

Asya-Pasifik Bölgesi Ülkelerinin Sürdürülebilir Ticaret Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi

Efficiency Evaluation of Sustainable Trade of Asia-Pacific Region Countries Using Data Envelopment Analysis

Aydın ÖZDEMİR  ^a

^a Adıyaman Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Adıyaman, Türkiye. aozdemir@adiyaman.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi Sürdürülebilir Ticaret Etkinlik	Amaç – Sürdürülebilir ticaret küresel ekonominin istikrarı için ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri dikkate alan bütüncül bir yaklaşımdır. Bu çalışmanın amacı, 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkesinin sürdürülebilir ticaret etkinliklerini değerlendirmektir. Yöntem – Literatür incelemeleri sonucunda üç girdi değişkeni (Kişi Başına Reel GSYİH Büyümesi, Gini Endeksi ve Kişi Başına CO ₂ Emisyonu) ve 3 çıktı değişkeni (Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Ekonomik Bileşen Puanı, Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Sosyal Bileşen Puanı ve Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Çevresel Bileşen Puanı) belirlenmiştir. Analiz için seçilen ülkelerin sürdürülebilir ticaret etkinlikleri, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında Girdi Yönelimli Veri Zarflama Analizi modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Bulgular – 17 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkenin (Birleşik Krallık, Avustralya, Güney Kore, Japonya, Kanada, Şili, Filipinler, Vietnam, Tayland, Çin, Endonezya, Sri Lanka, Hindistan, Laos, Bangladeş, Pakistan ve Myanmar) saf teknik etkinlik skorlarının 1 olduğu ve göreceli etkinliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte geri kalan 7 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkenin (Amerika Birleşik Devletleri, Malezya, Meksika, Peru, Ekvador, Papua Yeni Gine ve Rusya) ise etkin olmadıkları tespit edilmiştir. Makale Kategorisi: Araştırma Makalesi
Makale Kategorisi: Araştırma Makalesi	Tartışma – Etkin olmayan Asya-Pasifik Bölgesi ülkelerinin etkin hale gelebilmeleri için Referans Kümeleri tanımlanmış ve İyileştirme Önerileri sunulmuştur. Bu Referans Kümelerinde Tayland, Filipinler ve Birleşik Krallık'ın üçer kez yer aldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Myanmar, Pakistan, Laos, Çin ve Avustralya'nın hiçbir referans kümesinde yer almadığı belirlenmiştir.
ARTICLE INFO	ABSTRACT
Keywords: Data Envelopment Analysis Sustainable Trade Efficiency Received 17 December 2025 Revised 1 March 2026 Accepted 10 March 2026	Purpose – Sustainable trade is a holistic approach that considers economic, environmental, and social factors for the stability of the global economy. The aim of this study is to evaluate the sustainable trade efficiency of 24 countries in the Asia-Pacific region. Design/methodology/approach – As a result of the literature review, three input variables (Real GDP Growth Per Capita, Gini Index, and CO ₂ Emissions Per Capita) and three output variables (Sustainable Trade Index Economic Component Score, Sustainable Trade Index Social Component Score, and Sustainable Trade Index Environmental Component Score) were determined. The sustainable trade efficiency of the selected countries was evaluated using the Input-Oriented Data Envelopment Analysis model under the assumption of variable returns to scale. Findings – Seventeen countries in the Asia-Pacific region (the United Kingdom, Australia, South Korea, Japan, Canada, Chile, the Philippines, Vietnam, Thailand, China, Indonesia, Sri Lanka, India, Laos, Bangladesh, Pakistan, and Myanmar) were found to have a pure technical efficiency score of 1, indicating relative efficiency. However, the remaining seven countries in the Asia-Pacific region (the United States, Malaysia, Mexico, Peru, Ecuador, Papua New Guinea, and Russia) were found to be inefficient. Article Classification: Research Article
	Discussion – The Reference Sets were defined, and Improvement Suggestions were presented so that inefficient Asia-Pacific Region countries can become efficient. Thailand, the Philippines, and the United Kingdom have appeared three times each in these reference sets. Myanmar, Pakistan, Laos, China, and Australia have not appeared in any Reference Set.

