

**Türkiye’de Demiryolu Yük Taşımacılığı ve Ekonomik Büyüme: Doğrusal ve Asimetrik İlişkilerin İncelenmesi**Şaban DEMİRHAN¹, Meral ÇALIŞ DUMAN², Atilla ÜNLÜ³¹ TCDD Taşımacılık A.Ş. Genel Müdürlüğü, Yük Dairesi Başkanlığı, Malatya Yük Servis Müdürlüğü, Malatya, Türkiye² Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi, Uluslararası İşletme Yönetimi Bölümü, Malatya, Türkiye³ Malatya Turgut Özal Üniversitesi Kariyer Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi, Malatya, Türkiye

*atilla.unlu@ozal.edu.tr

(Alınış/Received: 16.04.2026, Kabul/Accepted: 02.07.2026, Yayımlama/Published: 02.07.2026)

Öz: Küresel ekonomik sistemde ulaştırma altyapısı, üretim faktörlerinin hareketliliğini sağlayarak piyasaları birbirine bağlayan ve ülkelerin rekabet gücünü belirleyen temel unsurlardan biridir. Bu bağlamda demiryolu taşımacılığı; düşük maliyet, yüksek güvenlik, enerji verimliliği ve düşük karbon salımı gibi özellikleri sayesinde sürdürülebilir lojistik sistemlerde önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle Türkiye gibi jeostratejik konuma sahip ülkelerde demiryolu altyapısının geliştirilmesi, ekonomik büyüme üzerinde etkili bir kalkınma aracı olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, 1990–2024 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Demiryolu yük taşımacılığına (RFT) ilişkin veriler Türkiye İstatistik Kurumu’ndan; ekonomik büyümeyi temsil eden reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GDP) verileri ile modele kontrol değişkenleri olarak dâhil edilen sabit sermaye oluşumu (GFCF) ve işgücüne katılım oranı (LABOR, 15+ yaş) verileri ise Dünya Bankası veri tabanından temin edilmiştir. Araştırma kapsamında değişkenler öncelikle Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerine tabi tutulmuş, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiler ARDL sınır testi yaklaşımıyla, olası asimetrik etkiler ise NARDL modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda, ARDL ve NARDL yöntemleri kapsamında demiryolu yük taşımacılığının ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. NARDL sonuçlarına göre, demiryolu yük taşımacılığındaki pozitif şokların ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin, ARDL modelinden elde edilen uzun dönem katsayısına kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık negatif şokların ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturmadığı saptanmıştır. Ayrıca modele kontrol değişkenleri olarak dâhil edilen sabit sermaye oluşumu ve işgücüne katılım oranının ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Demiryolu taşımacılığı, Ekonomik büyüme (GSYH), ARDL ve NARDL sınır testi**Rail Freight Transportation and Economic Growth in Türkiye: Evidence from Linear and Asymmetric Models**

Abstract: In the global economic system, transportation infrastructure is one of the fundamental elements that connects markets by facilitating the mobility of production factors and determining countries’ competitiveness. In this context, rail transportation plays an important role in sustainable logistics systems due to its low cost, high safety, energy efficiency, and low carbon emissions. Particularly in countries with a geostrategic location such as Turkey, railway infrastructure development is considered an important factor affecting economic growth. This study aims to examine the impact of rail freight transportation on economic growth in Turkey using annual data covering the period 1990–2024. Data on rail freight transportation (RFT) were obtained from the Turkish Statistical Institute, while data on real Gross Domestic Product (GDP), gross fixed capital formation (GFCF), and the labor force participation rate (LABOR, age 15+) were obtained from the World Bank database. The variables were examined using the Augmented

Atıf için/Cite as: Ş. Demirhan, M. Çalış Duman, A. Ünlü, “Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığı ve ekonomik büyüme: doğrusal ve asimetrik ilişkilerin incelenmesi,” *Demiryolu Mühendisliği*, sy. 24, no. 1931841, 2026, doi: 10.47072/demiryolu.1931841

Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) unit root tests. The short-run and long-run relationships were analyzed using the ARDL bounds testing approach, while asymmetric effects were examined through the NARDL model. The findings indicate that rail freight transportation has a positive and statistically significant effect on economic growth under both ARDL and NARDL approaches. The NARDL results indicate that positive shocks in rail freight transportation have a stronger effect compared to the ARDL long-run coefficient, whereas negative shocks have no statistically significant effect. Furthermore, control variables were determined to positively affect economic growth.

Keywords: Railway transportation, Economic growth (GDP), ARDL and NARDL bounds testing

1. Giriş

Ekonomik büyüme ve kalkınmanın sürdürülebilirliği, ülkelerin ulaşım altyapısı ile doğrudan bağlantılıdır. Bu durum ulaşım ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişkinin planlamacılar, ekonomistler ve politika yapımcıların her zaman ilgi göstermesini sağlamıştır. Ulaşım, lojistik ve yenilikçi sistemler, devletin genel ekonomik istikrarının ve özellikle de bölgelerinin ekonomik istikrarının bir öncüsü haline gelmekte, sübvansiyonlu bölgelerin gelişimini sağlamakta, doğal ve endüstriyel kaynak sıkıntısı çeken bölgelerde mal ve hizmet üretimini çeşitlendirmektedir [1]. Özellikle demiryolu ulaşımı, iş yatırımlarını ve turizm fırsatlarını teşvik etmek, yeni işletmelerin kurulmasını kolaylaştırmak, iş yoğunluğunu artırmak ve işgücü piyasasının verimliliğini ve etkinliğini etkilemek de dâhil olmak üzere daha geniş ekonomik etkilere sahip olmasından dolayı ayrı bir konumdadır [2]. Makroekonomik düzeyde ulaşım ve ilgili hareketlilik, ulusal ekonomideki üretim, istihdam ve gelir düzeyiyle bağlantılıdır. Birçok gelişmiş ekonomide, ulaşım GSYH'nin %6 ila %12'sini oluşturmaktadır. Ayrıca, lojistik maliyetleri GSYH'nin %6 ila %25'ini oluşturabilir [3]. Buna bağlı olarak, ulaşım altyapısı gelişmekte olan ülkelerde ekonomik politikanın önemli bir parçası olmaya devam etmektedir. Yapılan çalışmalar, ulaşım altyapısındaki iyileştirmelerin genel olarak ticaret maliyetlerini düşürerek ve pazar erişimini iyileştirerek ekonomik kalkınmayı desteklediğini belgelemektedir. Özellikle demiryolu altyapı yatırımları, kırsal alanlarda bölgesel kalkınma ve ekonomik refaha katkı sağlamaktadır [4].

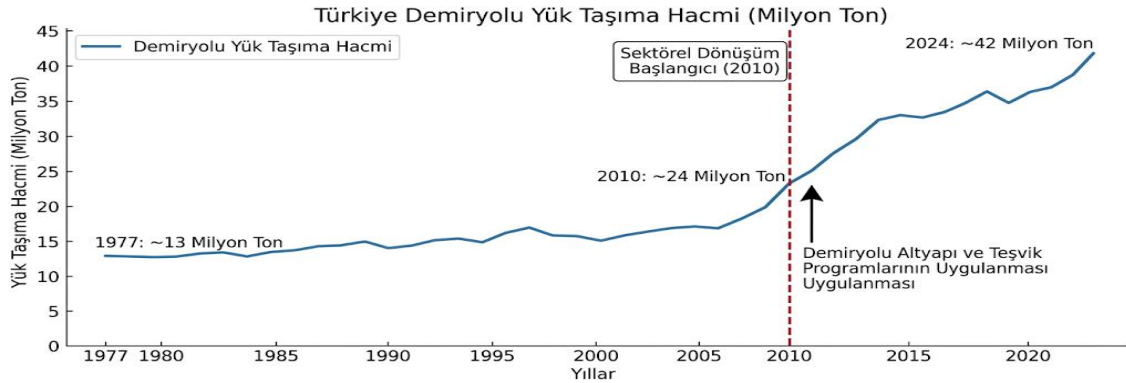
Bu çalışmada, Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1990–2024 dönemi için ampirik olarak incelenmekte ve ulaştırma altyapısının ekonomik büyüme üzerindeki rolü, taşımacılık faaliyetlerinin gerçekleşen kullanım düzeyi üzerinden değerlendirilmektedir. Demiryolu altyapısının fiziksel kapasitesinden ziyade yük taşımacılığı hacmindeki (ton-km) değişimler esas alınarak, demiryolu taşımacılığının üretim, ticaret ve ekonomik faaliyetler üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Ekonomik büyüme ile demiryolu yük taşımacılığı arasındaki ilişkinin daha kapsamlı biçimde modellenebilmesi amacıyla sabit sermaye oluşumu (GFCF) ve işgücüne katılım oranı (LABOR) kontrol değişkenleri olarak modele dâhil edilmiştir. Çalışmanın temel motivasyonu, demiryolu yük taşımacılığındaki artış ve azalışların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin aynı yönde ve büyüklükte gerçekleşmeyebileceği varsayımına dayanmaktadır. Ulaştırma kapasitesindeki genişlemeler; lojistik maliyetlerin azalması, piyasa erişiminin gelişmesi ve ekonomik bağlantıların güçlenmesi yoluyla büyüme sürecini destekleyebilirken, taşımacılık kapasitesindeki gerilemelerin ekonomik faaliyetler üzerindeki etkileri farklı kanallar aracılığıyla ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, yalnızca doğrusal ilişkileri esas alan modeller ulaştırma altyapısı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tüm dinamiklerini açıklamada sınırlı kalabilmektedir. Bu kapsamda uzun dönemli ilişkinin belirlenmesinde ARDL sınır testi yaklaşımından yararlanılırken, demiryolu yük taşımacılığındaki pozitif ve negatif yönlü değişimlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin farklılaşp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla NARDL modeli uygulanmıştır. Bu yaklaşım sayesinde, taşımacılık kapasitesindeki artışların ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ile kapasite kayıplarının oluşturabileceği olası etkiler ayrı ayrı değerlendirilebilmekte ve ilişkinin simetrik olup olmadığı test edilebilmektedir. Böylece Türkiye örneğinde demiryolu yük taşımacılığı-ekonomik büyüme ilişkisine ilişkin literatürde sınırlı kalan asimetrik etki analizine katkı sağlanmaktadır. Ayrıca elde edilen ampirik bulguların, demiryolu taşımacılığının ekonomik büyüme sürecindeki rolünün daha

iyi anlaşılmasına ve ulaştırma politikalarının belirlenmesinde karar alıcılara yönelik kanıt sunmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından ikinci bölümde Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığının gelişim süreci, ulaştırma altyapısı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki teorik çerçeve ve literatür bulguları kapsamında ele alınmaktadır. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veri seti, ekonometrik yöntemler ve ampirik sonuçlar sunulmaktadır. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular literatür bağlamında tartışılmakta, beşinci bölümde ise sonuçlar değerlendirilerek politika çıkarımlarına yer verilmektedir."

