

Yarı Kamusal Bir Mal Olarak Eğitimin Yerel Ekonomik Performansa Etkisi: Gümüşhane İli için ARDL Yaklaşımı

Muhammet Şahin¹

Kübra Önder²

Özet

Bu çalışma, yarı kamusal mal niteliği taşıyan eğitimin yerel ekonomik performans üzerindeki etkisini, Gümüşhane ili özelinde incelemektedir. Çalışmanın amacı; eğitim, altyapı, sağlık ve nüfus değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini, hem kısa hem de uzun dönem dinamikleri çerçevesinde ortaya koymaktır. Analizde kullanılan veri seti, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanından temin edilmiş olup, 2000-2024 dönemine ait yıllık gözlemlerden oluşmaktadır. Çok boyutlu yapıya sahip eğitim (EDU), altyapı (INFRA) ve sağlık (HEALTH) değişkenleri, Temel Bileşenler Analizi (PCA) aracılığıyla bileşik endekslere dönüştürülmüştür. Serilerin farklı durağanlık derecelerine sahip olması nedeniyle Otoregresif Dağıtılmış Gecikmeler (ARDL) yöntemi tercih edilmiştir. Bunun yanı sıra, değişkenler arasındaki dolaylı etki mekanizmalarını ortaya koymak amacıyla aracılık analizi uygulanmış ve aracılık etkisinin istatistiksel anlamlılığı Sobel testi ile doğrulanmıştır. Sınır testi sonuçları, değişkenler arasında güçlü bir uzun dönemli eşbütünlüşme ilişkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Uzun dönem tahmin sonuçları; eğitim endeksindeki bir standart sapmalı artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık %0,95, sağlık göstergesindeki aynı büyüklükteki artışın ise yaklaşık %1,87 oranında artırdığını göstermektedir. Hata düzeltme terimi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin yaklaşık %26'sı her dönemde giderilmekte ve sistem yaklaşık dört dönemde dengeye yakınsamaktadır. Aracılık analizi bulguları, altyapı değişkeninin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin doğrudan değil, eğitim kanalı üzerinden dolaylı biçimde gerçekleştiğini göstermekte olup, Sobel testi bu dolaylı etkiyi istatistiksel olarak doğrulamaktadır.

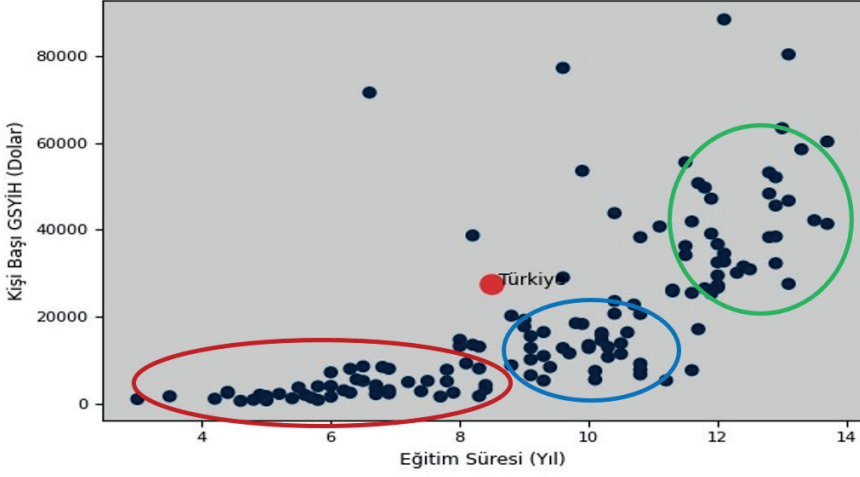
- 1 Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, sahin@gumushane.edu.tr, orcid.org/0000-0002-1490-8947
- 2 Prof. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, konder@mehmetakif.edu.tr, orcid.org/0000-0003-3537-3635

1. Giriş

Ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınmasında eğitim ve öğretim faaliyetleri önemli bir yere sahip olup, eğitimin niceliksel yaygınlığı kadar niteliksel derinliği de kritik bir rol oynamaktadır. Okullaşma oranlarındaki artışın eğitim kalitesiyle desteklenmesi, bireylerin yalnızca teorik bilgiyle donanmasını değil, aynı zamanda modern ekonominin gereksinim duyduğu problem çözme, eleştirel düşünme ve girişimcilik gibi temel yetkinlikleri kazanmasını da mümkün kılmaktadır (Zhao, 2024). Eğitim, ekonomik büyümeyi üç temel mekanizma üzerinden etkilemektedir. İlk olarak eğitim, ülkenin beşeri sermaye birikimini arttırarak işgücü verimliliğini yükseltmektedir. İkinci olarak, eğitim düzeyinin yükselmesine bağlı olarak inovasyon kapasitesi artmakta ve bunun sonucunda da yeni teknolojiler, yeni ürünler ve yeni üretim teknikleri ortaya çıkmaktadır. Son olarak ise eğitim, yeni bilgileri anlamak, işlemek ve başkaları tarafından geliştirilen yeni teknolojileri başarıyla uygulamak için gerekli olan bilginin yayılmasını ve aktarılmasını kolaylaştırmaktadır (Hanushek ve Wößmann, 2007).

Eğitim seviyesinin yükselmesi, ekonomik performansı olumlu yönde etkilemektedir. Nitekim Şekil 1'de görüldüğü üzere, ortalama okullaşma süresi ile kişi başına düşen gelir arasında belirgin bir pozitif ilişki bulunmaktadır. Okullaşma süresi düşük olan ülkelerde kişi başına gelir düzeyleri görece düşük kalırken, eğitim süresinin yüksek olduğu ülkelerde gelir düzeylerinin de daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, eğitimin ekonomik büyüme üzerindeki belirleyici rolünü ampirik olarak desteklemektedir. Bununla birlikte, söz konusu ilişkinin tüm ülkeler için mutlak bir geçerliliğe sahip olmadığı ve özellikle doğal kaynak gelirlerine dayalı yüksek gelir düzeyine sahip ekonomilerin bu genel eğilimin istisnasını oluşturabildiği görülmektedir.

Şekil 1: Ortalama Okullaşma Süresi ile Kişi Başına Düşen GSYİH Arasındaki İlişki



Kaynak: Our World in Data, 2020 ve Our World in Data, 2022 verilerinden yazarlar tarafından derlenmiş ve hazırlanmıştır.

Okulların sahip olduğu beşeri, mali ve fiziksel kaynaklar eğitimin kalitesini, eğitimin kalitesi de ekonomik performansı belirlemektedir. Etkin kaynak kullanımı eğitimin kalitesini arttıracak ve bu da hem bireysel başarıyı, hem toplum yararını ve hem de ekonomik büyüme ve kalkınmayı olumlu yönde etkileyecektir. Beşeri kaynakların merkezinde öğretmenler yer almakta olup, öğretmenin kalitesi diploma veya hizmet yılı ölçütlerinden ziyade öğrenciye yansıyan kazanım artışına dayanmaktadır. Mali ve fiziksel kaynaklarda ise bu kaynakların varlığı kadar, nasıl kullanıldıkları da büyük önem taşımaktadır. Eğitimde fırsat ve imkan eşitliği bir boyutuyla da öğrenciye sağlanan kaynaklar ile ilişkilidir (Rivkin vd., 2005; Hanushek ve Wößmann, 2008; Hanushek, 2011; Petek ve Önder, 2015; Önder vd., 2025). Fırsat ve imkan eşitliği, ülkelerin ekonomik performansına verimlilik ve adalet üzerinden etki etmektedir. Eğitime erişim imkanları eşit olmadığına, ekonomiye yüksek katkı sağlama olasılığı olan bireylerin bir bölümü bu potansiyellerini gerçekleştirilemeyeceklerdir. Adaletsiz gelir dağılımı, siyasi ve kurumsal mekanizmalar aracılığıyla uzun vadeli büyümeyi sekteye uğratabilir. Buna karşın kapsayıcı kurumların eğitime erişimi genişletmesi ise sürdürülebilir büyümeyi mümkün kılacaktır (Galor ve Zeira, 1993; Acemoglu vd., 2014).

Eğitim hizmetleri hem özel sektör, hem de kamu sektörü tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Bu özelliği ile eğitim, yarı kamusal mal ve hizmetler grubunda yer almaktadır. Piyasa koşullarında gerçekleştirilebilmesi mümkün olduğu halde, devletin de eğitim faaliyetleri içerisinde yer alması; dışsallıklar,

fırsat eşitliği ve sosyal politika gerekçelerine dayanmaktadır. Eğitim yararlanan bireye içsel fayda, topluma ise dışsal fayda sağlar. Yeni fikirlerin, teknolojik buluşların ve inovatif gelişmelerin anahtarı eğitimdedir. Bu bakımdan eğitim, bireyin gelir düzeyini yükselttiği gibi toplumun refah seviyesini de artırır. Eğitim düzeyi yüksek toplumlarda suç oranının görece düşük olması beklenir. Eğitimli insanların bilinçli bireyler olduğu düşüncesinden hareketle, sağlıklarına daha fazla dikkat edecekleri ve böylece kamusal sağlık harcamalarının, eğitim seviyesinin artması ile birlikte azalma eğilimine gireceği ileri sürülmektedir. Toplumda tüm bireylerin kaliteli eğitim hizmeti alabilmesi, bir boyutuyla da kamusal eğitim hizmetlerinin varlığına bağlıdır. Keza tamamen piyasa koşullarına bırakılmış bir eğitim sisteminde, alt gelir gruplarında yer alan bireyler bu hizmetlerden yararlanamayacaklardır. Bundan dolayı devletler, sosyal politikanın bir gereği olarak da eğitim-öğretim faaliyetlerinin içerisinde yer almak isteyebilirler (Gruber, 2019; Fisher, 2023).

Eğitime yönelik harcamalar ülkeler bazında farklılıklar göstermektedir. Eğitim harcamalarının küresel gayrisafi hasıla içerisindeki payı %3,5'tir. Ancak bu oran hem bölgeler, hem de ülkelerin gelir düzeyleri bakımından önemli şekilde ayrılmaktadır. Çoğunluğu gelişmiş ülkelerden oluşan Euro bölgesinde eğitim harcamalarının GSYİH'ya (Gayrisafi Yurtiçi Hasıla) oranı ortalama %5 ve Avrupa Birliği'nde de %4,7 iken, yoğun çatışmaların yaşandığı kırılğan ekonomilerde %2,3 ve Sahraaltı Afrika ekonomilerinde de %3,3'tür. Yüksek gelirli ülkeler GSYİH'larının ortalama %4,7'sini eğitim harcamalarına ayırmaktadır. Söz konusu bu değer orta gelirli ülkelerde %3,5 ve düşük gelirli ülkelerde de %3 seviyesindedir (World Bank, 2025).

Dünya genelinde eğitim harcamalarının GSYİH içerisindeki payının en yüksek olduğu ülke %9,1 ile Namibya'dır. Bu ülkenin ardından %6,6 ile Lesotho ve %6,4 ile de Kuveyt gelmektedir. En düşük paya sahip olan ülkeler ise %1,2 ile Lübnan, %2 ile Bangladeş ve %2,2 ile de Singapur'dur (World Population Review, 2026). Böylece GSYİH içerisinde eğitime en fazla pay ayıran ülkelerin küçük Pasifik adaları olduğu söylenebilir. Yüksek gelirli gelişmiş ülkeler ile orta veya düşük gelirli gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler arasındaki farklılaşma, öğrenci başına düşen eğitim harcamaları üzerinden de görülebilir. Örneğin ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretimde öğrenci başına eğitim harcaması Lüksemburg'da sırasıyla 29,2, 31,3 ve 61 bin Dolar düzeyine ulaşmaktadır. Buna karşın aynı değerler Peru'da sırasıyla 2,3, 2,7 ve 3,6 bin Dolar seviyesinde kalmaktadır (OECD, 2025a: 286).

