

On ikinci kalkınma planı ekseninde lojistik performans endeksinin incelenmesi: Monte Carlo simülasyonu

An examination of the logistics performance index within the framework of the twelfth development plan: a Monte Carlo simulation

İpek KURT YALÇINKAYA¹, Merve ESER^{2}, Hakan Eren ŞENGELN³*

¹ Dış Ticaret, Arhavi Meslek Yüksekokulu, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye.

ipekkurt@artvin.edu.tr

² Uluslararası Ticaret, İİBF, İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

merveeser@arel.edu.tr

³ Yönetim Bilişim Sistemleri, İİBF, Doğu Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

hsengelen@dogus.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 18.04.2025

Bölüm/Section: Sosyal Bilimler/Uluslararası
Ticaret

Kabul Tarihi/Accepted: 06.06.2025

Araştırma Makalesi/Research Article

Özet

Türkiye, On ikinci kalkınma planı kapsamında 2028 yılında Lojistik Performans Endeksi'nde (LPI) 139 ülke arasında 25. sıraya yükselmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin 2028 yılına yönelik LPI sıralaması hedeflerine ulaşma potansiyelini, 2007-2023 verileri ve Monte Carlo Simülasyonu yöntemiyle değerlendirmektir. Ayrıca, simülasyonla elde edilen tahmini LPI bileşen değerleri kullanılarak, bu bileşenlerin ekonomik büyüme ile ilişkileri regresyon analiziyle incelenmiştir. LPI'nin gümrük, altyapı, uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, hizmet kalitesi ve zamanında teslimat olmak üzere altı bileşeni ile Türkiye'nin GSYİH'si çalışmada ele alınan temel değişkenlerdir. İlk olarak, serilerin trend özellikleri Mann-Kendall testiyle analiz edilmiş; eksik veriler K-En Yakın Komşu (KNN) algoritmasıyla tamamlanmıştır. Serilerin dağılım türlerinin belirlenmesi için Shapiro-Wilk, Anderson-Darling ve Jarque-Bera testleri uygulanmış, tüm serilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda, normal dağılıma dayalı Monte Carlo Simülasyonu uygulanmış ve her değişken için 1.000 tekrar yürütülmüştür. Farklı tekrar sayıları test edilmiş, 1.000 tekrar düşük varyans ve yüksek temsil gücü açısından en uygun seviye olarak belirlenmiştir. Varyans analizleriyle minimum gerekli tekrar sayısının 841 olduğu ve 1.000 tekrarın yeterli güvenilirlik sağladığı doğrulanmıştır. Simülasyonla elde edilen tahmini değerlerle ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri analiz etmek için çoklu regresyon kullanılmıştır. Modelde çoklu doğrusal bağlantı nedeniyle standart varsayımlar sağlanamadığından, Robust Regresyon yöntemi tercih edilmiştir. Bu analizde GSYİH bağımlı, LPI bileşenleri ise bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiştir. Bulgular, Türkiye'nin 2028'e kadar LPI sıralamasında üç ülkeyi geçebileceğini ve özellikle takip ve izleme ile altyapı bileşenlerinin kritik rol oynayabileceğini göstermektedir. Ayrıca, takip ve izleme ile uluslararası sevkiyatın ekonomik büyüme ile pozitif ve anlamlı; altyapı, gümrük ve hizmet kalitesinin ise negatif ve anlamlı ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Zamanında teslimat açısından ise anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Lojistik performans endeksi, ekonomik büyüme, Monte Carlo simülasyonu.

Abstract

Within the scope of its Twelfth Development Plan, Türkiye aims to rise to 25th place among 139 countries in the Logistics Performance Index (LPI) by 2028. The primary objective of this study is to assess Türkiye's potential to achieve this target using data from the 2007–2023 period and the Monte Carlo Simulation method. In addition, the study investigates

* Yazışılan yazar/Corresponding author: Merve ESER

¹ orcid.org/0000-0001-8862-2848; ² orcid.org/0000-0001-9798-3231; ³ orcid.org/0000-0002-2079-4720

DOI: <https://doi.org/10.56723/dyad.1679027>

the relationship between the simulated LPI component values and economic growth through regression analysis. The main variables examined in the study are Türkiye's GDP and the six components of the LPI: customs, infrastructure, international shipments, tracking and tracing, logistics service quality, and timeliness. Initially, the trend characteristics of the time series were analyzed using the Mann-Kendall test, and missing data were completed through the K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm. Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, and Jarque-Bera tests were conducted to determine the distribution types of the series, and all were found to follow a normal distribution. Accordingly, a Monte Carlo Simulation based on normal distribution was conducted with 1,000 iterations per variable. Different iteration counts were tested, and 1,000 repetitions were identified as optimal in terms of low variance and high representativeness. Variance analysis confirmed that a minimum of 841 repetitions was required for reliable results. The simulated values were then used in a multiple regression analysis to examine their relationship with economic growth. Due to multicollinearity issues and unmet standard assumptions, the Robust Regression method was employed. In this model, GDP was used as the dependent variable and the LPI components as independent variables. The findings indicate that Türkiye may surpass three countries in the LPI ranking by 2028, with tracking and tracing and infrastructure components playing a particularly critical role. Moreover, tracking and tracing and international shipments show a statistically significant positive relationship with economic growth, whereas infrastructure, customs, and service quality exhibit statistically significant negative associations. No significant relationship was observed for the timeliness component.

Keywords: Logistic performance index, economic growth, Monte Carlo simulation.

1. Giriş

Lojistik sektörü, günümüzde ekonomik büyümenin itici unsurlarından biri haline gelmiştir. Türkiye, sahip olduğu coğrafi konum sayesinde stratejik bir avantaja sahiptir ve bu avantajın etkin biçimde değerlendirilmesi; ticaret hacminin genişlemesine, taşımacılık maliyetlerinin düşmesine ve ekonomik verimliliğin artmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Bu doğrultuda, Türkiye'nin bölgesel bir lojistik aktarma noktası olarak öne çıkmasına yönelik beklentiler giderek artmaktadır.

Türkiye, On İkinci Kalkınma Planı kapsamında küresel tedarik zincirindeki rolünü güçlendirmeyi amaçlamakta; Lojistik Ana Plan doğrultusunda ise yakın coğrafyasında bölgesel bir lojistik üs olarak konumlanmayı hedeflemektedir. Bu çerçevede, Türkiye'nin Lojistik Performans Endeksi (LPI) sıralamasında 38. basamaktan 25. sıraya yükselmesi planlanmaktadır.

Plan kapsamında lojistik performansın iyileştirilmesine yönelik çeşitli hedefler belirlenmiştir. Karasal yük taşımacılığında demiryolunun payının %9'a çıkarılması ve demiryolu ile taşınan yük miktarının 40 milyar net ton-kilometreye ulaşması öngörülmektedir. Bunun yanı sıra, elektrikli ve sinyalli hat oranlarının sırasıyla %72 ve %80'e çıkarılması, lojistik ağların etkinliğinin artırılması ve yeni taşımacılık koridorlarının oluşturulması gibi hedefler de plan kapsamında yer almaktadır. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için, demiryolu altyapısının güçlendirilmesi, organize sanayi bölgeleri ile limanların demiryolu bağlantılarının sağlanması, çok modlu taşımacılığa uygun lojistik merkezlerin modernize edilmesi, dijital altyapının geliştirilmesi ve uluslararası lojistik koridorların hayata geçirilmesi öngörülmektedir.

Türkiye'nin LPI sıralamasında planlanan seviyeye ulaşabilmesi, endeksin hangi bileşenlerinde iyileştirme yapılması gerektiğini ortaya koyan analitik bir yol haritasını gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda, çalışmada LPI alt göstergelerinden hangilerinin bu sürece daha yüksek katkı sağladığı değerlendirilmektedir. Elde edilen bulguların, öncelikli müdahale alanlarının belirlenmesine ve kamu kaynaklarının etkin kullanımına yönelik değerlendirmelere zemin oluşturması beklenmektedir. Çalışma, stratejik planlama ve kaynak tahsisi bağlamında politika yapıcılara genel yönelimler sunmayı amaçlamaktadır.

