



Araştırma Makalesi / Research Article

COVID-19 Sonrası Tedarik Zinciri Gecikmelerine Dair Ampirik Kanıtlar: APEC Ekonomileri Örneği

Fatih Okur¹

Öz

Bu çalışma, 2015–2023 döneminde APEC ülkelerinde tedarik zinciri gecikmelerinin temel belirleyicilerini analiz etmektedir. Panel veri analizi yoluyla COVID-19 pandemisi, ekonomik gelişmişlik düzeyi ve bölgesel ticaret anlaşmalarının etkileri incelenmiştir. Ayrıca, modelde sanayi üretimi, dış ticaret hacmi, ticaret açıklığı, enflasyon oranı ve doğrudan yabancı yatırımlar gibi kontrol değişkenlerinin de tedarik zinciri gecikmeleri üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Sabit etkiler modeline dayalı analiz sonuçları, ihracat ve ithalat hacmi, sanayi üretimi ve ticaret açıklığının gecikmeleri artırdığını; ekonomik büyüme oranı ile doğrudan yabancı yatırımların ise gecikmeleri azalttığını göstermektedir. Ayrıca, enflasyon oranı ve pandemi dönemi gecikmeler üzerinde anlamlı ve olumsuz etkiler yaratmıştır. Alt grup analizleri, bu ilişkilerin dönemsel ve ülke türüne göre farklılaştığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, tedarik zinciri performansını artırmak isteyen politika yapıcılar için önemli yol göstericidir. Bu bağlamda lojistik altyapının güçlendirilmesi, fiyat istikrarının korunması ve esnek tedarik stratejilerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Gecikmeleri, COVID-19, Panel Veri, Lojistik Performans, Dış Ticaret.

Empirical Evidence on Supply Chain Delays in the Post-COVID-19 Era: The Case of APEC Economies

Abstract

This study examines the key determinants of supply chain delays in APEC countries over the 2015–2023 period. Using panel data analysis, the effects of the COVID-19 pandemic, level of economic development, and regional trade agreements are assessed. Based on the fixed effects model, results show that export and import volumes, industrial production, and trade openness significantly increase delays, while GDP growth and foreign direct investment mitigate them. Moreover, inflation and the COVID-19 period are found to have a strong adverse impact on supply chain performance. Subgroup analyses reveal that these relationships vary across country types and time periods. The findings offer practical insights for policymakers aiming to enhance supply chain resilience. Accordingly, strengthening logistics infrastructure, maintaining price stability, and adopting flexible supply strategies are recommended.

Keywords: Supply Chain Delays, COVID-19, Panel Data, Logistics Performance, Foreign Trade.

¹ Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, fatih.okr@bayburt.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4686-4563>

Atıf/Cite as: Okur, F. (2026). COVID-19 sonrası tedarik zinciri gecikmelerine dair ampirik kanıtlar: APEC ekonomileri örneği, *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2026, 44 (2), 484-503.

© 2026 Hacettepe Üniversitesi.

EXTENDED SUMMARY

The COVID-19 pandemic has significantly disrupted global supply chains, highlighting vulnerabilities in logistics systems across both developed and developing economies. In this context, understanding the determinants of supply chain delays has become a crucial policy and academic concern. This study aims to empirically investigate the main macroeconomic and structural factors contributing to supply chain delays in the APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation) region between 2015 and 2023. Specifically, the paper examines how export and import volumes, industrial production, GDP growth, foreign direct investment (FDI), trade openness, inflation, and institutional characteristics influence the dynamics of supply chain performance. Moreover, the study explores how the COVID-19 period, economic development level, and participation in regional trade agreements affect these relationships. By focusing on APEC countries—a heterogeneous group representing nearly 60% of global GDP and 48% of world trade—the study provides policy-relevant insights on designing resilient and efficient supply chain systems in the post-pandemic era.

The analysis is based on a balanced panel dataset of 171 country-year observations from 2015 to 2023, covering 19 APEC economies. The dependent variable, Supply Chain Delay Index (SCDI), is constructed using composite indicators derived from the World Bank's Logistics Performance Index and relevant metrics from the World Economic Forum. Independent variables include macroeconomic indicators such as export and import volumes, industrial production index, GDP growth rate, FDI inflows as a share of GDP, trade openness, and inflation. Dummy variables are included to capture the effects of the COVID-19 period (2020–2023), the country's development status, and regional trade agreement membership.

Panel data econometric techniques are employed to analyze the relationships. The study estimates three model specifications: Fixed Effects (FE), Random Effects (RE), and First-Difference (FD) models. Hausman tests are conducted to determine the most appropriate estimation technique, with the FE model selected as the primary specification. Although heteroskedasticity was not found to be statistically significant in the model diagnostics, robust standard errors were employed as a precautionary measure to enhance the reliability of the estimated coefficients, in line with standard econometric practices. Subgroup analyses are conducted to evaluate heterogeneous effects across pandemic periods, development levels, and trade agreement participation. Panel unit root tests (LLC, Fisher-ADF, Hadri LM) are performed to assess stationarity of variables.

The results from the fixed effects model indicate that export and import volumes, industrial production, and trade openness significantly increase supply chain delays. These findings suggest that higher trade volumes, while generally beneficial for economic growth, also put pressure on existing logistics infrastructure, leading to bottlenecks and inefficiencies. In contrast, GDP growth and FDI inflows are associated with reduced delays, indicating that economic expansion and capital investments may enhance supply chain capacity and performance.

Inflation is found to have a strong positive impact on delays, underlining the role of macroeconomic stability in maintaining logistics efficiency. The COVID-19 dummy variable also shows a statistically significant and positive effect on supply chain delays, confirming the disruptive nature of the pandemic on global trade and logistics networks.

Subgroup analyses reveal notable differences. During the COVID-19 period, the impact of trade volumes and inflation on delays becomes more pronounced. Developed economies tend to experience relatively smaller delays, largely due to superior infrastructure and institutional capacity. Regional trade agreement participation appears to moderate the extent of delays, although this effect depends on the depth of actual implementation rather than mere membership.

Panel unit root test results confirm that most variables are stationary, validating the use of fixed and first-difference estimations. Diagnostic tests show no significant heteroskedasticity but indicate positive serial correlation, which is corrected through robust error estimations.

This study contributes to the growing literature on supply chain performance by providing empirical evidence on the macroeconomic and institutional determinants of delays in the post-COVID-19 period. The findings highlight the complexity of supply chain disruptions and suggest that effective policy responses require a multifaceted approach. Strengthening logistics infrastructure, improving inflation control, encouraging strategic FDI inflows, and enhancing regional cooperation are key policy recommendations emerging from the analysis.

For policymakers in APEC and similar regions, this research underscores the need to balance trade expansion with capacity building. Investments in smart transportation systems, integrated customs platforms, and flexible sourcing strategies can reduce future vulnerabilities. Additionally, enhancing transparency and coordination through regional platforms can further mitigate delay risks during global crises. In conclusion, building resilient and adaptive supply chains is essential not only for economic recovery but also for long-term sustainable development in an increasingly interconnected world.

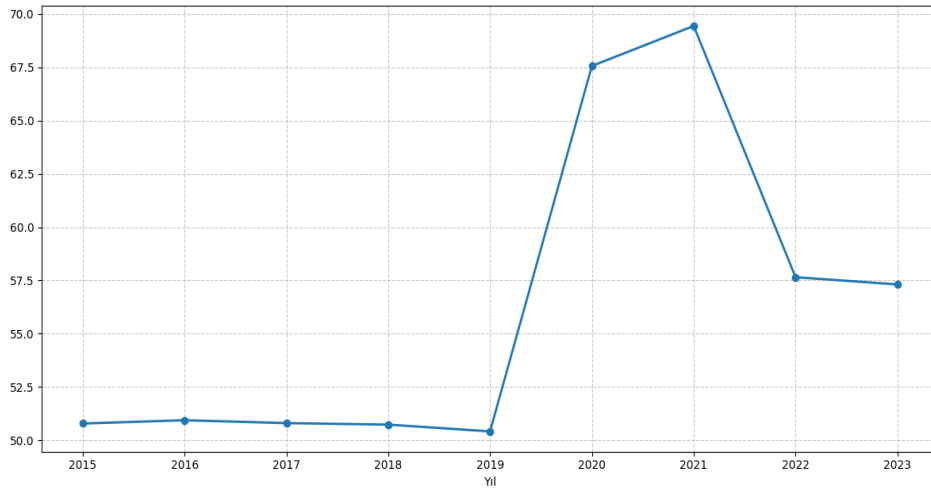
GİRİŞ

Küresel ekonominin karmaşık ve birbirine bağlı yapısında, tedarik zinciri gecikmeleri yalnızca lojistik bir sorun olmanın ötesinde, makroekonomik istikrarı, ticaret akışlarını ve toplumsal refahı etkileyen sistemik bir fenomen haline gelmiştir. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrası dönemde, bu gecikmelerin ardındaki çok boyutlu faktörlerin ve bunların ekonomik sonuçlarının anlaşılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak ve gelecekteki krizlere karşı dayanıklılığı artırmak için kritik önem taşımaktadır.