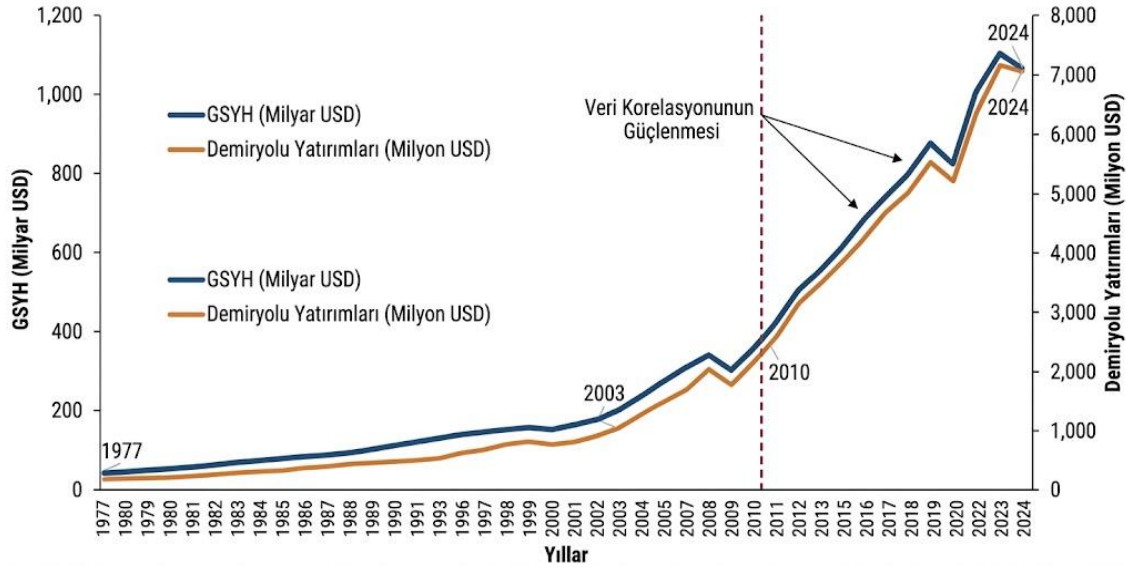
2. Türkiye’de Demiryolu Yük Taşımacılığı, Ulaştırma Altyapısı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişim Süreci ve Literatür Değerlendirmesi

Ulaştırma altyapısı, ekonomik büyümenin temel unsurlarından biri olup kamu yatırımları üretimi destekleyen bir “genel sermaye stoku” olarak değerlendirilmektedir [5]. Bu kapsamda demiryolu taşımacılığı, düşük maliyet ve yüksek kapasite avantajlarıyla ekonomik faaliyetleri desteklemektedir. Güncel literatürde demiryolu yük taşımacılığının büyümeyi genellikle olumlu etkilediği, ancak çalışmaların çoğunun karayoluna odaklandığı görülmektedir [6,7]. Özellikle yeni yapılan çalışmalarda karbon emisyonlarının azaltılması için ulaşım sektörünün ve demiryolu ulaşımının 2025 yılına kadar karbondan arındırılması ile ilgili hedefler de araştırmacıların dikkatini çekmektedir [8].

Demiryolu yük taşımacılığı ülkemizde, son yıllardaki yatırımlar ve uluslararası entegrasyon sayesinde önem kazanmış; özellikle Marmaray ve Orta Koridor etkisiyle (Şekil 1) ekonomik büyümeye katkısı artmıştır [9,10].



Şekil 1. Türkiye’de yıllara göre demiryolu yük taşıma hacmi (1977-2024) [11] [12]



Şekil 2. Türkiye’de demiryolları ulaşımına yapılan yatırımlar ve GSYH arasındaki ilişki (1977-2024) [13][14]

Şekil 1 ve Şekil 2 birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir ilişki olduğu tahmin edilebilir. Taşıma hacmi 1977–2000 döneminde durağan kalmış, 2000 sonrası artışa geçerek 2010–2024 döneminde 40 milyon tonun üzerine çıkmıştır [10,11]. Benzer şekilde, demiryolu yatırımları ile GSYH özellikle 2003 sonrası dönemde birlikte artış eğilimi göstermiştir [13,14]. Bu gelişmeler, altyapı yatırımları ve lojistik entegrasyonun büyüme desteklediğini ortaya koymaktadır. Nitekim raporlar altyapının verimlilik ve ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmakta, demiryolu taşımacılığının düşük maliyet ve yüksek kapasite avantajıyla bu sürece katkı sağlayabileceğini göstermektedir [11,14]. Türkiye’ye yönelik bulgular da bu ilişkiyi desteklemekte; lojistik merkezlerin batı bölgelerinde yoğunlaştığı, doğu illerindeki yatırımların ise uluslararası ticaret koridorlarına entegrasyonu güçlendirdiği görülmektedir [15,16,17].

Türkiye Lojistik Merkezleri Dağılım Haritası



Şekil 3. Türkiye’de lojistik merkezlerin coğrafi dağılımı ve mevcut durumları [17]

Demiryolu sektöründe son yıllarda yalnızca altyapı ve taşımacılık kapasitesine yönelik yatırımlar değil, aynı zamanda dijitalleşme ve yapay zekâ tabanlı uygulamalar da önem kazanmaktadır. Bu

kapsamda, demiryolu veri setlerinde ince doğrusal yapıların segmentasyonuna yönelik geliştirilen yapay zekâ modellerinin altyapı izleme ve bakım süreçlerinde önemli katkılar sağlayabileceği belirtilmektedir [18]. Benzer şekilde, demiryolu ortamında nesne tespiti ve görüntü işleme tekniklerinin güvenlik ile operasyonel verimliliği artırabileceği ifade edilmektedir [19]. Bu gelişmeler, demiryolu taşımacılığının yalnızca fiziksel altyapı yatırımlarıyla değil, teknolojik yeniliklerle de desteklendiğini göstermektedir. Ulaştırma altyapısı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, iktisat literatüründe uzun süredir incelenmekte olup, genel kabul altyapı yatırımlarının üretkenliği artırarak büyümeyi desteklediği yönündedir. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 1’deki gibi özetlenebilir.

Tablo 1. Demiryolu ulaşımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalardan örnekler

Kaynak	Yöntem	Bulgular
Ramírez-Giraldo and Esfahani [20]	Panel Veri Analizi	1965–1995 döneminde 125 ülkeye ait panel veri yöntemi kullanılarak altyapı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, yapısal eşanlı denklem modeli ve İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) yöntemiyle analiz etmişlerdir. Araştırmalarında, altyapı ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişkinin bulunduğunu ve telekomünikasyon ile elektrik altyapısındaki gelişmelerin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca kurumsal kalite ve eğitim düzeyinin altyapı yatırımlarının etkinliği üzerinde artışa olanak sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.
Calderón and Servén [21]	Panel Veri Analizi	Bu çalışmada, Sahra Altı Afrika ülkeleri başta olmak üzere 1960–2005 dönemini kapsayan 100’den fazla ülkeye ait veriler kullanılarak altyapı yatırımlarının ekonomik büyüme ve gelir dağılımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, altyapı göstergelerindeki iyileşmelerin ekonomik büyümeyi artırdığı ve gelir eşitsizliği üzerinde azaltıcı etkiler oluşturduğu yönündedir.
Easterly and Rebelo [22]	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Bu çalışmada, 1970–1988 döneminde 100 ülkeye ait veriler kullanılarak mali yapı, kalkınma düzeyi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Yatay kesit regresyon sonuçlarına göre, özellikle ulaşım ve iletişim altyapı yatırımlarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.
Donaldson [23]	Panel Veri Analizi	Sömürge dönemi Hindistan’ına ait ilçe düzeyindeki verileri kullanarak demiryolu altyapısının ekonomik etkilerini incelemiştir. Çalışmada, demiryollarının ticaret maliyetlerini ve bölgeler arası fiyat farklılıklarını azalttığı, bölgeler arası ve uluslararası ticareti artırdığı ve reel gelir düzeylerini yükselttiği tespit etmiştir.
Banerjee vd. [24]	Panel Veri Analizi	Bu çalışmada, Çin’e ait ilçe düzeyindeki panel veri kullanılarak 1986–2006 döneminde ulaşım altyapısına erişimin ekonomik etkileri analiz edilmiştir. İçsellik problemini gidermek amacıyla araç değişken yaklaşımından yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ulaşım ağlarına yakınlığın kişi başına GSYİH düzeyini sınırlı ancak pozitif yönde etkilediği, buna karşın ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.
Shi [25]	Çoklu Regresyon Yöntemi	Bu çalışmada, Çin’de 2000–2013 dönemine ait şehir düzeyindeki veriler kullanılarak yüksek hızlı demiryolu yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi çoklu regresyon yöntemiyle analiz edilmiştir. Sermaye, iş gücü, ulaşım altyapısı ve endüstriyel yapı gibi kontrol değişkenlerinin kullanıldığı model sonuçları, yüksek hızlı demiryollarının kişi başına GSYİH üzerinde pozitif bir etki oluşturmadığını, aksine ekonomik büyüme üzerinde negatif bir etkisinin bulunduğunu göstermiştir. Bu durum, yüksek hızlı demiryollarının ağırlıklı olarak yolcu taşımacılığına odaklanması ve bölgesel gelişmişlik farklılıkları ile açıklanmıştır.
Démurger Shi [26]	Panel Veri Analizi	Bu çalışmada, Çin’de 1985–1998 dönemine ait 24 eyaletin panel verileri kullanılarak altyapı yatırımları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Büyüme modeli tahmin sonuçlarında, reformlar ve dışa