Buna ek olarak az gelişmiş ülkelerdeki okullaşma düzeyi de görece düşüktür. UNESCO (2026) tarafından açıklanan verilere göre; ilköğretim çağında olup da okula gidemeyen çocukların oranı Somali'de %74, Çad'da %57

ve Afganistan'da da %53'tür. Ancak bu durum ülkenin sosyo-ekonomik ve demografik dinamikleri bakımından, kendi içerisinde de farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin Sudan'da ilköğretim çağındaki en yoksul çocukların %73'ü okula gidemezken, bu oran en zengin çocuklar arasında %3'tür. Afganistan'da kız çocuklarının %60'ı, erkek çocukların %40'ı, Papua Yeni Gine'de özürlü çocukların %43'ü, özürlü olmayan çocukların %13'ü ve Burkina Faso'da da kırsal kesimde yaşayan çocukların %52'si, kentlerde yaşayan çocukların %18'i ilköğretime devam edememektedirler. Az gelişmiş ülkelerdeki okullaşamama sorunu, büyük ölçüde çocuklar dışında gençler için de geçerlidir.

Devletlerin eğitim için yaptıkları harcamaların miktar ve bileşeni ülkeler bazında farklılık göstermektedir. Buna göre GSYİH'ya oranla eğitime yönelik en fazla kamu harcaması yapan ülkeler; %14,7 ile Amerikan Samoa, %14,2 ile Kiribati ve %12,8 ile de Tuvalu iken, en az harcama yapanlar ise %0,2 ile Ermenistan, %0,3 ile Nijerya ve %1,2 ile de Monako'dur (World Bank, 2023). Ancak toplam eğitim harcamaları içerisinde kamunun payına bakıldığında tablo değişmektedir. Bu alanda Senegal, Peru ve Eswatini (%20,9, %19,2 ve %19,2) başı çekerken, Niue, Dominika ve Angola (%5,6, %5,8 ve %6,5) son sıralarda bulunmaktadır (Our World in Data, 2025). Bu veri ilk üç ülkenin eğitim hizmetlerinin finansmanında ağırlıklı olarak kamu kaynaklarını, son üç ülkenin ise özel kesim kaynaklarını kullandığını göstermektedir.

Türkiye, genç ve dinamik nüfus yapısı ile önemli bir eğitim-öğretim potansiyeline sahiptir. Okul öncesi, ilkokul, ortaokul ve ortaöğretim düzeyinde, 74.000'i aşkın eğitim kurumu bünyesinde, 1,2 milyon öğretmen tarafından, yaklaşık 18 milyon öğrenciye eğitim-öğretim hizmeti verilmektedir. En yaygın okul türü 25.100 adet ile ilköğretim okullarıdır. Onu 18.900 adet okul ile ortaokullar takip etmektedir. Türkiye'de okullaşma oranı görece yüksek olup; okulöncesi öğretimde %48,97, ilkokulda %95,43, ortaokulda %89,09, ortaöğretimde %82,85 ve yükseköğretimde de %46,34 seviyesindedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2025: 1-3). Türkiye'nin ortalama eğitim süresi 8,5 yıl olup, bu değerle Türkiye, Brezilya, Çin, Paraguay, Uruguay, Vietnam, Cezayir gibi ülkelerle yaklaşık olarak aynı düzeylerde ve gelişmekte olan ülkelerin yoğunlaştığı bir kategoride yer almaktadır (Our World in Data, 2020).

Eğitime ayrılan toplam bütçe 2025 yılı itibari ile yaklaşık olarak 2,2 trilyon TL'dir. 2021 yılındaki 193 milyar TL'lik değer baz alındığında, eğitim bütçesinde 4 yılda 11 katı aşkın bir artış olduğu anlamına gelmektedir. Bütçe içerisinde en önemli pay 1 trilyon 452 milyar TL (Türk Lirası) ile Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) bütçe ödenegidir. MEB'in ardından en büyük ikinci pay 488,5 milyar TL ile Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK), Yükseköğretim Kalite Kurulu ve

üniversiteler bütçelerine aittir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2025: 244). Türkiye’de öğrenci başına düşen eğitim harcaması; ilk ve ortaöğretimde 4.000 Dolar ve yükseköğretimde de 10.800 dolar düzeyindedir (OECD, 2025a: 286). Kamu kesiminin yaptığı eğitim harcamalarının GSYİH içerisindeki payı 2024 yılı itibari ile %3,1 düzeyindedir. Söz konusu bu değer 2022 yılındaki %2,6’ya göre (Our World in Data, 2024) %0,5 oranında bir artış ifade etmektedir.

Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan Gümüşhane ilinin nüfusu yaklaşık olarak 139 bin, kilometrekare başına insan sayısı ise 20,9’dur. İlde yaşayanların eğitim durumu; okuma yazma bilmeyenler 3.800, okuma yazma bilen ancak herhangi bir okul bitirmeyenler 12.700, ilkökul ve ilköğretim mezunu olanlar 37.800, ortaokul veya dengi meslek okulu bitirenler 18.500, lise veya dengi okulu mezunları 36.500 ve 2.700’ü lisansüstü eğitim olmak üzere yükseköğretim mezunları 22.200 kişi şeklindedir (TÜİK, 2025). Gümüşhane’de çeşitli kademelerdeki 300’ü aşkın okulda eğitim-öğretim faaliyetleri devam etmektedir. İlin ortalama okullaşma oranı %80’in üzerindedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2025). Ayrıca ilde Gümüşhane Üniversitesi adında bir de üniversite yer almakta, üniversitede 650’yi akademisyen tarafından, yaklaşık olarak 20.000 öğrenciye eğitim-öğretim hizmeti verilmektedir (Gümüşhane Üniversitesi, 2026).

Gümüşhane ili Artvin, Giresun, Ordu, Rize ve Trabzon illeri ile birlikte, TR90 kalkınma bölgesinde yer almaktadır. İlde işsizlik oranı %8,5, işgücüne katılma oranı %52,4 ve istihdam oranı %47,9’dur. Kişi başına düşen GSYİH TL cinsinden cari fiyatlarla 287.500 TL ve Dolar cinsinden de 8.800 Dolar seviyesindedir. İlin yıllık ihracat miktarı 2025 yılı itibari ile 107 milyon Dolar ve ithalatı da 2.1 milyon Dolar düzeyinde bulunmaktadır (Gümüşhane Ticaret ve Sanayi Odası, 2026). TÜİK (2024) verilerine göre Gümüşhane’de imalat sanayinde 486, tarım, ormancılık ve balıkçılık sektöründe 84 ve madencilik ve taş ocakçılığında da 17 işletme faaliyet göstermektedir. 2024 yılı sonu itibari ile ildeki şirketler içerisinde en önemli pay yaklaşık olarak %50,8 ile (364 adet) limited şirketlerdir. Onu takiben %23,7 ile (170 adet) gerçek kişi şirketleri ve %16,9 ile de (121 adet) anonim şirketler gelmektedir (Gümüşhane Ticaret İl Müdürlüğü, 2024: 25).

Bu çalışma, eğitimin yerel ekonomik performans üzerindeki etkisini yarı kamusal mal niteliği çerçevesinde ele alarak literatüre katkı sunmaktadır. Mevcut çalışmaların büyük bölümü eğitimi beşeri sermayenin bir bileşeni olarak incelemekte ve etkilerini çoğunlukla doğrudan ilişkiler üzerinden değerlendirmektedir. Bu çalışmada ise eğitim, altyapı ve diğer tamamlayıcı faktörlerle birlikte ele alınarak daha bütüncül bir çerçevede analiz edilmektedir. Çalışmanın bir diğer yönü, analizlerin Türkiye’de sınırlı sayıda ele alınan il

düzeyinde gerçekleştirilmesidir. Bu kapsamda, makro düzeyde elde edilen bulguların yerel dinamikler açısından geçerliliği değerlendirilmektedir. Gümüşhane örneği üzerinden yapılan analiz, bölgesel ölçekteki çalışmaların sınırlı olduğu literatüre katkı sağlamaktadır.

Metodolojik açıdan çalışma, farklı bütünleşme derecelerine sahip serilerin birlikte analiz edilmesine imkân tanıyan ARDL yaklaşımını kullanmaktadır. Ayrıca, değişkenler arasındaki ilişkiler yalnızca doğrudan etkilerle sınırlı tutulmamış, dolaylı etkiler aracılık analizi ile incelenmiştir. Bu yaklaşım, özellikle çoklu doğrusal bağlantı probleminin varlığında değişkenler arasındaki ilişki yapısının daha sağlıklı değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Bunun yanında, çok boyutlu değişkenler Temel Bileşenler Analizi (PCA) ile bileşik endekslere dönüştürülerek daha tutarlı ve temsil gücü yüksek göstergeler elde edilmiştir. Bu yönüyle çalışma, veri yapısı ve yöntem tercihi açısından literatüre metodolojik açıdan tamamlayıcı bir katkı sunmaktadır.

2. Teorik Çerçeve ve Ampirik Literatür

Eğitim ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen teorik çalışmaların temelleri 1950'li yıllara kadar uzanmaktadır. Bu dönemde Solow (1956), neoklasik büyüme modelini geliştirerek üretimin, fiziksel sermaye ile emek miktarının bir fonksiyonu olduğunu ifade etmiştir. Modelin en güçlü yanı, ekonomilerin uzun dönemde durağan bir denge büyüme yoluna yakınsayacağı ve bu yolun temel belirleyicisinin teknolojik ilerleme olduğu öngörüsüdür. Solow modelinde eğitimin veya beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine doğrudan değil, teknolojik gelişme ve işgücü verimliliği üzerinden dolaylı olarak yer verilmektedir. Buna göre; eğitilmiş ve donanımlı bir işgücünün verimliliği artırarak toplam üretim kapasitesini genişleteceği ve buna bağlı olarak kişi başına düşen gelir seviyesini yükselteceği kabul edilmektedir.

İlerleyen yıllarda Mankiw vd. (1992), Solow'un modelini genişleterek beşeri sermayeyi üretim fonksiyonuna dahil etmiş ve bu sayede ülkeler arası gelir farklılıklarının çok daha büyük bir bölümünü açıklamayı başarmışlardır. Söz konusu çalışma, beşeri sermayenin fiziksel sermayeyle birlikte açıklayıcı gücü kayda değer biçimde artırdığını ve yakınsama hipotezini desteklediğini göstermişlerdir. Modelde eğitim yalnızca bireysel bir kazanım değil, aynı zamanda fiziksel sermaye gibi, üretimin temel bir faktörü ve ekonomik büyümenin en kritik belirleyicilerinden biri olarak ele alınmıştır. Çalışmanın en çarpıcı tespiti; beşeri sermaye birikiminin modele dahil edilmemesinin, fiziksel sermaye birikimi ve nüfus artışının gelir üzerindeki etkilerinin yanlış tahmin edilmesine neden olmasıdır. Bu doğrultuda yazarlar, eğitim yatırımlarının hem doğrudan gelir düzeyini artırdığını hem de dolaylı olarak fiziksel sermayenin getirisini yükselttiğini ileri sürmüşlerdir.

Neoklasik büyüme modelinin ekonomik büyüme dinamiklerini açıklamada yetersiz kaldığı görüşünden hareketle içsel büyüme modelleri geliştirilmiştir. Bu bağlamda Romer (1986), bilginin üretim sürecinde artan marjinal verimliliğe sahip bir girdi olduğunu ileri sürerek büyüme oranlarının zaman içinde artabileceğini göstermiştir. Ayrıca başlangıç koşulları ve politika müdahalelerinin uzun dönemli çıktı düzeyleri üzerinde kalıcı etkiler yaratabileceğini vurgulamıştır. Bu çerçevede, ekonomiler arasında büyüme performanslarının yapısal farklılıklara bağlı olarak kalıcı biçimde ayrışabileceği ifade edilmektedir. Model, eğitim ve beşeri sermaye ile doğrudan ilişkili olan bilgi kavramını iktisadi büyümenin merkezine yerleştirerek geleneksel büyüme teorilerinden önemli ölçüde ayrılmaktadır.