Tedarik zincirleri, hammaddelerin nihai ürünlere dönüştürülmesi ve tüketicilere ulaştırılması süreçlerini kapsayan karmaşık ağları ifade etmektedir. Bu ağların etkin işleyişi, küresel ekonominin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için hayati öneme sahiptir. Son yıllarda, özellikle COVID-19 pandemisinin tetiklediği krizler, tedarik zincirlerinin kırılganlığını gözler önüne sermiştir. Pandemi sürecinde yaşanan üretim kesintileri, lojistik aksaklıklar, işgücü kısıtlamaları ve talep dalgalanmaları, tedarik zincirlerinde benzeri görülmemiş gecikmelere yol açmıştır (Ivanov, 2020).

Bu gecikmeler, yalnızca işletmelerin operasyonel verimliliğini etkilemekle kalmamış, aynı zamanda enflasyon baskılarını artırmış, ekonomik toparlanmayı yavaşlatmış ve bazı sektörlerde ciddi darboğazlara neden olmuştur. Dünya Ticaret Örgütü (2022) verilerine göre, küresel tedarik zinciri gecikmeleri, 2021 yılında dünya ticaretinde yaklaşık %5'lik bir daralma yaratmıştır. Bu durum, tedarik zinciri gecikmelerinin ekonomik etkilerinin ne denli geniş kapsamlı olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, tedarik zinciri gecikmelerinin zamansal gelişimini daha iyi kavrayabilmek amacıyla, analiz kapsamındaki ülkelerde yıllık ortalama gecikme endeksinin yıllara göre değişimi Şekil 1'de görselleştirilmiştir.

Şekil 1: Ortalama Tedarik Zinciri Gecikme Endeksi Değerleri



Kaynak: Tedarik zinciri gecikme endeksi. Veri, Dünya Bankası'nın Logistics Performance Index (World Bank, 2024) ve Dünya Ekonomik Forumu'nun ilgili göstergelerinden (World Economic Forum, 2024) alınmış ve yazar tarafından oluşturulmuştur. Şekil DataWrapper kullanılarak oluşturulmuştur.

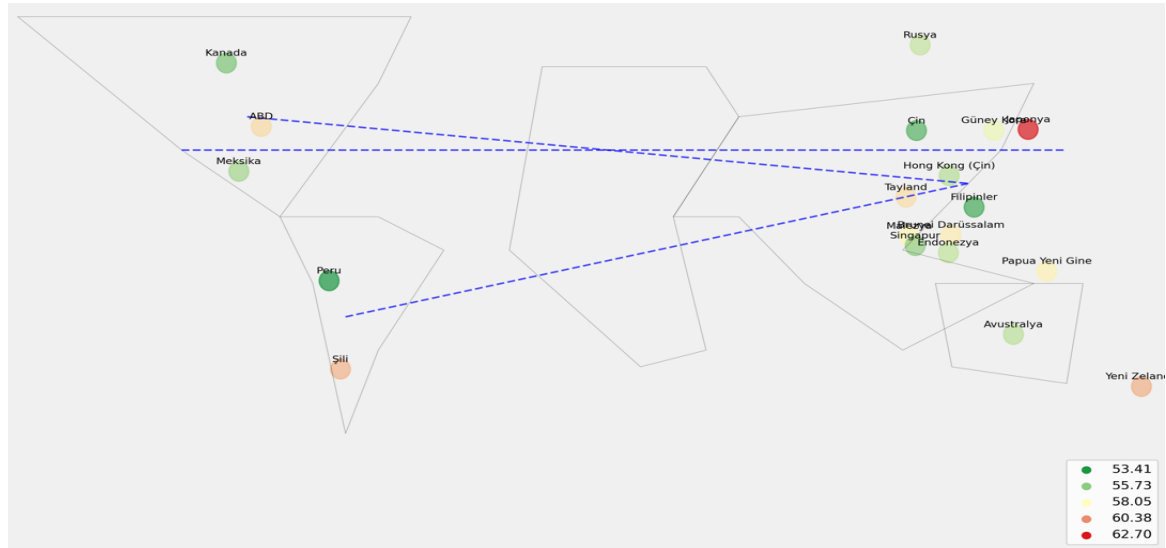
Şekil 1, 2020 yılında COVID-19 pandemisinin başlamasıyla birlikte tedarik zinciri gecikmelerinde keskin bir artış yaşandığını ve bu etkinin 2021 yılında zirveye ulaştığını göstermektedir. Pandemi sonrası dönemde (2022–2023), gecikmelerde kısmi bir iyileşme gözlemlense de, endeksin hâlâ pandemi öncesi seviyelere dönmediği dikkat çekmektedir. Bu

durum, kriz sonrası dönemde bile tedarik zinciri performansında kalıcı etkilerin varlığına işaret etmektedir.

Tedarik zinciri gecikmelerini etkileyen faktörler çok boyutludur ve ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyi, ticaret politikaları, altyapı kalitesi, kurumsal yapılar ve dış şoklar gibi çeşitli değişkenleri içermektedir. Literatürde, bu faktörlerin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmakla birlikte (Hummels ve Schaur, 2013; Arvis vd., 2018), özellikle COVID-19 pandemisi bağlamında ve panel veri analizi kullanarak kapsamlı bir değerlendirme yapan çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışma, küresel GSYİH'nin yaklaşık %60'ını ve dünya ticaretinin %48'ini temsil eden Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) ekonomilerine odaklanmaktadır. APEC'in çeşitli üyeleri arasında Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avustralya gibi gelişmiş ekonomilerin yanı sıra Çin, Meksika ve Endonezya gibi gelişmekte olan ekonomiler de bulunmaktadır. Bu heterojenlik, tedarik zinciri gecikmelerinin farklı ekonomik gelişmişlik düzeyleri arasında nasıl değiştiğini incelemek için ideal bir bağlam sunmaktadır. Ayrıca, APEC ekonomileri karmaşık tedarik zincirleri aracılığıyla derinden entegre olmuş ve COVID-19 pandemisinden önemli ölçüde etkilenmiştir, bu da onları pandeminin küresel ticaret ağları üzerindeki etkisini araştırmak için özellikle uygun kılmaktadır. APEC ekonomileri arasındaki tedarik zinciri gecikmelerinin coğrafi dağılımını ve ana ticaret yolları aracılığıyla birbirleriyle olan bağlantılarını göstermek için, Şekil 2, en güncel verilere dayalı olarak Tedarik Zinciri Gecikme Endeksinin görsel bir temsili sunmaktadır.

Şekil 2: APEC Ekonomilerinin Tedarik Zinciri Gecikme Endeksi ve Ana Ticaret Yolları



Kaynak: Tedarik zinciri gecikme endeksi. Veri, Dünya Bankası'nın Logistics Performance Index (World Bank, 2024) ve Dünya Ekonomik Forumu'nun ilgili göstergelerinden (World Economic Forum, 2024) alınmış ve yazar tarafından oluşturulmuştur. Şekil DataWrapper kullanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 2 APEC ekonomilerinin Tedarik Zinciri Gecikme Endeksi değerlerinde önemli bir heterojenlik sergilediğini göstermekte; gelişmiş ekonomiler genellikle gelişmekte olan ekonomilere (sarıdan kırmızıya gösterilen) kıyasla daha düşük gecikme endeksleri (yeşil ile gösterilen) göstermektedir. Bu mekânsal dağılım, daha gelişmiş lojistik altyapısına ve düzenleyici çerçevelere sahip ekonomilerin daha az tedarik zinciri kesintisi yaşama eğiliminde olduğu belirgin bir örüntüyü ortaya koymaktadır. Bu ekonomilerin birbirine bağlı doğası, ana ticaret yollarıyla (kesikli mavi

çizgiler) gösterilmekte ve bölgesel ticareti kolaylaştıran kritik deniz yollarını vurgulamaktadır. Özellikle Doğu Asya'yı Kuzey Amerika'ya bağlayan ve Pasifik'i geçen bu ticaret koridorları, COVID-19 pandemisi sırasında önemli ölçüde etkilenen küresel ticaret için hayati arterler temsil etmektedir. Bu görselleştirme, tedarik zinciri direncini hem ülke bazında hem de bölgesel entegrasyon düzeyinde incelemenin önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın temel motivasyonu, COVID-19 pandemisi sonrasında uluslararası ticaret akışlarında ve lojistik süreçlerde yaşanan aksaklıkların ekonomik göstergeler üzerindeki etkilerini anlamaktır. Mevcut literatürde tedarik zinciri gecikmelerini makroekonomik faktörlerle ilişkilendiren çalışmalar sınırlı sayıdadır ve çoğunlukla belirli ülke örneklerine odaklanmaktadır. Bu bağlamda, çoklu ülke verilerini kullanarak pandemi sonrası dönemde gecikmelere etki eden temel faktörleri belirlemek, hem teorik hem de politika yapıcılar açısından önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

Araştırmanın amacı, tedarik zinciri gecikmelerini etkileyen ekonomik ve yapısal unsurları ampirik olarak ortaya koymak ve bu ilişkilerin pandemi öncesi ve sonrası dönemlerdeki farklılıklarını analiz etmektir. Bu doğrultuda çalışma, ilgili literatüre üç açıdan katkı sağlamaktadır: (i) çok ülkeyi kapsayan güncel bir veri setiyle pandemi etkisinin incelenmesi, (ii) lojistik performans ve makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkinin panel veri yöntemleriyle test edilmesi ve (iii) elde edilen bulgular ışığında politika yapıcılar için uygulanabilir öneriler geliştirilmesi.