		açıklığın yanı sıra coğrafi konum ve altyapı donanımının bölgesel büyüme farklılıklarını açıklamada etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ulaştırma altyapısının büyüme farklılıklarını belirleyen temel unsurlardan biri olduğu, telekomünikasyon altyapısının ise bölgesel izolasyonun azaltılmasına katkı sağladığı saptanmıştır.
Leong vd. [27] Demetriades ve Mamuneas [28]	Araştırma Raporu Panel Veri Analizi	Ulaşım yatırımlarının ekonomik büyüme ve kalkınma ile arasında doğrusal bir ilişki olup, bu ilişki çalışma da tahminlenmeye çalışılmıştır. On iki OECD ülkesinde kamu altyapı sermayesinin çıktı arzı ve girdi talepleri üzerindeki etkilerini incelemek için zamanlar arası optimizasyon çerçevesini kullanılan bu çalışmada 12 ülkenin tamamında kamu altyapı yatırımlarının hem çıktı arzı hem de girdi talepleri üzerinde uzun vadede olumlu etkileri olduğu ifade edilmiştir.
Sahoo ve Dash [29]	Granger Nedensellik Analizi	Bu çalışmada, Hindistan’da 1970–2006 dönemine ait veriler kullanılarak altyapı gelişiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenmişlerdir. Altyapı stoku endeksi oluşturularak büyüme muhasebesi denklemleri tahmin edilmiş, ayrıca değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek amacıyla birinci farklarda Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Bulgular, altyapı gelişiminin ekonomik büyümeye pozitif katkı sağladığını ve altyapıdan büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğunu saptamışlardır.
Makuyana, ve Odhiambo [30]	ARDL Sınır Testi Analizi	Bu çalışmada, Güney Afrika’da 1970–2017 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak kamu ve özel yatırımların ekonomik büyüme üzerindeki etkileri ARDL sınır testi yaklaşımıyla incelenmiştir. Bulgular, özel yatırımın kısa ve uzun dönemde ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini, kamu yatırımının ise uzun dönemde negatif etki oluşturduğunu saptamıştır. Ayrıca brüt kamu yatırımının özel yatırımı dışladığı, altyapı yatırımlarının ise özel yatırımları artırıcı etki meydana getirdiği belirlenmiştir.
Khan ve Reinhart [31]	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Bu çalışmada, gelişmekte olan 24 ülkeye ait yatay kesit veriler kullanılarak özel ve kamu yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki farklı etkileri incelenmiştir. Özel ve kamu yatırımlarını ayrı ayrı ele alan bir büyüme modeli yatay kesit regresyon yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bulgular, özel yatırımların ekonomik büyüme üzerindeki doğrudan etkisinin kamu yatırımlarına göre daha güçlü olduğu yönündedir.
Straub [32]	Literatür Taraması	Altyapı ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantılar (ekonomi genelinde, bölgesel ve sektörel düzeyde) ve alternatif altyapı yatırımlarının bileşimi, sıralaması ve verimliliği gibi çalışmalar incelenerek çıkarımlarda bulunulmuştur.
Romp ve De Haan [33]	Literatür Taraması	Çalışmalar kamu sermayesinin büyümeyi artırıcı doğrudan bir etkisini bulmasa da, kamu sermayesinin ekonomik büyümeyi desteklediğini göstermektedir.
Aktaş ve Günel [34]	ARDL Sınır Testi Analizi	Bu çalışma da 1970-2017 dönemi için Türkiye’de karayolu ve demiryolu altyapı yatırımları ile ekonomik büyüme arasında ilişkiyi ARDL yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışmada değişkenler arasında kısa ve uzun vadede güçlü ve anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.
Lögün ve Tüzemen [35]	ARDL Sınır Testi Analizi	Bu çalışmada 1984-2019 dönemi için Türkiye lojistik sektöründeki gelişimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ARDL yöntemiyle incelenmiştir ve denizyolu altyapısındaki gelişimin ekonomik kalkınma üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu tespit etmişlerdir.
Adak [36]	OLS-Granger Nedensellik Analizi	Bu çalışmada, 1967–2017 dönemine ait veriler kullanılarak demiryolu ve karayolu altyapı yatırımlarının kişi başına ekonomik büyüme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Analizde OLS, Engle-Granger eşbütünleşme ve hata düzeltme modeli yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bulgular, demiryolu ve karayolu altyapısındaki gelişmelerin kısa ve uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiler oluşturduğunu tespit etmiştir. Ayrıca demiryolu altyapısının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin karayoluna kıyasla daha güçlü olduğu belirlenmiştir.

Yıldız vd. [37]	ARDL Sınır Testi Analizi	Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde 2012Q1–2022Q3 dönemine ait veriler kullanılarak kamu yatırım harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ARDL yöntemiyle incelenmiştir. Bulgular, kamu yatırımlarının kısa ve uzun dönemde ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediğini tespit etmiştir.
Karhan [38]	Panel Veri Analizi	Bu çalışmada, BRICS ülkeleri ve Türkiye’ye ait 1989–2017 dönemi verileri kullanılarak kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki eşbütünleşme ve nedensellik testleriyle incelenmiştir. Bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğunu ve uzun dönemde kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiştir.
Uzuner vd. [39]	Zaman Seri Analizi	Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde 1975–2014 dönemi verileri kullanılarak kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Wagner Yasası çerçevesinde incelenmiştir. Analizde Johansen eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğunu ve kamu harcamalarının ekonomik büyüme ile pozitif ilişkili olduğunu tespit ederek Wagner Yasasını desteklemiştir.

Literatürdeki çalışmalar genel olarak ulaştırma altyapısı ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymakla birlikte, araştırmaların büyük bölümü ulaştırma yatırımlarını toplam düzeyde ele almakta veya karayolu taşımacılığına odaklanmaktadır. Buna karşılık bu çalışma, doğrudan demiryolu yük taşımacılığı hacmini (ton-km) esas alması, Türkiye için 1990–2024 dönemini kapsayan uzun bir veri seti kullanması ve ilişkiyi hem doğrusal (ARDL) hem de doğrusal olmayan (NARDL) yöntemlerle analiz etmesi bakımından mevcut çalışmalardan ayrılmaktadır. Ayrıca modelde sabit sermaye oluşumu (GFCF) ve işgücüne katılım oranı (LABOR) kontrol değişkenleri olarak dâhil edilmiştir. Bu sayede ekonomik büyümenin yalnızca ulaştırma altyapısı ile değil, aynı zamanda sermaye birikimi ve emek piyasası dinamikleriyle birlikte daha kapsamlı bir çerçevede modellenmesi sağlanmıştır. Ayrıca demiryolu yük taşımacılığındaki artış ve azalışların ekonomik büyüme üzerindeki asimetric etkileri analiz edilerek, literatürde sınırlı düzeyde ele alınan bu konuya ampirik katkı sunulmaktadır.

3. Veri Seti, Ekonometrik Yöntemler ve Bulgular

Bu çalışmada, Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığı (RFT) ile reel ekonomik büyüme (GDP) arasındaki ilişki, 1990–2024 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Demiryolu yük taşımacılığına ilişkin veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)’ten, ekonomik büyümeyi temsil eden reel gayri safi yurtiçi hasıla (GDP, constant 2015 US\$), sabit sermaye oluşumu (GFCF, % of GDP) ve işgücüne katılım oranı (LABOR, 15+ yaş) değişkenlerine ilişkin veriler ise Dünya Bankası veri tabanından temin edilmiştir. Modelin daha kapsamlı bir şekilde spesifiye edilmesi amacıyla GFCF ve LABOR değişkenleri kontrol değişkenleri olarak analize dâhil edilmiştir. Enflasyon etkisinden arındırılmış ekonomik faaliyet düzeyini yansıtmak amacıyla sabit fiyatlarla GSYH serisi kullanılmış; değişkenlerin ölçek farklılıklarını azaltmak, katsayıların esneklik biçiminde yorumlanabilmesini sağlamak ve olası değişen varyans sorunlarını sınırlamak amacıyla GDP ve RFT değişkenleri doğal logaritmik forma dönüştürülmüştür. GFCF ve LABOR değişkenleri ise yüzde oran olarak ifade edilmeleri nedeniyle seviyelerinde modele dâhil edilmiştir. Tüm ekonometrik analizler EViews-9 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığının, ekonomik büyüme üzerindeki etkisini çözümlemek amacıyla oluşturulan modelin fonksiyonel ifadesi şöyledir;

$$\ln GDP = \beta_0 + \beta_1 \ln RFT_t + \beta_2 GFCF_t + \beta_3 LABOR_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Araştırmada kullanılan değişkenlere yönelik tanımlayıcı bilgiler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan değişkenler ve veri kaynakları (1990–2024)

Değişkenler	Açıklama	Dönem	Kaynak
RFT	Demiryolu Yük Taşımacılığı (Ton-km)	1990-2024	TUİK
GDP	Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	1990-2024	Dünya Bankası
GFCF	Sabit Sermaye Oluşumu (% GSYH)	1990-2024	Dünya Bankası
LABOR	15+ İşgücüne Katılım Oranı	1990-2024	Dünya Bankası

Tablo 3, RFT, GDP, GFCF ve LABOR değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistiklere ait bulgular sunulmaktadır. Tablo 3 incelendiğinde: RFT ve GDP değişkenlerinin görece düşük standart sapma değerleriyle dar bir aralıkta hareket ettiğini ve serilerde aşırı oynaklığın sınırlı olduğu; buna karşılık GFCF değişkeni daha yüksek standart sapma değeriyle görece daha oynak bir yapı sergilediği ve LABOR değişkeninin orta düzeyde bir değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Çarpıklık katsayıları tüm değişkenlerin simetrik dağılıma yakın olduğuna dair izlenim verirken, basıklık değerleri serilerin normal dağılıma yakın fakat tam normal dağılımın hafif altında veya üstünde bir yapı sergilediğini göstermektedir. Jarque-Bera test sonuçlarına göre ise tüm değişkenler için normal dağılım varsayımı reddedilememektedir. Bu durum serilerin ekonometrik analizler için uygun bir dağılım özellik setine sahip olduğunu ve model tahminlerinde klasik varsayımların büyük ölçüde sağlandığını göstermektedir.

