatay kesit bağımlılığı söz konusuysa, ikinci nesil testlerin kullanılması daha uygun hale gelir.

Bu çalışmada yatay kesit bağımlılığının tespit edilmesi, ikinci nesil birim kök testi kullanımını gerekli kılmıştır. Bu kapsamda, yatay kesit genelleştirilmiş Dickey-Fuller (CADF) testi uygulanmıştır. Bu yöntem, geleneksel ADF regresyonunu hem gecikmeli farklar hem de serilerin yatay kesit ortalamaları ile geliştirir. Bu sayede her bir birim için ayrı test istatistikleri (CADF) üretilmektedir. CADF testi, zaman serisi uzunluğu yatay kesit birim sayısından büyük olsa da olmasa da (yani T > N veya N > T) panel veri setleri için uygun kabul edilmektedir. Testin güçlü yönlerinden biridir, nispeten sınırlı gözlem sayısına sahip veri setlerine uygulandığında dahi sağlam sonuçlar vermektedir (Pesaran, 2006: 968). Denklem 5 CADF regresyonunu temsil etmektedir.

$$\Delta y_{it} = a_i + b_i y_{it-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + e_{it} \qquad (5)$$

2.3. Homojenlik Testi

Homojenlik testi, eşbütünleşme ilişkisinde eğim katsayılarının yatay kesit birimleri arasında tutarlı olup olmadığını, yani β_i parametrelerinin farklı birimler arasında değişip değişmediğini değerlendirmek için kullanılır. Bu yaklaşım ilk olarak Swamy(1970) tarafından önerilmiş, daha sonra Pesaran ve Yamagata(2008) tarafından geliştirilmiştir. Testin hipotezleri şu şekildedir:

$H_0 : \beta_i = \beta \rightarrow$ Eğim katsayıları homojendir.

$H_1 : \beta_i \neq \beta \rightarrow$ Eğim katsayıları homojen değildir.

Büyük örneklemler için hipotez:

Hypotheses for large samples: $\hat{\Delta} = \sqrt{N}\left(\frac{N^{-1}S-k}{2k}\right) \approx \chi^2_k \qquad (6)$

Büyük örneklemler için düzeltilmiş hipotez:

Hypotheses for large samples: $\hat{\Delta}_{adj} = \sqrt{N}\left(\frac{N^{-1}S-k}{v(T,k)}\right) \approx N(0,1) \qquad (7)$

Eğim homojenliğini değerlendirmek amacıyla Pesaran ve Yamagata (2008)'nın çift aşamalı test yaklaşımı kullanılmaktadır.

2.4. Panel Eşbütünleşme Analizi

Yatay kesit bağımlılığı bulunmayan durumlarda birinci nesil panel eşbütünleşme testleri kullanılmalıdır. Yatay kesit bağımlılığı mevcutsa, ikinci nesil panel eşbütünleşme testlerinin kullanılması gereklidir. Westerlund(2007) panel eşbütünleşme testi, yatay kesit bağımlılığı varlığında bootstrap süreci sonunda sağlam kritik değerler üretebilmektedir(Yerdelen Tatoğlu, 2018: 238). Bu açıdan bakıldığında, söz konusu test öne çıkan ikinci nesil eşbütünleşme testlerinden biridir.

Westerlund(2007), değişkenler arasındaki uzun dönemli denge ilişkilerini değerlendirmek amacıyla hata düzeltme çerçevesine dayalı dört farklı panel eşbütünleşme testi önermiştir. Bu çerçevede, *Gt* ve *Ga* istatistikleri, yatay kesit birimleri arasında bireysel düzeyde heterojenliği yansıtacak şekilde tasarlanırken; *Pt* ve *Pa* istatistikleri, panel genelinde homojenliğin varsayıldığı durumlara uygundur (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 256-258).