İçsel büyüme modelinin önemli temsilcilerinden biri olan Lucas (1988), beşeri sermayeyi doğrudan büyüme modeline entegre etmiş ve bireylerin zamanlarını, beşeri sermaye birikimine ayırmalarının üretim sürecinde dışsal faydalar yarattığını ortaya koymuştur. Bu modelde eğitim, beşeri sermaye birikim süreci aracılığıyla fiziksel sermayenin marjinal verimliliğini artırmakta ve ekonominin sürdürülebilir büyüme patikasında kalmasına katkı sağlamaktadır. Lucas modelinin temel öngörüsü, eğitilmiş ve nitelikli işgücüne sahip ekonomilerin daha yüksek ve kalıcı büyüme oranlarına ulaşabileceğidir.

Barro (1990), kamu harcamalarının içsel büyüme modelleri üzerindeki etkilerini teorik bir çerçevede ele almış ve devletin sunduğu hizmetlerin hem üretim verimliliğini hem de hanehalkı refahını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Bu kapsamda, vergilerle finanse edilen kamu harcamalarının büyüme ve tasarruf oranlarıyla olan ilişkisini analiz etmiştir. Barro'ya göre, devletin üretken faaliyetlere ayırdığı kaynaklar belirli bir noktaya kadar ekonomik büyümeyi desteklerken, aşırı vergilendirme ve üretken olmayan kamu harcamaları bu süreci olumsuz etkileyebilmektedir. Modelde eğitim, içsel büyümeyi destekleyen geniş sermaye stokunun önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Kamu harcamaları perspektifinden değerlendirildiğinde eğitim harcamaları, üretken kamu hizmetleri içerisinde ele alınmakta ve devletin eğitime kaynak ayırması, pozitif dışsallıkların finansmanına katkı sağlamaktadır.

Schumpeteryen büyüme yaklaşımı çerçevesinde, yaratıcı yıkım kavramı ile ekonomi büyüme arasındaki ilişki ise Aghion ve Howitt (1992) tarafından geliştirilmiştir. Bu modelde eğitim, araştırma-geliştirme (Ar-Ge) yatırımlarıyla ilişkilendirilerek yenilik sürecinin temel belirleyicilerinden biri olarak ele alınmaktadır. Özellikle yükseköğretim ve ileri düzey teknik eğitim, yenilik faaliyetlerini besleyen beşeri sermayenin ana kaynakları olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşımda, eğitilmiş işgücünün yeni teknolojilerin

geliştirilmesinde ve mevcut teknolojilerin yerini alacak yeniliklerin ortaya çıkmasında kritik bir rol oynadığı vurgulanmaktadır.

Eğitim ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan ulusal ve uluslararası ampirik çalışmalar, farklı yaklaşımlar ve model türlerini kapsamaktadır.

Kesitsel regresyon yönteminin kullanıldığı çalışmada Barro (1991), okullaşma oranları, yatırım oranı ve siyasi istikrar gibi değişkenlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiş ve ilk ve ortaöğretim okullaşma oranlarının, kişi başına büyüme hızıyla pozitif ve anlamlı ilişkisi olduğunu belirlemiştir. Benhabib ve Spiegel (1994) ise eğitim stokunun büyümeyle doğrudan anlamlı bir ilişki göstermediğini, ancak eğitimin teknoloji adaptasyonu ve difüzyonu aracılığıyla dolaylı yoldan büyümeyi etkilediğini göstermişlerdir.

Eğitim harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan Blankenau ve Simpson (2004), Panel GMM tahmincisi kullandıkları ampirik çalışmalarında, harcamaların büyüme üzerindeki etkisinin ekonominin vergi yapısına ve harcama verimliliğine bağlı olarak değiştiği sonucuna ulaşmışlardır. Bose vd. (2007), 30 gelişmekte olan ülkenin 1970-1990 dönemine ait panel verisinden yararlanarak, eğitim harcamalarının hem düzeyi hem de kamu bütçesi içindeki payının büyümeyi pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Eğitsizlik, yoksulluk ve beşeri sermaye arasındaki etkileşimi inceleyen Galor ve Zeira (1993), kredi piyasası başarısızlıkları ve beşeri sermaye yatırımları arasındaki ilişkiyi teorik olarak modelleyen çalışmalarında, başlangıç gelir dağılımının uzun dönemli büyüme ve beşeri sermaye birikimi üzerindeki kalıcı etkilerini göstermişlerdir. Galor ve Moav (2004), sanayileşme sürecinde sermaye birikiminin fiziksel kapitalden beşeri kapitale doğru evrilmesini teorik bir büyüme modeli çerçevesinde açıklamışlar ve bu değişimin gelir eşitsizliği üzerindeki geçici ve kalıcı etkilerini modellemişlerdir.

Ulusal literatürde, beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye yönelik çalışmalarında Altıntaş ve Çetintaş (2011), Türkiye’de ekonomik büyüme, beşeri sermaye ve ihracat değişkenleri arasındaki ilişkiyi VAR modeli ve nedensellik testleriyle analiz etmişler ve beşeri sermayenin büyüme üzerindeki etkisinin doğrudan değil, ihracat kanalıyla dolaylı biçimde gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Aynı konuya ilişkin bir diğer çalışmada Çakmak ve Gümüş (2005), Türkiye’de beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu, ancak beşeri sermayenin ekonomik büyümeye katkısının, fiziki sermayeye göre daha düşük bir düzeyde kaldığını ortaya koymuşlardır.

Kadınların eğitiminin ekonomik büyümeye etkisini Engle-Granger nedensellik testi, Johansen eşbütünleşme yaklaşımı ve VAR modelleri kullanarak

analiz eden Önder ve Önder (2012), kadınların eğitim seviyesindeki artışın ekonomik büyümeyi desteklediğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde Yılcı ve Aydın (2018) da, kadın okullaşmasında meydana gelen artışın ekonomik büyüme üzerinde arttırıcı bir etkiye sahip olduğunu ve kadın okullaşmasını arttıracak her türlü politikanın ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olacağını dile getirmişlerdir.

Afşar (2009), 1963-2005 dönemini kapsayan çalışmasında eğitim yatırımları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tespit etmeye çalışmış ve Türkiye’de, eğitim yatırımlarından ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedenselliğin var olduğunu saptamıştır. Buna karşın eğitim harcamaları ile ilgili çalışmalarında Eriçok ve Yılcı (2013), 1968-2005 dönemini kapsayan veri setinden yararlanarak, eğitim harcamalarının sadece kısa dönemde ve geçici bir şekilde ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Farklı eğitim kademelerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ele alan Yurtkuran ve Terzi (2015), Hsiao’nun Granger nedensellik ve Dolado-Lütkepohl VAR nedensellik yöntemleriyle 1950-2012 dönemine ait verileri incelemişler ve ekonomik büyümeden yükseköğretim mezunu sayısına, meslek lisesi ve genel lise mezun sayısından ekonomik büyümeye doğru pozitif bir nedenselliğin olduğunu göstermişlerdir. Sari ve Soytaş (2006), çok değişkenli bir çerçeve (multivariate framework) kullanarak dört aşamalı bir metodoloji izlemişler ve 1937-1996 verileri çerçevesinde, GSYİH değerleri ile ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite kayıt oranları arasında doğrusal bir bağ olduğunu ve bu değişkenlerin birlikte hareket ettiğini tespit etmişlerdir.

Literatürde yer alan bu çalışmalar, eğitimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini farklı veri setleri, yöntemler ve değişkenler çerçevesinde ele almakla birlikte, analizlerin büyük ölçüde ülke düzeyinde ve doğrudan ilişkilere odaklandığı görülmektedir. Bu çalışma ise söz konusu yaklaşımlardan ayrılarak, eğitimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini yerel ölçekte incelemekte ve bölgesel heterojenliği analize dahil etmektedir. Ayrıca eğitim, tek başına bir beşeri sermaye göstergesi olarak değil, diğer tamamlayıcı unsurlarla birlikte değerlendirilerek daha bütüncül bir çerçeve sunulmaktadır. Bu yönüyle çalışma, Türkiye özelinde sınırlı olan il düzeyindeki ampirik literatüre katkı sağlamakta ve politika çıkarımlarının daha yerelleştirilmiş bir perspektiften değerlendirilmesine imkân tanımaktadır.

3. Veri Seti

Literatürde, bölgesel ekonomik büyümenin belirleyicileri arasında eğitim (beşeri sermaye), sağlık ve altyapı göstergelerinin kritik rol oynadığı geniş

ölçüde kabul edilmektedir (Barro, 1991; Barro ve Sala-i-Martin, 2004). Bu çerçevede, eğitim ve sağlık değişkenleri beşeri sermayenin temel bileşenleri olarak değerlendirilirken, altyapı yatırımları üretkenliği artıran ve ekonomik faaliyetleri destekleyen tamamlayıcı bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Bu doğrultuda, yarı kamusal mal niteliği taşıyan eğitimin yerel ekonomik performansa katkısının Gümüşhane ili özelinde analiz edildiği bu çalışmada, ekonomik büyümenin belirleyicileri olarak eğitim (EDU), altyapı (INFRA), sağlık (HEALTH) ve nüfus (lnNUF) değişkenleri modele dahil edilmiştir.

Çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2026) veri tabanından temin edilmiş olup, 2000-2024 dönemine ait yıllık gözlemlerden oluşmaktadır. Bağımlı değişken olarak kullanılan kişi başına gelir serisi (TL) (lnKYTL), cari fiyatlarla elde edilmiş; Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE, 2003=100) kullanılarak reel hale dönüştürülmüş ve ardından logaritmik dönüşüme tabi tutulmuştur. Nüfus değişkeni (lnNUF) ise nüfus yoğunluğunu (kişi/km²) temsil etmekte olup, logaritmik formda modele dahil edilmiştir.

Modele dahil edilen EDU, INFRA ve HEALTH değişkenleri ise çok boyutlu yapıları nedeniyle Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis, PCA) kullanılarak oluşturulan bileşik endekslerdir. Endekslerin oluşturulmasından önce veri setindeki eksik gözlemler ayrıntılı biçimde analiz edilmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda eksik gözlem oranı %3,1 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, literatürde kabul edilen düşük eksiklik düzeyleri içerisinde yer almakta olup (Little ve Rubin, 2002), veri kaybını önlemek amacıyla eksik gözlemler lineer enterpolasyon yöntemi ile tamamlanmıştır (Eşitlik 1). Bununla birlikte, elde edilen bulguların bu yönteme duyarlılığını değerlendirmek amacıyla alternatif model spesifikasyonları test edilmiş ve sonuçların niteliksel olarak değişmediği tespit edilmiştir.

$$X_t = X_{t-1} + \frac{X_{t+1} - X_{t-1}}{2} \quad (1)$$

İlgili eşitlikte; X_{t-1} ve X_{t+1} sırasıyla bir önceki ve bir sonraki dönem gözlemlerini ifade etmektedir. Bu yöntem, değişkenlerin zamansal eğilimlerini koruyarak eksik gözlemlerin tutarlı biçimde tahmin edilmesini sağlamaktadır. Tüm analizler, bu şekilde oluşturulan eksiksiz veri seti üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan analizler Stata 17 paket programı kullanılarak yürütülmüştür.