Tablo 3. Değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	Ortalama	S.Sapma	Max	Min	Çarpıklık	Basıklık	J-Bera
RFT	9.97	0.32	10.5	9.5	0.23	1.72	2.70(0.25)
GDP	27.09	0.47	27.9	26.3	0.17	1.73	2.50(0.28)
GFCF	26.08	3.65	32.8	18.0	-0.27	2.27	1.19(0.54)
LABOR	51.2	2.97	56.9	46.2	-0.07	2.26	0.82(0.66)

3.1. Korelasyon bulguları

Korelasyon analizi, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin yönü ve derecesi hakkında ön bilgi sağlamaktadır. Korelasyon katsayıları -1 ile +1 arasında değer almakta olup, katsayının mutlak değerinin 1'e yaklaşması değişkenler arasındaki ilişkinin daha güçlü olduğunu ifade etmektedir. Katsayının pozitif değer alması değişkenler arasında aynı yönlü, negatif değer alması ise ters yönlü bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir. Bu bağlamda Tablo 4'te özetlenen korelasyon matrisi bulgularına göre GDP ile RFT arasında 0,96 düzeyinde güçlü ve pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. GDP'nin GFCF ile de güçlü ve pozitif (0.80) ilişki sergilediği, buna karşılık LABOR ile zayıf ve negatif (-0,15) bir korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde RFT değişkeni GFCF ile 0,80 düzeyinde pozitif korelasyon sergilerken, LABOR ile zayıf ve negatif (-0,11) ilişki göstermektedir.

Tablo 4. Korelasyon bulguları

	GDP	RFT	GFCF	LABOR
GDP	1			
RFT	0.96	1		
GFCF	0.80	0.80	1	
LABOR	-0.15	-0.11	-0.02	1

3.2. Birim kök testi bulguları

Bu çalışmada serilerin durağanlığı ADF ve PP birim kök testleri ile incelenmiştir. Sahte regresyon sorununu önlemek açısından önemlidir [40,41]. Bu kapsamda serilerin düzey ve fark değerleri analiz edilmiş, durağan olmayan seriler fark alma işlemiyle durağan hale getirilmiştir.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_{2t} + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

ADF testinde ΔY değişkeni, otokorelasyon sorununu gidermek için gecikmeli değerler ve farklar kullanılarak modellenmiştir. İlk denklem sabitsiz, ikinci denklem sabitli, üçüncü denklem ise sabit ve trend içermektedir. Testin hipotezleri ise serinin birim kök içerip içermediğine göre belirlenmektedir. Bu bağlamda, ADF testi ile analiz edilen seriler için hipotezler şu şekilde ifade edilebilir:

$H_0: \alpha \geq 0$, yani seri birim kök içerir ve durağan değildir.

$H_1: \alpha < 0$, yani seri birim kök içermediğinden durağandır.

Araştırmada, ADF birim kök testinden elde edilen sonuçları sınamak amacıyla [41] tarafından geliştirilmiş olan PP birim kök testide uygulanmıştır. Bu bağlamda, söz konusu testin ilgili denklemi şu şekilde ifade edilebilir:

$$Y_t = \alpha^*_0 + \alpha^*_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$Y_t = \tilde{\alpha}_0 + \tilde{\alpha}_1 y_{t-1} + \tilde{\alpha}_2 \left(t - \frac{1}{2} T \right) + \varepsilon_t \quad (6)$$

Denklemden T, gözlem sayısını, ε ise rassal hata terimini ifade etmektedir. Bu yöntem, hata terimlerinin test istatistikleri aracılığıyla değerlendirilmesine dayanmaktadır ($E(\varepsilon) = 0$). Ancak P. C. B. Phillips ve P. Perron [41], geliştirdiği PP testi, veri üretim sürecinin temel varsayımına göre $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ α^*_0 ve α^*_1 katsayıları test istatistikleri aracılığıyla test edilmektedir.

Tablo 5. Birim kök testi sonuçları

		ADF	PP	ADF	PP
Düzey	Sabit	RFT	-1.02(0.73)	-6.22(0.00)	-6.36(0.00)
		GDP	0.54(0.98)	-5.97(0.00)	-6.98(0.00)
		GFCF	-1.48(0.53)	-5.91(0.00)	-5.95(0.00)
		LABOR	-1.84(0.35)	-5.79(0.00)	-5.79(0.00)
	Sabit + Trend	RFT	-2.64(0.26)	-6.11(0.00)	-6.24(0.00)
		GDP	-2.96(0.24)	-5.94(0.00)	-7.61(0.00)
		GFCF	-2.62(0.27)	-5.84(0.00)	-5.85(0.00)
		LABOR	-1.38(0.84)	-6.55(0.00)	-6.69(0.00)

Tablo 5'te yer alan birim kök test sonuçları, ADF ve Phillips-Perron (PP) testleri kapsamında değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadığını göstermektedir. Hem sabit hem de sabit + trend model spesifikasyonlarında RFT, GDP, GFCF ve LABOR değişkenlerinin düzey değerlerine ait test istatistikleri, kritik değerler karşısında sıfır hipotezinin reddedilemediğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık, tüm değişkenlerin birinci farkları alındığında ADF ve PP test istatistiklerinin %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı hale geldiği ve serilerin durağanlaştığı görülmektedir. Bu bulgular, analizde kullanılan tüm değişkenlerin I(1) süreçlerine sahip olduğunu ve ARDL/NARDL yaklaşımının uygulanması için gerekli ön koşulların sağlandığını göstermektedir [40,41,42].

3.3. ARDL modeli tahmin sonuçları

Pesaran, Shin ve Smith [43] tarafından geliştirilen ARDL sınır testi, I(0) ve I(1) düzeyindeki serilerin birlikte analizine imkân tanıyan ve küçük örneklemelerde de güvenilir sonuçlar veren bir yöntemdir.

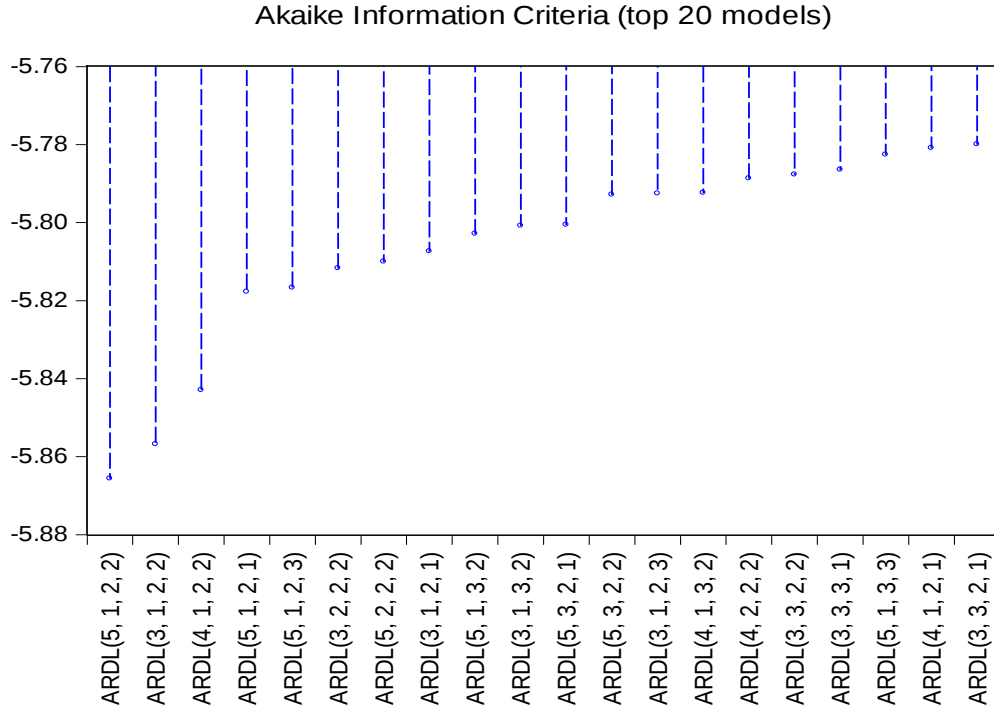
$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP_t = & \beta^0 + \beta^1 GDP_{t-1} + \beta^2 \ln RFT_{t-1} + \beta^3 GFCF_{t-1} + \beta^4 TRADE_{t-1} \\ & + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^{q1} \alpha_{2ii} \Delta \ln RFT_{t-i} + \sum_{i=0}^{q2} \alpha_{3i} \Delta GFCF_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^{q3} \alpha_{4i} \Delta LABOR_{t-i} + \mu_t \end{aligned} \quad (7)$$

Denklem 7, GDP üzerinde diğer değişkenlerin kısa ve uzun dönemde etkisini inceleyen ARDL modelini göstermektedir. Gecikmeli düzey değişkenler uzun dönem ilişkiyi, fark terimleri ise kısa dönem etkileri açıklamaktadır. Bu model, demiryolu yük taşımacılığıyla birlikte diğer kontrol değişkenlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini açıklayacaktır.