2.5. Panel Nedensellik Analizi

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik analizi, birçok açıdan tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntem, paneldeki birimler arasında yatay kesit bağımlılığı bulunması, zaman boyutunun yatay kesit boyutundan hem küçük hem de büyük olabildiği durumlarda uygulanabilmesi ve dengesiz panel veri setlerinde de kullanılabilmesi nedeniyle tercih edilmektedir(Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1451). Nedensellik analizinde değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkisi ortaya koyulurken bağımlı-bağımsız değişken ayrımı yapılmamakta, değişkenlerin yönü üzerinde durulmaktadır (Tarı, 2015: 145; Akyüz vd., 2023: 188). Bir değişken, diğer bir değişkenin şimdiki veya geçmiş değerleri ile iyi tahmin edilebiliyorsa değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi vardır. Bu ilişki tek yönlü veya çift yönlü olabilir (Yılmaz ve Akıncı, 2011: 2; Akyüz vd., 2023: 35; Bilgin ve Yıldırım, 2025: 87).

3. EKONOMETRİK ANALİZ

Çalışmanın ekonometrik analiz kısmında 15[1] OECD ülkesine ait bilgilerle çalışılmıştır. Ekonometrik analizlerle hedeflenen amaç, dijital teknolojik imkân ve araçların kullanımının, çok boyutlu bir değişken olan, insani gelişim endeksi (IGE) üzerindeki etkilerini belirlemektir. Bu nedenle çalışmada bağımlı değişken olarak insani gelişim endeksinin(IGE) kullanılması; kaliteli yaşam ve yaşam uzunluğu, okur-yazar oranı, çocuk hakları, eğitim ve yaşam düzeyi üzerine etkileri bakımından kullanılması uygun görülmüştür(Human Development Index Report, 2020: 4-9). Dijital teknolojik imkân ve araçların kullanım artışını temsil eden insan sermayesi endeksi (ISE) ve çevirim içi hizmet endeksi (CHE) bağımsız değişkenler olarak analizlerde yer almıştır. Çalışmada açıklayıcı kontrol değişken olarak da araştırma geliştirme harcamasına (ARGE) yer verilmiştir.

[1] İlgili değişkenler için verilerine ulaşılabilen ülke bilgileri analizlere dahil edilmiştir. Ülke sınırlılığı veri seti erişimi kapsamında şekillenmiştir. Çalışmada yer alan 15 OECD ülkesi; Danimarka, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Polonya, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre ve Birleşik Krallık.

3.1. Veri Seti

Panel veri analizi, zaman ve yatay kesit boyutlarını birleştiren kapsamlı bir analiz yöntemidir. Bu teknik, gözlem sayısını ve serbestlik derecesini artırarak daha güvenilir tahminler sağlar ve analiz sonuçlarının güvenilirliğini artırır(Baltagi, 2008: 25). Bu bağlamda, 15 OECD ülkesinden oluşan veri setinde, insan sermayesi endeksi(ISE), çevirim içi hizmet endeksi(CHE), araştırma geliştirme harcamaları(ARGE) ve insani gelişim endeksi(IGE) arasındaki ilişkinin 2010–2021 yılları için incelendiği çalışmada, kesit boyutu zaman boyutundan büyüktür (N > T). Değişken adları, değişken adlarının kısaltmaları ve veri setinin kaynağı Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Değişkenlerin Ait Bilgiler

Değişkenler	Kısa İfade	Kaynak
İnsani Gelişim Endeksi	IGE	UNDP (2025)
İnsan Sermayesi Endeksi	ISE	UNITED NATIONS (2025)
Çevirim içi Hizmet Endeksi	CHE	UNITED NATIONS (2025)
Araştırma Geliştirme Harcamaları (%GSYH)	ARGE	WORLD BANK (2025)

Değişkenlerin konumları ve etkileri üzerine yapılacak araştırmayı aşağıda verilen Denklem 8 üzerinden özetlemek mümkündür.

$$IGE_{it} = c + ISE_{it} + CHE_{it} + ARGE_{it} + e_{it} \qquad (8)$$

Denklem 8'de verilen bilgiler, çalışmadaki değişkenleri ve kullanılacak yöntemi göstermektedir. Denklemde değişkenlerde verilen alt indisler; bir panel veri modelinde "i" kesitleri yani birimleri, "t" ise zaman boyutunu temsil etmektedir.