ETİK ONAY: Bu çalışmada ikincil veriler kullanılmış olup etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Önerilen Atıf/ Suggested Citation

Özdemir, A. (2026). Asya-Pasifik Bölgesi Ülkelerinin Sürdürülebilir Ticaret Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi, İşletme Araştırmaları Dergisi, 18 (1), 908-924.

1. Giriş

Sürdürülebilir ticaret, ekonomik kalkınmayı, çevre korumasını ve sosyal eşitliği önceliklendiren bir uluslararası ticaret yaklaşımını temsil eder (Biji, 2024). Bu yaklaşım, topluma fayda sağlayan temiz ve sağlıklı bir çevre oluşturmak amacıyla yenilenebilir ve yenilenemez kaynakların sürdürülebilir ve verimli kullanımına odaklanmaktadır (Osman, 2025).

Parçalanmış ve öngörülemez küresel ortam, ekonomilerin ticarete yaklaşım biçimini yeniden şekillendirmekte olup geçmiş stratejiler artık güvenilir rehberler olarak görülmemektedir (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025). Bu çerçevede sürdürülebilir ticaret artık isteğe bağlı olmayıp gelecekteki rekabet gücü, tedarik zinciri dayanıklılığı ve kurumsal meşruiyet için temel bir unsurdur (Trade Excellence, 2026).

Dünya iklim değişikliği, kaynak tükenmesi ve biyoçeşitlilik kaybıyla boğuşurken, genellikle doğal kaynakların sömürülmesine ve yüksek karbon emisyonlarına dayanan geleneksel ticaret modelinin mevcut haliyle artık sürdürülebilir olmadığı açıkça ortaya çıktığından organizasyonların karşı karşıya olduğu zorluk, uluslararası ticareti çevresel koruma ve kaynakların sürdürülebilir kullanımıyla uyumlu bir şekilde yeniden tasarlamaktır (Zhong, 2023).

Birçok küresel şirket ve devlet sürdürülebilirlik hedeflerine ilişkin kamuoyuna açık taahhütlerde bulunmakla birlikte bu taahhütleri yerine getirmek, firmaların iş modellerini ve organizasyonel yapılarını, dijital ve yapay zeka teknolojilerinin tetiklediği dönüşümlerle eşleşen veya hatta onları aşan bir derecede dönüştürmelerini gerektirecektir (Monteiro & Tushman, 2025).

Son zamanlarda, çeşitli devletler ve uluslararası kuruluşlar tarafından, uluslararası ticaretle ilgili sürdürülebilirlik endişelerini de ele almayı amaçlayan ormansızlaşma, iklim değişikliği ve çocuk işçiliği, zorla çalıştırma ve sağlık ve güvenlik etkilerinin ihmal edilmesi gibi uluslararası emtiaların üretimi ve ticaretiyle ilgili insan hakları ihlalleri gibi yeni zorunlu düzenleyici yaklaşımlar giderek daha fazla geliştirilmektedir (UN Trade and Development, 2025).

Sürdürülebilir kalkınmayı anlamak için ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlar esas olsa da, bunlar uluslararası ticareti karakterize eden sistemik geri bildirim döngülerini, dolaylı etkileri ve sınır ötesi yayılmaları yeterince yansıtmamakla birlikte uluslararası ticaretin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşmadaki çok yönlü rolünü tam olarak anlamak için daha bütünsel bir bağlantı çerçevesi gerekli olup ekonomik, sosyal ve çevresel alanlardaki bağlantı özellikleri, uluslararası ticaret ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki karmaşık etkileşimlerin farklı boyutlarını yakalamaktadır (Chen vd., 2025).

Sürdürülebilir ticaret bir varış noktası değil, bir uyum süreci olup ülkeler sadece performans açısından değil, stratejik yönelim açısından da farklılık göstermektedir (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025). Etkin ve sürdürülebilir ticaret, yalnızca ulusal gelir kaynağı ve şirketler için ölçek ekonomisi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tüm ülkelerin ve halkların uyumlu gelişiminin de temelidir (Rubaj, 2022).

Ancak dünya ihracatının %41,8'inden ve ithalatının %38,2'sinden sorumlu olan Asya Pasifik bölgesi, küresel ticarete büyük bir etkiye sahip olmasına rağmen, çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) konularını ele almada uzun zamandır geride kalmıştır (Global Trade Review, 2021).