Buna ek olarak, bu çalışma Türkiye'nin lojistik performansına yönelik hedeflerine ne ölçüde yaklaştığını ve LPI'daki gelişmelerin ekonomik büyüme üzerindeki potansiyel etkilerini incelemektedir. Lojistik kapasitedeki artışların büyüme ve rekabet gücüne hangi alanlar üzerinden katkı sunduğuna dair öngörüler geliştirilmektedir.

LPI'daki iyileşmeler yalnızca lojistik altyapının teknik kapasitesini yansıtmakla kalmamakta; aynı zamanda doğrudan yabancı yatırım, ticaret akışları ve dışa açıklık gibi makroekonomik göstergeler üzerinde de belirleyici rol oynamaktadır. Bu bağlamda LPI, bir ülkenin küresel tedarik zincirlerindeki konumunu belirleyen stratejik bir gösterge niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla Türkiye'nin bu alandaki performansı, yalnızca iç taşımacılık kapasitesi açısından değil, aynı zamanda ekonomik büyüme ve uluslararası rekabet gücü bakımından da kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Literatürde LPI, genellikle makroekonomik göstergelerle ilişkisi bağlamında ve geçmiş verilere dayalı ekonometrik analizlerle ele alınmaktadır. Bu çalışmada ise, bu yaklaşımlardan farklı olarak, LPI alt bileşenlerindeki iyileştirmelerin stratejik hedeflere ulaşma sürecine etkisi ileriye dönük bir bakış açısıyla değerlendirilmekte ve politika önceliklendirmesine katkı sunabilecek alanlara ilişkin öngörüler geliştirilmektedir. Bu yönüyle çalışma, yalnızca mevcut durumu analiz etmekle kalmayıp, aynı zamanda geleceğe yönelik karar süreçlerini destekleyebilecek bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde LPI'nın yapısal özellikleri ile Türkiye'nin endeksteeki mevcut durumu ele alınmıştır. İkinci bölümde konuya ilişkin literatür taraması yer verilmiş; üçüncü bölümde ise ampirik analiz ve bulgular sunulmuştur. Son bölümde analiz sonuçları yorumlanmış ve politika önerilerine değinilmiştir.

2. Lojistik performans endeksi

Lojistik Performans Endeksi (LPI), ilk kez 2007 yılında Dünya Bankası tarafından yayımlanan Küresel Ekonomide Ticaret Lojistiği raporunda hesaplanmış ve 2010'dan itibaren düzenli olarak iki yılda bir yayımlanmaya devam etmiştir. Endeks, ülkelerin ticaret lojistiğindeki performanslarını karşılaştırmalarına olanak tanıyan bir kıyaslama aracıdır. Aynı zamanda, ülkelerin lojistik kapasitelerini nasıl geliştirebileceklerine dair stratejik öngörüler sunmayı amaçlamaktadır.

LPI, iki temel bileşene dayanarak oluşturulmaktadır. İlk bileşen, sahada görev yapan uluslararası lojistik operatörlerine yöneltilen küresel bir anket aracılığıyla, bu profesyonellerin ticaret yaptıkları ülkelerin lojistik yeterliliği konusundaki değerlendirmelerine dayanmaktadır. İkinci bileşen ise, deniz taşımacılığı, konteyner takibi, posta ve hava taşımacılığı gibi alanlara ilişkin çeşitli veri kaynaklarından elde edilen istatistiksel verilerdir. Bu çerçevede, LPI hem lojistik profesyonellerinin algılarını hem de uluslararası ticaretin fiili işleyiş hızını ölçmektedir [1].

Endeks, belirli bir ülkeye ihracat yapmanın kolaylığını; altyapı kalitesi, lojistik hizmetlerin yeterliliği ve kamu sektöründeki darboğazlar gibi faktörler üzerinden değerlendiren uzman görüşlerine dayanmaktadır. Aynı zamanda bir ülkenin lojistik performansını rakiplerine kıyasla değerlendirmeye imkân sağlayan anlık bir gösterge olarak da kullanılmaktadır [1].

LPI hesaplamaları, altı temel kriter doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Bunlar; gümrük ve sınır yönetimi işlemlerinin etkinliği (1), ticaret ve ulaştırma ile ilgili altyapının kalitesi (2), rekabetçi fiyatlara sahip uluslararası sevkiyatları düzenleme kolaylığı (3), lojistik hizmetlerin yeterliliği ve kalitesi (4), gönderileri takip etme ve izleme yeteneği (5) ve gönderilerin planlanan veya beklenen teslimat süresi içerisinde alıcılara ulaşma sıklığı (6) [1].

Ayrıca endeks, ülkeleri lojistik performanslarına göre dört grupta sınıflandırmaktadır: Zayıf performans gösteren ülkeler, ciddi lojistik kısıtlamalarla karşı karşıya olan ve genellikle en az gelişmiş ülkelerden oluşmaktadır. Kısmi performans sergileyen ülkeler, düşük ve orta gelir düzeyine sahip olup, lojistik altyapı ve hizmetlerde yaygın sınırlamalarla mücadele etmektedir. Tutarlı performans gösteren ülkeler, kendi gelir grubundaki ülkelere kıyasla daha yüksek lojistik etkinlik sağlayan örneklerdir. Lojistik dostu ülkeler ise, çoğunlukla yüksek gelirli ekonomiler arasında yer almakta olup, genel olarak en iyi lojistik performansı sergileyen grubu oluşturmaktadır [1].

LPI sonuçlarına ilişkin genel değerlendirmelere bakıldığında, en yüksek lojistik performansa sahip ülkelerin büyük ölçüde yüksek gelir grubuna ait olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, lojistik altyapı ve hizmet kalitesinin ekonomik gelişmişlikle yapısal bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, endeks yalnızca gelir düzeyiyle şekillenmemekte; uygulanan kamu politikaları, düzenleyici çerçeveler ve özel sektör kapasitesi gibi çeşitli yapısal faktörlerden de etkilenmektedir. Bu nedenle LPI, sadece bir performans ölçütü değil, ülkelerin lojistik sistemlerine ilişkin yönetimsel yeterliliklerini değerlendirmeye olanak tanıyan analitik bir araç olarak da işlev görmektedir [1].

Tablo 1. Türkiye'nin LPI sıralaması.

	2007	2010	2012	2014	2016	2018	2023
Sıra	34	39	27	30	34	47	38
Puan	3.15	3.22	3.51	3.50	3.42	3.15	3.40

Tablo 1'e göre Türkiye'nin LPI konumunun yıllar içinde dalgalı bir seyir izlediği söylenebilmektedir. 2012 yılında 3.51 ile LPI puanına sahip olan Türkiye ilgili yılda 27. sırada yer almıştır. 2014'te puan 3.50 seviyesinde korunmuş, ancak sıralama 30'a gerilemiştir. Bu durum, LPI sıralamasının yalnızca mutlak puan düzeyine değil, diğer ülkelerin göreceli performansına da bağlı olarak şekillendiğine işaret etmektedir.

Öte yandan, 2018 yılında puan 3.15'e gerilemiş, Türkiye 47. sıraya gerilemiştir. Bu zayıflamanın, aynı yıl yaşanan ekonomik krizle ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Döviz kurundaki ani artış, yüksek enflasyon ve dış ticaret üzerindeki kısıtlayıcı gelişmelerin, lojistik faaliyetlerin genel verimliliği üzerinde olumsuz etkiler yaratmış olabileceği söylenebilmektedir.