Tablo 6. ARDL modeli için eşbütünleşme testi

F-İstatistiği	Anlamlılık Düzeyi	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
9.65	%1	5.17	6.36
	%5	4.01	5.07
	%10	3.47	4.45

ARDL sınır testi sonuçlarına göre hesaplanan F-istatistiği (9.65), %1 anlamlılık düzeyinde üst sınır kritik değerini aşarak değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Bu sonuç, ARDL çerçevesinde hem kısa hem de uzun dönem katsayıların tahmin edilmesinin istatistiksel olarak uygun olduğunu göstermektedir. Model seçim sürecinde farklı ARDL gecikme kombinasyonları Akaike Bilgi Kriteri (AIC) temelinde karşılaştırılmış ve en düşük AIC değerini veren ARDL (5,3) modeli optimal spesifikasyon olarak belirlenmiştir. Gecikme yapısının belirlenmesinde bilgi kriterinin minimizasyonu esas alınmış olup, ekonomik zaman serilerinde değişkenler arasındaki ilişkilerin gecikmeli ve dağıtılmış dinamikler üzerinden ortaya çıkması nedeniyle söz konusu model yapısı tercih edilmiştir. Tanısal test sonuçları modelde otokorelasyon, değişen varyans veya yapısal kırılma gibi istatistiksel sorunlara işaret etmemekte olup, modelin istikrarlı ve güvenilir bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede ARDL (5,3) modeli, bilgi kriteri ve tanısal test sonuçları birlikte değerlendirildiğinde analitik açıdan uygun ve tutarlı bir model spesifikasyonu sunmaktadır.



Şekil 4. AIC değerlerine göre en uygun ARDL model seçim sonuçları

Tablo 7 'de ARDL modelinden elde edilen kısa dönem ve uzun dönem katsayıları yer almaktadır. Kısa dönemde değişkenler arasındaki geçici etkiler ve uyum süreci incelenirken, uzun dönemde değişkenler arasındaki denge ilişkisi değerlendirilmektedir. Model spesifikasyonu, ekonomik büyümenin yalnızca ulaştırma altyapısı ile açıklanamayacağı yaklaşımı doğrultusunda genişletilmiş; sabit sermaye oluşumu (GFCF) ve işgücüne katılım oranı (LABOR) modele dâhil edilmiştir.

Tablo 7. Uzun dönem ve kısa dönem katsayıları

Kısa dönem katsayıları			
Değişkenler	Katsayı	t-stat	Olasılık
D(GDP(-1))	-0.092	-0.67	0.51
D(GDP(-2))	0.108	1.02	0.32
D(GDP(-3))	-0.005	-0.06	0.95
D(GDP(-4))	-0.086	-1.18	0.25
D(RFT)	0.165	5.19	0.00
D(LABOR)	0.010	4.46	0.00
D(LABOR(-1))	-0.008	-3.99	0.00
D(GFCF(-1))	0.002	1.34	0.19
D(@Trend)	0.019	2.41	0.02
ECM	-0.52	-2.82	0.01
Cointeq = GDP - (0.1490*RFT + 0.0133*LABOR + 0.0157*GFCF + 23.9373 + 0.0368*@TREND)			
Uzun Dönem Tahminleri			
GFCF	0.015	2.65	0.01
LABOR	0.013	5.56	0.00
RFT	0.148	2.21	0.04
C	23.93	37.13	0.01
@TREND	0.03	12.9	0.00
Diagnostik Test Sonuçları			

Test Adı	Test İstatistiği (Olasılık)	Sonuç
Jarque-Bera Testi	0.55 (0.75)	Hata terimleri normal dağılım göstermektedir.
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi	1.39 (0.25)	Modelde otokorelasyon sorunu bulunmamaktadır.
Heteroskedasticity ARCH Testi	1.84(0.18)	Modelde değişen varyans (heteroskedastisite) sorunu yoktur.
Ramsey RESET Testi	0.05 (0.95)	Model spesifikasyon hatası bulunmamaktadır.

Tablo 7’de yer alan uzun dönem tahmin sonuçlarına göre, çalışmanın temel değişkeni olan demiryolu yük taşımacılığı (RFT) değişkeninin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, RFT’de meydana gelen 1 birimlik artış ekonomik büyümeyi yaklaşık 0,148 birim artırmaktadır. Bu bulgu, demiryolu yük taşımacılığının ekonomik büyüme sürecinde önemli bir altyapı unsuru olduğunu ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, demiryolu taşımacılığındaki gelişmelerin lojistik maliyetlerin azaltılması, üretim ve dağıtım süreçlerinin etkinliğinin artırılması ve ekonomik faaliyetlerin desteklenmesi yoluyla büyüme performansına katkı sağladığı değerlendirilmektedir. Modele kontrol değişkenleri olarak dâhil edilen sabit sermaye oluşumu (GFCF) ve işgücüne katılım oranı (LABOR) değişkenlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, her iki değişkenin de uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu saptanmıştır. Buna göre, sabit sermaye oluşumundaki 1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık 0,015 birim artırdığı, işgücüne katılım oranındaki 1 birimlik artışın ise ekonomik büyümeyi yaklaşık 0,013 birim yükselttiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, ekonomik büyümenin yalnızca sermaye birikimi ve emek faktörü ile değil, aynı zamanda ulaştırma altyapısının etkinliği ile de şekillendiğini göstermektedir. Özellikle demiryolu yük taşımacılığının diğer değişkenlere göre daha yüksek katsayıya sahip olması, mal ve hizmet hareketliliğini kolaylaştıran ulaştırma altyapısının üretim süreci üzerindeki tamamlayıcı etkisini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, sabit sermaye oluşumu ve işgücüne katılım oranına ilişkin pozitif katsayılar, uzun dönemde üretim kapasitesindeki artışların ve işgücü kullanımındaki gelişmelerin ekonomik büyüme üzerinde destekleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca gerçekleştirilen tanısal test sonuçları incelendiğinde, modelde otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarının bulunmadığı, hata terimlerinin normal dağılım gösterdiği ve modelin temel ekonometrik varsayımları sağladığı tespit edilmiştir. Tablo 7’de yer alan ARDL model sonuçlarına göre hata düzeltme terimi katsayısı -0,52 olarak tahmin edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Katsayının mutlak değerinin 1’e yakın olması, sistemin güçlü bir uyum hızına sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin yaklaşık $|1/-0,52| = 1,9$ dönem içerisinde ortadan kalkarak değişkenlerin uzun dönem dengeye hızla yöneldiğine işaret etmektedir.

3.5. NARDL modeli, eşbütünleşme analizi ve model seçimi bulguları

Shin, Yu ve Greenwood-Nimmo [7] tarafından geliştirilen NARDL yöntemi, değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin analizine imkân tanır. Bu çalışmada kullanılan değişkenlere ait fonksiyonel yapı, söz konusu asimetric model çerçevesinde aşağıda sunulmaktadır.

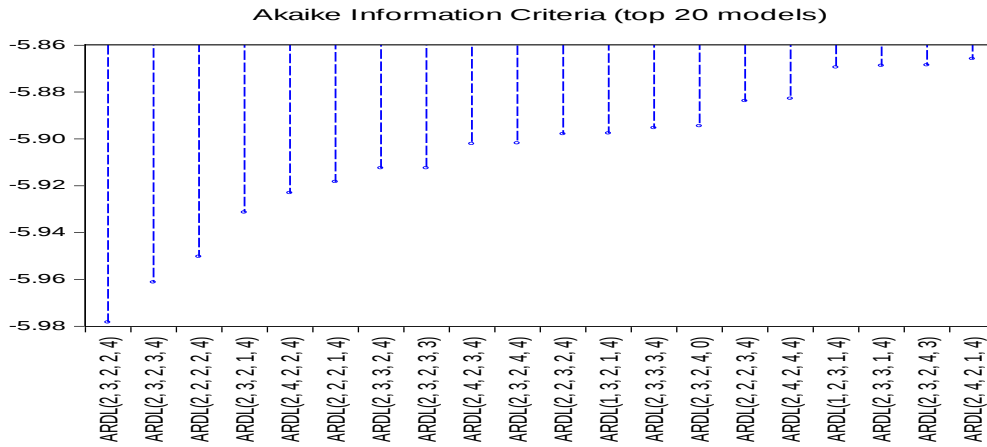
$$\begin{aligned}
\Delta \ln GDP_t = & \beta^0 + \sum_{i=1}^p \beta^1_i \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^{q1} \beta^2_i \Delta \ln RFT_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{q2} \beta^3_i \Delta \ln RFT_{t-i}^- \\
& + \sum_{i=0}^{q3} \beta^4_i \Delta GFCF_{t-i}^- + \sum_{i=0}^{q4} \beta^5_i \Delta LABOR_{t-i}^- + \alpha^1 \ln GDP_{t-1} + \alpha^2 \ln RFT_{t-1}^+ \\
& + \alpha^3 \ln RFT_{t-1}^- + \alpha^4 GFCF_{t-1} + \alpha^5 LABOR_{t-1} + \mu_t
\end{aligned} \quad (8)$$

Fonksiyon (8)'de ekonomik büyümedeki değişim ($\Delta \ln GDP_t$), kendi gecikmeli değerleri ile demiryolu yük taşımacılığı (RFT) değişkeninin kısa dönem etkileri üzerinden açıklanmaktadır. Kısa dönemde ayrıca kontrol değişkenleri olarak gayrisafı sabit sermaye oluşumu (GFCF) ve işgücüne katılım oranı (LABOR) değişkenlerinin gecikmeli değerleri modele dâhil edilerek ekonomik büyüme üzerindeki geçici dinamik etkiler analiz edilmektedir. Uzun dönem ilişkilerin incelenmesinde ise RFT değişkeninin düzey değerleri üzerinden ekonomik büyüme ile kalıcı denge ilişkisi değerlendirilirken, GFCF ve LABOR değişkenleri de modele simetrik biçimde dâhil edilerek uzun dönem büyüme dinamikleri birlikte ele alınmaktadır. Böylece model, demiryolu yük taşımacılığının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini hem kısa hem uzun dönem açısından ortaya koyarken, sermaye birikimi ve emek piyasası dinamiklerini de kontrol ederek daha bütüncül bir çerçeveye sunmaktadır.