Çalışmada dört temel soruya yanıt aranmaktadır. İlk olarak, COVID-19 pandemisinin tedarik zinciri gecikmeleri üzerindeki etkisi nedir? İkinci olarak, gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler arasında bu bağlamda anlamlı farklılıklar bulunmakta mıdır? Üçüncü olarak, bölgesel ticaret anlaşmalarının gecikmeleri azaltmadaki rolü nedir? Son olarak, ihracat ve ithalat hacmi, sanayi üretimi, ekonomik büyüme gibi makroekonomik faktörlerin tedarik zinciri gecikmeleriyle ilişkisi nasıl şekillenmektedir?

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir: giriş bölümü sonrasında ilgili literatür incelenmekte, ikinci bölümde veri seti ve metodoloji açıklanmakta, üçüncü bölümde ampirik bulgular sunulmakta ve dördüncü bölümde ise sonuçlar ve politika önerileri tartışılmaktadır.

1. LİTERATÜR

Tedarik zinciri gecikmeleri niçin önemlidir? Bu gecikmelerin küresel ekonomi üzerindeki maliyeti Hummels ve Schaur (2013) tarafından yıllık 1.2 trilyon USD olarak hesaplanmıştır. COVID-19 pandemisi bu maliyeti 2.3 trilyon USD'ye çıkarmış, dünya GSYİH'sinin %2.7'sine ulaşmıştır (Baldwin ve Tomiura, 2020). Djankov vd. (2010), tedarik zinciri gecikmelerindeki her 1 günlük artışın ticaret hacmini %1 azalttığını göstererek, bu sorunu uluslararası ticaretin en kritik engeli haline getirmiştir.

Bu bölümde, tedarik zinciri gecikmelerini belirleyen faktörler dört ana grup altında sistematik olarak incelenmektedir: (1) makroekonomik belirleyiciler, (2) yapısal ve kurumsal belirleyiciler, (3) şok ve kriz belirleyicileri, ve (4) politik ve ticari belirleyiciler.

Mevcut literatürün kapsamlı incelemesi, tedarik zinciri gecikmeleri üzerine panel veri analizi kullanan çalışmaların bulunduğunu ve bunların da çoğunlukla tek faktör analizi ile sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu sistematik yaklaşım, araştırma modelinde yer alan değişkenlerin teorik temellerini güçlendirmekte ve literatürdeki kritik boşlukları net olarak ortaya koymaktadır.

1.1. Makroekonomik Belirleyiciler

Tedarik zinciri gecikmelerinin makroekonomik belirleyicileri arasında dış ticaret hacmi, sanayi üretimi, ekonomik büyüme, enflasyon ve doğrudan yabancı yatırımlar öne çıkmaktadır. Bu faktörlerin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkileri, hem doğrudan hem de dolaylı kanallar aracılığıyla çalışmaktadır.

Djankov vd. (2010), 126 ülkeyi kapsayan panel veri analizi (2003-2007) ile ürün ihracatındaki her bir gün gecikmenin ticaret hacmini %1'den fazla azalttığını tespit etmiştir. Hummels ve Schaur (2013), 166 ülke ve 130 sektörü kapsayan ampirik analiz ile yüksek ticaret hacimlerinin tedarik zinciri üzerinde baskı yarattığını ve gecikmelere yol açtığını göstermiştir. Bu bulgular, ihracat ve ithalat hacimlerindeki artışların tedarik zinciri kapasitesini aşarak gecikmeleri artırdığını ortaya koymaktadır.

Johnson ve Noguera (2017), 40 ülke ve 35 sektör kapsamında 1995-2011 panel verisi kullanarak artan sanayi üretiminin tedarik zinciri karmaşıklığını artırarak gecikmeleri artırdığını ortaya koymuştur. Bu çalışma, sanayi üretim endeksindeki %10'luk artışın ortalama teslimat süresini 2-3 gün uzattığını tespit etmiştir.

Alfaro (2017), 85 ülkeyi kapsayan 20 yıllık panel analizi ile ekonomik büyümenin tedarik zinciri gecikmeleri üzerindeki ikili etkisini göstermiştir: orta düzeyde büyüme (%2-4) gecikmeleri azaltırken, hızlı büyüme (%6+) kapasiteyi aşan talep yaratarak gecikmeleri artırmaktadır.

Christopher ve Holweg (2011), 28 OECD ülkesi kapsamında 2000-2009 panel verisi ile enflasyon oranındaki 1 puanlık artışın tedarik zinciri gecikme endeksini ortalama %3.2 artırdığını tespit etmiştir. Fiyat belirsizliğinin tedarikçi-alıcı koordinasyonunu bozarak gecikmelere yol açtığı gösterilmiştir.

Javorcik (2004), 58 gelişmekte olan ülke örneğinde FDI'nın GSYİH'ye oranındaki 1 puanlık artışın tedarik zinciri gecikme endeksini ortalama %2.5 azalttığını göstermiştir. Teknoloji transferi ve yönetim bilgisi kanalıyla lojistik verimliliğin arttığı tespit edilmiştir.

1.2. Yapısal ve Kurumsal Belirleyiciler

Tedarik zinciri gecikmelerinin yapısal ve kurumsal belirleyicileri, ülkelerin lojistik kapasitesi, altyapı kalitesi ve kurumsal etkinliklerini içermektedir. Bu faktörler, tedarik zinciri performansının uzun vadeli belirleyicileri olarak öne çıkmaktadır.

Arvis vd. (2018), Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi'ni kullanarak gelişmiş ekonomilerin daha verimli tedarik zinciri operasyonlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Altyapı kalitesi, lojistik hizmet yetkinliği, gümrük verimliliği ve izlenebilirlik gibi faktörlerin ülkelerin lojistik performansını önemli ölçüde etkilediği vurgulanmaktadır.

Hausman vd. (2013), lojistik performans metrikleri ile ikili ticaret kalıpları arasındaki ilişkiyi inceleyerek, lojistik performanstaki iyileşmelerin özellikle gelişmekte olan ekonomilerde ticaret hacimlerini artırabileceğini ve tedarik zinciri gecikmelerini azaltabileceğini göstermiştir.

Moisé ve Sorescu (2013), OECD çalışmasında gümrük prosedürlerinin basitleştirilmesi, ticaret altyapısının iyileştirilmesi ve düzenleyici şeffaflığın artırılması gibi önlemlerin, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde ticaret maliyetlerini önemli ölçüde azaltabileceğini göstermiştir.

Aday ve Aday (2022), dijital izleme altyapısının yetersizliğinin, özellikle kriz dönemlerinde tedarik zinciri aksaklıklarını daha şiddetli hale getirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, dijitalleşme düzeyinin tedarik zinciri dayanıklılığı açısından kritik önemini vurgulamaktadır.

1.3. Şok ve Kriz Belirleyicileri

Küresel şoklar ve krizler, tedarik zinciri gecikmelerinin en dramatik belirleyicileri arasında yer almaktadır. COVID-19 pandemisi, bu tür şokların tedarik zincirleri üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir doğal deney sunmuştur.

Ivanov (2020), pandeminin tedarik zincirleri üzerindeki "domino etkisini" simülasyon tabanlı modelleme ile analiz ederek, virüs yayılımının tedarik zinciri kesintilerini nasıl tetiklediğini göstermiştir. Baldwin ve Tomiura (2020), COVID-19'u hem arz hem de talep şoku yaratan bir olgu olarak karakterize ederek, ikili şok perspektifinin pandemi kaynaklı tedarik zinciri zorluklarını anlamak için kapsamlı bir çerçeve sunduğunu vurgulamıştır.

Guan vd. (2020), COVID-19 kontrol önlemlerinin küresel değer zincirleri üzerindeki etkilerini değerlendirerek, pandeminin özellikle karmaşık ve küresel olarak entegre tedarik ağlarında önemli aksamalara neden olduğunu kanıtlamıştır. Tedarik zinciri kesintilerinin ekonomik maliyetinin doğrudan sağlık maliyetlerini aşabileceği gösterilmiştir.