Bu çerçevede bu çalışmada sürdürülebilir gelişme için önemli bir bileşen olan sürdürülebilir ticaret (Chen vd., 2025) etkinliği 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkesinin örnekleminde Veri Zarflama Analizi kullanılarak incelenmiştir.

2. Kavramsal Çerçeve

Sürdürülebilir ticaret, mal ve hizmetlerin ticari alışverişinin, sürdürülebilir kalkınmanın temel ilkelerine uygun olarak sosyal, ekonomik ve çevresel faydalar üretmesi durumunda gerçekleşmekte olup ekonomik değer yaratılması, yoksulluğun ve eşitsizliğin azaltılması ve çevresel kaynakların korunması ve yeniden kullanılması amaçlarını güder (Enabel, 2026).

Küresel kamuoyunun temiz enerji ekonomisine, doğa dostu tarıma ve sürdürülebilir bir geleceğin diğer boyutlarına doğru ilerleme talep etmesiyle birlikte, sürdürülebilirliği artıran bir uluslararası ticaret sistemine duyulan ihtiyaç daha da belirgin hale gelmiştir (Cima & Esty, 2024).

Sürdürülebilir ticaret, küresel gündemin öncelikli konularından biri haline gelmiş olup çevreye duyarlı ticaret uygulamalarını teşvik etmeyi amaçlayan çeşitli politika ve düzenlemelerin oluşturulmasını sağlamakla birlikte bu politikalar, işletmeleri ve ülkeleri sürdürülebilir yöntemler benimsemeye yönlendirmek ve teşvik etmek açısından hayati önem taşımaktadır (Zhong, 2023).

Asya-Pasifik Bölgesinin ve sınırlarının resmi bir tanımı olmadığı için, Asya-Pasifik Bölgesi ülkelerinin listesi bağlama bağlı olarak değişmekle birlikte genel kural olarak, Doğu ve Güney Asya'da, özellikle Pasifik Okyanusu'na kıyısı olan ülkeler ve Okyanusya'da bulunan ülkelerin çoğu genellikle Asya-Pasifik Bölgesi ülkeleri olarak kabul edilir (World Population Review, 2026).

Ticaret maliyetlerinin düşürülmesi, ekonomilerin bölgesel ve küresel değer zincirlerine etkin bir şekilde katılmasını ve ticareti önemli bir büyüme ve sürdürülebilir kalkınma motoru olarak kullanmaya devam etmesini sağlamak için elzem olup ticaret kolaylaştırma, gereksiz maliyetlerden kaçınmada ve sadeleştirilmiş ve dijitalleştirilmiş ticaret yoluyla verimliliği artırmada önemli bir rol oynamakta ve Dünya Ticaret Örgütü (WTO) Ticaret Kolaylaştırma Anlaşması (TFA) ve Asya ve Pasifik'te Sınır Ötesi Kağıtsız Ticaretin Kolaylaştırılmasına İlişkin Çerçeve Anlaşması gibi bölgesel ticaret dijitalleşme girişimleri, uygulanması gereken önlemler konusunda rehberlik sağlamaktadır (The Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2021).

3. Literatür Taraması

Etkinlik değerlendirme, organizasyonel işlemlerin sürekli iyileştirme felsefesine göre yürütülmesi amacıyla yararlanılan kullanışlı bir araç olup VZA etkinlik değerlendirmesi için akademik ve uygulama amacıyla birçok mecrada kullanılan etkin bir analiz tekniğidir (Zhu, 2014). Bu mecralardan en önemlileri olarak sağlık, eğitim, bilgi teknolojileri çevre, kamu hizmetleri, konaklama, belediye hizmetleri, vb. sayılabilir (Emrouznejad & Cabanda, 2014).