2023 yılında ise Türkiye, 3.40 puana ulaşarak sıralamasını yeniden iyileştirmiş ve "tutarlı performans gösteren ülkeler" kategorisine geri dönmüştür. Bu toparlanma, lojistik altyapının güçlendirilmesi, dijital gümrük sistemlerinin yaygınlaştırılması ve liman yatırımlarının artırılması gibi politika adımlarının yanı sıra, 2023 yılı itibarıyla lojistik hizmet sektörüne yönelik artan kamu destekleri ve dış ticaret süreçlerinde sağlanan kolaylaştırıcı düzenlemelerle ilişkilendirilebilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'nin LPI performansında 2012–2023 döneminde gözlenen dalgalı seyir, yapısal iyileşmelerin bazı yıllarda sağlandığını ancak bu kazanımların kalıcı hâle gelemediğini düşündürmektedir. Bu çerçevede, Türkiye'nin lojistik rekabet gücünü artırabilmesi için ekonomik kırılganlıkları azaltan, dijitalleşmeyi hızlandıran ve lojistik değer zincirinin tüm bileşenlerini kapsayan bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç duyduğu söylenebilmektedir.

3. Literatür taraması

LPI ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki altyapı teorileri, yeni ekonomik coğrafya ve uluslararası ticaret teorileri çerçevesinde teorik olarak temellendirilebilir. Altyapı ekonomisi literatüründe Barro [2], kamu altyapı harcamalarının üretken sermaye işlevi gördüğünü ve üretim fonksiyonuna dahil edildiğinde uzun vadeli ekonomik büyümeyi destekleyebileceğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Aschauer [3], kamu altyapı yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğunu savunmaktadır. Yeni Ekonomik Coğrafya yaklaşımında ise Krugman [4], ulaşım maliyetlerindeki azalmaların üretimin mekânsal yoğunlaşmasını ve dışsallıklar yoluyla büyümeyi tetiklediğini vurgulayarak, altyapının ve lojistik ağların ekonomik büyüme üzerindeki rolünü teorik olarak açıklamaktadır. Yeni dış ticaret teorisi bağlamında yine Krugman [5], artan getiriler ve ölçek ekonomileri altında taşıma maliyetlerinin düşmesiyle ülkelerin üretim ve ticaret faaliyetlerini yoğunlaştırabileceğini, büyük iç pazarların ihracat avantajı yaratabileceğini ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, yüksek lojistik kapasiteye sahip ülkelerin iç pazarlarını genişleterek uluslararası ticarete rekabet avantajı elde edebileceğini ve böylece ekonomik büyümeyi destekleyebileceğini teorik olarak temellendirmektedir.

Bu teorik yaklaşımlar, literatürdeki ampirik çalışmalarla da desteklenmektedir. Literatürde Türkiye'nin LPI performansına dair çeşitli bulgulara yer verilmektedir. Mahpour vd. [6] lojistik, ekonomik ve demografik değişkenlerin Katar, Umman, Türkiye, Pakistan ve İran arasındaki deniz yolu ticaretine etkisini analiz etmişlerdir. Yer çekimi modeli kullanılarak 2012-2018 dönemi verileriyle yapılan analiz sonucunda LPI'daki artışın ticaret akışlarını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca duyarlılık analizi sonuçlarına göre lojistik değişkenlerin ekonomik ve demografik değişkenlere görece daha önemli olduğu vurgulanmaktadır. Yazarlar, elde edilen bulgular çerçevesinde lojistik performanstaki artışların, ticareti artırarak ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Bozma vd. [7] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, LPI'nın ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelenmiş olup, 69 ülke için 2007-2014 dönemi verileriyle havuzlanmış panel veri analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda LPI'nın ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği bulgusuna ulaşmışlardır.

Benzer şekilde, Karaköy ve Üre [8] ekonomik büyüme, yabancı sermaye yatırımları ve LPI arasındaki nedensellik ilişkisini analiz etmişlerdir. Çalışmada, seçili yüksek ve orta gelirli ülkeler iki gruba ayrılarak 2007-2016 dönemi verileriyle nedensellik analizi yapılmış ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular çerçevesinde, yüksek gelirli ülkelerin LPI'sının yüksek olmasının ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, gelişmiş ülkelerde altyapı yatırımlarının tamamlanmış olmasıyla lojistik ağlara entegrasyonun daha etkin bir şekilde sağlanmasına bağlanmaktadır.

Kevser ve Doğan [9] LPI, ekonomik büyüme ve finansal gelişmişlik arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bu amaçla, 157 ülke için 2010-2018 dönemi verileriyle panel eşbütünleşme analizi ve nedensellik analizi gerçekleştirmişlerdir. LPI, ekonomik büyüme ve finansal gelişmişlik değişkenlerinin uzun dönemli eşbütünleşik olduğu sonucuna varmışlardır. Bu üç değişken arasında pozitif bir ilişki olduğu ve LPI ile ekonomik büyüme ve finansal gelişmişlik arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Kılıç [10], LPI ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu kapsamda yeni sanayileşen 10 ülke için 2007-2018 dönemi verileriyle panel veri analizi uygulamıştır. Analize doğrudan yabancı yatırımlar değişkenini kontrol değişken olarak eklemiştir. Analiz sonucunda LPI ve doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Gerşil ve Akın [11] ihracata dayalı büyüme modelinin incelemek amacıyla lojistik performans düzeyinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada 26 Avrupa Birliği ülkesine ait 2007-2020 dönemine ilişkin ihracat, LPI, yatırım, finansal gelişmişlik ve ekonomik büyüme değişkenleri kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda LPI'nın ihracatı artırma yoluyla ekonomik büyümeye olumlu etkisi olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Göçer vd. [12], LPI düzeyini artırmak isteyen ülkelere yönelik lojistik politika önerileri sunmak amacıyla metodolojik bir çerçeve geliştirmiştir. Çalışmada; lojistik dergileri, bilimsel makaleler, gazeteler, Dünya Bankası yatırım raporları, haber kaynakları ve ülkelerin Ulaştırma Bakanlığı yayınları ile uzman görüşlerinden yararlanılarak hem nicel hem de nitel analizler gerçekleştirilmiştir. Gelişmiş ülkelerin lojistik stratejileri incelenerek Türkiye için politika önerileri oluşturulmuştur. Bu öneriler, LPI'nın yalnızca bir performans ölçüm aracı değil, aynı zamanda stratejik planlamada kullanılabilecek bir araç olduğunu da ortaya koymaktadır.

Yukarıda özetlenen çalışmalar, genel olarak LPI ile ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar, ihracat performansı ve finansal gelişmişlik arasındaki ilişkileri incelemekte ve çoğunlukla LPI'nın bu göstergeler üzerinde pozitif etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Literatürde özellikle LPI ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye ağırlık verildiği görülmektedir (Bozma vd. [7]; Karaköy ve Üre [8]; Kevser ve Doğan [9]; Kılıç [10]; Gerşil ve Akın [11]). Bu çalışmalar farklı ülke gruplarına, dönemlere ve metodolojik araçlara odaklanmalarına rağmen genel eğilim, LPI'daki artışların ekonomik büyümeyi desteklediği yönündedir. Özellikle yüksek gelirli ülkelerde bu ilişkinin daha belirgin olduğu, altyapı yatırımlarının tamamlanmış olmasının lojistik sistemlerin işleyişini ve ekonomik çıktıları doğrudan etkilediği ifade edilmektedir (Karaköy ve Üre [8]).

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, incelenen çalışmalar Türkiye’yi ya doğrudan analiz kapsamına almakta (Mahpour vd. [6]; Göçer vd. [12]) ya da orta gelirli ülkeler grubu içerisinde konumlandırmaktadır (Kılıç [10]; Karaköy ve Üre [8]). Genel olarak Türkiye’nin LPI performansındaki dalgalanmalar, ekonomik büyüme üzerindeki etkilerle birlikte ele alınmakta ve bu performansın iyileştirilmesinin kalkınma politikaları açısından kritik olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu çerçevede, Türkiye’nin 2018’deki gerilemeden sonra 2023’te yeniden “tutarlı performans gösteren ülkeler” grubuna yükselmesi, Göçer vd. [12] tarafından önerilen çevreci yaklaşım, verimlilik çalışmaları ve kamu-özel iş birliğine dayalı reformlarla büyük ölçüde örtüşmektedir.