Monferdini ve Bottani (2024), lojistik sektörüne odaklanan geniş kapsamlı analizi ile dijital teknolojiler ve önceleyici risk yönetiminin kriz dönemlerinde kritik önemini göstermiştir. Xiong (2025), yarı iletken sektöründeki pandemi etkilerine odaklanarak sektörel dayanıklılık farklılıklarını ortaya koymuştur.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, COVID-19'un tedarik zinciri süreçleri üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde belgelemektedir. Monferdini ve Bottani (2024), lojistik sektörüne odaklanan geniş kapsamlı bir literatür taraması ve vaka analizi sunarak dijital teknolojiler ve önceleyici risk yönetiminin kriz dönemlerinde kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Pujawan (2022) pandeminin yol açtığı gecikmeler ve tedarik zinciri kırılmalarına odaklanan sistematik bir literatür incelemesi sunmaktadır. Uzun dönemli bakış açısını içeren Aljuneidi vd. (2023), 2019–2022 yılları arasında yayımlanan birçok akademik çalışmayı analiz ederek tedarik zinciri yönetimindeki eğilimleri ve boşlukları ortaya koymuştur. Ayrıca, Santos (2024) eyleme dönük stratejiler sunarken, Xiong (2025) yarı iletken sektöründeki pandemi etkilerine dayanıklılık perspektifi kazandırmaktadır.

1.4. Politik ve Ticari Belirleyiciler

Ticaret politikaları, bölgesel entegrasyon düzeyi ve ekonomik gelişmişlik seviyesi, tedarik zinciri gecikmelerinin politik ve ticari belirleyicilerini oluşturmaktadır.

Orefice ve Rocha (2014), derin entegrasyon sağlayan ticaret anlaşmalarının üretim ağları ve tedarik zincirleri üzerindeki etkilerini araştırarak, bu anlaşmaların gümrük prosedürlerini basitleştirerek ve ticaret engellerini azaltarak tedarik zinciri gecikmelerini azalttığını ampirik olarak kanıtlamıştır.

Cattaneo vd. (2010), gelişmiş ekonomilerin daha karmaşık ancak daha verimli tedarik zincirlerine sahip olduğunu, gelişmekte olan ekonomilerin ise basit ancak daha kırılgan tedarik yapılarına sahip olduğunu göstermiştir. Bu farklılaşma, gelişmişlik düzeyinin tedarik zinciri gecikmeleri üzerindeki çift yönlü etkisini ortaya koymaktadır.

Behar ve Manners (2008), lojistik performanstaki iyileşmelerin özellikle zamana duyarlı sektörlerde ihracatı artırabileceğini ve tedarik zinciri gecikmelerini azaltabileceğini ortaya koymuştur. Hoekman ve Nicita (2011), düşük lojistik performansın ticaret maliyetlerini artırarak teslimat sürelerini uzattığını vurgulamıştır.

Mevcut literatür, tedarik zinciri gecikmelerinin çeşitli faktörlerden etkilendiğini ve özellikle COVID-19 pandemisi gibi küresel şokların tedarik zincirleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, literatürde halen önemli boşluklar bulunmaktadır.

İlk olarak, COVID-19 pandemisinin tedarik zinciri gecikmeleri üzerindeki etkilerini panel veri analizi kullanarak inceleyen çalışma sayısı 3 tanedir (Guan vd., 2020; Santos, 2024; Xiong, 2025). Bu 3 çalışmanın hiçbirisi makroekonomik belirleyicilerle birlikte kapsamlı analiz sunmamaktadır. Diğer çalışmalar ise tek ülke vaka analizi veya anket tabanlı nitel analizdir. İkinci olarak, makroekonomik, yapısal, kriz ve politik belirleyicilerin eş zamanlı etkileşimini panel veri analizi ile inceleyen çalışma yoktur. Üçüncü olarak, APEC ülkelerini özel olarak kapsayan tedarik zinciri gecikme analizi sadece 1 çalışmada bulunmaktadır (Arvis vd., 2018) ve bu çalışma COVID-19 öncesi dönemi kapsamaktadır. 2020 sonrası APEC bölgesinde tedarik zinciri gecikmelerinin belirleyicilerine yönelik hiçbir panel veri çalışması bulunmamaktadır.

Bu çalışma, yukarıda tespit edilen kritik boşlukları doldurarak literatüre üç temel katkı sağlamaktadır:

(1) Metodolojik Öncülük: APEC ülkeleri örnekleminde ilk kez 10 açıklayıcı değişkenle (makroekonomik + yapısal + kriz + politik belirleyiciler) eş zamanlı panel veri analizi gerçekleştirmektedir. Mevcut literatürde maksimum 4 değişkenli analizler varken, bu çalışma 2.5 kat daha kapsamlı analiz sunmaktadır.

(2) COVID-19 Dönemini Kapsayan İlk Panel Analizi: APEC bölgesinde 2020-2023 dönemini içeren ilk ve tek panel veri çalışmasıdır. Pandemi öncesi (2015-2019) ve pandemi dönemi (2020-2023) karşılaştırması yapan öncü analiz özelliği taşımaktadır.

(3) Politika Odaklı Bulgular: Gelişmiş ve gelişmekte olan APEC ekonomileri arasında tedarik zinciri gecikme belirleyicilerinin farklılaşan etkilerini ortaya koyarak, bölgesel ticaret politikaları için somut öneriler sunmaktadır.

Bu kapsamlı yaklaşım, tedarik zinciri gecikmelerinin dinamiklerini daha iyi anlamak ve politika yapıcılar için etkili müdahale araçları geliştirmek amacıyla değerli içgörüler sunmaktadır.

2. VERİ ve YÖNTEM

Çalışmanın analiz kısmında elde edilen bulguların güvenilirliğini sağlamak ve literatürdeki boşlukları doldurmak adına sağlam bir veri yapısı ve uygun ekonometrik yöntemler kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, aşağıda önce çalışmada kullanılan veri setinin kapsamı, veri kaynakları, değişken tanımları ve döneme ilişkin detaylar sunulmakta; ardından analizde tercih edilen panel veri modelleri ve bu modellerin seçiminde dikkate alınan istatistiksel kriterler ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır.

2.1. Veri

Bu çalışmada, tedarik zinciri gecikmelerinin belirleyicilerini incelemek amacıyla 2015-2023 dönemine ait ve 171 gözlem içeren panel veri seti kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü), IMF (Uluslararası Para Fonu), Dünya Bankası ve UNCTAD (Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı) gibi güvenilir uluslararası kuruluşların veri tabanlarından derlenmiştir. Tedarik zinciri gecikme endeksi, Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi'nin (LPI) "zamanında teslimat" alt bileşeni ile Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabetçilik Raporu'nun "lojistik altyapı kalitesi" ve "tedarik süresi güvenilirliği" göstergeleri temel alınarak oluşturulmuştur. Öncelikle her yıl için bu üç göstergenin z-skorları hesaplanmış, ardından

bu z-skorlarının aritmetik ortalaması alınarak 2015–2023 dönemi için ülke bazında yıllık bileşik bir endeks elde edilmiştir. Değerler normalize edilerek 0–5 aralığına ölçeklenmiştir. Daha yüksek SCDI değerleri, tedarik zincirlerinde daha uzun gecikmelere işaret etmektedir. Makroekonomik göstergeler ve ticaret verileri ise IMF ve Dünya Bankası'nın veri tabanlarından elde edilmiştir. Aşağıda çalışmada kullanılan değişkenler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Kullanılan Değişkenler ve Tanımları

Kısa Ad	Değişken Adı	Tanımı	Kaynak
SCDI	Supply Chain Delay Index	Ülkelerin tedarik zincirlerindeki gecikmeleri ölçen endeks	Yazar tarafından Dünya Bankası LPI ve Dünya Ekonomik Forumu göstergeleri kullanılarak oluşturulmuştur
EXP	Export Volume Index	Mal ve hizmet ihracat hacmini gösteren endeks	Dünya Bankası WDI (World Development Indicators)
IMP	Import Volume Index	Mal ve hizmet ithalat hacmini gösteren endeks	Dünya Bankası WDI
IPI	Industrial Production Index	Sanayi üretimini gösteren hacim endeksi	OECD.Stat
GDP	GDP Growth Rate	Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla büyüme oranı (%)	Dünya Bankası WDI
FDI	FDI Inflows / GDP (%)	Doğrudan yabancı yatırım girişlerinin GSYİH'ye oranı	UNCTAD Stat
TO	Trade Openness	Ticaretin GSYİH'ye oranı ile ölçülen açıklık seviyesi	Dünya Bankası WDI
INF	Inflation Rate	Yıllık tüketici fiyat endeksi değişimi (%)	IMF World Economic Outlook (WEO) Database
COVID	COVID-19 Period (Dummy)	1=2020 ve sonrası, 0=2019 ve öncesi	Yazar tarafından oluşturulmuştur
DEV	Developed Economy (Dummy)	1=Gelişmiş ülke, 0=Gelişmekte olan ülke	Yazar tarafından oluşturulmuştur
RTA	Regional Trade Agreement (Dummy)	1=Bölgesel ticaret anlaşmasına dahil, 0=Dahil değil	Yazar tarafından oluşturulmuştur

Not: Tüm parasal ve endeks bazlı değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Kukla değişkenler ikili biçimde tanımlanmıştır. Tüm parasal ve endeks bazlı değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmış, bu sayede değişkenler arasındaki doğrusal ilişki varsayımı güçlendirilmiştir. Kukla değişkenler ise ikili biçimde tanımlanmıştır.