3. 1. Endekslerin Oluşturulması (PCA Yaklaşımı)

Modele dahil edilen EDU, INFRA ve HEALTH değişkenleri çok boyutlu yapıları ve farklı ölçü birimlerine sahip olmaları nedeniyle, PCA uygulamasına geçilmeden önce, standartlaştırılmıştır. Bu kapsamda değişkenler, ortalaması sıfır ve varyansı bir olacak şekilde z-skoru dönüşümüne tabi tutulmuş, ölçek farklılıklarının analiz sonuçları üzerindeki etkisi ortadan kaldırılmış ve karşılaştırılabilir bileşenler elde edilmiştir (Abdi ve Williams, 2010; Jolliffe, 2025).

Standartlaştırma işleminin ardından veri setinin faktör analizine uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterlilik testi ve Bartlett küresellik testi ile değerlendirilmiştir (Ek Tablo A1). KMO testi sonucunda elde edilen 0.731 değeri, örneklem yeterliliğinin istatistiksel olarak iyi düzeyde olduğunu göstermektedir. Değişkenler bazında yapılan değerlendirmede, altyapı değişkeninin yüksek düzeyde (0.878), eğitim ve sağlık değişkenlerinin ise kabul edilebilir düzeyde yeterlilik sağladığı görülmüştür. Bartlett küresellik testi sonuçları ($\chi^2(3)=58.37$; $p<0.01$), korelasyon matrisinin birim matris olmadığını ve değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, veri setinin PCA uygulanmasına uygun olduğunu göstermektedir.

Bu doğrultuda, değişkenler arasındaki korelasyon yapısını dikkate alarak toplam varyansı maksimum düzeyde açıklayan doğrusal bileşenler elde etmeyi amaçlayan PCA yöntemi (Hotelling, 1933; Jolliffe, 2002) kullanılarak eğitim (EDU), altyapı (INFRA) ve sağlık (HEALTH) değişkenleri bileşik endeksler hâline getirilmiştir. Her bir endeks için elde edilen birinci temel bileşen (PC_1), ilgili kavramın temsilcisi (proxy) olarak modele dahil edilmiştir. Endekslerin oluşturulmasında Tablo 1’de sunulan alt bileşenler dikkate alınmıştır. Analiz öncesinde, ilgili alanı olumsuz etkileyen (negatif yönlü) değişkenler ters işaretle dönüştürülerek göstergelerin aynı yönlü etkiyi yansıtması sağlanmıştır.

Tablo 1: Endeks Değişkenleri ve Bileşenleri

Değişken	Açıklama	Alt Bileşenler
EDU	Eğitim/beşeri sermaye endeksi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Halk kütüphaneleri kullanıcı sayısı; ✓ Kütüphanelerdeki kitap sayısı; ✓ Kütüphane sayısı; ✓ Okuma yazma oranı; ✓ Derslik başına düşen öğrenci sayısı (ters çevrilmiş); ✓ Öğretmen başına düşen öğrenci sayısı (ters çevrilmiş)
INFRA	Altyapı endeksi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kanalizasyon hizmeti verilen nüfus oranı; ✓ İçme ve kullanma suyu hizmeti verilen nüfus oranı
HEALTH	Sağlık endeksi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bin kişi başına düşen hekim sayısı; ✓ Bebek ölüm hızı (ters çevrilmiş)
Not: Tüm değişkenler PCA öncesinde standartlaştırılmış; negatif etkili değişkenler ters işaretle dönüştürülmüştür.		

PCA sonuçları, her bir endeks için birinci temel bileşenin yüksek açıklayıcılık gücüne sahip olduğunu göstermektedir. Bu bileşen, EDU, INFRA ve HEALTH endekslerinde toplam varyansın sırasıyla %73,34, %81,38 ve %65,86'sını açıklamaktadır. Yük değerleri, değişkenlerin büyük ölçüde aynı yönde ve yüksek katsayılarla katkı sağladığını ortaya koymaktadır (bkz. Ek Tablo A2).

Yük yapıları, EDU değişkenlerinin benzer büyüklükte ve aynı yönlü; INFRA ve HEALTH bileşenlerinin ise dengeli katkı sunduğunu göstermektedir. EDU endeksinde kütüphane kullanıcı sayısına ait yük değerinin görece düşük olmasına rağmen (0,073), diğer değişkenlerin güçlü katkısı nedeniyle bu değişken korunmuştur.

Bu bulgular, oluşturulan endekslerin yüksek içsel tutarlılığa sahip olduğunu ve ilgili kavramları güçlü biçimde temsil ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla PCA yaklaşımı, veri indirgeme sürecinde istatistiksel ve analitik açıdan geçerli bir çerçeve sunmaktadır.

3. 2. Araştırma Hipotezleri ve Analitik Çerçeve

Çalışmada ekonomik büyümenin belirleyicilerini incelemek amacıyla aşağıdaki hipotezler test edilmektedir:

- **H1:** Eğitim (EDU) ekonomik büyümeyi anlamlı şekilde pozitif etkiler.
- **H2:** Sağlık (HEALTH) ekonomik büyümeyi anlamlı şekilde pozitif etkiler.

- **H3:** Altyapı (INFRA) ekonomik büyümeyle doğrudan etkiler.
- **H4:** Altyapının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi eğitim kanalı aracılığıyla dolaylı olarak gerçekleşir.

Bu hipotezler doğrultusunda, değişkenler arasındaki ilişkiler iki denklem çerçevesinde analiz edilmektedir:

$$\ln KYTL_t = \beta_0 + \beta_1 EDU_t + \beta_2 INFRA_t + \beta_3 HEALTH_t + \beta_4 \ln NUF_t + \beta_5 D2018_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\ln KYTL_t = \alpha_0 + \alpha_1 EDU_t + \alpha_2 HEALTH_t + \alpha_3 \ln NUF_t + \alpha_4 D2018_t + u_t \quad (3)$$

Denklemlerde, $\ln KYTL$ kişi başına reel gelir düzeyini (TL), EDU , $INFRA$, $HEALTH$ değişkenleri sırası ile eğitim, altyapı ve sağlık endekslerini; $\ln NUF$ nüfus (kişi) değişkenini ve $D2018$ yapısal kırılmayı temsil eden kukla değişkeni ifade etmektedir. ε_t ve u_t ise hata terimleridir.

4. Yöntem

Bu çalışmada, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri analiz etmek amacıyla Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen Otoregresif Dağıtılmış Gecikmeler (Autoregressive Distributed Lag, ARDL) yaklaşımı kullanılmıştır. ARDL yöntemi, serilerin farklı durağanlık derecelerine sahip olması durumlarında (I(0) ve I(1)) eşbütünleşme analizine imkân tanınması ve küçük örneklerde güvenilir tahminler üretmesi nedeniyle tercih edilmiştir (Narayan, 2005).

Genel ARDL (p, q_1, q_2, \dots, q_k) modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \sum_{l=0}^{q_j} \beta_{j,l} X_{j,t-l} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Burada, Y_t bağımlı değişkeni, $X_{j,t}$ açıklayıcı değişkenleri vektörünü, p ve q optimal gecikme uzunluklarını ifade etmektedir.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi test etmek amacıyla kurulan Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli (UECM) ise aşağıdaki şekildedir (Pesaran, Shin ve Smith, 2001; Nkoro ve Uko, 2016):

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=0}^{q_1-1} \beta_{1j} \Delta X_{1,t-j} + \dots + \sum_{j=0}^{q_k-1} \beta_{kj} \Delta X_{k,t-j} + \lambda_1 Y_{t-1} + \lambda_2 X_{1,t-1} + \dots + \lambda_{k+1} X_{k,t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Bu modelde, gecikmeli düzey değişkenlerine ait katsayıların ortak anlamlılığı F-istatistiği aracılığıyla test edilmekte ve elde edilen değer, ilgili alt ve üst

kritik sınırlarla karşılaştırılmaktadır. F-istatistiğinin üst kritik değeri aşması durumunda, değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaret etmektedir (Pesaran, Shin ve Smith, 2001; Narayan, 2005).

Eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edilmesi halinde, kısa dönem dinamiklerini incelemek amacıyla hata düzeltme modeli (Error Correction Model, ECM) kullanılmakta olup, ECM aşağıdaki şekilde kurulmaktadır (Engle ve Granger, 1987):

$$\Delta Y_t = \sum \psi_i \Delta X_{t-i} + \eta ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

İlgili eşitlikte yer alan ECM_{t-1} , uzun dönem denge ilişkisinden elde edilen hata düzeltme terimini temsil etmektedir. Bu terime ait katsayının (η) negatif ve anlamlı olması, kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların zaman içerisinde uzun dönem dengeye yakınsadığını ve sistemin dengeye geri dönüş mekanizmasının işlediğini göstermektedir.

Modelin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, optimal gecikme uzunlukları Akaike Bilgi Kriteri (AIC) esas alınarak belirlenmiştir. Bu yaklaşım, aşırı parametreleşmeyi önleyerek tahmin etkinliğini artırmakta ve model seçimini istatistiksel olarak tutarlı bir temele dayandırmaktadır (Narayan, 2005; Lütkepohl, 2005).

5. Ampirik Bulgular

Çalışmada analize dahil edilen değişkenlerin (kukla değişken hariç) temel özelliklerini ortaya koymak amacıyla tanımlayıcı istatistikler incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, değişkenlerin dağılımı ve eğilimlerine ilişkin ön bilgi sağlayarak izleyen ekonometrik analizlerin yorumlanmasına katkı sunmaktadır.

Tablo 2: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
lnKYD	25	8.647	0.384	7.672	9.125
EDU	25	0.000	2.266	-4.132	2.558
INFRA	25	0.000	1.276	-4.532	1.191
HEALTH	25	0.000	1.148	-1.948	1.913
lnNUF	25	11.853	0.096	11.752	12.055

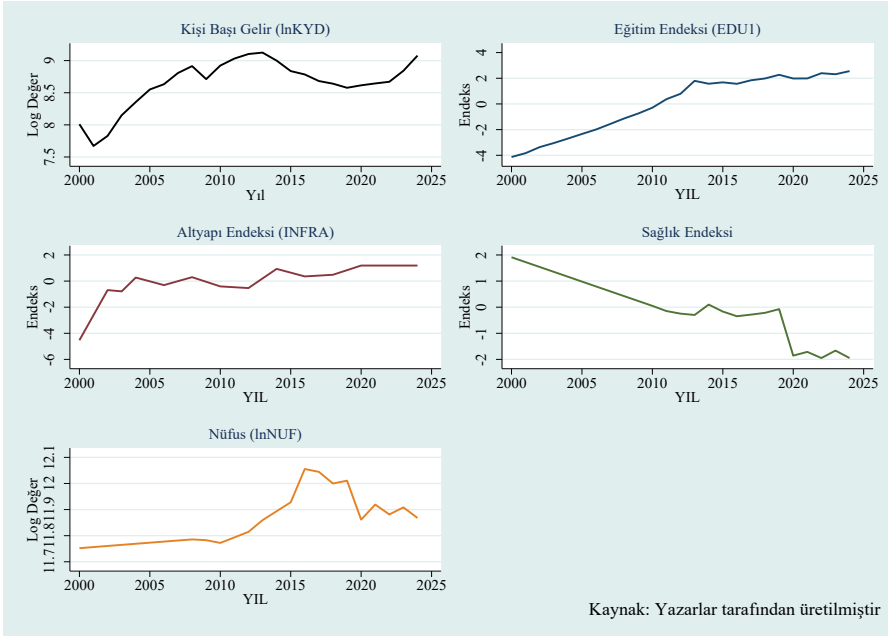
Tablo 2 incelendiğinde, kişi başına gelir değişkeninin (lnKYD) logaritmik dönüşüm sonrasında daha dengeli bir dağılım sergilediği görülmektedir. EDU, INFRA ve HEALTH değişkenlerinin ortalamalarının sıfır olması,

bu değişkenlerin PCA temelli standartlaştırılmış endeksler olduğunu göstermektedir.