4. Ampirik analiz

Çalışmanın ampirik analizinde, ilk adım olarak veri setinde bir trendin varlığını tespit etmek amacıyla Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Trend analizi sonrasında veri setindeki eksik dönemlere ait değerler K-En Yakın Komşu Algoritması (KNN) ile oluşturulmuştur. Daha sonra serilerin dağılım türü belirlenerek uygun Monte Carlo Simülasyonu çalıştırılmıştır. Monte Carlo Simülasyon yöntemi ile Türkiye’nin 2028 yılı LPI sıralamasındaki hedefine ulaşma olasılığına ilişkin gelecek dönem tahminleri yapılmıştır. Son olarak, LPI’nın alt faktörlerinin ekonomik büyümeye katkısını ortaya koymak amacıyla regresyon analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler ve değişkenlerin ölçümü ve veri kaynakları Tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan değişkenler.

Değişkenler	Ölçümü	Veri Kaynağı
Ekonomik Büyüme	GSYİH (Cari ABD Doları)	Dünya Bankası - Dünya Kalkınma Göstergeleri
LPI Alt Bileşenleri	Altyapı, Gümrük, Hizmet Kalitesi, Takip ve İzleme, Uluslararası Sevkiyat, Zamanında Teslimat	Dünya Bankası - Dünya Kalkınma Göstergeleri

LPI ve alt değişkenlerine ilişkin veriler, Dünya Bankası tarafından yayınlanan Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından alınmıştır. İlk veri 2007 yılında yayınlanmış, ardından 2010 yılından itibaren 2018 yılına kadar veriler iki yılda bir düzenli olarak yayınlanmıştır. LPI’ya ait en son veri seti ise 2023 yılına aittir. Veriler arasında tutarlı bir bütünlük sağlamak amacıyla, 2020 yılına ait eksik veriler KNN yöntemiyle tahmin edilmiştir. Ekonomik büyüme değişkeni ise kişi başına reel gayri safi yurt içi hâsıla (GSYİH) ile ölçülmüştür. İlgili veri seti Dünya Bankası tarafından yayınlanan Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından alınmıştır. Değişkenlere ait tanımsal istatistikler Tablo 3’de sunulmaktadır.

Tablo 3. Değişkenlere ait tanımsal istatistikler.

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
GSYİH	8.600	1.710	5.900	12.050
Altyapı	3.321	0.179	2.937	3.618
Gümrük	2.995	0.143	2.713	3.232
Hizmet Kalitesi	3.352	0.145	3.046	3.640
Takip ve İzleme	3.394	0.160	3.090	3.773
Uluslararası Sevkiyat	3.236	0.110	3.060	3.412
Zamanında Teslimat	3.682	0.131	3.384	3.938

Tablo 3’te yer alan değişkenlerin ortalama değerleri incelendiğinde, LPI alt bileşenleri arasında gümrük değişkeni 2.995 ile en düşük, zamanında teslimat ise 3.682 ile en yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Altyapı değişkeninin, en yüksek standart sapmaya sahip olarak en fazla değişkenlik gösteren alt bileşen olduğu söylenebilmektedir. Değişkenlerin minimum ve maksimum değerleri bakımından gümrük değişkeninin 2.713 ile en düşük, zamanında teslimat değişkeninin ise 3.938 ile en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir.

4.1. Mann-Kendall testi

Mann-Kendall trend testi, Kendall [13] tarafından önerilen iki gözlem grubu için bir sıra korelasyon testinden türetilmiştir. Mann Kendall trend testinde, gözlenen değerlerin sırasıyla zaman içindeki sıraları arasındaki korelasyon dikkate alınmaktadır. Testin sıfır hipotezi, verilerin herhangi bir trende sahip olmadığını, başka bir deyişle bağımsız ve rastgele sıralandığını ifade etmektedir. Bu durumda, gözlemler arasında bir eğilim veya seri korelasyon bulunmamaktadır [14].

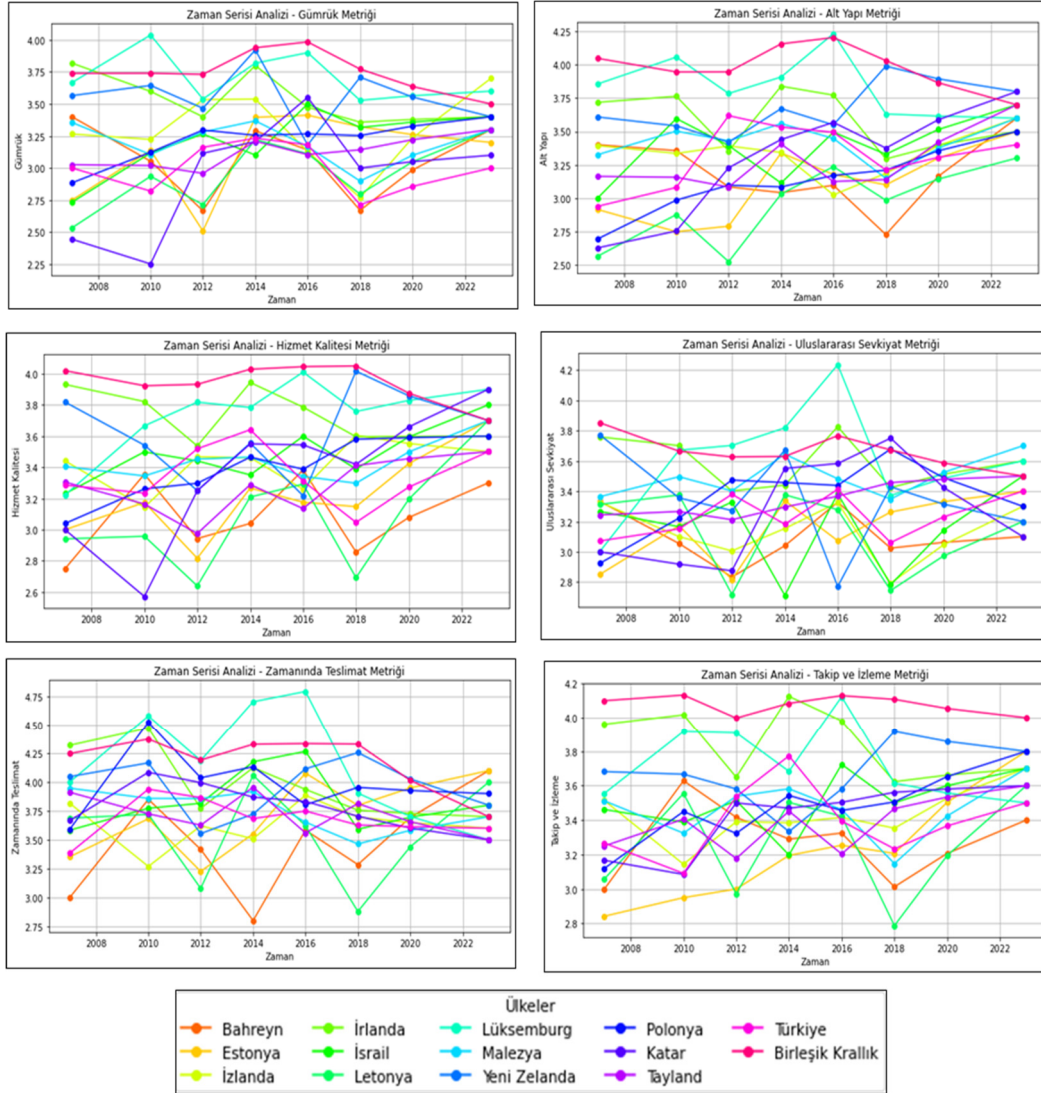
H_0 = Zaman serisinde anlamlı bir trend yoktur.

Bu testin uygulanma amacı, Monte Carlo simülasyonlarında modelin eğilimlerini ne kadar iyi yakaladığını değerlendirerek model doğruluğunu güvence altına almaktır. Test ayrıca, simülasyon sonuçlarının anlamlı bir eğilimden mi yoksa rastgele varyasyonlardan mı kaynaklandığını belirlemeye yardımcı olmaktadır. Serilerde trendin tespit edilmesi halinde, bu durum gelecek tahminlerinde ve ekonomik analizlerde dikkate alınmalıdır. Mann- Kendall testi bulguları Tablo 4’te sunulmaktadır.