3.2. Uygulama

Öncelikle veri setindeki birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olup olmadığı değerlendirilmektedir. Bu test ile sonraki aşamalarda kullanılacak uygun ekonometrik analizler belirlenir(Pesaran ve Yamagata, 2008: 1). "H_0: Yatay kesit bağımlılığı yoktur" hipotezinin sınanmasıyla yatay kesit bağımlılığı durumu belirlenir. Böylece birinci veya ikinci nesil birim kök testlerinden hangisinin kullanılacağını da belirlenmiş olur. Hipotez testi sonucuna göre verilecek karar, sonraki analizlerin tutarlı, etkin ve sağlam sonuçlar üretmesini sağlar (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 235).

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Cross-Sectional Dependency Test

	IGE		ISE		CHE		ARGE	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
Breusch-Pagan LM	976.344	0.000	577.277	0.0000	721.722	0.0000	391.677	0.0000
Pesaran scaled LM	60.0933	0.000	32.5902	0.0000	42.5578	0.0000	19.7826	0.0000
Bias-correctedscaled LM	59.4115	0.000	31.9084	0.0000	41.8760	0.0000	19.1007	0.0000
Pesaran CD	31.0186	0.000	21.3969	0.0000	26.1691	0.0000	3.52431	0.0000

NOT: ***p < 0.01, **p < 0.05 ve *p < 0.10 tahminlenen katsayıların istatistiksel anlamlılığını gösterir.

Tablo 2. de Breusch-Pagan LM, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM ve Pesaran CD testlerine ait test istatistikleri ve bunlara karşılık gelen p-değerleri verilmektedir. Verilen sonuçlar incelendiğinde tüm testlere göre ($p < 0.05$), birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olmadığı yönündeki sıfır hipotezi *(H_0)* reddedilmektedir. Test sonuçlarına göre, birimler arasında yatay kesit bağımlılığı

vardır. Birimler arasında yatay kesit bağımlılığının bulunması nedeniyle serilerin durağanlık araştırmasında ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Tablo 3.'te serilerin durağanlık araştırmasında kullanılan ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran'ın CADF testi sonuçları verilmektedir.

Tablo 3. Panel Birim Kök Test Sonuçları

IGE						
	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
Pesaran's CADF (0)	-3.257	-2.160	-2.280	-2.520	-5.424	0.000***
ISE						
	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
Pesaran's CADF (0)	-2.688	-2.160	-2.280	-2.520	-3.405	0.000***
CHE						
	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
Pesaran's CADF (0)	-2.489	-2.160	-2.280	-2.520	-2.699	0.000***
ARGE						
	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
Pesaran's CADF (0)	-1.679	-2.160	-2.280	-2.520	0.182	0.572
Pesaran's CADF (I)	-3.457	-2.160	-2.280	-2.520	-6.138	0.000***

NOT: ***p < 0.01, **p < 0.05 ve *p < 0.10 tahminlenen katsayıların istatistiksel anlamlılığını gösterir.

Uygulanan birim kök testleri ile serilerde durağanlık araştırması yapılmıştır. Düzeyde durağanlık özelliği sağlamayan seriler için birinci farklarda durağanlık özelliği incelenerek serilerin durağanlığı sağlanmıştır. Tablo 3'te yer alan istatistikler, CADF testinin I(0) ve I(1) düzeyindeki sonuçlarına dair bilgiler sunmaktadır. Pesaran'ın CADF testi sonuçlarına göre; IGE, ISE ve CHE değişkenleri düzeyde I(0) durağandır, ARGE değişkeni ise birinci farklarda I(1)'de durağandır.