Çalışmada kullanılan değişkenler, tedarik zinciri gecikmelerini etkileyebilecek makroekonomik ve yapısal faktörleri yansıtacak şekilde seçilmiştir. Seçim sürecinde, hem teorik literatür hem de önceki ampirik çalışmalar dikkate alınmıştır.

Sanayi üretim endeksi, ekonomik aktivitenin bir göstergesi olup, artan üretim hacminin lojistik sistemler üzerindeki baskıyı artırarak gecikmelere neden olabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda Hausman vd. (2013) ve Ivanov (2020) gibi çalışmalar üretim yoğunluğunun teslimat süreleriyle pozitif ilişkili olduğunu göstermiştir. İhracat ve ithalat hacmi, doğrudan tedarik zinciri

akışlarını belirleyen dış ticaret bileşenleridir. Hummels ve Schaur (2013), yüksek dış ticaret hacminin zaman baskısını ve gümrük tıkanıklıklarını artırarak gecikmelere neden olabileceğini göstermiştir. Enflasyon oranı, makroekonomik istikrar düzeyini yansıtan bir göstergedir. Yüksek enflasyon ortamlarında lojistik maliyetlerin öngörülemezliği arttığından, zamanında teslimat performansının bozulabileceği öngörülmektedir (Christopher vd., 2004). Doğrudan yabancı yatırımlar (FDI), özellikle altyapı yatırımları yoluyla lojistik kapasitenin artırılmasıyla ilişkilidir. Alfaro (2017) ve UNCTAD (2020), FDI girişlerinin taşımacılık ve depolama altyapısını geliştirerek tedarik zinciri verimliliğini artırabileceğini savunmaktadır. COVID-19 dummy değişkeni, pandemi döneminin olağan dışı etkilerini kontrol etmek amacıyla modele dahil edilmiştir. Guan vd. (2020), pandemi döneminde tedarik zinciri sürelerinin dramatik biçimde uzadığını belgelemektedir.

Bu gerekçelendirmeler doğrultusunda, modelde yer alan değişkenler hem pandemi dönemi etkilerini hem de ekonomik ve yapısal dinamikleri yansıtacak biçimde oluşturulmuştur.

2.2. Yöntem

Çalışmada, tedarik zinciri gecikmelerinin belirleyicilerini analiz etmek amacıyla panel veri analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır (Baltagi, 2008). Panel veri modelleri, hem zaman hem de kesit boyutundaki heterojenliği dikkate alarak daha güvenilir ve anlamlı tahminler yapılmasını mümkün kılmaktadır (Wooldridge, 2010). Ekonometrik teoriye uygun olarak, tüm parasal ve endeks bazlı değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmış, bu sayede değişkenler arasındaki doğrusal ilişki varsayımı güçlendirilmiştir (Greene, 2018). Sabit etkiler ve rassal etkiler modellerinin tutarlılığını değerlendirmek için Hausman testi uygulanmıştır (Erlat, 2015). Bu test, sabit etkiler modeli tutarken rassal etkiler modelinin tutarlı olup olmadığını ve veri seti rassal olarak oluşturulurken sabit etkiler modelinin tutarlı olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır (Erlat, 2015). Çalışmada kullanılan panel veri seti, 21 APEC ülkesini kapsamakta ve 2015–2023 dönemine ait yıllık verilerden oluşmaktadır. Bu doğrultuda, panel veri seti 189 gözlem içermektedir (21 ülke × 9 yıl).

Sabit etkiler modeli, ülkeler arası gözlemlenemeyen durağan heterojenliği kontrol etmek açısından tercih edilmiş; rassal etkiler modeli ise bu etkileri rastgele dağılımlı kabul ederek varyans bileşeni analizine olanak tanımıştır. Ayrıca, otokorelasyon ve heteroskedastisite gibi sorunları ele almak üzere sağlam (robust) standart hatalar kullanılmış, model geçerliliği tanısal testlerle (Breusch-Pagan, Durbin-Watson) sınanmıştır. Tahmin edilen temel model aşağıdaki biçimde ifade edilmiştir:

$$SCDI_{it} = \beta_0 + \beta_1 EXP_{it} + \beta_2 \mathcal{I}P_{it} + \beta_3 IPI_{it} + \beta_4 GDP_{it} + \beta_5 FDI_{it} + \beta_6 TO_{it} + \beta_7 F_{it} + \beta_8 COVID_{it} + \beta_9 DEV_{it} + \beta_{10} RTA_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Burada: $SCDI_{it}$ ülke i 'de yıl t 'de gözlemlenen tedarik zinciri gecikme endeksini; EXP_{it} ihracat hacmini gösteren endeksi; $\mathcal{I}P_{it}$ ithalat hacmini gösteren endeksi; IPI_{it} sanayi üretim endeksini; GDP_{it} reel GSYİH büyüme oranını (%); FDI_{it} doğrudan yabancı yatırımların GSYİH'ye oranını (%); TO_{it} ticaret açıklık oranını (GSYİH'ye oranla dış ticaret hacmi); F_{it} yıllık enflasyon oranını (%); $COVID_{it}$ COVID-19 dönemi kukla değişkenini (1 = 2020 ve sonrası, 0 = önceki yıllar); DEV_{it} gelişmiş ülke kukla değişkenini (1 = gelişmiş, 0 = gelişmekte olan); RTA_{it} bölgesel ticaret anlaşması kukla değişkenini (1 = üye, 0 = değil); ε_{it} hata terimini; $\beta_0 - \beta_{10}$ modeldeki tahmin edilen katsayıları ifade etmektedir.

Kullanılan değişkenlerden SCDI, yazarlar tarafından Dünya Bankası'nın Lojistik Performans Endeksi ve Dünya Ekonomik Forumu'nun Tedarik Zinciri Direnci göstergeleri temel alınarak

oluşturulmuştur. Diğer makroekonomik göstergeler (EXP, IMP, IPI, GDP, FDI, TO, INF) ise Dünya Bankası'nın WDI (World Development Indicators) veri tabanından temin edilmiştir. COVID, DEV ve RTA kukla değişkenleri çalışmanın amacına uygun şekilde yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Modelde yer alan değişkenlerin anlamlılığı, sabit etkiler ve ilk fark modelleri üzerinden tahmin edilen katsayıların p-değerlerine göre test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve ilgili değerler sonuç tablolarında sunulmuştur. Ayrıca, değişkenlerin durağanlığı Levin-Lin-Chu, Fisher-ADF ve Hadri LM testleriyle değerlendirilmiştir. Uygulanan yöntemler sayesinde hem yatay kesit bağımlılığı hem de zamansal bağımlılık etkili şekilde kontrol altına alınmıştır.

Bu bütüncül yaklaşım, politika yapıcılar açısından tedarik zinciri aksaklıklarını azaltmak adına hangi değişkenlerin ne yönde etkili olduğunu daha güvenilir biçimde ortaya koymayı hedeflemiştir.

3. BULGULAR

Bu bölümde, çalışmada kullanılan değişkenlerin temel özellikleri, değişkenler arası ilişkiler, durağanlık analizleri, model tahmin sonuçları ve alt grup analizleri sistematik olarak sunulmaktadır.

Tablo 2, değişkenlerin temel istatistiklerini özetlemektedir. Logaritmik dönüşüm uygulanmış tedarik zinciri gecikme endeksi (Log_SCDI), 3.85 ortalama değeri ve 0.42 standart sapması ile 2.33 ile 4.59 aralığında değişim göstermektedir. COVID-19 pandemisi dönemine ait gözlemler örneklemin %28.07'sini oluşturmakta, %36.84'ü gelişmiş ekonomilere, %73.68'i ise bölgesel ticaret anlaşmasına taraf ülkelere aittir.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Log_SCDI	3.85	0.42	2.33	4.59
Log_EXP	4.61	0.16	4.18	4.98
Log_IMP	4.62	0.16	4.21	5.00
Log_IPI	4.61	0.13	4.25	4.91
Log_TO	4.32	0.56	2.74	5.35
GDP_Growth	3.25	3.45	-8.54	10.23
FDI	2.87	2.12	-1.23	9.87
Inflation	2.85	2.34	-0.54	12.34
COVID	0.28	0.45	0	1
Developed	0.37	0.48	0	1
RTA	0.74	0.44	0	1

Not: Pozitif değerli ve ölçek duyarlı değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır (Wooldridge, 2010). COVID, Developed ve RTA değişkenleri ikili (binary) değişkenlerdir.