Ekonomik kapasite, sosyal temeller ve çevresel sorumluluk arasındaki etkileşim, farklı ekonomilerin günümüzün temel ticaret gerilimlerinin üstesinden gelmek için benimseyebilecekleri sürdürülebilir ticaret yaklaşımlarına ışık tutmaktadır (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025). Sürdürülebilir ticaret etkinliği alanında Veri Zarflama Analizi kullanılarak yapılan çalışmalardan bazılarının oluşun Literatür Özeti Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Literatür Özeti

Çalışmanın Adı	Yazar (lar)ı	Girdi(ler)	Çıktı(lar)	Karar Verme Birimleri	Analiz Prosedürü
Environmental Efficiency Evaluation in the Top Asian Economies: An Application of DEA	(Wang vd., 2021)	-Kömür, petrol ve doğalgaz kaynaklarından elde edilen enerji tüketimi -Araç Sayısı	-GSYHİ -CO ₂ Emisyonu (İstenilmeyen Çıktı) CH ₄ Emisyonu (İstenilmeyen Çıktı)	20 Adet Asya Ülkeleri	İstenilmeyen Çıktı Faktörlü VZA ve Sınıflandırma
Environmental and economic efficiencies in the Asia-Pacific region	(Honma, 2014)	-İşgücü -Sermaye Stoğu -CO ₂ Emisyonu	GSYHİ	31 Adet Asya-Pasifik Ülkeleri	Gevşek Temelli VZA
Common Weight DEA-Based Methodology for Ranking APEC Countries by Considering	(Karsak & Goker, 2019)	-Çocuk İşgücü Oranı -Gini Endeksi İşsizlik Oranı	-Kadınların Eğitim Oranı -Meclisteki Kadın Oranı	13 Adet Asya-Pasifik Ülkeleri	Ortak Ağırlıklandırılmış VZA

Sustainable Development Goals Including Decent Work, Income Inequalities, and Gender Equality					
Economic and Environmental Efficiency Analysis of Asia-Pacific Region Countries: Analysis Based on the DEA Model	(Banerjee, 2025)	- Elektrik Üretimi -İşgücü	-CO ₂ Emisyonu -NH ₄ Emisyonu -GSYHİ Kentleşme Yüzdesi	6 Adet Asya-Pasifik Ülkesi	Gevşek Temelli VZA
Human Capital, Trade Competitiveness and Environmental Efficiency Convergence Across Asia Pacific Countries	(Appiah-Twum & Long, 2023)	-İşgücü -Sermaye -Enerji	-GSYHİ - CO ₂ Emisyonu	6 Adet Asya-Pasifik Ülkesi	Süper Epsilon Temelli VZA
Sustainable Energy Transition Challenges in Selected ASEAN Countries: A 4A Framework and Data Envelopment Analysis Perspective	(Manni & Hj. Md. Mansur, 2024)	-Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Enerjinin Payı -Enerji Tüketimi -İşgücü -Doğal Kaynak Kirası -Yenilenebilir Enerji Kapasitesi	-GSYHİ - CO ₂ Emisyonu	6 Adet Asya-Pasifik Ülkesi	Bias Corrected VZA
An evaluation of energy-environment-economic efficiency for EU, APEC and ASEAN countries: Design of a Target-Oriented DFM model with fixed factors in Data Envelopment Analysis	(Suzuki & Nijkamp, 2016)	-Nüfus -Enerji Tüketim Miktarı	-GSYHİ - CO ₂ Emisyonu	20 Adet Asya-Pasifik Ülkesi ve 27 AB Ülkesi	Süper Etkinlik VZA

Yukarıda yer alan açıklamalar perspektifinde, bu çalışmada 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkenin sürdürülebilir ticaret etkinlikleri Veri Zarflama Analizi yürütülerek değerlendirilmiştir.

Araştırmada yararlanılan üç adet girdi ve üç adet çıktı değişkeni ilerleyen sayfalarda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4. Metodoloji

4.1. Veri Zarflama Analizi (VZA)

Kar amacı bulunup bulunmadığından bağımsız olarak aynı girdileri kullanıp aynı çıktıları üretmek için faaliyetler ortaya koyan ve Karar Verme Birimleri (KVB) olarak tanımlanan ülkeler, üniversiteler, okullar, hastaneler, belediyeler, işletmeler, kamu kuruluşları, vb. organizasyonların etkinliğini değerlendirmek amacıyla yürütülen ve parametrik olmayan bir yöntem (Ray, 2004), olarak ifade edilen VZA'da, KVB'lerin göreceli etkinlikleri karşılaştırılmakta olup (Tone, 2017), yürütülen etkinlik değerlendirmesinin esası çıktıların toplamının, girdilerin toplamına oranlanması formülüne göre tasarlanmıştır (Ramanathan, 2003).