Eğim katsayılarının homojen olup olmadığının değerlendirilmesi, eşbütünleşme, nedensellik ve ilgili tahmin yöntemlerinin doğru seçimi için önemli bir diğer testtir. Birimler arasında eğim katsayılarının homojen ya da heterojen olup olmadıklarını belirlemek amacıyla Swamy S Homojenlik Testi uygulanmıştır (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 247). Testin sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Katsayıların Homojenlik Testi

$$IGE = \alpha + \beta_1 ISE + \beta_2 CHE + \beta_3 ARGE + u$$

	Delta	P-value
ISE	-.07033	0.060
CHE	.03113	0.005
ARGE	.03365	0.114
Sabit	.91456	0.000
chi2(56)= 3184.52	Prob > chi2 =0.0000***	

H_0: slope coefficients are homogenous

NOT: ***p < 0.01, **p < 0.05 ve *p < 0.10 tahminlenen katsayıların istatistiksel anlamlılığını gösterir.

Tablo 4'te Swamy S Testi'ne ait istatistiksel bilgiler verilmiştir. Bu bilgilere göre Swamy S testi *"H_0:* parametreler homojendir" şeklindeki temel hipotezi reddedilir. Seriler homojen değildir. Veri setinde yatay kesit bağımlılığı mevcut olduğunda, birinci nesil panel eşbütünleşme testleri daha az güvenilir sonuçlar üretme eğilimindedir. Bu nedenle, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil eşbütünleşme yaklaşımları bu tür durumlarda daha uygun kabul edilmektedir. Bu yaklaşımlar arasında, Westerlund (2007) tarafından geliştirilen panel eşbütünleşme testi özellikle etkilidir; çünkü yatay kesit

bağımlılığına duyarlı olarak yapılandırılmış bootstrap prosedürü yoluyla sağlam kritik değerler sunmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2018: 235).

Tablo 5. Westerlund Eşbütünleşme Testi

Statistic	Value	Z-value	P-value	Robust P-value
Group_tau	-8.589	-26.171	0.000	0.370
Group_alpha	-1.153	6.928	0.996	0.040**
Panel_tau	-4.483	5.373	0.999	0.630
Panel_alpha	-1.203	5.576	0.899	0.090*

NOT: ***p < 0.01, **p < 0.05 ve *p < 0.10 tahminlenen katsayıların istatistiksel anlamlılığını gösterir.

Tablo 5'te verilen Westerlund Eşbütünleşme Testi sonuçlarına göre, Group_alpha ve Panel_alpha istatistikleri değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Bu ilişkinin etki büyüklüğü sınırlıdır. Çünkü oldukça yeni nitelikte ve sınırlı zaman boyutuna sahip bu seriler için doğrudan etkiler bazen sağlanamayabilmektedir. Yine OECD ülkeleri arasında politika uygulamaları açısından farklılıkların bulunması da nihai sonuçları etkilemektedir. Ancak panel bir bütün olarak değerlendirildiğinde genel anlamda değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi vardır.

Tablo 6. Dumitrescu Hurlin Panel Nedensellik Testi

Temel hipotez-yokluk hipotezi - H_0	W_istatistik	Prob.	Sonuç
ISE' den IGE'ye Nedensellik Yoktur	2.57949**	0.0530	H_0 -Red
IGE' den ISE'ye Nedensellik Yoktur	6.63565***	0.0000	H_0 -Red
CHE' den IGE'ye Nedensellik Yoktur	5.24938***	0.0000	H_0 - Red
IGE' den CHE'ye Nedensellik Yoktur	0.89803	0.4921	H_0 - Rededilemez
ARGE' den IGE'ye Nedensellik Yoktur	1.39059	0.9896	H_0 - Rededilemez
IGE' den ARGE'ye Nedensellik Yoktur	1.75574	0.6227	H_0 - Rededilemez
CHE' den ISE'ye Nedensellik Yoktur	3.57062***	0.0005	H_0 - Red
ISE' den CHE'ye Nedensellik Yoktur	1.61953	0.6568	H_0 - Rededilemez
ARGE' den ISE'ye Nedensellik Yoktur	1.49268	0.8980	H_0 - Rededilemez
ISE' den ARGE'ye Nedensellik Yoktur	2.25551	0.2367	H_0 - Rededilemez
ARGE' den CHE'ye Nedensellik Yoktur	1.00952	0.5891	H_0 - Rededilemez
CHE' den ARGE'ye Nedensellik Yoktur	0.80507	0.4106	H_0 - Rededilemez

NOT: ***p < 0.01, **p < 0.05 ve *p < 0.10 tahminlenen katsayıların istatistiksel anlamlılığını gösterir.