Standart sapma değerleri dikkate alındığında, eğitim endeksinin (EDU) diğer değişkenlere kıyasla daha yüksek oynaklık sergilediği; altyapı (INFRA) ve sağlık (HEALTH) değişkenlerinin ise daha sınırlı dalgalanmalar içerdiği anlaşılmaktadır. Nüfus değişkeninin (lnNUF) düşük standart sapmaya sahip olması, görece istikrarlı bir seyir izlediğine işaret etmektedir. Bulgular, değişkenlerin düzey ve oynaklık bakımından farklı dinamikler içerdiğini göstermektedir.

Tanımlayıcı istatistiklerin ardından, değişkenlerin zaman içindeki davranışlarını incelemek amacıyla grafiksel analizlere yer verilmiştir. Bu kapsamda oluşturulan zaman serisi grafikleri Şekil 2’de sunulmaktadır.

Şekil 2: Değişkenlerin Zaman Serisi Grafikleri (2000-2024)



Şekil 2 incelendiğinde, lnKYD değişkeninin genel olarak artan bir eğilim sergilediği, EDU endeksinin belirgin bir yükseliş gösterdiği, INFRA değişkeninin görece yatay bir seyir izlediği, HEALTH değişkeninin azalış eğiliminde olduğu ve lnNUF değişkeninin ise dönem boyunca istikrarlı bir artış eğilimi sergilediği görülmektedir.

Bu gözlemler, bazı serilerde trend bileşenlerinin varlığına işaret etmektedir. Bu nedenle, sahte regresyon (spurious regression) riskini önlemek amacıyla birim kök testleri uygulanmıştır.

Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları (Sabit + Trend Model)

Değişken	Düzye		1. Fark		Sonuç
	ADF	PP	ADF	PP	
lnKYD	-3.227* (0.079)	-1.465 (0.841)	-2.301 (0.433)	-4.204*** (0.004)	I(1)
EDU	-0.436 (0.986)	-0.420 (0.986)	-2.644 (0.260)	-5.082*** (0.000)	I(1)
INFRA	-5.171*** (0.000)	-6.155*** (0.000)	-5.158*** (0.000)	-4.088*** (0.007)	I(0)
HEALTH	-2.342 (0.411)	-2.879 (0.170)	-3.595** (0.030)	-5.948*** (0.000)	I(1)
lnNUF	-1.118 (0.926)	-1.383 (0.866)	-2.413 (0.373)	-5.261*** (0.000)	I(1)
Notlar:					
1. Parantez içindeki değerler MacKinnon p-değerlerini göstermektedir.					
2. *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.					
3. ADF: Augmented Dickey-Fuller testi, PP: Phillips-Perron testi.					
4. Tüm testler sabit ve trend içeren model altında uygulanmıştır.					

Birim kök test sonuçları incelendiğinde, altyapı endeksi (INFRA) değişkeninin hem Augmented Dickey-Fuller (ADF) hem de Phillips-Perron (PP) testlerine göre düzeyde durağan olduğu ve I(0) sürecine sahip bulunduğu görülmektedir. Buna karşılık, kişi başına gelir (lnKYD), eğitim (EDU), sağlık (HEALTH) ve nüfus (lnNUF) değişkenlerinin düzeyde durağan olmadığı belirlenmiştir. Bu değişkenler birinci farkları alındığında durağan hale gelmekte ve özellikle PP testine göre istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla, lnKYD, EDU, HEALTH ve lnNUF değişkenlerinin I(1), INFRA değişkeninin ise I(0) sürecine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bu bulgular, modelde farklı bütünleşme derecelerine sahip değişkenlerin birlikte yer aldığı göstermektedir. Bu durum, ARDL yaklaşımının metodolojik olarak uygunluğunu desteklemektedir. Model tahminine geçilmeden önce gecikme uzunluğu belirlenmiştir.

Modelde maksimum gecikme uzunluğu küçük örneklem boyutu dikkate alınarak sınırlandırılmış, AIC esas alınarak 2 olarak belirlenmiştir. (Bunu anlamadım, doğru yazılmışsa sorun yok)

İlk aşamada, tüm değişkenler (EDU, INFRA, HEALTH, lnNUF ve D2018) modele dahil edilerek ARDL (2,0,0,0,0) modeli tahmin edilmiş (Eşitlik 2), sonuçlar Ek Tablo A3'te sunulmuştur. Elde edilen bulgular, özellikle INFRA değişkeni başta olmak üzere uzun dönem katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ve modelin teorik beklentilerle tam uyum göstermediğini ortaya koymaktadır.

Bu durum, yalnızca doğrudan etkilerin değil, dolaylı etkilerin (aracılık ilişkileri) ve değişkenler arası yüksek korelasyona bağlı çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) sorunlarının da etkili olabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle, değişkenler arasındaki ilişkilerin yapısını daha ayrıntılı incelemek amacıyla korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Korelasyon Matrisi

Değişkenler	EDU	INFRA	HEALTH	lnNUF	D2018
EDU	1.000	0.766*	-0.891*	0.775*	0.622*
INFRA	0.766*	1.000	-0.749*	0.531*	0.519*
HEALTH	-0.891*	-0.749*	1.000	-0.536*	-0.746*
lnNUF	0.775*	0.531*	-0.536*	1.000	0.456*
D2018	0.622*	0.519*	-0.746*	0.456*	1.000

Not: * $p < 0.05$

Tablo 4 incelendiğinde, eğitim (EDU) ile altyapı (INFRA) değişkenleri arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki bulunduğu görülmektedir ($r = 0.766$). Ayrıca EDU ile sağlık (HEALTH) değişkeni arasında güçlü ve ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($r = -0.891$). Bu bulgular, değişkenler arasında güçlü doğrusal ilişkiler bulunduğunu ve potansiyel multicollinearity sorununa işaret etmektedir.

Bu durumun test edilmesi amacıyla Varyans Artış Faktörü (Variance Inflation Factor, VIF) analizi de uygulanmıştır. Ek Tablo A4'de sunulan VIF sonuçlarına göre, özellikle EDU ve HEALTH değişkenlerine ait değerlerin kritik eşik değer olan 10'un üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, modelde önemli düzeyde multicollinearity problemi bulunduğunu doğrulamaktadır. Multicollinearity, bağımsız değişkenlerin etkilerinin ayrıştırılmasını zorlaştırarak katsayı tahminlerinin güvenilirliğini azaltmakta ve bazı değişkenlerin istatistiksel olarak anlamsız görünmesine neden olabilmektedir. Nitekim ARDL modelinde INFRA değişkeninin anlamsız bulunması bu durumla uyumludur.

Bu bağlamda, INFRA değişkeninin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ortadan kalktığı değil, söz konusu etkinin model içerisinde başka bir değişken

aracılığıyla dolaylı olarak aktarıldığı değerlendirilmektedir. Özellikle altyapı ile eğitim arasındaki güçlü ilişki, altyapının büyüme üzerindeki etkisinin eğitim kanalı üzerinden gerçekleşebileceğine işaret etmektedir.

Bu bulgu, doğrudan aracılık ilişkisini tek başına kanıtlanamamakla birlikte, değişkenler arasında dolaylı etki mekanizmalarının varlığına işaret eden ampirik bir ön bulgu sunmaktadır.

Çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkilerin daha tutarlı ve teorik olarak temellendirilmiş biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla aracılık (mediation) analizi uygulanmıştır. Bu kapsamda, altyapının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin eğitim kanalı üzerinden gerçekleşip gerçekleşmediği test edilmiştir. Aracılık analizi, dolaylı etki mekanizmalarını incelemeye imkân tanınması nedeniyle, özellikle multicollinearity varlığında analitik olarak uygun bir çerçeve sunmaktadır (Baron ve Kenny, 1986; Hayes, 2017).

Aracılık analizinin eğitim (EDU) değişkeni üzerinden kurgulanmasının temel gerekçesi, altyapı yatırımları ile beşeri sermaye birikimi arasındaki ilişkinin hem teorik hem de ampirik olarak güçlü biçimde desteklenmesidir. Nitekim literatürde, altyapının eğitim hizmetlerine erişimi artırarak beşeri sermaye oluşumunu desteklediği ve bu yolla ekonomik büyümeyi dolaylı olarak etkilediği vurgulanmaktadır (Barro, 1991; Calderón ve Servén, 2010). Ampirik bulgular da bu çerçeveyi desteklemektedir. INFRA ile EDU değişkenleri arasındaki yüksek pozitif korelasyon ($r = 0.766$) ve VIF sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, altyapı etkisinin büyük ölçüde eğitim değişkeni üzerinden taşındığı anlaşılmaktadır.

Buna karşılık, sağlık değişkeni (HEALTH) ile altyapı arasındaki ilişki literatürde daha çok dolaylı ve çok boyutlu mekanizmalarla açıklanmakta (Weil, 2007) olup, bu ilişkinin aracılık analizi kapsamında doğrudan test edilmesini destekleyecek yeterince güçlü bir ampirik yapı gözlemlenmemiştir. Ayrıca HEALTH değişkeninin kısa ve uzun dönem etkilerinin farklı yönlerde ortaya çıkması, bu değişken üzerinden kurulacak bir aracılık modelinin teorik ve ekonometrik tutarlılığını zayıflatmaktadır. Bu nedenle aracılık analizi yalnızca eğitim kanalı üzerinden kurgulanmıştır.

Bu doğrultuda, çalışmanın devamında INFRA değişkeninin dışlandığı ARDL (2,0,2,0,0) modeli (Eşitlik 3) üzerinden elde edilen bulgular sunulmakta (Tablo 5); ardından altyapının ekonomik büyüme üzerindeki dolaylı etkisini ortaya koyan aracılık analizi sonuçları bütüncül bir biçimde değerlendirilmektedir.

Tablo 5: ARDL (2,0,2,0,0) Modeli Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-ist.	p-değeri
Hata Düzeltme Terimi (ECT-1)	-0.264*	0.076	-3.46	0.004
Uzun Dönem Katsayıları				
EDU	0.417**	0.176	-2.37	0.033
HEALTH	1.632***	0.324	-5.03	0.000
lnNUF	2.075*	1.177	1.76	0.100
D2018	0.531**	0.242	2.20	0.045
Kısa Dönem Katsayıları				
$\Delta \ln \text{KYTL}(-1)$	0.523***	0.154	3.39	0.004
ΔHEALTH	0.270***	0.071	3.83	0.002
$\Delta \text{HEALTH}(-1)$	0.274***	0.059	4.67	0.000
Not: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$ anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.				

Tablo 5'te sunulan bulgular, modelde yer alan değişkenlerin ekonomik büyüme ile hem kısa hem de uzun dönemde anlamlı ilişkiler içerisinde olduğunu göstermektedir. Ancak, bu ilişkilerin istatistiksel olarak kalıcı olup olmadığı ve değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin bulunup bulunmadığının ayrıca test edilmesi gerekmektedir.

Bu doğrultuda, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını sınamak amacıyla eşbütünleşme analizi kapsamında Sınır Testi (Bounds Test) uygulanmıştır (Pesaran, Shin, ve Smith, 2001).

Tablo 6: ARDL Sınır (Bounds) Testi Sonuçları

Test İstatistiği	Değer	%10 I(0)	%10 I(1)	%5 I(0)	%5 I(1)	%1 I(0)	%1 I(1)	Karar
F-istatistiği	8.640	2.927	4.357	3.702	5.402	5.776	8.169	Eşbütünleşme var
t-istatistiği	-3.465	-2.538	-3.663	-2.955	-4.170	-3.854	-5.270	Belirsiz (inconclusive)
Notlar:								
1) Kritik değerler Kripfganz ve Schneider (2020) küçük örneklem düzeltmesine dayanmaktadır.								
2) Karar kuralı gereği F-istatistiği belirleyici olarak dikkate alınmıştır.								