Tablo 8. NARDL modeli için eşbütünleşme testi

F-İstatistiği	Anamlılık Düzeyi	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)	Karar
7.50	%10	2.45	3.52	Eşbütünleşme Var
	%5	2.86	4.01	Eşbütünleşme Var
	%1	3.74	5.06	Eşbütünleşme Var

Tablo 8'de raporlanan sınır testi bulguları, modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin mevcut olduğuna işaret etmektedir. Elde edilen F-istatistiği değeri (7,50), %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine karşılık gelen üst sınır kritik değerlerinin (sırasıyla 3,52, 4,01 ve 5,06) üzerinde gerçekleşmiştir. Bu sonuç, ekonomik büyüme, demiryolu yük taşımacılığı, gayrisafı sabit sermaye oluşumu ve işgücü katılım değişkenlerinin uzun dönemde ortak bir denge ilişkisi etrafında hareket ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla, değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığına yönelik ampirik kanıt elde edilmiş olup, uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesi ve asimetrik ilişkilerin analiz edilmesi ekonometrik açıdan uygun bulunmuştur.



Şekil 5. Akaike bilgi kriterine göre en iyi 20 nardl modeli

Şekil 5, farklı NARDL modellerinin Akaike Bilgi Kriteri (AIC) değerlerini karşılaştırmaktadır. AIC, model uyumu ve karmaşıklığı birlikte değerlendirir; daha düşük değer daha iyi uyumu gösterir. Sonuçlara göre NARDL (2,4) modeli en düşük AIC değerine sahip olup en uygun model olarak ön plana çıkmaktadır.

Tablo 9’da demiryolu yük taşımacılığı değişkenine ilişkin pozitif ve negatif şokların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin simetrik olup olmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen WALD testi bulguları aktarılmıştır.

Tablo 9. NARDL Yaklaşımı Çerçevesinde Demiryolu Yük Taşımacılığı Şoklarının Asimetrik Etkisinin WALD Testi Bulguları

Asimetri Türü	Test Edilen Hipotez	F-İstatistiği	Olasılık	Sonuç
Uzun Dönem Asimetri	$H_0 : \theta^+ = \theta^-$	40.381	0.0000	Uzun dönem asimetri vardır
Kısa Dönem Asimetri	$H_0 : \sum \beta_i^+ = \sum \beta_i^-$	1.425	0.2556	Kısa dönem asimetri yoktur

Tablo 9 incelendiğinde, uzun dönem için $H_0 = \theta^+ = \theta^-$ hipotezinin reddedildiği, bu kapsamda demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin uzun dönemde asimetrik bir yapı sergilediği ve taşımacılık faaliyetlerindeki artış ve azalışların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Kısa döneme ait bulgular incelendiğinde ise test sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bu kapsamda söz konusu dönemde pozitif ve negatif demiryolu yük taşımacılığı şokları arasında anlamlı bir asimetrik etki bulunmadığı belirlenmiştir. Uzun dönem asimetrik etkinin yönü ve büyüklüğüne ilişkin değerlendirme ise NARDL modelinden elde edilen uzun dönem katsayı tahminleri üzerinden gerçekleştirilmiştir ve bulgular Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10. NARDL kısa-uzun dönem ve tanısal sonuçlar

Kısa Dönem Tahminleri			
Değişken	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık
Bağımlı Değişken (GDP)			
C	13.38	3.90	0.00
D(GDP(-1))	-0.213	-1.63	1.28
D(GFCF)	0.015	9.81	0.00
D(GFCF(-1))	0.003	1.52	0.15
D(GFCF(-2))	0.001	1.09	0.29
D(LABOR(-1))	0.014	5.34	0.00
D(RFT_NEG ⁻)	0.127	1.87	0.08
D(RFT_NEG ⁻ (-1))	0.094	1.20	0.25
D(RFT_POS ⁺)	0.223	2.11	0.05
D(RFT_POS ⁺ (-1))	-0.147	-1.64	0.12
D(RFT_POS ⁺ (-2))	0.020	0.28	0.77
D(RFT_POS ⁺ (-3))	0.13	1.97	0.07
ECM	-0.33	-3.74	0.00*
Cointeq = GDP - (0.0188*GFCF + 0.0351*LABOR -0.2249*RFT_NEG + 0.6371*RFT_POS + 24.2827)			
Uzun Dönem Tahminleri			

RFT ⁺ (Pozitif Şoklar)	0.637	6.80	0.00
RFT ⁻ (Negatif Şoklar)	-0.224	-1.26	0.23
GFCF	0.018	3.35	0.00
LABOR	0.035	4.86	0.00
Sabit Terim (C)	24.48	61.4	0.00
Diagnostik Test Sonuçları			
Test Adı- Test istatistiği (Olasılık)		Sonuç	
Breusch/God Heteroskedasticity -0.74.1(0.72)		Modelde heteroskedastisite sorunu yoktur.	
Jarque-Bera Test-1.31(0.51)		Hata terimleri normal dağılım göstermektedir.	
Ramsey RESET Test- 1.072(0.30)		Model spesifikasyon hatası yoktur.	
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test- 3.07(0.11)		Otokorelasyon sorunu bulunmamaktadır.	

Tablo 10’da sunulan NARDL analiz bulgularına göre hata düzeltme katsayısının -0,33 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç modelde ortaya çıkan kısa vadeli dengesizliklerin yaklaşık $|1/-0.33| = 3$ dönem içinde dengeye yöneldiğine işaret etmektedir. Uzun dönem tahmin sonuçlarına göre demiryolu yük taşımacılığındaki pozitif şoklar (RFT⁺) ekonomik büyümeyi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı biçimde etkilemekte olup, RFT⁺ değişkenindeki 1 birimlik artış ekonomik büyümeyi yaklaşık 0,637 birim artırmaktadır. Buna karşılık negatif şokların (RFT⁻) etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu bulgu, demiryolu yük taşımacılığındaki genişlemelerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin daralmalara kıyasla daha belirgin olduğunu ve ilişkinin asimetrik bir yapıya sahip bulunduğunu göstermektedir. Demiryolu yük taşımacılığındaki artışlar, üretim sürecinde kullanılan ara malları ile nihai ürünlerin daha düşük maliyet ve daha yüksek operasyonel etkinlikle taşınmasını mümkün kılarak kaynak tahsis etkinliğini artırmakta, üretim süreçlerinde verimlilik kazanımları oluşturmakta ve toplam ekonomik çıktının genişlemesini desteklemektedir. Buna karşılık, demiryolu yük taşımacılığındaki azalışların ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturmaması, ekonomik faaliyetlerin yalnızca demiryolu taşımacılığına bağlı olmaması ve üretim sürecinin sermaye birikimi, işgücü arzı, teknolojik gelişmeler ve diğer ulaştırma modları gibi tamamlayıcı unsurlar tarafından desteklenmesiyle açıklanabilir. Dolayısıyla, demiryolu yük taşımacılığında meydana gelen olumlu gelişmeler ekonomik büyümeyi hızlandırıcı bir işlev üstlenirken, olumsuz şokların aynı büyüklükte ters yönlü bir etki yaratmaması, ekonomik sistemin alternatif üretim ve lojistik mekanizmaları aracılığıyla bu şokları belirli ölçüde absorbe edebilmesinden kaynaklanmaktadır.

Çalışmaya kontrol değişkeni olarak eklenen değişkenlere ait katsayı bulguları incelendiğinde sabit sermaye oluşumu (GFCF) değişkenindeki 1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık 0,018 birim artırdığı, işgücüne katılım oranındaki (LABOR) 1 birimlik artışın ise ekonomik büyümeyi yaklaşık 0,035 birim artırdığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sermaye stokundaki genişleme ve işgücü arzındaki artışın ekonomik faaliyet hacmini artırarak uzun dönem büyüme performansına katkı sunduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, sabit sermaye yatırımlarındaki artışların üretim kapasitesinin genişlemesine ve ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilir biçimde desteklenmesine katkı sağladığını; işgücüne katılım oranındaki artışların ise üretim sürecine dâhil olan emek unsurunu genişleterek toplam ekonomik çıktıyı artırdığını göstermektedir. Bu bağlamda, kontrol değişkenlerine ilişkin katsayıların pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, ekonomik büyümenin temel makroekonomik belirleyicileriyle beklenen yönde ilişki sergilediğine ve model sonuçlarının iktisadi açıdan tutarlı olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca Tablo 9’da sunulan tanısal testler modelin istatistiksel varsayımlarının sağlandığını, otokorelasyon, değişen varyans ve model spesifikasyonuna ilişkin herhangi bir sorunun bulunmadığını ortaya koymaktadır.

4. Tartışma

Bu çalışmada elde edilen bulgular, demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli pozitif bir ilişkinin bulunduğuna işaret etmektedir. Elde edilen bu sonuç, ulaştırma altyapısının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen literatür ile genel olarak uyumludur. Altyapı yatırımlarının üretim kapasitesini artırması, ekonomik birimler arasındaki bağlantıları güçlendirmesi ve mal hareketliliğini kolaylaştırması yoluyla ekonomik büyüme sürecine katkı sağladığı farklı ülke örnekleri kapsamında incelenmiştir. Nitekim Ramírez-Giraldo ve Esfahani [20], Calderón ve Servén [21] ve Easterly ve Rebelo [22] tarafından yapılan analizlerde altyapı gelişmeleri ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Donaldson [23] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, demiryolu altyapısının ticaret maliyetlerini azaltarak ekonomik faaliyetleri desteklediği sonucuna varılmıştır.

Ulaştırma altyapısının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi farklı ülke grupları ve dönemler açısından değerlendirildiğinde, literatürde benzer sonuçlara ulaşan çalışmaların yanı sıra farklı bulgulara sahip araştırmaların da bulunduğu görülmektedir. Banerjee vd. [24], ulaşım ağlarına yakınlığın kişi başına gelir üzerinde sınırlı ancak pozitif etkiler oluşturduğu sonucuna ulaşırken, Shi [25] yüksek hızlı demiryolu yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin negatif yönde gerçekleşebileceğini ifade etmektedir. Bu farklı sonuçlar, ulaştırma altyapısının ekonomik etkilerinin altyapının niteliği, kullanım alanı ve ülkelerin ekonomik yapısı gibi unsurlara bağlı olarak değişebileceğine işaret etmektedir.