Tablo 6'da bağımlı-bağımsız değişken ayrımı yapılmasına gerek duyulmadan seriler arasındaki nedensel ilişkileri araştıran nedensellik analiz sonuçları verilmektedir. Böylece değişkenlerin yönü üzerine tartışılabilmektedir. Bu testte, sıfır hipotezi (H_0), değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotezdir. Alternatif hipotez ise, en az bir yatay kesit biriminde nedensellik ilişkisi olduğunu öne sürmektedir(Gülmez ve Ahmet, 2015: 149-150).

Bir değişkenin diğer bir değişkeni daha iyi açıklayabilme gücü üzerine değerlendirilen nedensellik ilişkisi incelendiğinde, IGE ile ISE arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir (IGE → ISE ve ISE → IGE). IGE bileşenleri kapsamında bakıldığında nedensellik ilişkisinin varlığı doğal bir sonuçtur. İnsan sermayesi indeksi yükseldikçe; bilgi düzeyindeki gelişmeleri, sağlıklı yaşamı, iyi yaşam standartlarını vb. unsurların etkilenmesi ve gelişmesi beklentiler yönündedir. Benzer şekilde tersi durum da aynı şekilde gelişebilir, kısacası bu iki değişkenin karşılıklı olarak birbirini etkilemesi beklenir. Diğer bir nedensellik ilişkisi CHE'den IGE'ye tek yönlü olarak gerçekleşmiştir (CHE → IGE).

Analizlerde yer alan değişkenlerin IGE'yi açıklaması veya IGE üzerinde nedensel etkiye sahip olması, değişkenlerin alt bileşenlerine kadar değerlendirildiğinde nedensel ilişkinin varlığını açıklamaktadır. Değişkenler arasındaki son nedensellik ilişkisinin varlığı CHE'den ISE'ye tek yönlü olarak gerçekleşmektedir (CHE → ISE). Ancak ARGE değişkeni için herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, 2010–2021 dönemine dair seçili 15 OECD ülkesi için dijital teknolojik araçların kullanımını temsilen insan sermayesi indeksi ile çevirimiçi hizmet indeksi ve ayrıca arge harcamalarının insani gelişme indeksi üzerindeki etkisini panel veri analizleriyle incelemiştir. Çalışmanın temel amacı, dijital tekolojik imkanların kullanım yaygınlığındaki artışların insani gelişimi desteklediğini ortaya koymak olmuştur. Bu kapsamda verilerin panel veri özellikli olması sebebiyle analizlerde sırasıyla, yatay kesit bağımlılığı, durağanlık araştırması yani birim kök testleri ve katsayıların homojenlik araştırması yapılarak çalışmada incelenen değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ve nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Westernlund(2007) eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre değişkenler arasında bir ilişki bulunmaktadır. Yapılan nedensellik testi sonuçlarına göre ise; IGE ile ISE arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir(IGE → ISE ve ISE → IGE). IGE bileşenleri kapsamında bakıldığında nedensellik ilişkisinin varlığı doğal bir sonuçtur. İnsan sermayesi indeksi yükseldikçe; bilgi düzeyindeki gelişmeleri, sağlıklı yaşamı, iyi yaşam standartlarını vb. unsurların etkilenmesi ve gelişmesi beklentiler yönündedir. Benzer şekilde tersi durum da aynı şekilde gelişebilir, kısacası bu iki değişkenin karşılıklı olarak birbirini etkilemesi beklentiler yönünde gelişmiştir. Diğer bir nedensellik ilişkisi CHE'den IGE'ye tek yönlü olarak gerçekleşmiştir(CHE → IGE). Analizlerde yer alan değişkenlerin IGE'yi açıklaması veya IGE üzerinde nedensel etkiye sahip olması, değişkenlerin alt bileşenlerine kadar değerlendirildiğinde nedensel ilişkinin varlığını açıklamaktadır. Ancak ARGE değişkeni için herhangi bir nedensel ilişki bulunamamıştır.