Tablo 4. Mann- Kendall test bulguları.

Kendall's tau	0.178
P-value	0.010

Tablo 4'e göre Kendall's Tau test istatistiği 0.178 ve olasılık değeri 0.010 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulguya göre, %5 istatistiksel olarak anlamlılık düzeyinde "serilerde anlamlı bir trend olmadığı" hipotezi reddedilmiştir. Böylece serilerde trend olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçların grafiksel gösterimi ise Şekil 1'de sunulmaktadır. Serilerde trend tespit edildikten sonra, eksik verilerin giderilmesi için K-En Yakın Komşu Algoritması (KNN) uygulanmıştır. KNN tahmin yöntemi, literatürde sıklıkla diğer tahmin yaklaşımlarından daha iyi performans gösterdiği için tercih edilmiştir. Bu algoritma, eksik değerleri sınıflandırmak için en yakın komşuları belirlemekte ve bu komşuların tespiti, örnekler arasındaki mesafeyi temel alan bir ölçüm yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir [15].



Şekil 1. LPI alt bileşenlerinin yıllara göre değişimi.

KNN en yakın noktaları belirlerken bir k değerine ihtiyaç duymaktadır. Bu değer algoritmanın yeni bir veri noktasının değerini tahmin ederken dikkate aldığı veri noktası sayısını temsil etmektedir. Çalışmada farklı k değerleri için sonuçlar elde edilip kıyaslanmıştır. En iyi sonucu veren k sayısının 5 olduğu görülmüştür. LPI alt bileşenlerinin yıllara göre değişimlerini gösteren grafikler Şekil 1'de görülmektedir. Grafikler incelendiğinde, ülkelerin yıllara göre değişimlerinde hizmet kalitesi bileşeninin değişkenliğinin yüksek olduğu görülmektedir. Hizmet Kalitesi bakımından Birleşik Krallık 2020'ye kadar en yüksek değere sahipken, bu yıldan sonra Lüksemburg ve Yeni Zelanda öne geçmiştir. Lüksemburg, 2014-2018 arasında LPI'nın tüm alt bileşenlerinde dikkat çekici bir artış göstermiştir. Grafikler Türkiye açısından değerlendirildiğinde, 2010-2014 yılları arasında LPI'nın tüm alt bileşenlerinde önemli artışlar gözlenirken, bu dönem sonrasında bazı bileşenlerde artış, bazı bileşenlerde ise azalışlar yaşandığı görülmektedir.

4.2. Monte Carlo simülasyonu

Monte Carlo simülasyonu, sonuçları hesaplamak amacıyla tekrarlanan rastgele örnekleme ve istatistiksel analiz yöntemlerine dayanan bir simülasyon tekniğidir. Bu yöntem, gelecek dönemlere yönelik olası senaryoları rastgele örnekleme yöntemiyle simüle etmek ve tahminlerde bulunmak üzere kullanılmaktadır. Bu sayede, belirsizliklerin etkisi daha iyi analiz edilebilir ve olasılıklara dayalı sonuçlar elde edilebilmektedir.

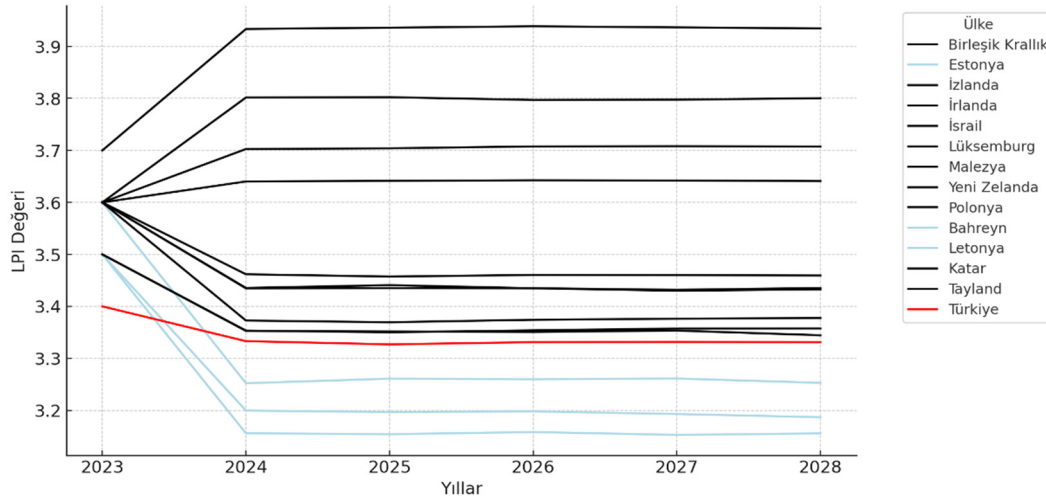
Bir simülasyon modelinin doğru ve anlamlı sonuçlar üretebilmesi için, serilerin dağılım türlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Serilerin temel dağılımları belirlendikten sonra, bu dağılımlardan rastgele sayılar üretilmektedir. Üretilen rastgele sayılar dağılımlarına uygun şekilde ortalama değerler etrafında belirli bir standart sapma ile değişiklik göstermektedir [16]. Serilerin dağılım türünün belirlenmeden simülasyon uygulanması durumunda, üretilen rastgele sayılar yanıltıcı olabilmekte ve bu da simülasyon sonuçlarının geçerliliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu doğrultuda, serilerin dağılım türünün tespit edilebilmesi için bazı istatistiksel teknikler uygulanmıştır.

Bu çalışmada, dağılım belirleme testleri arasında literatürde en sık kullanılan Shapiro-Wilk, Anderson-Darling ve Jarque-Bera testleri uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 5'teki gibi bulunmuştur. Tabloda her bir ülkenin söz konusu değişkeni için hesaplanan test istatistikleri ve olasılık değerlerinin en düşük ve en yüksek değerleri belirtilmiştir. Üç testin sonuçları da her bir ülkenin ve her bir değişkenin normal dağılım sergilediğini ortaya koymuştur.

Tablo 5. Dağılım belirleme test bulguları.

Shapiro-Wilk	0.782-0.987	Anderson-Darling	0.122-0.676	Jarque-Bera	0.001-3.421
P-value	0.069-0.987	Kritik Değer	0.709	P-value	0.180-0.999

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, gelecek dönemlere ait Türkiye'nin lojistik performansı ve ekonomik büyümesini tahmin etmek amacıyla, normal dağılıma uygun Monte Carlo Simülasyonu yöntemi uygulanmış ve rastgele sayılar bu dağılıma göre üretilmiştir. Monte Carlo Simülasyonu, 1.000 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu tercih, 10.000 veya 100.000 tekrarlı simülasyonlara kıyasla daha iyi sonuçlar vermesi nedeniyle yapılmıştır. Yüksek tekrar sayılarında değişkenlik azalmakta ancak bu durum, tahmin gücünün zayıflamasına yol açabilmektedir [17]. Bu da birbirine daha yakın sonuçların ortaya çıkmasına ve büyük oranda aynı değerleri almasına neden olmaktadır. Yapılan analizler ile, 1.000, 10.000 ve 100.000 tekrarlı simülasyon değerleri elde edilmiştir. Örneklemin büyük boyutlu olmaması nedeniyle özellikle 100.000 gibi yüksek tekrarlarda aynı değerler ile karşılaşıldığı ve çok küçük varyans değerleri gösterdiği görülmüştür. Aynı şekilde 10.000 tekrarlı değerlerinde küçük varyansa sahip olması nedeniyle çalışmada en uygun tekrar sayısının 1.000 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca varyans analizi ile gerekli minimum tekrar sayısının 841 olduğu ve 1.000 tekrarın yeterli olduğu belirlenmiştir (Genel ortalama=3,459 ve Standart Sapma= 0,295'dir). Türkiye'nin 2028 yılı LPI sıralamasındaki hedefine ne kadar yakın olduğunu tahmin etmek amacıyla yayınlanan son tarihli sıralama üzerinden 25. sıraya kadar ülkeler seçilerek toplam 14 ülkenin tahmin sonuçları elde edilmiştir. Şekil 2'de yıllara göre Monte Carlo simülasyon sonuçları ve Türkiye'nin elde edilen sonuçlara göre konumu sunulmaktadır.