Türkiye ekonomisine yönelik çalışmalar değerlendirildiğinde, ulaştırma altyapısı, kamu yatırımları ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişkilerin bulunduğu görülmektedir. Aktaş ve Günel [34] tarafından yapılan analizde karayolu ve demiryolu altyapı yatırımları ile ekonomik büyüme arasında kısa ve uzun dönemde anlamlı ilişkiler olduğu sonucuna ulaşırlarken, Adak [36] demiryolu ve karayolu altyapısındaki gelişmelerin ekonomik büyümeyi desteklediği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Yıldız vd. [37], Karhan [38] ve Uzuner vd. [39] çalışmalarında kamu yatırımları ile ekonomik büyüme arasındaki pozitif ilişkiye yönelik ampirik bulgular elde edilmiştir.

Bu çalışmanın bulguları, söz konusu literatürle uyumlu olmakla birlikte, ulaştırma altyapısını yalnızca yatırım harcamaları veya fiziksel altyapı göstergeleri üzerinden ele alan çalışmalardan farklı olarak demiryolu yük taşımacılığı faaliyetlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemektedir. Bu kapsamda demiryolu taşımacılığındaki artışların ekonomik büyümeyi pozitif ve anlamlı biçimde etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmanın bir diğer önemli sonucu, demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ortaya koymasıdır. NARDL model sonuçlarına göre demiryolu yük taşımacılığındaki pozitif değişimler ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif bir etki oluştururken, negatif değişimlerin aynı büyüklükte ters yönlü bir etki meydana getirmediği belirlenmiştir. Bu durum, ulaştırma faaliyetlerindeki artış ve azalışların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin simetrik olmadığını göstermektedir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişki, 1990–2024 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak ARDL ve NARDL modelleri çerçevesinde analiz edilmiştir. Ulaştırma altyapısının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin çoğunlukla yatırım harcamaları ve fiziksel altyapı göstergeleri üzerinden değerlendirildiği mevcut literatürden farklı olarak, bu çalışmada demiryolu altyapısının ekonomik sistem içerisindeki fiili kullanım düzeyini yansıtan demiryolu yük taşımacılığı hacmi ele alınmıştır. Analiz sürecinde

öncelikle değişkenlerin durağanlık özellikleri Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri aracılığıyla incelenmiş; değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadığı, ancak birinci farkları alındığında durağan hâle geldiği tespit edilmiştir. Değişkenlerin bütünleşme derecelerinin belirlenmesinin ardından uygulanan ARDL ve NARDL sınır testi sonuçları, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermiştir. Nitekim ARDL modeli için hesaplanan F-istatistiğinin 9.65, NARDL modeli için ise 7.50 olduğu belirlenmiş ve her iki test istatistiğinin de üst kritik sınır değerlerini aşması nedeniyle demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı saptanmıştır.

ARDL modeli kapsamında elde edilen uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, çalışmanın temel açıklayıcı değişkeni olan demiryolu yük taşımacılığının (RFT) ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Modelde kontrol değişkenleri olarak kullanılan sabit sermaye oluşumu (GFCF) ve işgücüne katılım oranının (LABOR) katsayılarının da pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, demiryolu yük taşımacılığındaki artışların ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini; sermaye birikimi ve işgücündeki gelişmelerin ise üretim kapasitesi ve ekonomik büyümenin temel belirleyicileri arasında yer aldığını göstermektedir.

Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin ötesinde olası asimetrik etkilerin belirlenmesi amacıyla tahmin edilen NARDL modeli sonuçlarında, demiryolu yük taşımacılığına ilişkin pozitif ve negatif şokların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin simetrik olmadığı tespit edilmiştir. WALD asimetri testi sonuçlarına göre kısa dönemde demiryolu yük taşımacılığındaki pozitif ve negatif şoklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı, buna karşılık uzun dönemde asimetrik ilişkinin geçerli olduğu saptanmıştır. Uzun dönem katsayı tahminleri incelendiğinde, demiryolu yük taşımacılığındaki pozitif şokların ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu; negatif şokların ise ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç, demiryolu yük taşımacılığındaki artışların ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin, taşımacılık hacmindeki azalışların oluşturabileceği daraltıcı etkilerden daha güçlü olduğunu ve demiryolu taşımacılığındaki genişlemenin ekonomik büyüme açısından önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir.

Türkiye’de 2000’li yıllardan itibaren demiryolu sektöründe gerçekleştirilen altyapı yatırımları, lojistik merkez uygulamaları, Marmaray Projesi ve uluslararası ulaştırma koridorlarına yönelik gelişmelerin demiryolu taşımacılığının ekonomik sistem içerisindeki rolünü artırdığı değerlendirilmektedir. Söz konusu dönüşümlerin, yük hareketliliğinin geliştirilmesi, lojistik süreçlerin etkinleştirilmesi ve üretim merkezleri arasındaki bağlantıların güçlendirilmesi yoluyla ekonomik büyüme üzerinde tamamlayıcı etkiler oluşturduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda hükümete, yöneticilere veya karar vericilere bir takım politika önerilerinde bulunulabilir:

- Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığı kapasitesinin artırılmasına yönelik politikaların yalnızca ulaştırma sektörünün gelişimine değil, aynı zamanda sürdürülebilir ekonomik büyümenin desteklenmesine de katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda, yeni demiryolu hatlarının inşasının yanı sıra mevcut hatların modernizasyonu, yük taşımacılığına ayrılan hat kapasitesinin artırılması, sinyalizasyon ve dijital demiryolu yönetim sistemlerinin yaygınlaştırılması öncelikli politika alanları arasında değerlendirilebilir.
- Demiryolu taşımacılığının ekonomik büyümeye katkısının en üst düzeye çıkarılabilmesi için ulaştırma politikalarının lojistik merkezler, organize sanayi bölgeleri, limanlar ve uluslararası ticaret koridorları ile bütünleşik şekilde planlanması önem taşımaktadır. Demiryolu yük taşımacılığının karayolu ve denizyolu taşımacılığı ile entegre edildiği çok

modlu taşımacılık sistemlerinin geliştirilmesi, lojistik maliyetlerin azaltılmasına ve ihracatın rekabet gücünün yükseltilmesine katkı sağlayabilir.

- Bu çalışmada sermaye oluşumu ve işgücüne katılım oranının ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği dikkate alındığında, ulaştırma yatırımlarının beşerî sermaye politikaları ve üretken yatırımları teşvik eden makroekonomik stratejilerle birlikte yürütülmesi önem arz etmektedir.
- Elde edilen bulgular demiryolu yük taşımacılığındaki artışların ekonomik büyümeyi desteklediğini göstermekle birlikte, ilişkinin doğrusal olmayan yapısı politika tasarımı da tek tip uygulamalar yerine ekonomik konjonktüre duyarlı ve esnek stratejilerin benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.
- Son olarak gelecekte yapılacak araştırmalarda demiryolu yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin sektörel üretim yapısı, dış ticaret hacmi, enerji tüketimi, karbon emisyonları ve lojistik performans göstergeleri ile birlikte incelenmesi literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

Kaynakça

- [1] L. Slavnetskova, T. Odintsova, O. Alekseeva, I. Goryacheva ve Y. Baurova. “Formation of innovative transport and logistics systems as a factor of the EAEU member countries sustainable development”. *Transportation Research Procedia*, c.63, ss.2086-2093, 2002. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.233>.
- [2] J. Cui, J.D. Nelson, D. Lin ve Z. Zhou. “Rail transport and economic development: An overview of recent research developments”. *Research in Transportation Business & Management*, 101551. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2025.101551>.
- [3] J. P. Rodrigue ve T. Notteboom. “Transportation and Economic Development”. *The Geography of Transport Systems*.2024. <https://transportgeography.org/contents/chapter3/transportation-and-economic-development/>.
- [4] M. Neubert ve S. Nikolić. (2026). “Why railways fail: Colonial railways and economic development in Habsburg Bosnia-Herzegovina”. *Journal of Development Economics*, 103747, 2026. <https://economic-history.org/working-papers/>.
- [5] D. A. Aschauer. “Is public expenditure productive”, *Journal of Monetary Economics*, c.23, s. 2, ss. 177–200, 1989. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0).
- [6] C. Calderón ve L. Servén. “The effects of infrastructure development on growth and income distribution”, *World Bank Policy Research Working Paper*, 3400, 2014. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/438751468753289185/pdf/WPS3400.pdf>
- [7] Y. Shin, B. Yu ve M. Greenwood-Nimmo. “Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework,” Working Paper, 2014. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-8008-3_9
- [8] A. Engholm, S. Frölander, M. Johansson, F., Kristofersson ve I. Kristoffersson. “Impacts of electric and driverless heavy-duty trucks on the future decarbonized freight transport system: Analyzing techno-economic uncertainty using exploratory modeling and analysis”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 199, 104576. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2025.104576>.
- [9] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. *Türkiye ulaştırma ve lojistik ana planı (2023–2053)*, Ankara, Türkiye, 2023.
- [10] T.C. Devlet Demiryolları (TCDD), *Faaliyet raporu 2023*, Ankara, Türkiye.
- [11] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. *Demiryolu istatistikleri ve ulaştırma raporları*, Ankara, Türkiye, 2024.
- [12] T.C. Devlet Demiryolları, *Yıllık taşımacılık istatistikleri*, Ankara, Türkiye, 2024.
- [13] Türkiye İstatistik Kurumu, *Gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) istatistikleri*, Ankara, Türkiye.
- [14] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, *Demiryolu yatırım istatistikleri ve faaliyet raporları*, Ankara, Türkiye.
- [15] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Taşımacılık A.Ş., *Yüksek hızlı tren işletmeciliği ve etki analizi raporu*, Ankara, Türkiye.
- [16] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, *Ulaştırma ve lojistik ana planı*, Ankara, Türkiye, 2019.
- [17] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, *Türkiye lojistik merkezler projesi ve faaliyet raporları*, Ankara, Türkiye, 2018.