İnsan sermayesi endeksi, dijital teknolojilerin kullanımı özelliğiyle üç şekilde insani gelişim endeksi üzerinde belirleyici etkide bulunabilmektedir. Öncelikle eğitim için belirleyici etki sağlamaktadır; e-okul, e-öğrenme, uzaktan eğitim, çevirim içi içerikler, yapay zekâ destekli öğrenme sistemleri, STEM ve dijital beceriler eğitimi vb. gelişmelerle eğitimin her alanında dijital teknolojik imkanların kullanım oranlarının arttırılması insani gelişimi ve kalkınmayı desteklemektedir. İkinci olarak sağlık alanında dijital gelişimler; e-devlet, e-nabız, e-reçete, tele tıp uygulamaları, elektronik sağlık kayıtları vb. gibi gelişmeler ve bunların kullanım yaygınlığındaki artışlar yine insani gelişimi ve kalkınmayı desteklemektedir. Üçüncü olarak verimlilik noktasında da artış ile bu sonucu desteklemektedir. Benzer şekilde çevirimiçi hizmet endeksi de insanların her türlü iş ve işlemlerde çevirim içi hizmetleri kullanım düzeyleri hakkında bilgi vermektedir. Çevirim içi hizmetleri kullanım alışkanlığının artması yine günlük hayatta dijital imkaların kullanım düzeyinde artış olarak gerçekleşmekte ve dijital okur-yazarlık seviyesini yükseltmektedir. Dijital teknolojik imkanların artmasının yanında kullanım oranlarının da artış göstermesi ve yaygınlaşması beşeri sermayeyi

geliştiren bir olgudur. Bütün bu nedenlerle dijital yetkinliğe sahip bireylerin olması ve yetişmesi ülkeleri beşeri sermayesi yüksek, ekonomik kalkınması dinamik bir özelliğe getirecektir. Bu noktada politika yapıcılara da önemli görevler düşmektedir. Dijital teknolojik imkanların yayılımını sağlamak, fırsat eşitsizliğinin önüne geçmek ve gerekli bilgilendirmeleri yapmak vb. çalışmalar süreci hızlandıracak, etkinlik ve verimlilikte artış sağlayacaktır. Bu kapsamda dijitalleşmeyi geliştirmeye yönelik yapılan her çalışma kalkınmaya yönelik beşeri sermayeyi geliştirecek olup, ülkelerin dünya ülkeleri arasındaki konumunu bu yönde belirlemektedir.

ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ BEYANI

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

DESTEK BEYANI

Aaraştırma herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

ÇIKAR BEYANI

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Akyüz, K.C., Ersen, N. ve Akyüz, İ. (2023). Ekonomik büyüme ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörü dış ticareti üzerine nedensellik ilişkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 4(2), 31–40. https://doi.org/10.17474/artvinofd.1274255.

Badri, A.K., Badri, P.K. ve Cham, M. (2019). ICT and human development in selected devolving countries. *International Journal of Social Sciences Perspectives.* 5(2), 30-35. doi: 10.33094/7.2017.2019.52.30.35

Başol, O. ve Yalçın, E.C.(2024). Dijital ekonomi ve toplum endeksinin yaşam kalitesi endeksi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi. *PARADOKS Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi.* 20(2), 224-241. https://dergipark.org.tr/tr/pub/paradoks/issue/89429/1602135.

Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data. Fourth Edition. West Sussex: John Wiley & Sons*.

Banday, U.J. ve Kocoglu, M. (2023). Modelling simultaneous relationships between human development, energy, and environment: fresh evidence from panel quantile regression. *Journal of the Knowledge Economy*. 14(2). ss.1559-1581. https://doi.org/10.1007/s13132-022-00921-2.