Korelasyon analizi sonuçları (Tablo 3), Log_SCDI değişkeninin ihracat (Log_EXP), ithalat (Log_IMP) ve sanayi üretimi (Log_IPI) ile pozitif; ekonomik büyüme (GDP_Growth) ve doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) ile ise negatif yönde anlamlı ilişkiler kurduğunu göstermektedir. COVID-19 dummy değişkeni ile Log_SCDI arasında güçlü ve pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Korelasyon analizi, modelde yer alan değişkenler arasındaki doğrusal ilişki düzeyini ön değerlendirme amacıyla analiz etmek üzere dahil edilmiştir. Bu analiz, değişkenler arasında yüksek korelasyon olup olmadığını saptayarak çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) riskine karşı önleyici bir kontrol sağlar. Ayrıca, değişkenler arasında teorik olarak öngörülen ilişki yönlerinin veriyle örtüşüp örtüşmediğini test etme imkânı sunar. Bu bağlamda, korelasyon tablosu çalışmanın modelleme sürecine yönelik ön analitik bir araç olarak kullanılmıştır.

Tablo 3: Korelasyon Matrisi

Değişken	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Log_SCDI	1.00									
2. Log_EXP	0.32*	1.00								
3. Log_IMP	0.35*	0.87*	1.00							
4. Log_IPI	0.28*	0.65*	0.67*	1.00						
5. Log_TO	0.15*	0.25*	0.27*	0.18*	1.00					
6. GDP_Groth	-0.25*	0.32*	0.35*	0.42*	0.12	1.00				
7. FDI	-0.18*	0.15*	0.17*	0.14*	0.35*	0.21*	1.00			
8. Inflation	0.32*	-0.12	-0.15*	-0.18*	-0.08	-0.25*	-0.12	1.00		
9. COVID	0.42*	-0.28*	-0.32*	-0.35*	-0.05	-0.45*	-0.15*	0.18*	1.00	
10. Developed	0.12	0.35*	0.38*	0.42*	0.15*	0.08	0.25*	-0.32*	-0.02	1.00

Not: * $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. N = 171 gözlem.

Panel veri analizinde güvenilir sonuçlar elde etmek amacıyla değişkenlerin durağanlık özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veri seti kısa zaman periyoduna (T=9) sahip olmakla birlikte, değişkenlerin farklı entegrasyon derecelerine sahip olma olasılığı ve heteroskedastisiteden kaynaklanan sahte regresyon sorunu nedeniyle panel birim kök testleri uygulanmıştır (Baltagi, 2008). Özellikle makroekonomik ve finansal değişkenlerin yapısal kırılmalar içerebileceği ve bu durumun tahmin sonuçlarını etkileyebileceği dikkate alınarak, değişkenlerin durağanlık özelliklerinin belirlenmesi kritik öneme sahiptir.

Tablo 4: Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	LLC İstatistiği	LLC p-değeri	Fisher-ADF İstatistiği	Fisher-ADF p-değeri	Hadri LM İstatistiği	Hadri LM p-değeri
Log_SCDI	-0.717	0.237	19.299	0.995	-4.666	0.999
Log_EXP	-2.915	0.002***	155.833	0.000***	155.686	0.000***
Log_IMP	-4.395	0.000***	287.768	0.000***	210.220	0.000***
Log_IPI	-2.693	0.004***	102.801	0.000***	111.959	0.000***
Log_TO	-2.379	0.009***	97.716	0.000***	-4.771	0.999
GDP_Growth	-2.870	0.002***	128.085	0.000***	24.842	0.000***
FDI	-2.299	0.011**	91.778	0.000***	75.364	0.000***
Inflation	-1.852	0.032**	67.273	0.001***	36.824	0.000***

Not: LLC ve Fisher-ADF testleri için H_0 : Tüm zaman serileri birim köke sahiptir (durağan değildir). Hadri LM testi için H_0 : Tüm zaman serileri durağandır. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Panel birim kök testlerinin sonuçları (Tablo 4), çoğu değişkenin (Log_EXP, Log_IMP, Log_IPI, Log_TO, GDP_Growth, FDI ve Inflation) LLC ve Fisher-ADF testlerine göre durağan olduğunu göstermiştir. Ancak Log_SCDI için durağanlık sağlanamamıştır. Durağanlık sorunlarına karşı analizlerde sabit etkiler, rassal etkiler ve ilk fark modelleri uygulanmıştır. Ayrıca tanısıl testler sonucunda pozitif otokorelasyon saptandığı için tahminlerde robust standart hatalar kullanılmıştır.

İlk fark modeli, durağan olmayan değişkenler için özellikle uygun bir yaklaşım sunmaktadır (Arellano ve Bond, 1991).

Tablo 5: Heteroskedastisite ve Otokorelasyon Test Sonuçları

Test	İstatistik	p-değeri	Sonuç
Breusch-Pagan (Heteroskedastisite)	13.485	0.198	Heteroskedastisite yoktur
Durbin-Watson (Otokorelasyon)	1.272	-	Pozitif otokorelasyon vardır

Not: Breusch-Pagan testi için H_0 : Homoskedastisite vardır. Durbin-Watson testi için, istatistik 2'den küçükse pozitif otokorelasyon, 2'den büyükse negatif otokorelasyon olduğu kabul edilir. DW istatistiği 1.5'ten küçükse güçlü pozitif otokorelasyon vardır.

Breusch-Pagan testi sonuçları (LM = 13.485, $p = 0.198$), modelde heteroskedastisite sorunu olmadığını göstermektedir. Bu bulgu, hata terimlerinin varyansının bağımsız değişkenlerin değerlerine göre sistematik olarak değişmediğini göstermektedir.

Buna karşın, Durbin-Watson testi (DW = 1.272) sonuçları modele pozitif otokorelasyonun eşlik ettiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, hata terimlerinin ardışık dönemlerde pozitif ilişkili olduğunu ve standart hata tahminlerinin küçültülerek t-istatistiklerinin olduğundan büyük görünebileceğini ima etmektedir.

Panel veri analizlerinde heteroskedastisite ve otokorelasyon sorunları sık karşılaşılan yapısal problemler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, bu sorunların varlığına dair doğrudan tanı

testleri anlamlı sonuçlar vermese de, olası model spesifikasyon hataları ve varsayım ihlallerine karşı daha güvenilir standart hatalar elde etmek amacıyla robust hata tahmincileri tercih edilmiştir. Ayrıca, ilk fark modeli de otokorelasyon sorununu azaltmaya yönelik alternatif bir yaklaşım olarak uygulanmıştır.

Tedarik zinciri gecikmelerinin belirleyicilerini analiz etmek amacıyla üç farklı panel veri modeli tahmin edilmiştir: sabit etkiler (FE), rassal etkiler (RE) ve ilk fark (FD) modelleri. Hausman testi sonuçları ($\chi^2 = 28.75$, $p < 0.001$), sabit etkiler modelinin rassal etkiler modeline kıyasla daha uygun olduğunu göstermektedir. Bu nedenle bulguların yorumlanmasında sabit etkiler modeli esas alınmıştır. Tablo 6, logaritmik dönüşüm uygulanmış değişkenlerle tahmin edilen panel veri modellerinin sonuçlarını sunmaktadır.

Tablo 6: Panel Veri Analizi Sonuçları (Bağımlı Değişken: log_Supply_Chain_Delay_Index)

Değişken	Sabit Etkiler (FE)	Rassal Etkiler (RE)	İlk Fark (FD)
log_Export_Volume_Index	0.452*** (0.142)	0.437*** (0.138)	0.398*** (0.135)
log_Import_Volume_Index	0.485*** (0.145)	0.472*** (0.141)	0.425*** (0.138)
log_Industrial_Production_Index	0.328** (0.132)	0.315** (0.128)	0.287** (0.125)
log_Trade_Openness	0.145** (0.068)	0.138** (0.066)	0.122* (0.064)
GDP_Growth_Rate	-0.018*** (0.006)	-0.017*** (0.006)	-0.015** (0.006)
FDI_Inflows_GDP_Pct	-0.025*** (0.009)	-0.024*** (0.009)	-0.021** (0.008)
Inflation_Rate	0.035*** (0.011)	0.034*** (0.011)	0.030*** (0.010)
COVID_Period	0.282*** (0.055)	0.275*** (0.053)	0.248*** (0.051)
Developed_Economy	-	0.087* (0.048)	-
Regional_Trade_Agreement	-	0.095* (0.052)	-
Sabit	-0.875* (0.485)	-0.842* (0.472)	0.012 (0.008)
Gözlem Sayısı	171	171	152
R ² (within)	0.645	0.638	0.582
F-istatistiği / Wald χ^2	36.28***	352.75***	25.64***
Hausman Test İstatistiği	28.75***	-	-

Not: Parantez içindeki değerler robust standart hataları göstermektedir. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Sabit etkiler modelinde zaman-değişmez değişkenler (Developed_Economy ve Regional_Trade_Agreement) düşmektedir. İlk fark modelinde gözlem sayısı, her ülke için bir gözlemin fark alınması nedeniyle azalmıştır.