Şekil 2. Monte Carlo simülasyonunda Türkiye'nin yıllara göre konumu.

Şekil 2'ye göre 2023 yılında 38.sırada yer alan Türkiye'nin simülasyon sonuçları incelendiğinde, 2028 yılına kadar sıralamada kendisinden önde bulunan Bahreyn, Estonya ve Letonya'yı geçeceği öngörülmüştür. Buna göre, bu üç ülkenin 2028 yılında Türkiye'nin gerisinde kalacağı tahmin edilmektedir. Öte yandan, siyah ile gösterilen ülkelerin sıralamalarında birbirlerine kıyasla belirgin bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

Türkiye'nin yıllar içindeki lojistik performansına ilişkin konumu ortaya koyulduktan sonra LPI'nın alt bileşenleri bağlamında gelecek tahmini yapılmıştır. Bu doğrultuda Türkiye'nin LPI alt bileşenlerine ait 2024-2028 dönemi simülasyon sonuçları tahmin edilmiştir. Tablo 6'da ilgili simülasyon sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 6. Türkiye'nin lojistik performans alt indekslerinin simülasyon sonucu.

Değişkenler	2024	2025	2026	2027	2028
Altyapı	3.319	3.321	3.328	3.318	3.317
Gümrük	3.002	2.993	2.994	2.988	2.997
Hizmet Kalitesi	3.350	3.354	3.356	3.357	3.354
Takip ve İzleme	3.405	3.374	3.394	3.398	3.396
Uluslararası Sevkiyat	3.239	3.237	3.235	3.235	3.239
Zamanında Teslimat	3.681	3.680	3.678	3.691	3.680

Tablo 6'da Türkiye'nin LPI alt bileşenleri için sunulan simülasyon sonuçlarına göre, takip ve izleme bileşeninin sürekli bir artış trendi sergilediği görülmektedir. Bu bağlamda Türkiye'nin LPI genel performansı bağlamında, 2028 yılı tahminlerinde gözlemlenen ilerlemede takip ve izleme bileşeninin önemli bir paya sahip olduğu değerlendirilmektedir. Buna ek olarak, 2028 yılında küçük bir düşüş yaşamasına karşılık altyapı bileşeninin 2027 yılına kadar artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, altyapıya verilen önemin de Türkiye'nin LPI hedefine ulaşmasında önemli bir rol oynayacağı öngörülmektedir. Öte yandan, hizmet kalitesi, uluslararası sevkiyat, zamanında teslimat ve gümrük bileşenlerinde ise anlamlı bir değişim gözlenmediği ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak, Türkiye'nin LPI performansını daha üst bir seviyeye taşıyabilmesi için takip ve izleme ile altyapı bileşenlerine öncelik verilmesinin önemli olduğu değerlendirilmektedir.

4.3. Çoklu regresyon analizi

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılan temel bir istatistiksel yöntem olup basit ve çoklu regresyon analizi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Basit regresyon analizi, bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Çoklu regresyon analizi ise birden fazla bağımsız değişkenin modele dâhil edilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede, her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi tahmin edilebilmektedir.

Regresyon analizinde çeşitli varsayımların test edilmesi gerekmektedir. Bu varsayımların göz ardı edilmesi durumunda, sonuçlar güvenilirliğini yitirmektedir. Standart çoklu regresyon analizinde hataların normal dağılıma sahip olması, eşit varyans, otokorelasyonun olmaması ve çoklu doğrusal bağlantının bulunmaması gibi varsayımlar sağlanmadığında, elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir. Bu tür durumlarda, modelin güvenilirliğini artırmak amacıyla daha dirençli (robust) yöntemler tercih edilmektedir. Robust regresyon, temel varsayımlar sağlanmadığında, en küçük kareler yöntemine alternatif bir çözüm sunarak analiz sonuçlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmaktadır [18].

Çalışmanın bu kısmında, mevcut veri seti ile simülasyon sonrası elde edilen veriler kullanılarak LPI'nın alt bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu doğrultuda, öncelikle Monte Carlo Simülasyonu yöntemi ile ekonomik büyüme değişkenine ilişkin tahmin değerleri üretilmiştir. Daha sonra Türkiye için 2007-2028 dönemi çoklu regresyon analizi uygulanmıştır.

Modelde hataların eşit varyanslı olması, otokorelasyonu olmaması, normal dağılım göstermesi varsayımları sağlanmıştır. Yalnızca bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı sorunu tespit edilmiştir. Modelde, çoklu doğrusal bağlantı olmaması varsayımı sağlanmadığı için Robust (Dirençli) Regresyon yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin tercih edilmesinde, otokorelasyon bulunmadığından zamana bağlı dinamik etkilerin belirlenmemiş olması etkili olmuştur. Bu nedenle, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya koymak amacıyla otoregresif modeller yerine çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 7'de sunulmaktadır.

Tablo 7. Dirençli regresyon testi bulguları

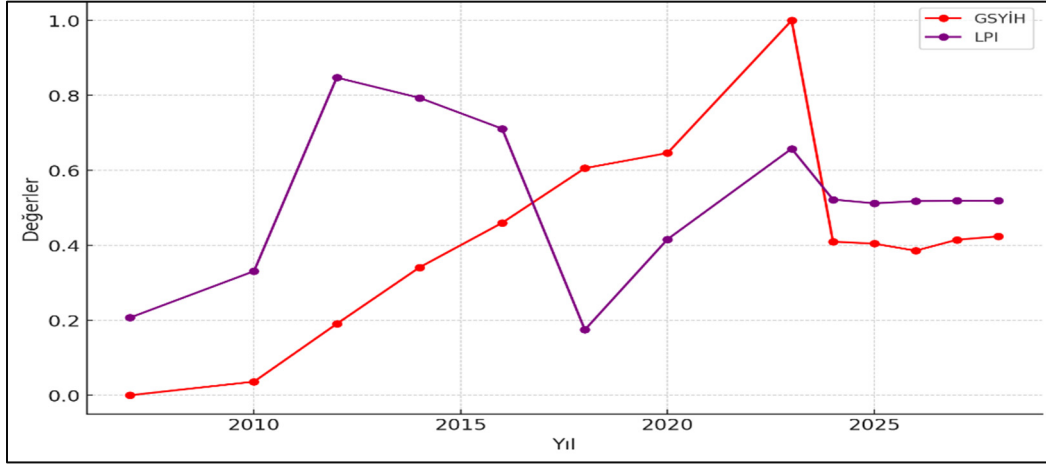
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
Altyapı	-2.240	1.090	0.039**
Gümrük	-1.480	2.860	0.000***
Hizmet Kalitesi	-2.260	9.420	0.016**
Takip ve İzleme	4.170	1.460	0.004***
Uluslararası Sevkiyat	3.040	8.090	0.000***
Zamanında Teslimat	7.780	6.190	0.209

Not: * ***, **, * sırasıyla bağımlı değişken GSYİH ile %1, %5 ve %10 için istatistiksel olarak anlamlılığı temsil etmektedir. Modelin R² değeri 0.631; p olasılık değeri 0.000'dır.