Bilgin, E. ve Yıldırım, Z. (2025). The effects of envıronmental protectıon and socıal spendıng on socıetal well-beıng: panel evıdence from selected oecd countrıes. Economic Annals. Vol IXX. No 246. https://doi.org/10.2298/EKA2546069B.

Birleşmiş Milletler. (2022). UN E-Government Survey 2022: The future of digital goverment. United Nations Department of Economic and Social Affairs. https://publicadministration.un.org/en/publicadministration.un.org/egovkb/en-us/.

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). ss. 239-253. https://doi.org/10.2307/2297111.

Dumetriscu, E.I. ve Christophe, H. (2012). Testing for granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling.* 29(4). ss.1450-1460. doi: 10.1016/j.econmod.2012.02.014.

Edeme, R. K. (2023). Does conservation capital lead to ımprovements in health-adjusted life expectancy?. ın economic, environmental and health consequences of conservation capital: a global perspective. *Springer Nature Singapore.* ss. 217-227. doi:10.1007/978-981-99-4137-7_16.

Edeme, R.K. ve Nkalu, C.N. (2019). Public expenditure and human development in nigeria in the last decade, composition and distributional ımpacts. *Economics and Business Letters*. 8(2). ss. 62-73. doi:10.17811/ebl.8.2.2019.62-73.

Fakhri, I., Alqahtani, M. ve Jamee, A. (2024). Effects of co2 emissions on the human development ındex: application to the case of the Kingdom of Saudi Arabia and other developed countries. *Journal of the Knowledge Economy*. 15(4). ss.15453-15484. https://doi.org/10.1007/s13132-023-01727-6.

Gil-Garcia, J.R., Dawes, S.S. ve Pardo, T.A. (2018). Digital government and public management research: finding the crossroads. *Public Management Review*. 20(5). ss.633-646. http://dx.doi.org/10.1080/14719037.2017.1327181.

Gulcemal, T. (2020). Effect of human development ındex on gdp for developing countries: a panel data analysis. *Journal of Economics Finance and Accounting*. 7(4). ss.338-345. doi:10.17261/Pressacademia.2020.1307.

Gülmez, A. (2015). Türkiye'de dış finansman kaynakları ekonomik büyüme ilişkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi.* 11(2) ss. 139-152. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/528514.

Güloglu, B. ve İvrendi, M. (2010). Output fluctuations: transitory or permanent? The case of Latin America. *Applied Economics Letters*, *17*(4).ss. 381-386. doi:10.1080/13504850701735880.

Human Development Report. (2020). New method of calculation of human development ındex (HDI). IndiaStudyChannel (İngilizce).https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0nsani_Geli%C5%9Fme_Endeksi#:~:text=%C4%B0nsani%20Geli%C5%9Fme%20Endeksi%20(%C4%B0ngilizce%3A%20Human.

Javaid, A., Akbar, A. ve Nawaz, S. (2018). A review on human development index. *Pakistan Journal of Humanities and Social Sciences*, 6(3). ss. 357–369. https://doi.org/10.52131/pjhss.2018.0603.0052. https://ssrn.com/abstract=3432413.

Koçbulut, Ö. ve Altıntaş, H. (2016). Twin deficits and the feldstein-horioka hypothesis: A panel cointegration analysis with structural breaks under cross-sectional dependence for OECD countries. *Erciyes University Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, (48) ss.145–174. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/282798.

Lange, S., Pohl, J. ve Santarius, T. (2020). Digitalization and energy consumption. does ıct reduce energy demand?. *Ecological Economics*. 106760. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106760.

Linhartová, V. (2020). The Effect of government expenditure on human capital in the Czech Republic. *Scientific Papers of the University of Pardubice. Series D. Faculty of Economics and Administration*, *28*(2). doi:10.46585/sp28021056.

Marukhlenko, O.V., Panchenko, A.H., Rudenko, V. ve Oleshchenko, V. (2025). Digital transformation as a driver of human development: challenges and opportunities for Ukraine. *Global Scientific Trends: Economics and Public Administration.* 2(2). ss. 25–43. doi:10.5281/zenodo.15379282.