VZA'da iki temel model vardır; CCR (CRS) Modelinde sanal girdi ve sanal çıktılar ağırlıklarıyla beraber üretilirken, BCC (VRS) Modelinde ise KVB'lerin dışbükey bir zarfı çevrelenen üretim sınırlarının varlığından bahsedilir (Cooper vd., 2006). CCR Modelinde, Toplam Teknik Etkinlik değerlendirilirken BCC Modelinde Saf Teknik Etkinlik değerlendirmesi yapılır (Avkiran, 2011). Ulaşılmayı planlanan miktardaki çıktıyı daha az girdi ile üretmek üzerine odaklanan yaklaşıma Girdi Yönelimli VZA; hesaplanan miktardaki girdiyle olanaklar dahilinde fazla çıktı elde üretmeye odaklanan yaklaşıma ise Çıktı Yönelimli VZA adı verilir (Ramanathan, 2003).

Hem Girdi Yönelimli VZA'da hem de Çıktı Yönelimli VZA'da bir KVB'nin etkinlik skoru 1'e eşit ise ilgili KVB etkin olarak değerlendirilirken, Girdi Yönelimli VZA'da etkinlik değeri 1'den düşük değerde olan KVB'lerin etkin olmadıkları; Çıktı Yönelimli VZA'da ise değeri 1'den büyük değerde olan KVB'lerin etkin olmadıklarına dair değerlendirme yapılır (Ozcan, 2009, 2014).

CCR-Girdi Yönelimli (1), CCR-Çıktı Yönelimli (2), BCC-Girdi Yönelimli (3) ve BCC Çıktı Yönelimli (4) VZA modellerine ait formüller aşağıda verilmiştir (Emrouznejad & Cabanda, 2014);

$$\begin{aligned}
 Eff &= \min_{u_r, v_i} \sum_i v_i x_{ij_0} \\
 \text{s.t.} \\
 \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} &\leq 0 \quad ; \forall j \\
 \sum_r u_r y_{rj_0} &= 1 \\
 u_r, v_i &\geq 0 \quad ; \forall r, \forall i.
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 Eff &= \max_{u_r, v_i} \sum_r u_r y_{rj_0} \\
 \text{s.t.} \\
 \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} &\leq 0 \quad ; \forall j \\
 \sum_i v_i x_{ij_0} &= 1 \\
 u_r, v_i &\geq 0 \quad ; \forall r, \forall i.
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 \min_{\lambda, \phi, S_i^-, S_r^+} &\phi \\
 \text{s.t.} \\
 \sum_j \lambda_j x_{ij} + S_i^- &= \phi x_{ij_0} \quad \forall i \\
 \sum_j \lambda_j y_{rj} - S_r^+ &= y_{rj_0} \quad \forall r \\
 \sum_j \lambda_j &= 1 \\
 S_i^-, S_i^+ &\geq 0 \quad \forall i, \forall r \\
 \lambda_j &\geq 0 \quad \forall j.
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
& \max_{\lambda, \theta, S_i^-, S_r^+} \theta \\
& \text{s. t.} \\
& \sum_j \lambda_j x_{ij} + S_i^- = x_{ij_0} \quad \forall i \\
& \sum_j \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = \theta y_{rj_0} \quad \forall r \\
& \sum_j \lambda_j = 1 \\
& S_i^-, S_r^+ \geq 0 \quad \forall i, \forall r \\
& \lambda_j \geq 0 \quad \forall j.
\end{aligned} \tag{4}$$

4.2. Çalışmanın Örnekleme ve Veri Seti

Bu çalışma, Hinrich Foundation ve IMD World Competitiveness Center tarafından hazırlanan Sustainable Trade Index 2025 adlı raporda (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025) yer alan 30 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkesinden tüm verilerine ulaşılabilen 24 adet ülkeyi kapsamaktadır.