Tablo 7'de yer alan bulgulara göre Türkiye için altyapı, gümrük, hizmet kalitesi, takip ve izleme, uluslararası sevkiyat değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya

koyulmuştur. Modelin açıklayıcılığı (R^2) 0.631'dir ve model genel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Altyapı, gümrük ve hizmet kalitesinde yaşanacak artışların ekonomik büyüme üzerindeki etkileri negatif yönlü iken; uluslararası sevkiyat ile takip ve izlemede değişkenlerindeki artışların ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönlü bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Takip ve izleme bileşeninde yaşanacak 1 birimlik artışın, GSYİH'yı yaklaşık 4.17 birim arttıracığı görülmektedir ($\beta = 4.17$, $p < 0.05$). Uluslararası sevkiyat için söz konusu artış 3.04 birim olarak ortaya çıkarken, hizmet kalitesi bileşenindeki artışın milli gelir üzerinde 2.26 birimlik azalışa neden olacağı görülmüştür. Aynı şekilde altyapı 2.24 ve gümrük 1.48 birim azalışa neden olacağı ortaya çıkmıştır. Bu bileşenlere karşılık, zamanında teslimat ile ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($\beta = 7.78$, $p > 0.05$).

LPI alt bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz ettikten sonra Türkiye'nin yıllar içinde LPI genel performansı ve ekonomik büyümesinin birlikte nasıl hareket ettiğini bütüncül bir perspektifle değerlendirmek amacıyla veriler görselleştirilmiş olup Şekil 3'te sunulmaktadır.



Şekil 3. Türkiye için yıllar içinde GSYİH ve LPI değerleri.

Şekil 3'e göre 2008-2010 döneminde, LPI ile GSYİH değerlerinin birlikte bir artış trendi sergilediği görülmektedir. 2010-2012 döneminde, LPI'da gözlemlenen ciddi artışa karşılık, GSYİH değerlerinin sabit bir artış izlediği değerlendirilmektedir. 2012-2018 döneminde, LPI'nın düşüş trendine girdiği, GSYİH değişkeninin ise artış trendine devam ettiği görülmüştür. 2018-2023 döneminde, her iki değişkenin yeniden birlikte bir artış trendine girdiği gözlemlenmiştir. Monte Carlo yöntemi ile simüle edilen değerlere göre, 2026 yılına kadar GSYİH'da az miktarda bir azalış yaşanması beklenirken, LPI'da herhangi bir değişiklik öngörülmemektedir. 2026-2028 döneminde, LPI değişkeninde meydana gelecek küçük bir miktarda artışa karşılık, GSYİH değişkeninin yeniden artış trendine girmesi beklenmektedir.

Simülasyon sonuçları, LPI ve GSYİH'in dönemsel değişimlerinin belirli bir paralellik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle 2026-2028 dönemi için öngörülen bu eğilimler, iki gösterge arasındaki ilişkilerin dönemsel olarak nasıl şekillendiğine dair anlamlı bir gözlem sunmaktadır.

5. Sonuç

Çalışmanın amacı, Türkiye'nin On İkinci Kalkınma Planı kapsamında 2028 yılı LPI hedefinin 2007-2023 dönemi verileri kullanılarak LPI alt bileşenleri bağlamında tahmin edilmesi ve Türkiye'nin bu hedefe ulaşma potansiyelinin değerlendirilmesidir. Ayrıca, çalışmada mevcut veriler ve simülasyon sonuçlarıyla LPI alt bileşenlerinin ekonomik büyüme etkisinin değerlendirilmesi de hedeflenmektedir.

Türkiye'nin GSYİH'i ile gümrük, altyapı, uluslararası sevkiyat, takip ve izleme, hizmet kalitesi ve zamanında teslimat olmak üzere LPI alt bileşenleri çalışmanın değişkenleri olarak ele alınmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda, literatürde yaygın olarak kullanılan Monte Carlo Simülasyonu yöntemiyle değişkenlerin 2024-2028 dönemi için tahmini değerleri hesaplanmıştır. Ardından, Türkiye için 2007-2028 dönemi LPI alt bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi Robust Regresyon Analizi ile değerlendirilmiştir.

Monte Carlo simülasyon sonuçlarına göre 2023 yılında 38. sırada yer alan Türkiye'nin, 2028 yılına kadar sıralamada Bahreyn, Estonya ve Letonya'yı geçmesi öngörülmektedir. LPI alt bileşenleri incelendiğinde, takip ve izleme bileşeninin sürekli bir artış trendi sergilediği, altyapı bileşeninin ise çoğunlukla artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, LPI alt bileşenleri arasında özellikle takip ve izleme ile altyapı bileşenlerinin Türkiye'nin LPI hedefi doğrultusunda önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilmektedir.

Regresyon sonuçlarına göre, LPI alt bileşenleri arasında takip ve izleme ($\beta = 4.17$, $p < 0.05$) ile uluslararası sevkiyat ($\beta = 3.04$, $p < 0.05$) bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkiler yarattığını ortaya

konmuştur. Özellikle takip ve izleme bileşeninde yaşanacak bir birimlik artış ekonomik büyüme üzerinde 4.17 birimlik pozitif etki sağlayacaktır. Takip ve izleme bileşeninin, tedarik zinciri yönetiminde şeffaflığı artırarak maliyetleri düşürmesi ve süreçlerin verimliliğini artırması, çalışmanın temel sonuçlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Tedarik zincirinin dijitalleşmesi ve süreçlerin izlenebilirliği, maliyetleri azaltarak büyümeyi desteklemektedir. Benzer şekilde, uluslararası sevkiyat bileşeninin ticaret hacmini artırması ve taşımacılık ağlarının iyileştirilmesi yoluyla ekonomik büyümeye katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte standart sapmasının yüksek oluşu birim başına etki miktarının değişkenlik göstereceğini göstermektedir.

Buna karşılık, altyapı ($\beta = -2.24$, $p < 0.05$), gümrük ($\beta = -1.48$, $p < 0.05$) ve hizmet kalitesi ($\beta = -2.26$, $p < 0.05$) bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerinde negatif yönlü etkileri tespit edilmiştir.

TÜİK verilerine göre [19] 2004–2023 dönemi boyunca demiryolu uzunluğu gibi altyapı göstergelerinde artış kaydedildiği görülmektedir. Ancak aynı dönemde tren kilometresi ve taşınan yük miktarındaki artışın görece sınırlı kalması, altyapı yatırımlarının ekonomik çıktı üretme kapasitesinde henüz beklenen dönüşümü sağlayamadığı şeklinde değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, altyapı bileşeni ile ekonomik büyüme arasında negatif yönlü bir ilişkinin gözlemlenmiş olması, çeşitli faktörlerle ilişkilendirilmektedir. Altyapıya yönelik harcamaların kısa vadede ekonomik büyümeye doğrudan ve güçlü bir katkı sağlamaması; yatırımların etkin kullanılmaması ya da ekonomik geri dönüşlerinin uzun vadeye yayılması gibi unsurların, altyapı bileşeninin büyüme üzerindeki etkisinin negatif yönlü ortaya çıkmasında rol oynadığı düşünülmektedir.

Gümrük süreçlerine ilişkin olumsuz etkinin, dijital altyapının varlığına rağmen bürokratik yavaşlık, işlem maliyetlerinin yüksekliği ve kullanıcı tarafındaki teknik uyum sorunlarıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Aydın ve Selen [20] tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye’de uygulamada olan Tek Pencere Sistemi (TPS) üzerinden elde edilen bulgular, sistemin genel memnuniyet düzeyinin yüksek olmasına karşın, hizmet kalitesi ve teknik donanım eksikliklerinin kullanım performansını sınırladığını ortaya koymaktadır.

Hizmet kalitesi bileşenine ilişkin negatif etkinin; lojistik sektöründe nitelikli insan kaynağının sınırlı oluşu, kalite standartlarının yeterince yerleşmemiş olması ve teknik sistemlerin etkin kullanımında yaşanan zorluklarla bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.