- [18] A. Akkaya, “Aşırı sınıf dengesizliği altında ince doğrusal yapıların segmentasyonu,” *Demiryolu Mühendisliği*, c. 24, 2026. <https://doi.org/10.47072/demiryolu.1910383>
- [19] M. A. Elmuhammedcebben, İ. Aydın ve M. Sevi, “Demiryolu ortamında nesne tespiti için derin öğrenme yöntemlerinin geliştirilmesi ve ZED kamerası ile mesafe ölçümü,” *Demiryolu Mühendisliği*, 2025. <https://doi.org/10.47072/demiryolu.1645019>.
- [20] M.T. Ramírez-Giraldo ve H.S. Esfahani. “Infrastructure and economic growth”. *Borradores de Economía*, No. 123, 1999. <https://doi.org/10.32468/BE.123?sid=semanticscholar>
- [21] C. Calderón ve L. Servén. “Infrastructure and Economic Development in Sub-Saharan Africa”, *Journal of African Economies*, c19, s.1, 2010, ss. i13–i87, <https://doi.org/10.1093/jae/ejp022>
- [22] W. Easterly, ve S. Rebelo. “Fiscal policy and economic growth: An empirical investigation”. CEPR Discussion Papers.1999. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(93\)90025-B](https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90025-B).
- [23] D. Donaldson. “Railroads of the raj: Estimating the impact of transportation infrastructure”. *American Economic Review*, c.108, s.4-5, ss.899-934. 2018. <https://doi.org/10.1257/aer.20101199>
- [24] A. Banerjee, E. Duflo ve N. Qian. “On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China”. *Journal of development economics*, 145, 102442, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102442>
- [25] S. Qingyi. “High-speed railway and regional economic growth: an empirical study based on market potential”. *American Journal of Industrial and Business Management* c.8 ss. 83-102, 2018. 10.4236/ajbm.2018.81006
- [26] S. Démurger “Infrastructure development and economic growth: an explanation for regional disparities in China?”. *Journal of Comparative Economics*, c.29, s.1, ss. 95-117, 2001. 10.1006/jcec.2000.1693.
- [27] D. Leong, L. Lichtman ve R. Russell . “Transportation investment, economic development, and land use goals in Wisconsin”. Wisconsin Department of Transportation, Bureau of Planning, Economic Planning and Development Section, 2002.
- [28] P. O. Demetriades ve T. P. Mamuneas. “Intertemporal output and employment effects of public infrastructure capital: evidence from 12 OECD economies”. *The Economic Journal*, c.110, s.465, ss. 687-712, 2000. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00561>.
- [29] P. Sahoo ve R.K. Dash. “Infrastructure development and economic growth in India”. *Journal of the Asia Pacific economy*, c.14, s.4, ss.351-365, 2009. <https://doi.org/10.1080/13547860903169340>
- [30] G. Makuyana, ve N.M. Odhiambo. “Public and private investment and economic growth: an empirical investigation”. *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Oeconomica*, c.63, s.2, 2018. 10.2478/subboec-2018-0010.
- [31] M.S. Khan, ve C.M. Reinhart. “Private investment and economic growth in developing countries”. *World development*, c.18 s.1, ss.19-27, 1990. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(90\)90100-C](https://doi.org/10.1016/0305-750X(90)90100-C).
- [32] S.Straub. “Infrastructure and growth in developing countries: recent advances and research challenges. Policy Research Working Paper; No. 4460, 2008. <http://hdl.handle.net/10986/6458>
- [33] W. Romp ve J. De Haan, J. “Public capital and economic growth: A critical survey”. *Perspektiven der wirtschaftspolitik*, c.8, s.1), ss.6-52, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2516.2007.00242.x>.
- [34] E.E. Aktas ve T. Günel. “The relationship between transportation infrastructure investments and economic growth in Turkey”. In *International conference on advanced research in management, economics and accounting, Barcelona*. 978, 2019. 10.33422/arnea.2019.09.978
- [35] A. Lögün ve A. Tüzemen. “Türkiye’deki ulaştırma altyapılarının ekonomik büyümeye etkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı”. *Social Sciences Studies Journal (SSSJournal)*, 27, ss.5935-5941, 2018. 10.26449/sssj.1046.
- [36] M. Adak. “Railway vs highway transportation and economic growth: The case of Turkey”. *Alphanumeric Journal*, 7, ss.1-10, 2019. <https://doi.org/10.17093/alphanumeric.505636>.
- [37] F. Yıldız, Z.N. Kavak ve M.N. Aktan. “The impact of public investment expenditures on economic growth in Turkey”. *Ekonomi ve İlişkili Çalışmalar Dergisi*, c.5, s.3, 2023. doi:10.47103/bilturk.1306908.
- [38] G. Karhan. “The relationship between public expenditures and economic growth: a panel var approach”. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, c.19, s.2, ss.35-43, 2018. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/586564>.
- [39] G. Uzun, F.V. Bekun ve S. Saint Akadiri. “Public expenditures and economic growth: was Wagner right? Evidence from Turkey”. *Academic Journal of Economic Studies*, c.3, s.2, ss.36-40, 2017. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=536782>

- [40] D. A. Dickey ve W. A. Fuller. “Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root,” *Journal of the American Statistical Association*, c.74, s.366, ss. 427–431, 1979. <https://doi.org/10.2307/2286348>.
- [41] P. C. B. Phillips ve P. Perron. “Testing for a unit root in time series regression”, *Biometrika*, c.75, s.2, ss. 335–346, 1988. <https://doi.org/10.2307/2336182>
- [42] C. W. J. Granger ve P. “Newbold, Spurious regressions in econometrics”. *Journal of Econometrics*, 2, ss. 111–120, 1974. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)
- [43] M. H. Pesaran, Y. Shin ve R. J. Smith. “Bounds testing approaches to the analysis of level relationships”, *Journal of Applied Econometrics*, c.16, s.3, ss. 289–326, 2001. <https://www.jstor.org/stable/2678547>
- [44] G.Yılmaz. “Kamu yatırımlarının bileşimi ve ekonomik büyüme: 1975-2001 yılları arasında Türk illerinden elde edilen veriler”. *Kamu Sektörü Ekonomisi*, c.42, s.2, ss.187-214, 2018. <https://doi.org/10.3326/pse.42.2.10>.
- [45] M. A. Beyzatlar ve Y.R. Kustepeli. “Infrastructure, economic growth and population density in Turkey”. *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*, c.4, s.3, ss.39-57, 2011. <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=218107>
- [46] Ö. Emirkadı ve H. Balcı. “Türkiye’de karayolu ve demiryolu yolcu ve yük taşımacılığı ile ekonomik büyüme ilişkisi: panel veri analizi”. *Kafkas Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, c.14, s. 28, ss.977-998, 2023 <https://doi.org/10.36543/kauibfd.2023.039>
- [47] Ö. Karadağ Albayrak ve Ö. Cengiz. “Taşımacılık modlarından denizyolu ve demiryolu taşımacılığı ile ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği”. *Alanya Akademik Bakış*, c.9, s.1, ss.51-62. 2025. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1479531>.
- [48] P. Koç. “Demiryolu yatırımlarının kişi başına düşen gelir üzerindeki etkisinin analizi: Türkiye üzerine bir araştırma”. *Demiryolu Mühendisliği*, 14, ss.77-86. 2021. <https://izlik.org/JA88YS45ZX>

Özgeçmiş



Şaban DEMİRHAN

Meslek yaşamına 2019 yılında TCDD Taşımacılık A.Ş.’de başlamıştır. Lisans eğitimini 2012–2016 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesinde, yüksek lisans eğitimini ise 2024–2025 yılları arasında Malatya Turgut Özal Üniversitesi İşletme Anabilim Dalında tamamlamıştır. Hâlen TCDD Taşımacılık A.Ş. Malatya Yük Servis Müdürlüğünde tren planlama memuru olarak görev yapmakta olup, çalışma ve araştırma alanları demiryolu taşımacılığı ve planlama süreçleridir.

E-Posta: demirhansaban7@gmail.com



Meral ÇALIŞ DUMAN

Lisans ve yüksek lisans derecesini 2009, 2012 yıllarında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi’nden, doktora derecesini ise 2020 yılında İnönü Üniversitesi’nden Yönetim ve Organizasyon alanında almıştır. 2020 yılında öğretim üyesi olan akademisyen, halen Malatya Turgut Özal Üniversitesi’nde Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Çalışmalarında Endüstri 4.0, Toplum 5.0, akıllı işletmeler, teknoloji ve fütüristik konuları ele almaktadır.

E-Posta: meral.duman@ozal.edu.tr



Atilla ÜNLÜ

Lisans derecesini 2008 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İktisat Bölümü’nden, yüksek lisans derecesini 2012 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi’nden, doktora derecesini ise 2022 yılında İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı’ndan almıştır. İktisat alanında çalışmalarını sürdüren akademisyen, halen Malatya Turgut Özal Üniversitesi’nde görev yapmaktadır. Çalışma alanı ekonomik büyüme, bankacılık, jeopolitik riskler ve çevre ekonomisidir.

E-Posta: atilla.unlu@ozal.edu.tr

Beyanlar:

Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde, yapay zekâ tabanlı araçlardan yalnızca yazım dili, dilbilgisi ve anlatımın iyileştirilmesi amacıyla yararlanılmıştır. Yapay zekâ araçları, literatür taraması, çalışmanın bilimsel içeriğinin oluşturulması, veri analizi, sonuçların elde edilmesi veya yorumlanması süreçlerinde kullanılmamıştır. Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Yazarların katkıları: Şaban DEMİRHAN: Kavramsallaştırma, orijinal taslak hazırlama. Meral ÇALIŞ DUMAN: Gözden geçirme ve düzenleme, kaynaklar, kontrol. Atilla ÜNLÜ: Doğrulama, Yazma-gözden geçirme ve düzenleme, model kurma, inceleme, metodoloji.