Tablo 6'da yer alan sınır testi sonuçlarına göre, F-istatistiğinin üst kritik değeri aşması değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Bu bulgu, Tablo 5'te sunulan katsayıların uzun dönem denge ilişkisi çerçevesinde yorumlanabileceğini ortaya koymaktadır.

ARDL (2,0,2,0,0) modeli kapsamında elde edilen sonuçlar, değişkenler arasında hem kısa hem de uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin bulunduğunu göstermektedir. Modelin bilgi kriterleri (AIC = -52.92; BIC = -42.70) dikkate alındığında, seçilen gecikme yapısının uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Modelde yer alan değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki, sınır testi yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmiştir (Pesaran, Shin ve Smith, 2001). Elde edilen F-istatistiğinin (8.640), %1 anlamlılık düzeyine karşılık gelen üst kritik değerin (8.169) üzerinde olması, değişkenler arasında güçlü bir eşbütünleşme ilişkisine işaret etmektedir. Buna karşılık t-istatistiğinin sınır değerler arasında kalması tek başına kesin bir karar sunmamaktadır. Ancak ARDL yaklaşımında, F-istatistiğinin üst kritik değeri aşması durumunda eşbütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir (Pesaran, Shin ve Smith, 2001; Cameron ve Trivedi, 2005). Bu nedenle, çalışmada değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hata düzeltme teriminin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması ($\beta = -0.264$; $p < 0.01$), kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların uzun dönem dengesine doğru düzeltildiğini göstermektedir. Buna göre, dengesizliklerin yaklaşık %26'sı her dönemde giderilmekte ve sistemin yaklaşık dört dönem içinde dengeye yakınsadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, modelin dinamik uyum hızının anlamlı ve istikrarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Uzun dönem katsayıları incelendiğinde, eğitim değişkeninin (EDU) ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($\beta = 0.417$; $p < 0.05$). Bu bulgu, beşerî sermaye birikiminin büyüme üzerindeki destekleyici rolünü teyit etmektedir. Benzer şekilde, sağlık değişkeni (HEALTH) de pozitif ve güçlü bir etkiye sahiptir ($\beta = 1.632$; $p < 0.01$) ve sağlık göstergelerindeki iyileşmelerin büyüme dinamikleri açısından kritik önem taşıdığını göstermektedir.

Nüfus değişkeni (lnNUF) pozitif olmakla birlikte yalnızca %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşılık, 2018 yılı sonrası dönemi temsil eden kukla değişkenin (D2018) pozitif ve anlamlı olması ($\beta = 0.531$; $p < 0.05$), ilgili dönemde ekonomik büyümede yapısal bir değişim veya toparlanma sürecine işaret etmektedir.

Katsayıların istatistiksel anlamlılığının yanı sıra ekonomik büyüklüklerinin de değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla, değişkenlere ait etki büyüklükleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7: Uzun Dönem Etki Büyüklükleri (Elasticity / Effect Size)

Değişken	Etki Türü	Etki Büyüklüğü
EDU	1 std. sapma etkisi	0.945
HEALTH	1 std. sapma etkisi	1.873
lnNUF	Esneklik	2.075

Notlar:

- 1) EDU ve HEALTH değişkenleri standartlaştırılmış olduğundan, katsayılar bir standart sapmalık değişimin ekonomik büyüme üzerindeki yüzdesel etkisini göstermektedir.
- 2) lnNUF değişkeni logaritmik formda yer aldığından katsayı doğrudan esneklik olarak yorumlanmaktadır.

Tablo 7’de sunulan bulgular, değişkenlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin büyüklük açısından farklılaştığını göstermektedir. Sağlık değişkeninin (HEALTH), eğitim değişkenine (EDU) kıyasla daha güçlü bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Buna göre, sağlık göstergesindeki bir standart sapmalık artış ekonomik büyümeyi yaklaşık %1.87 oranında artırırken, eğitim değişkenindeki aynı büyüklükteki bir artış büyümeyi yaklaşık %0.95 oranında artırmaktadır.

Nüfus değişkenine (lnNUF) ait esneklik katsayısı (2.075), nüfusta meydana gelen %1’lik bir artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık %2.07 oranında artırdığını göstermektedir. Bu bulgular, büyüme üzerinde en güçlü etkinin nüfus ve sağlık kanallarından kaynaklandığına işaret etmektedir.

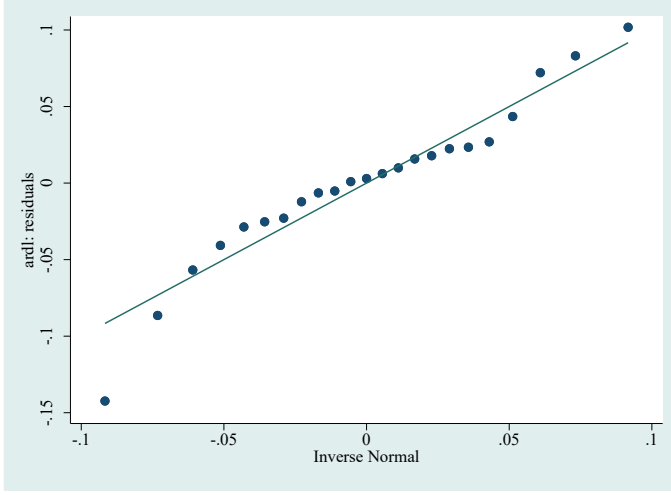
Kısa dönem dinamikleri incelendiğinde, bağımlı değişkenin gecikmeli farkının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, ekonomik büyümenin kısa dönemde atalet (inertia) özelliği sergilediğini göstermektedir. Buna karşılık, sağlık değişkeninin hem cari hem de gecikmeli farklarının negatif ve anlamlı olması, kısa dönemde sağlık göstergelerindeki artışların büyüme üzerinde geçici bir uyum maliyeti oluşturabileceğine işaret etmektedir.

Bu bulgu, sağlık değişkeninin kısa ve uzun dönem etkilerinin yön bakımından farklılaştığını ve etkisinin zamana bağlı olarak değişen dinamik bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulguların güvenilirliğini test etmek amacıyla modele ilişkin tanısal testler uygulanmıştır. Bu kapsamda, hata terimlerinin dağılım özellikleri incelenmiş ve çarpıklık-basıklık (Skewness/Kurtosis) testi sonucunda artıkların normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir ($\chi^2(2) = 4.18$; $p = 0.1239$).

Bu sonuç, model varsayımlarının sağlandığını göstermekte olup, Q-Q grafiği ile de desteklenmektedir.

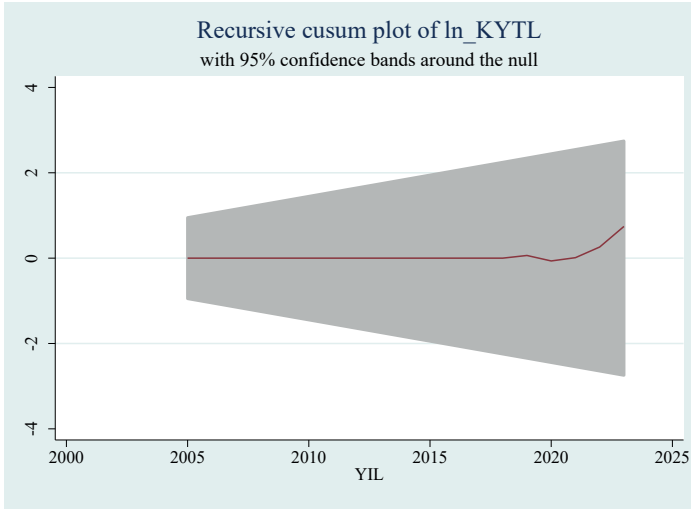
Şekil 3: ARDL Modeli Artıklarına Ait Normal Dağılım Grafiği (Q-Q Plot)



Şekil 3’de sunulan Q-Q grafiği incelendiğinde, artıkların büyük ölçüde 45 derecelik referans doğrusu etrafında konumlandığı görülmektedir. Özellikle dağılımın merkezinde gözlemlerin doğrusal yapı ile yüksek uyum sergilediği anlaşılmaktadır. Uç gözlemlerde sınırlı sapmalar bulunmakla birlikte, bu durum küçük örneklem boyutuna bağlanabilir. Genel olarak, artıkların dağılımının normallik varsayımı ile uyumlu olduğu ve bu bulgunun istatistiksel test sonuçlarıyla tutarlılık gösterdiği söylenebilir.

Modelin parametre stabilitesi kümülatif toplam (CUSUM) testi ile incelenmiştir (Şekil 4). CUSUM istatistiğinin kritik sınırlar içinde kalması, model parametrelerinin örneklem dönemi boyunca istikrarlı olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, modelde yapısal kırılma bulunmadığına ve tahmin edilen katsayıların güvenilir olduğuna işaret etmektedir.

Şekil 4: ARDL Modeli İçin CUSUM Testi Sonuçları



Şekil 4'te sunulan CUSUM grafiği incelendiğinde, kümülatif toplam eğrisinin tüm örneklem dönemi boyunca kritik sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Bu durum, model parametrelerinin zaman içerisinde istikrarlı olduğunu ve tahmin edilen katsayıların yapısal bir kırılmaya maruz kalmadığını göstermektedir. Eğrinin hiçbir dönemde kritik bantları ihlal etmemesi, modelin parametrik kararlılığını desteklemektedir. Bu bulgu, CUSUM test istatistiğinin kritik sınırlar içerisinde kalmasıyla da tutarlıdır.

Bununla birlikte, modelin dinamik spesifikasyonunun geçerliliği diğer klasik regresyon varsayımları çerçevesinde de test edilmiştir (Tablo 8). Breusch-Godfrey LM testi sonuçlarına göre modelde otokorelasyon sorunu bulunmamaktadır ($\chi^2(1)=3.400$; $p=0.0652$). Heteroskedastisite sorunu ise Breusch-Pagan ve White testleri ile incelenmiş ve her iki test sonucunda da sabit varyans varsayımının ihlal edilmediği görülmüştür ($p > 0.05$). Bu sonuçlar, modelin temel varsayımları büyük ölçüde sağladığını ve tahmin sonuçlarının güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 8: ARDL Modeli Tanısal Test Sonuçları

Test	İstatistik	Kritik Değerler	p-değeri
Breusch-Godfrey LM	$\chi^2(1)=3.400$	-	0.0652
Breusch-Pagan	$\chi^2(1)=0.63$	-	0.4279
White Testi	$\chi^2(22)=23.00$	-	0.4017
Normallik	$\chi^2(2)=4.18$	-	0.1239
CUSUM	0.2477	1%:1.1430 5%:0.9479 10%:0.8499	-

Tüm tanısal test sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, modelin hem kısa hem de uzun dönem tahminlerinin istatistiksel açıdan tutarlı olduğu ve belirgin bir spesifikasyon hatası içermediği anlaşılmaktadır. Bu durum, ARDL modeli kapsamında elde edilen katsayıların güvenilirliğini desteklemektedir. Bu çerçevede, elde edilen bulguların yalnızca doğrudan ilişkilerle sınırlı kalmayıp, değişkenler arasındaki potansiyel dolaylı etki kanallarının da incelenmesini gerekli kıldığı değerlendirilmektedir.

Altyapı, eğitim ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin doğrudan ve dolaylı etkiler çerçevesinde bütüncül biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla aracılık (mediation) analizi uygulanmıştır. Altyapının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin dolaylı olup olmadığını test etmek amacıyla, Baron ve Kenny (1986) tarafından geliştirilen klasik yaklaşım benimsenmiş ve analiz üç aşamalı regresyon sistemi çerçevesinde yürütülmüştür.