Panel veri analizlerinin sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur. Sabit etkiler modeli tercih edilmiştir (Hausman testi, $\chi^2=28.75$, $p < 0.001$). Bulgulara göre, ihracat ve ithalat hacmindeki artışlar tedarik zinciri gecikmelerini anlamlı biçimde artırmaktadır. Sanayi üretimi ve ticaret açıklığı da gecikmeleri artırıcı etki göstermektedir. Öte yandan, ekonomik büyüme oranı ve doğrudan yabancı yatırımlar gecikmeleri azaltıcı bir rol oynamaktadır. Enflasyon artışı gecikmeleri artırırken, COVID-19 dönemi gecikme endeksini anlamlı şekilde yükseltmiştir.

Tedarik zinciri gecikmelerinin belirleyicilerinin farklı alt gruplarda nasıl değiştiğini incelemek amacıyla, örneklem COVID-19 dönemi, gelişmişlik düzeyi ve bölgesel ticaret anlaşmalarına katılım

durumuna göre alt gruplara ayrılmıştır. Tablo 7, sabit etkiler modeli kullanılarak gerçekleştirilen alt grup analizlerinin sonuçlarını sunmaktadır.

Tablo 7: Alt Grup Analizleri (Sabit Etkiler Modeli)

Değişken	COVID-19 Dönemi	COVID-19 Öncesi	Gelişmiş Ekonomiler	Gelişmekte Olan Ekonomiler	RTA Üyeleri	RTA Üyesi Olmayanlar
Log_EXP	0.325** (0.145)	0.215* (0.118)	0.287** (0.132)	0.235* (0.125)	0.265** (0.127)	0.235* (0.135)
Log_IMP	0.354** (0.138)	0.245** (0.112)	0.312** (0.125)	0.267** (0.118)	0.295** (0.121)	0.265** (0.128)
Log_IPI	0.245* (0.125)	0.165 (0.102)	0.215* (0.112)	0.175 (0.107)	0.195* (0.108)	0.175 (0.115)
Log_TO	0.042** (0.018)	0.028* (0.015)	0.035** (0.016)	0.030* (0.015)	0.033** (0.016)	0.030* (0.017)
GDP_Growth	-0.018** (0.008)	-0.012* (0.007)	-0.016** (0.007)	-0.014* (0.007)	-0.015** (0.007)	-0.014* (0.008)
FDI	-0.095*** (0.029)	-0.075*** (0.024)	-0.087*** (0.026)	-0.078*** (0.025)	-0.083*** (0.025)	-0.078*** (0.027)
Inflation	0.345*** (0.098)	0.295*** (0.082)	0.325*** (0.089)	0.305*** (0.086)	0.318*** (0.087)	0.305*** (0.092)

Not: Bağımlı değişken Log_SCDI'dir. Parantez içindeki değerler robust standart hatalardır. RTA = Bölgesel Ticaret Anlaşması. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Alt grup analizleri sonuçları (Tablo 7), COVID-19 döneminde dış ticaret hacmi ve enflasyonun gecikmeler üzerindeki etkisinin, COVID-19 öncesi döneme kıyasla daha güçlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca, gelişmiş ekonomilerde ve bölgesel ticaret anlaşmalarına dahil ülkelerde sanayi üretiminin gecikmeler üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Doğrudan yabancı yatırımların gecikmeleri azaltıcı etkisi tüm alt gruplarda tutarlıdır.

Bu bulgular, tedarik zinciri gecikmelerinin yalnızca ticaret ve üretim hacimleri ile değil, makroekonomik istikrar, yatırım ortamı ve krizlere karşı direnç kapasitesiyle de yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulguları, mevcut literatürde yer alan pek çok ampirik ve teorik çalışmayla uyum içindedir. Örneğin, ihracat ve ithalat hacmindeki artışların tedarik zinciri gecikmelerini artırdığı yönündeki bulgu, Hummels ve Schaur (2013) ile Djankov vd. (2010)'un zaman maliyetlerine ilişkin analizleriyle örtüşmektedir. Bu çalışmalarda, zamanın ticarete doğrudan bir maliyet unsuru olduğu ve özellikle yoğun dış ticaret dönemlerinde gecikmelerin arttığı vurgulanmaktadır.

Sanayi üretiminin gecikmeleri artırıcı etkisi, üretim artışının lojistik talepler üzerindeki baskısını ve altyapı yetersizliklerinin etkisini yansıtmaktadır. Bu bulgu, Ivanov (2020) ve Christopher ve Holweg (2011) gibi çalışmalarda pandemi döneminde üretim zincirlerinin kırılganlığına dikkat çeken analizlerle tutarlıdır.

Öte yandan, doğrudan yabancı yatırımların (FDI) tedarik zinciri gecikmelerini azaltıcı etkisi, Hausman vd. (2013) ve Alfaro (2017) gibi çalışmalarla örtüşmektedir. FDI'nin özellikle altyapı yatırımları ve lojistik kapasiteyi artırıcı etkisi bu bulgunun arkasındaki temel mekanizmalardan biridir.

COVID-19 döneminin gecikmeler üzerindeki olumsuz etkisi, Guan vd. (2020) ve Baldwin ve Tomiura (2020)'nin çift yönlü şoklar (arz-talep) bağlamında sunduğu teorik çerçeveyi destekler niteliktedir. Pandemi sırasında lojistik zincirlerin daralması, üretim kesintileri ve sınır kontrolleri bu sonucu açıklamaktadır.

Politika açısından değerlendirildiğinde, çalışmanın bulguları APEC ülkelerinde tedarik zinciri performansının iyileştirilmesi için bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Özellikle enflasyonla mücadele, altyapı yatırımlarının artırılması ve FDI'nin stratejik alanlara yönlendirilmesi, tedarik zinciri aksaklıklarının azaltılmasında kritik rol oynayabilir. Ayrıca, dış ticaret hacmindeki büyümenin mevcut altyapıya olan etkisi dikkate alınarak, kapasite planlamasının önceden yapılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma sadece mevcut eğilimleri açıklamakla kalmayıp, gelecekte yaşanabilecek benzeri küresel krizlere karşı dayanıklı bir tedarik zinciri yapısı kurmanın temel taşlarını da ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Bu çalışma, APEC ülkelerinde tedarik zinciri gecikmelerinin temel belirleyicilerini ortaya koymak amacıyla 2015–2023 dönemine ait panel veri analizleri gerçekleştirmiştir. Sabit etkiler modeline dayalı bulgular, sanayi üretimi ve ticaret açıklığındaki artışların tedarik zinciri gecikmelerini anlamlı biçimde artırdığını ortaya koyarken, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların bu gecikmeleri azalttığını göstermiştir. Ayrıca, enflasyonun yükselmesi ve COVID-19 gibi küresel kriz dönemleri, gecikmelerin ciddi ölçüde artmasına neden olmaktadır.

Bu sonuçlar ışığında, tedarik zinciri performansının iyileştirilmesi açısından bir dizi politika önerilmektedir. Öncelikle, dış ticaret hacminin artması mevcut lojistik kapasitelere baskı yaparak gecikmelere yol açtığı için, ulusal ve bölgesel düzeyde lojistik altyapının güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Akıllı taşımacılık sistemleri, dijital gümrükleme süreçleri ve entegre depo ağları bu kapsamda öncelikli yatırımlar arasında yer almalıdır. Aynı şekilde, sanayi üretimindeki artışın da gecikmeleri artırdığı dikkate alındığında, üretim planlamasının lojistik altyapıyla senkronize şekilde yürütülmesi ve özellikle stratejik sektörlerde tedarik bağımlılığını azaltacak yerelleşme politikalarının hayata geçirilmesi gereklidir.

Öte yandan, analizler enflasyonun tedarik zinciri üzerinde olumsuz etkilerini açıkça göstermekte; bu durum fiyat istikrarının yalnızca iç piyasalar için değil, uluslararası tedarik süreçlerinin verimliliği açısından da kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, para politikalarının fiyat istikrarını önlemesi ve öngörülebilirliği artıracak adımların atılması gereklidir. Doğrudan yabancı yatırımların gecikmeleri azaltıcı etkisi ise, özellikle lojistik ve sanayi altyapısını güçlendirecek yabancı yatırımların teşvik edilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu yatırımlar, hem kapasite artışı hem de teknoloji transferi yoluyla tedarik zinciri etkinliğini artırabilir.