Diğer bir bileşen olan zamanında teslimat ile ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($\beta = 7.78$, $p > 0.05$). Bu durum, söz konusu değişkenin ekonomik büyümeye etkisinin dolaylı olabileceği ve daha uzun vadeli olabileceğini göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları doğrultusunda, Türkiye’nin belirlediği hedeflere ulaşabilmesi ve lojistik performansının ekonomik büyümeye olan katkısını güçlendirebilmesi için aşağıdaki politika önerileri sunulmuştur:

- Takip ve izleme sistemlerinin tedarik zinciri şeffaflığını artırarak maliyetleri düşürdüğü ve süreçlerin verimliliğini artırdığı dikkate alındığında, bu sistemlerin teknolojik inovasyonlarla desteklenerek yaygınlaştırılması önerilmektedir.
- Uluslararası sevkiyat bileşeninin ticaret hacmini artırıcı etkileri göz önüne alındığında, taşımacılık ağlarının geliştirilmesi ve uluslararası lojistik iş birliklerinin artırılması önerilmektedir.
- Altyapı yatırımlarının ekonomik büyümeye olan katkısını artırmak amacıyla, bu yatırımların yalnızca fiziksel kapasite artışına değil, kullanım verimliliğine de odaklanacak şekilde planlanması önerilmektedir. Bu kapsamda, ulaştırma altyapısının etkin kullanımını teşvik eden düzenlemelerin hayata geçirilmesi ve altyapı entegrasyonunun güçlendirilmesi önemli görülmektedir.
- Gümrük süreçlerinin dijitalleşme ve otomasyon yoluyla hızlandırılması ve bu sayede dış ticaretin daha verimli hale getirilmesine katkı sağlanması amacıyla dijitalleşme odaklı politikaların geliştirilmesi önerilmektedir. Türkiye’de hâlihazırda uygulamada olan Tek Pencere Sistemi (TPS), bu alanda önemli bir dijital dönüşüm adımıdır. Ancak sistemin kullanıcı tarafında devam eden teknik ve donanımsal sınırlılıklar, işlem verimliliği ve hizmet kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu çerçevede, TPS’nin işlevselliğini artırmaya yönelik olarak kullanıcı dostu arayüzlerin geliştirilmesi, gümrük müşavirlerine yönelik teknik eğitimlerin yaygınlaştırılması ve sistemin performansını izleyen kalite denetim mekanizmalarının oluşturulması önerilmektedir.
- Hizmet kalitesinin ekonomik büyümeye katkısını artırmak amacıyla, lojistik sektörde kurumsallaşmayı teşvik edecek düzenlemelerin hayata geçirilmesi ve kalite standartlarının sektör genelinde yaygınlaştırılması önerilmektedir. Bu kapsamda, hizmet sağlayıcıların kalite yönetim sistemlerini benimsemeleri desteklenmeli; ayrıca nitelikli iş gücünün geliştirilmesi için mesleki eğitim programları yaygınlaştırılmalıdır. Teknik sistemlerin etkin kullanımını artırmak üzere ise dijital kapasiteyi güçlendirmeye yönelik uygulamalı eğitimler ve teknik rehberlik mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, gelecekteki çalışmalarda ele alınabilecek yeni sorular ve araştırma alanlarının belirlenmesine imkân tanımaktadır. Bu doğrultuda, gelecek çalışmalar için çeşitli öneriler sunulmuştur. Bunlardan ilki, LPI alt bileşenlerinin sektörel ve bölgesel düzeyde incelenmesi yönündedir. Bu yaklaşımın, lojistik performanstaki

bölgesel farklılıkların ekonomik büyümeye yansımalarını ortaya koyarak hedefe yönelik ve etkin politikalar geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İkinci olarak, bu çalışmada ekonomik büyüme, LPI alt bileşenlerinin etkisini analiz etmek için bir gösterge olarak ele alınmış olup, gelecekteki araştırmalarda farklı makroekonomik göstergelerin de değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu yaklaşımın, lojistik performansın farklı makroekonomik değişkenlerle bağlantısını ortaya koyarak kapsamlı ve etkili politika önerilerinin oluşturulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Son olarak, bu çalışmada Monte Carlo Simülasyonu ve Regresyon Analizi uygulanmış olup, ilerleyen araştırmalarda farklı simülasyon, senaryo oluşturma yöntemleri ve metodolojilerinin kullanılması ve bu doğrultuda elde edilen sonuçların karşılaştırılması önerilmektedir. Bu yaklaşımın, yöntemlerin karşılaştırmalı etkinliğini ortaya koymaya ve daha genellenebilir sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. Yazar katkı beyanı

Bu çalışma, İpek KURT YALÇINKAYA, Merve ESER ve Hakan Eren ŞENGELN'in ortak katkısıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın teorik çerçeve bölümü İpek KURT YALÇINKAYA tarafından yazılmıştır. Veri analizi ve sonuçların raporlandırılması Merve ESER ve Hakan Eren ŞENGELN tarafından yürütülmüştür.

7. Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Bu çalışmada etik kurul onayı gerekmemektedir. Çalışmanın herhangi bir yazar, kurum ya da kuruluş ile çıkar çatışması yoktur.

8. Kaynaklar

- [1] World Bank. "Logistics Performance Index (LPI)". <https://lpi.worldbank.org/about> (02.07.2025).
- [2] Barro RJ. "Government spending in a simple model of endogeneous growth". *Journal of Political Economy*, 98(S5), 103-125, 1990.
- [3] Aschauer DA. "Is Public Expenditure Productive?". *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177-200, 1989.
- [4] Krugman P. "Increasing returns and economic geography". *Journal of Political Economy*, 99(3), 483-499, 1991.
- [5] Krugman P. "Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade". *American economic review*, 70(5), 950-959, 1980.
- [6] Mahpour A, Farzin I, Baghestani A, Ashouri S, Javadi Z, Asgari L. "Modeling The Impact of Logistic Performance, Economic Features, and Demographic Factors of Countries on The Seaborne Trade". *The Asian Journal of Shipping And Logistics*, 39(2), 60-66, 2023.
- [7] Bozma G, Başar, Sİ, Aydın S. "Lojistik Performansının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi". *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5), 401-414, 2017.
- [8] Karaköy Ç, Üre S. "Yüksek ve Orta Gelirli Ülkelerde Büyüme ve Lojistik Performans Endeksi Arasındaki İlişki". *Al-Farabi*, 4, 575-580, 2019.
- [9] Kevser M, Dogan M. "Lojistik Performans Endeksi ile Ekonomik Büyüme ve Finansal Gelişmişlik İlişkisi: Ekonometrik Bir Analiz". *Türk Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 31-39, 2021.
- [10] Kılıç M. "Lojistik Performans Endeksi Değerlerinin Büyüme Üzerindeki Etkisi". *Pak Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 1-9, 2021.
- [11] Gerşil M, Akın S. "Ekonomik Büyüme Modelinde Lojistik Sektörünün Rolü: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği". *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 44-53, 2024.
- [12] Göçer A, Özpeynirci Ö, Semiz M. "Logistics Performance Index-Driven Policy Development: An Application to Turkey". *Transport Policy*, 124, 20-32, 2022.
- [13] Kendall MG. *Rank Correlation Methods*, London, UK, Charles Griffin, 1995.
- [14] Hamed KH, Rao AR. "A Modified Mann-Kendall Trend Test For Autocorrelated Data". *Journal Of Hydrology*, 204(1-4), 182-196, 1998.
- [15] Emmanuel T, Maupong T, Mpoeleng D, Semong T, Mphago B, Tabona O. "A Survey On Missing Data in Machine Learning". *J Big Data*, 8, 1-37, 2021.
- [16] Raychaudhuri S. "Introduction To Monte Carlo Simulation". *2008 Winter Simulation Conference*, Miami, USA, 7-10 December 2008.
- [17] Chau KW. "Monte Carlo Simulation of Construction Costs Using Subjective Data: Response". *Construction Management And Economics*, 15(1), 109-115, 1997.
- [18] Alma ÖG. "Comparison Of Robust Regression Methods in Linear Regression". *Int J Contemp Math Sciences*, 6(9), 409-421, 2011.
- [19] TÜİK. "İstatistik Veri Portalı". <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1> (04.06.2025).
- [20] Aydın ZB, Selen U. "Gümrük Vergi Uygulamasında Tek Pencere Sisteminin Rolü". *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (47), 1-10, 2025.