(1) Aracı değişken denklemi

$$EDU1_t = \alpha_0 + \alpha_1 INFRA_t + u_t \quad (7)$$

(2) Bağımlı değişken denklemi

$$\ln KYTL_t = \gamma_0 + \gamma_1 EDU1_t + v_t \quad (8)$$

(3) Tam model (doğrudan ve dolaylı etki)

$$\ln KYTL_t = \delta_0 + \delta_1 INFRA_t + \delta_2 EDU1_t + e_t \quad (9)$$

Bu yaklaşım çerçevesinde aracılık etkisinin varlığı aşağıdaki koşullara dayanmakta olup, analiz bulguları Tablo 9'da sunulmaktadır:

(i) Altyapının (INFRA) eğitim (EDU) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olması,

- (ii) Eğitim değişkeninin (EDU) ekonomik büyümeyi (lnKYTL) anlamlı biçimde açıklaması,
- (iii) Altyapının doğrudan etkisinin, aracı değişken modele dahil edildiğinde ortadan kalkması veya belirgin biçimde zayıflaması.

Tablo 9: Aracılık Analizi Regresyon Sonuçları

Model	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Katsayı (β)	Std. Hata	p-değeri
(1)	EDU	INFRA	1.360***	0.238	0.000
(2)	lnKYTL	EDU	0.121***	0.025	0.000
(3)	lnKYTL	EDU	0.102**	0.039	0.016
(3)	lnKYTL	INFRA	0.045	0.069	0.526

Not: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$ anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 9’da yer alan bulgular incelendiğinde, ilk aşamada altyapı değişkeninin (INFRA) eğitim (EDU) üzerinde pozitif ve yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($\beta = 1.360$; $p < 0.01$). İkinci aşamada, eğitim değişkeninin ekonomik büyüme (lnKYTL) üzerindeki etkisinin de pozitif ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($\beta = 0.121$; $p < 0.01$). Üçüncü aşamada ise INFRA ve EDU değişkenlerinin birlikte modele dahil edilmesi durumunda, EDU değişkeninin anlamlılığını koruduğu ($\beta = 0.102$; $p = 0.016$), buna karşılık INFRA değişkeninin katsayısının istatistiksel olarak anlamsız hale geldiği görülmektedir ($\beta = 0.045$; $p = 0.526$). Bu bulgular, ARDL modeli kapsamında elde edilen uzun dönem ilişkilerin altında yatan mekanizmaya dair bir açıklama sunmakta olup, sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, altyapının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin doğrudan değil, eğitim kanalı üzerinden dolaylı olarak gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Bu çerçevede, INFRA değişkeninin doğrudan etkisinin aracı değişken modele dahil edildiğinde ortadan kalkması, literatürde tanımlandığı biçimiyle tam aracılık (full mediation) bulgusunu desteklemektedir. Bu sonucun istatistiksel olarak da doğrulanması için aracılık etkisinin anlamlılığını test etmek amacıyla aşağıda ifade edilen Sobel testi uygulanmıştır.

$$Z = \frac{\alpha_1 \cdot \gamma_1}{\sqrt{\gamma_1^2 \cdot \sigma_{\alpha_1}^2 + \alpha_1^2 \cdot \sigma_{\gamma_1}^2}} \quad (10)$$

Sobel test istatistiği ($z = 3.71$; $p < 0.01$), dolaylı etkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bulgu, altyapının ekonomik büyüme

üzerindeki etkisinin eğitim üzerinden gerçekleştiğini istatistiksel olarak doğrulamaktadır.

Dolaylı etki katsayısı, aracılık analizinde standart olarak kullanılan α_1 . γ_1 üzerinden hesaplanmaktadır (Baron ve Kenny, 1986). Bu kapsamda, altyapının eğitim üzerindeki etkisini gösteren katsayı ($\alpha_1 = 1.360$) ile eğitimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini gösteren katsayı ($\gamma_1 = 0.121$) çarpılmış ve dolaylı etki katsayısı 0.165 olarak elde edilmiştir. Bu durumda, altyapı değişkeninde meydana gelen bir birimlik artışın, eğitim üzerinden kişi başına geliri yaklaşık 0.165 birim artırdığı anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, altyapı yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin doğrudan olmaktan ziyade, eğitim düzeyini geliştirerek dolaylı biçimde gerçekleştiği değerlendirilmektedir. Bu durum, ekonomik büyüme sürecinde altyapı ve eğitimin birbirini tamamlayan unsurlar olduğunu ortaya koymakta ve politika tasarımı bu iki alanın eşgüdüm içerisinde ele alınmasının önemine işaret etmektedir. Bu yönüyle çalışma, altyapı \rightarrow eğitim \rightarrow ekonomik büyüme aktarım mekanizmasını hem dinamik zaman serisi analizi (ARDL), hem de nedensel aracılık çerçevesi birlikte ele alarak literatüre bütüncül ve metodolojik açıdan güçlü bir katkı sunmaktadır.

6. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışma, Gümüşhane ili özelinde altyapı, eğitim, sağlık ve nüfus değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ARDL yaklaşımı ve aracılık analizi çerçevesinde incelemektedir. Elde edilen bulgular; değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünlük ilişkisinin varlığını ortaya koymakta ve modelin hem kısa, hem de uzun dönem dinamiklerini istatistiksel olarak tutarlı biçimde yansıttığını göstermektedir.

Uzun dönem tahmin sonuçları, iktisadi beklentilerle uyumlu olarak beşerî sermaye bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki belirleyici rolünü açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, eğitim endeksinde meydana gelen bir standart sapmalı artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık %0.95 oranında artırdığı, sağlık göstergesindeki bir standart sapmalı artışın ise büyümeyi yaklaşık %1.87 oranında yükselttiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, beşerî sermayenin yalnızca eğitim boyutuyla değil, sağlık bileşeniyle birlikte ekonomik performans üzerinde güçlü ve tamamlayıcı etkiler yarattığını göstermektedir (Mankiw, Romer ve Weil, 1992; Barro, 1991; Weil, 2007). Nüfus değişkenine ilişkin elde edilen esneklik katsayısı, nüfusta meydana gelen %1'lik bir artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık %2.07 oranında artırdığını ortaya koymakta olup, bu sonuç işgücü arzı ve ölççek ekonomileri kanalları üzerinden büyüme

sürecine katkı sağlandığı yönündeki teorik beklentilerle örtüşmektedir (Hall ve Jones, 1999; Mankiw, Romer ve Weil, 1992).

Kısa dönem dinamikleri incelendiğinde, hata düzeltme teriminin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, sistemin uzun dönem dengesine yakınsama eğilimi sergilediğini göstermektedir. Buna göre kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin yaklaşık %26'sı her dönemde giderilmekte ve sistemin yaklaşık dört dönem içerisinde dengeye geri döndüğü anlaşılmaktadır. Bu durum, modelin dinamik uyum kapasitesinin güçlü olduğunu ve elde edilen uzun dönem katsayılarının güvenilir biçimde yorumlanabileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın en önemli bulgularından biri, altyapı değişkeninin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin doğrudan değil, dolaylı bir mekanizma üzerinden gerçekleştiğini göstermesidir. Aracılık analizi sonuçları, altyapının eğitim üzerinde güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu, eğitim değişkeninin ise ekonomik büyümeyi anlamlı biçimde açıkladığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık altyapı değişkeni modele eğitim ile birlikte dahil edildiğinde istatistiksel anlamlılığını yitirmektedir. Bu durum, altyapının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin büyük ölçüde eğitim/beşerî sermaye kanalı üzerinden taşındığını göstermekte olup, hesaplanan dolaylı etki katsayısının (0.165) ve Sobel testinin anlamlı sonuç vermesi bu mekanizmayı istatistiksel olarak da doğrulamaktadır.

Elde edilen bulgular, ilgili literatürle güçlü bir uyum içerisindedir. Barro (1991), beşerî sermayenin ekonomik büyümenin temel belirleyicilerinden biri olduğunu ortaya koyarken; Mankiw, Romer ve Weil (1992) tarafından geliştirilen genişletilmiş Solow modeli, eğitim ve nüfusun büyüme üzerindeki etkilerini teorik olarak temellendirmektedir. Altyapının dolaylı etkilerine ilişkin olarak Calderón ve Servén (2010), altyapı yatırımlarının büyümeyi doğrudan değil, verimlilik ve beşerî sermaye kanalları üzerinden etkilediğini göstermektedir. Sağlık boyutuna ilişkin olarak Weil (2007) ve Hall ve Jones (1999), sağlık ve yaşam kalitesindeki iyileşmelerin uzun dönem büyüme performansı üzerindeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Bu yönüyle çalışma, söz konusu teorik ve ampirik çerçeveyi yerel düzeyde doğrularak literatüre katkı sunmaktadır.

Gümüşhane özelinde değerlendirildiğinde; bulgular bölgesel kalkınma dinamiklerinin tek boyutlu değil, çok boyutlu ve birbirini tamamlayıcı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Altyapı yatırımlarının tek başına ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etki yaratmaması, bu yatırımların beşerî sermaye ile desteklenmediği durumlarda sınırlı kalabileceğine işaret

etmektedir. Dolayısıyla, altyapı ve eğitim politikalarının birbirinden bağımsız değil, bütünlüklük bir çerçevede ele alınması gerekmektedir.

Bu çerçevede, eğitim politikalarının yalnızca niceliksel genişleme ile sınırlı kalmayıp kalite odaklı biçimde yeniden yapılandırılması, altyapı yatırımlarının eğitim ve beşerî sermaye birikimini destekleyecek şekilde hedeflenmesi ve sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesinin uzun vadeli büyüme stratejisinin ayrılmaz bir parçası olarak ele alınması gerekmektedir. Ayrıca, bölgesel kalkınma politikalarında altyapı ve beşerî sermaye yatırımları arasında güçlü bir eşgüdüm sağlanması, elde edilecek ekonomik kazanımların sürdürülebilirliğini artıracaktır.

Bununla birlikte, çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analizin tek bir il düzeyinde gerçekleştirilmiş olması, bulguların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Ayrıca veri setinin zaman boyutunun sınırlı olması ve bazı değişkenler için interpolasyon yöntemine başvurulmuş olması, sonuçların temkinli yorumlanmasını gerektirmektedir. Gelecek çalışmalarda daha geniş veri setleri kullanılarak panel veri ve mekânsal ekonometrik yöntemlerin uygulanması, altyapı ve beşerî sermaye arasındaki ilişkilerin daha kapsamlı biçimde analiz edilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Abdi, H., ve Williams, L. J. (2010). "Principal component analysis". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4), 433-459. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- Acemoglu, D., Gallego, F. A. ve Robinson, J. A. (2014). "Institutions, human capital, and development". *Annual Review of Economics*, 6, 875-912.
- Afşar, M. (2009). "Türkiye'de eğitim yatırımları ve ekonomik büyüme ilişkisi". *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 85-98.
- Aghion, P. ve Howitt, P. (1992). "A model of growth through creative destruction". *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- Altıntaş, H. ve Çetintaş, H. (2011). "Türkiye'de ekonomik büyüme, beşeri sermaye ve ihracat arasındaki ilişkilerin ekonometrik analizi: 1970-2005". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36, 33-56.
- Baron, R. M. ve Kenny, D. A. (1986). "The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations". *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>
- Barro, R. J. (1990). "Government spending in a simple model of endogenous growth". *Journal of Political Economy*, 98(5), 103-125.
- Barro, R. J. (1991). "Economic growth in a cross section of countries". *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443. <https://doi.org/10.2307/2937943>
- Barro, R. J. ve Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth (2nd ed.)*. MIT Press.
- Benhabib, J. ve Spiegel, M. M. (1994). "The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data". *Journal of Monetary Economics*, 34(2), 143-173.
- Blankenau, W. F. ve Simpson, N. B. (2004). "Public education expenditures and growth". *Journal of Development Economics*, 73(2), 583-605.
- Bose, N., Haque, M. E. ve Osborn, D. R. (2007). "Public expenditure and economic growth: A disaggregated analysis for developing countries". *The Manchester School*, 75(5), 533-556.
- Calderón, C., ve Servén, L. (2010). "Infrastructure and economic development in Sub-Saharan Africa". *Journal of African Economics*, 19(Suppl. 1), i13-i87. <https://doi.org/10.1093/jae/ejp022>
- Cameron, A. C. ve Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and applications*. Cambridge University Press.
- Çakmak, E. ve Gümüş, S. (2005). "Türkiye'de beşeri sermaye ve ekonomik büyüme: Ekonometrik bir analiz (1960 - 2002)". *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60(1), 59-72.