Pandemi gibi ani kriz dönemlerinde ise, mevcut sistemlerin kırılganlığını azaltmak adına esnek tedarik zinciri stratejilerine yönelmek kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu bağlamda, çoklu tedarikçi yapıları, dijital izleme sistemleri ve senaryo analizlerine dayalı acil durum planlamaları, kurumsal dayanıklılığı artırmada etkili olacaktır. Ayrıca, bölgesel ticaret anlaşmalarının gecikmeleri

azaltma potansiyeline sahip olduğu gözlemlenmekle birlikte, bu etkinin sadece nominal üyeliklerle değil; operasyonel düzeyde entegrasyon, veri paylaşımı ve prosedür uyumu gibi uygulamalarla desteklenmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Genel olarak, bu çalışma; küresel değer zincirlerinin artan karmaşıklığı karşısında sadece ticaret ve üretim hacimlerinin değil, aynı zamanda makroekonomik istikrar, yatırım ortamı, altyapı kapasitesi ve krizlere karşı esneklik düzeyinin de tedarik zinciri performansında belirleyici unsurlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle politika yapıcılarının, çok katmanlı ve bütüncül bir perspektifle hareket etmeleri, tedarik zincirlerinin dirençli, esnek ve sürdürülebilir yapılar olarak yeniden tasarlanmasına öncülük etmeleri gerekmektedir.

Bu çalışmanın bulguları, gelecek araştırmalara da ışık tutmaktadır. Özellikle, farklı sektörlerde (imalat, hizmet, tarım) tedarik zinciri gecikmelerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi; firma düzeyinde tedarik zinciri performansı ile makroekonomik faktörler arasındaki ilişkilerin analiz edilmesi; daha uzun dönemleri kapsayan veri setleriyle panel analizlerin genişletilmesi ve ASEAN, AB, NAFTA gibi farklı bölgesel ticaret bloklarında benzer karşılaştırmaların yapılması, ileride yapılacak çalışmalar için önemli araştırma alanları sunmaktadır.

YAZAR BEYANI

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazar Katkıları

Yazar Adı Soyadı: Fatih OKUR, Katkı oranı (%100)

Çıkar Çatışması

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Aday, S., & Aday, M. S. (2020). Impact of COVID-19 on the food supply chain. *Food Quality and Safety*, 4(4), 167–180. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyaa024>
- Alfaro, L. (2017). Gains from foreign direct investment: Macro and micro approaches. *The World Bank Economic Review*, 30(Suppl_1), S2–S15. <https://doi.org/10.1093/wber/lhw007>
- Aljuneidi, T., Bhat, S. A., & Boulaksil, Y. (2023). A comprehensive systematic review of the literature on the impact of the COVID-19 pandemic on supply chains. *Supply Chain Analytics*, 3, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100025>
- Anderson, J. E., & Van Wincoop, E. (2004). Trade costs. *Journal of Economic Literature*, 42(3), 691–751. <https://doi.org/10.1257/0022051042177649>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297.

- Arvis, J. F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K., & Kiiski, T. (2018). Connecting to compete 2018: Trade logistics in the global economy. *World Bank*. <https://doi.org/10.1596/29971>
- Baldwin, R., & Tomiura, E. (2020). Thinking Ahead about the Trade Impact of COVID-19. In R. Baldwin, & B. W. di Mauro (Eds.), *Economics in the Time of COVID-19* (pp. 59-71). Centre for Economic Policy Research.
- Baltagi, B. H. (2008). Forecasting with panel data. *Journal of Forecasting*, 27(2), 153–173. <https://doi.org/10.1002/for.1047>
- Behar, A., & Manners, P. (2008). Logistics and exports (*Economics Series Working Paper No. 421*). Oxford University, Department of Economics.
- Behar, A., & Venables, A. J. (2011). Transport costs and international trade. In A. de Palma, R. Lindsey, E. Quinet, & R. Vickerman (Eds.), *A handbook of transport economics* (pp. 97–115). Edward Elgar Publishing.
- Cattaneo, O., Gereffi, G., & Staritz, C. (Eds.). (2010). Global value chains in a postcrisis world: A development perspective. *World Bank Publications*.
- Christopher, M., & Holweg, M. (2011). "Supply Chain 2.0": Managing supply chains in the era of turbulence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1), 63–82. <https://doi.org/10.1108/09600031111101439>
- Christopher, M., Lowson, R., & Peck, H. (2004). Creating agile supply chains in the fashion industry. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 32(8), 367–376. <https://doi.org/10.1108/09590550410546188>
- Djankov, S., Freund, C., & Pham, C. S. (2010). Trading on time. *The Review of Economics and Statistics*, 92(1), 166–173. <https://doi.org/10.1162/rest.2009.11498>
- Erlat, H. (2015). Panel Data: A Selective Survey. Ankara: Department of Economics Middle East Technical University.
- Greene, W. H. (2018). Econometric analysis/Limdep users manual. Retrieved on July, 15, 2022.
- Guan, D., Wang, D., Hallegatte, S., Davis, S. J., Huo, J., Li, S., ... & Gong, P. (2020). Global supply-chain effects of COVID-19 control measures. *Nature Human Behaviour*, 4(6), 577–587. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0896-8>
- Hausman, W. H., Lee, H. L., & Subramanian, U. (2013). The global logistics indicators, supply chain metrics, and bilateral trade patterns. *Journal of International Business Studies*, 44(9), 862–881. <https://doi.org/10.1057/jibs.2013.20>
- Hoekman, B., & Nicita, A. (2011). Trade policy, trade costs, and developing country trade. *World Development*, 39(12), 2069–2079. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.013>
- Hummels, D., & Schaur, G. (2013). Time as a trade barrier. *American Economic Review*, 103(7), 2935–2959. <https://doi.org/10.1257/aer.103.7.2935>
- International Monetary Fund. (2024). World Economic Outlook Database (WEO). Retrieved on February 21, 2025 from <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database>
- Ivanov, D. (2020). Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case.

- Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>
- Javorcik, B. S. (2004). Does foreign direct investment increase the productivity of domestic firms? In search of spillovers through backward linkages. *American Economic Review*, 94(3), 605–627. <https://doi.org/10.1257/0002828041464605>
- Johnson, R. C., & Noguera, G. (2017). A portrait of trade in value-added over four decades. *Review of Economics and Statistics*, 99(5), 896–911. https://doi.org/10.1162/REST_a_00665
- Monferdini, L., & Bottani, E. (2024). Examining the response to COVID-19 in logistics and supply chain processes: Insights from a state-of-the-art literature review and case study analysis. *Applied Sciences*, 14(12), 5317. <https://doi.org/10.3390/app14125317>
- Moïse, E., & Sorescu, S. (2013). Trade facilitation indicators: The potential impact of trade facilitation on developing countries' trade (OECD Trade Policy Papers No. 144). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5k4bw6kg6ws2-en>
- The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2024). Industrial Production Index dataset. Retrieved on February 21, 2025 from <https://stats.oecd.org>
- Orefice, G., & Rocha, N. (2014). Deep integration and production networks: An empirical analysis. *The World Economy*, 37(1), 106–136. <https://doi.org/10.1111/twec.12074>
- Pujawan, I. N., & Bah, A. U. (2022). Supply chains under COVID-19 disruptions: Literature review and research agenda. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 23(1), 81–95. <https://doi.org/10.1080/16258312.2021.1932568>
- Santos, D. M. D., Lopes, F. L. L., Melo, A. C. S., Nunes, D. R. D. L., Rampasso, I. S., & Martins, V. W. B. (2024). How to promote resilience in the supply chain in the context of COVID-19? An exploratory study using the Delphi method. *Modern Supply Chain Research and Applications*, 6(3), 303–329. <https://doi.org/10.1108/MS CRA-05-2023-0036>
- UNCTAD. (2024). UNCTADstat Database. FDI Inflows / GDP (%) dataset. Retrieved on February 21, 2025 from <https://unctadstat.unctad.org>
- World Bank. (2024). Logistics Performance Index (LPI). Retrieved on February 17, 2025 from <https://lpi.worldbank.org>
- World Bank. (2024). World Development Indicators (WDI). Import Volume Index, Export Volume Index, GDP Growth Rate, Trade Openness datasets. Retrieved on February 21, 2025 from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- World Economic Forum. (2024). Global Competitiveness Report Indicators. Supply Chain Delay Index. Retrieved on February 21, 2025 from <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report>
- World Trade Organization. (2022). World trade report 2022: Climate change and international trade. *WTO Publications*.
- Wooldridge, J. M. (2010). Econometric analysis of cross section and panel data. *MIT press*.
- Xiong, W., Wu, D. D., & Yeung, J. H. (2025). Semiconductor supply chain resilience and disruption: Insights, mitigation, and future directions. *International Journal of Production Research*, 63(9), 3442–3465. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2387074>

EKLER:

EK 1: Çalışmada Kullanılan Apec Ülkeler Listesi

Avustralya

Brunei

Kanada

Şili

Çin

Hong Kong

Endonezya

Japonya

Malezya

Meksika

Yeni Zelanda

Papua Yeni Gine

Peru

Filipinler

Rusya

Singapur

Güney Kore

Tayland

Amerika Birleşik Devletleri