Mercan, M. (2014). Feldstein-Horioka Hipotezinin AB-15 ve Türkiye ekonomisi icin sınanması yatay kesit bagımlılığı altında yapısal kırılmalı dinamik panel veri analizi. *Ege Academic Review*, *14*(2). ss.231-245. doi:10.21121/eab.2014218054.

Omodero, C.O. (2019). Government general spending and human development: a case study of Nigeria. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, *8*(1).ss. 51-59. doi:10.2478/ajis-2019-0005.

Pahlevi, M. (2017). Impact of governance and government expenditure on human development in Indonesia. *Research Paper of Master of Arts in Development Studies* International Institute of Social Studies. chrome- . https://thesis.eur.nl/pub/41809/MMerita_MA_2016_17_GDP.pdf.

Paul, C. ve Adams, S.O. (2024). The Effect of e-government development ındices (egdı) on corruption perception ındex in sub-sahara africa: a panel data analysis. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*. 16(1).ss.17–25. https://doi.org/10.1080/20421338.2023.2247904.

Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers. Economics, 1240*(1).1. https://files.econ.cam.ac.uk/repec/cam/pdf/cwpe0435.pdf.

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

Pesaran, M.H. ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*. 142(1). ss.50-93. doi:10.2139/ssrn.671050

Pesaran, M.H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted lm test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, *11*(1) ss. 105-127. doi:10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x

Schwab, K. (2024). *The fourth ındustrial revolution: what it means, how to respond*. Handbook of Research on Strategic Leadership in the Fourth Industrial Revolution. (Editörler: Z. Simsek, C. Heavey, B.C. Fox). *Edward Elgar Publishing.* https://inovasyon.gen.tr/images/Haberler/WorldEconomicForum_TheFourthIndustrialRev2016.pdf.

Swamy, P. A. (1970). Efficient ınference in a random coefficient regression model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. ss.311-323. doi:10.2307/1913012

Şentürk, H. (2025). Kaynakların etkin kullanımında dijital dönüşümün rolü. *Verimlilik Dergisi.* 59(4), 757-768. https://doi.org/10.51551/verimlilik.1711925.

Tarı, R. (2015). *Ekonometri.* 11. Baskı, Kocaeli: Umuttepe Yayınları.

UNDP (2025). *Human Development Report*. International Human Development Indicators. Online Database, United Nations. https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI.

United Nations (2025). https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data-Center.

Vıcıl, E. ve Konukman, A. (2022). The effect of fiscal policy and selected macroeconomic ındicators on human development ındex: The case for OECD countries. *Ekonomik Yaklasim*, *33*(123). ss.227-274. https://doi.org/10.5455/ey.22003.

Xholo, N., Ncanywa, T., Garidzirai, R. ve Asaleye, A.J. (2025). Dijitalleşme yoluyla ekonomik kalkınmanın teşviki: İnsani gelişme, ekonomik karmaşıklık ve gayri safi milli gelir üzerindeki etkileri. *Administrative Sciences.* 15(2). 50. https://doi.org/10.3390/admsci15020050.

Westerlund, J. (2007). *Testing for error correction in panel data*. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 69(6). ss.709-748. https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x

Worldbank (2025). Government Data. https://www.worldbank.org/ext/en/home.

Yerdelen Tatoğlu, F. (2017). *Panel zaman serileri analizi: Stata uygulamalı*. İstanbul: Beta Yayıncılık.

Yerdelen Tatoğlu, F. (2018). *İleri panel veri analizi: Stata uygulamalı*. İstanbul: Beta Yayıncılık.

Yılmaz, Ö. ve Akıncı, M. (2011). İktisadi büyüme ile cari işlemler bilançosu arasındaki ilişki: Türkiye örneği, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15 (2). ss. 363-377. https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunisosbil/article/38342.

Zghidi, N. ve Trabelsi, R. (2025). Impact of digitalization on sustainable development: a comparative analysis of developed and developing economies. *Journal of Risk and Financial Management.* 18(7). ss.359. https://www.mdpi.com/journal/jrfm/apc.