- Engle, R. F. ve Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Erişok, R. E ve Yılcı, V. (2013). “Eğitim harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Sınır testi yaklaşımı”. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 8(1), 87-101.
- Fisher, R. C. (2023). *State and local public finance*. Fifth Edition, London: Routledge.
- Galor, O. ve Moav, O. (2004). “From physical to human capital accumulation: Inequality and the process of development”. *Review of Economic Studies*, 71(4), 1001–1026.
- Galor, O. ve Zeira, J. (1993). “Income distribution and macroeconomics”. *Review of Economic Studies*, 60(1), 35–52.
- Gruber, J. (2019). *Public finance and public policy*. Sixth Edition, New York: Worth Publishers.
- Gümüşhane Ticaret İl Müdürlüğü (2024). *Gümüşhane il ekonomik görünüm raporu*. <https://gumushane.ticaret.gov.tr/data/684c1daa13b876b9c40cb532/2024%20Y%C4%B1%C4%B1%20%C4%B0%20Ekonomik%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 06. 04. 2026).
- Gümüşhane Ticaret ve Sanayi Odası (2026). *Gümüşhane ili ekonomik analiz (mart 2026)*. <https://www.gumushanetso.org.tr/yayin/238/gumushane-ili-ekonomik-analiz-mart-2026> (Erişim Tarihi: 06. 04. 2026).
- Gümüşhane Üniversitesi (2026). *Kurumsal istatistikler*. https://obs.gumushane.edu.tr/oibs/public_stats/index.aspx# (Erişim Tarihi: 06. 04. 2026).
- Hall, R. E. ve Jones, C. I. (1999). “Why do some countries produce so much more output per worker than others?”. *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83–116. <https://doi.org/10.1162/003355399555954>
- Hanushek, E. A. (2011). “The economic value of higher teacher quality”. *Economics of Education Review*, 30(3), 466–479.
- Hanushek, E. A. ve Wößmann, L. (2007). *The role of education quality in economic growth*. World Bank Policy Research Working Paper No. WPS4122.
- Hanushek, E. A. ve Wößmann, L. (2008). “The role of cognitive skills in economic development”. *Journal of Economic Literature*, 46(3), 607–668.
- Hanushek, E. A. ve Wößmann, L. (2012). “Schooling, educational achievement, and the Latin American growth puzzle”. *Journal of Development Economics*, 99, 497-512.
- Hayes, A. F. (2017). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach (2nd ed.)*. Guilford Press.

- Hotelling, H. (1933). "Analysis of a complex of statistical variables into principal components". *Journal of Educational Psychology*, 24(6), 417-441. <https://doi.org/10.1037/h0071325>
- Jolliffe, I. T. (2025). "Principal component analysis". in M. Lovric (Ed.), *International encyclopedia of statistical science*, (pp. 1945–1948). Springer.
- Little, R. J. A. ve Rubin, D. B. (2002). *Statistical analysis with missing data (2nd ed.)*. Wiley.
- Lucas, R. E., Jr. (1988). "On the mechanics of economic development". *Journal of Monetary Economics*, 3-42.
- Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Springer.
- Mankiw, N. G., Romer, D. ve Weil, D. N. (1992). "A contribution to the empirics of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437. <https://doi.org/10.2307/2118477>
- Millî Eğitim Bakanlığı (2025). *Millî eğitim istatistikleri: Örgün öğretim (2024/25)*. Ankara: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- Narayan, P. K. (2005). "The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests". *Applied Economics*, 37(17), 1979–1990. <https://doi.org/10.1080/00036840500278103>
- Nkoro, E., ve Uko, A. K. (2016). "Autoregressive distributed lag (ARDL) cointegration technique: Application and interpretation". *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5(4), 63–91.
- OECD (2025). *Education at a glance 2025: OECD indicators*. Paris: OECD.
- Our World in Data (2020). *Average years of schooling, 2020*. <https://ourworldindata.org/grapher/mean-years-of-schooling-long-run> (Erişim Tarihi: 05. 04. 2026).
- Our World in Data (2022). *GDP per capita, 2022*. https://ourworldindata.org/grapher/gdp-per-capita-maddison-project-database?time=2022..latest&country=OWID_WRL~Western+Europe+%28Maddison%29~Eastern+Europe+%28Maddison%29~Latin+America+%28Maddison%29 (Erişim Tarihi: 05. 04. 2026).
- Our World in Data (2024). *Government spending on education as a share of GDP*. https://ourworldindata.org/grapher/education-spending?tab=table&spending_type=gdp_share&level=all (Erişim Tarihi: 04. 04. 2026).
- Our World in Data (2025). *Government spending on education as a share of total spending*. https://ourworldindata.org/grapher/education-spending?tab=table&time=earliest..2025&spending_type=total_government&level=all (Erişim Tarihi: 05. 04. 2026).
- Önder, E., Şimşek, A., Şan, H. ve Artunç Kara, R. K. (2025). "Farklı sosyoekonomik çevrelerdeki okulların sahip oldukları kaynaklar". *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(47), 1013-1037.

- Önder, K. ve Önder, E. (2012), "The role of the female education in economic growth: A case for Turkey". *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 5, 159-176.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). "Bounds testing approaches to the analysis of level relationships". *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Petek, H. ve Önder, E. (2015). "Ortaokulların fırsat ve imkan eşitliği açısından değerlendirilmesi (Burdur il örneği)". *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(3), 908-920.
- Rivkin, S. G., Hanushek, E. A. ve Kain, J. F. (2005). "Teachers, schools, and academic achievement". *Econometrica*, 73(2), 417-458.
- Romer, P. M. (1986). "Increasing returns and long-run growth". *The Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Sari, R. ve Soytas, U. (2006). "Income and education in Turkey: A multivariate analysis". *Education Economics*, 14(2), 181-196.
- Solow, R. M. (1956). "A contribution to the theory of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- TÜİK (2024). *Tematik haritalar - coğrafi istatistik portalı*. <https://cip.tuik.gov.tr/?il=29> (Erişim Tarihi: 06. 04. 2026).
- TÜİK (2025). *Gümüşhane demografik göstergeler il bilgi kartı*. <https://nip.tuik.gov.tr/?value=IlGostergeKartlari> (Erişim Tarihi: 06. 04. 2026).
- TÜİK (2026). *İstatistik veri portalı. İl göstergeleri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr> (Erişim Tarihi: 08. 04. 2026).
- UNESCO (2026). *World inequality database on education*. <https://www.inequalities.org/> (Erişim Tarihi: 04. 04. 2026).
- Weil, D. N. (2007). "Accounting for the effect of health on economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1265-1306. <https://doi.org/10.1162/qjec.122.3.1265>
- World Bank (2023). *Government expenditure on education*. https://humancapital.worldbank.org/en/indicator/WB_HCP_UISXGDPFSGOV?view=data+table (Erişim Tarihi: 05. 04. 2026).
- World Bank (2025). *Government expenditure on education, total (% of GDP)*. <https://data.worldbank.org/indicator/SE.XPD.TOTL.GD.ZS> (Erişim Tarihi: 04. 04. 2026).
- World Population Review (2026). *Education spending by country 2026*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/education-spending-by-country> (Erişim Tarihi: 05. 04. 2026).
- Yılancı, V. ve Aydın, M. (2018). "Türkiye’de kadın okullaşmasının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Rals-Eg eşbütünleşme testi yaklaşımı”.

Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı, 101-112.

Yurtkuran, S. ve Terzi, H. (2015). "Does education affect economic growth in Turkey? A causality analysis". *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(2), 19-38.

Zhao, W. (2024). "The role of education quality in economic growth". *Highlights in Business, Economics and Management*, 45, 97-105.

EKLER

Ek Tablo A1: KMO, Bartlett Testi ve Faktör Analizi Sonuçları

Panel / Değişken	Alt Gösterge	Değer
Panel A: KMO Örneklem Yeterlilik Testi	EDU	0.676
	INFRA	0.879
	HEALTH	0.690
	Genel KMO	0.731
Panel B: Bartlett Küresellik Testi	Ki-kare (χ^2)	58.37
	Serbestlik Derecesi (df)	3
	Olasılık (p-değeri)	0.000
Panel C: Faktör Yükleri ve Özgül Varyans	EDU (Faktör Yüğü)	0.931
	EDU (Özgül Varyans)	0.133
	INFRA (Faktör Yüğü)	0.802
	INFRA (Özgül Varyans)	0.357
	HEALTH (Faktör Yüğü)	0.921
	HEALTH (Özgül Varyans)	0.151
Panel D: Faktör Özeti	Faktör Sayısı	1
	Özdeğer (Eigenvalue)	2.358
	Açıklanan Varyans	0.79

Notlar:

- 1) KMO değeri 0.731 olup örneklem yeterliliğinin iyi düzeyde olduğunu göstermektedir.
- 2) Bartlett küresellik testi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.01$) ve değişkenler arasında yeterli korelasyon bulunduğunu ortaya koymaktadır.
- 3) Faktör yüklerinin tamamı 0.80'in üzerinde olup güçlü bir tek faktör yapısına işaret etmektedir.
- 4) Faktör analizi principal factors yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.
- 5) Açıklanan varyans değeri özdeğerin değişken sayısına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Ek Tablo A2: PCA Yük Değerleri (Birinci Temel Bileşen)

Endeks	Değişken	Comp1 Yüğü
EDU	Kütüphane kullanıcı sayısı	0.073
	Kütüphanelerdeki kitap sayısı	0.410
	Kütüphane sayısı	0.381
	Okuryazarlık oranı	0.440
	Derslik başına öğrenci (ters)	0.439
	Öğretmen başına öğrenci (ters)	0.439
	İlkokul öğretmen başına öğrenci (ters)	-0.320
INFRA	Kanalizasyon hizmet oranı	0.707
	İçme suyu hizmet oranı	0.707
HEALTH	Hekim sayısı	0.707
	Bebek ölüm hızı (ters)	0.707

Not: Tüm değişkenler PCA öncesinde standartlaştırılmıştır. Negatif etki yaratan değişkenler ters çevrilmiştir. Tabloda yalnızca birinci temel bileşene ait yük değerleri raporlanmıştır.

Ek Tablo A3: ARDL (2,0,0,0,0) Modeli Sonuçları

Değişken	Katsayı (β)	Std. Hata	t-ist.	p-değeri
Uzun Dönem (LR)				
EDU	0.098	0.163	0.61	0.554
INFRA	-0.241	0.262	-0.92	0.373
HEALTH	-0.167	0.254	-0.66	0.521
lnNUF	-2.087	1.578	-1.32	0.206
D2018	-0.085	0.346	-0.25	0.809
Kısa Dönem (SR)				
Δ lnKYD(-1)	0.274	0.176	1.56	0.141
Hata Düzeltme (ECM)				
ECM(-1)	-0.301	0.162	-1.86	0.083*
Sabit	10.130	7.298	1.39	0.185
Gözlem Sayısı	23			
R2	0.641			
Düzeltilmiş R2	0.473			

Not: *, %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Ek Tablo A4: Varyans Artış Faktörü (VIF) Sonuçları

Değişken	VIF Değeri	Tolerans (1/VIF)
EDU	14.75	0.0678
HEALTH	11.26	0.0888
lnNUF	4.01	0.2492
D2018	2.60	0.3841
INFRA	2.56	0.3910
Ortalama	7.04	—