Söz konusu ülkeler aşağıdaki gibidir;

- ✓ Birleşik Krallık
- ✓ Avustralya
- ✓ Güney Kore
- ✓ Japonya
- ✓ Kanada
- ✓ Amerika Birleşik Devletleri
- ✓ Şili
- ✓ Malezya
- ✓ Filipinler
- ✓ Vietnam
- ✓ Tayland
- ✓ Çin
- ✓ Endonezya
- ✓ Meksika
- ✓ Sri Lanka
- ✓ Peru
- ✓ Ekvador
- ✓ Hindistan
- ✓ Laos
- ✓ Bangladeş
- ✓ Pakistan
- ✓ Papua Yeni Gine
- ✓ Rusya
- ✓ Myanmar

Başka bir ifadeyle, çalışma Asya-Pasifik bölgesindeki başlıca ticaret bloklarını ve ticaret ekonomilerini kapsar; bunlar arasında Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC), Kapsamlı ve İlerleyici Trans-Pasifik Ortaklığı Anlaşması (CPTPP) ve Bölgesel Kapsamlı Ekonomik Ortaklık (RCEP) üyeleri yer almaktadır (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025).

KVB; benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları üretmek için işlemler icra eden iş birimleridir (Cooper vd., 2006). Çalışmanın örnekleminin Hinrich Foundation ve IMD World Competitiveness Center tarafından hazırlanan Sustainable Trade Index 2025 adlı raporda yer alan 30 adet Asya Pasifik Bölgesi ülkesinden tüm verilerine ulaşılabilen 24 adet ülkenin tamamını kapsaması KVB'lerin homojenliği ile ilgili alanyazında değinilen üç şartı da karşılamaktadır (Golany & Roll, 1989);

Bu şartlar şunlardır;

- ✓ KVB'lerin aynı amaçlarla aynı faaliyetleri göstermesi,
- ✓ Bütün KVB'lerin aynı pazar koşulları çerçevesinde beklenen işlemler yapıyor olması,

✓ KVB'lerin aynı girdi ve çıktı bileşimine sahip olması.

Etkinlik ölçümleri, kritik ve önemli bir derecede esnek girdi-çıktı demetlerinin oluşturulma yöntemiyle doğrudan ilgilidir (Ray, 2004). Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılar (Appiah-Twum & Long, 2023; Banerjee, 2025; Honma, 2014; Karsak & Goker, 2019; Manni & Hj. Md. Mansur, 2024; Suzuki & Nijkamp, 2016; Wang vd., 2021) ile önemli ölçüde uyushmaktadır. Araştırma, Tablo 2'de gösterilen üç adet girdi değişkeni ile üç adet çıktı değişkenine sahiptir.

Analizde kullanılan KVB'ler, girdi/çıktı değişkenleri ve veri seti Hinrich Foundation ve IMD World Competitiveness Center tarafından hazırlanan Sustainable Trade Index 2025 adlı rapor (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025) ve Dünya Bankası veritabanı (World Bank Group, 2026) kullanılarak elde edilmiş olup Tablo-3'te yer almaktadır. Veriler 2025 yılı veya veri bulunan en yakın yıldan alınmıştır.

VZA'da kullanılacak KVB sayısının girdi ve çıktıların toplam sayısının iki veya üç katı olması gerektiği bildirilmektedir (Ramanathan, 2003). Araştırma çerçevesinde 24 adet KVB'nin gördeli etkinlikleri üç adet girdi değişkeni ve üç adet çıktı değişkeni kullanılarak ölçüldüğünden (Ramanathan, 2003)'ün bu koşulu tatmin edilmiştir.

Tablo 2. Araştırmanın Veri Seti

KVB	i1	i2	i3	o1	o2	o3
Birleşik Krallık	53,25	32,40	4,60	86,45	89,42	100,00
Avustralya	64,60	33,80	14,80	80,26	100,00	79,97
Güney Kore	36,24	32,90	11,00	95,84	84,47	65,93
Japonya	32,49	32,30	8,00	67,81	78,54	91,21
Kanada	54,34	31,10	13,60	74,40	96,75	59,38
Amerika Birleşik Devletleri	84,53	41,80	13,00	94,07	67,71	66,64
Şili	16,71	43,00	4,40	65,08	66,90	68,91
Malezya	11,87	40,70	7,20	75,75	47,53	69,70
Filipinler	3,98	39,30	1,20	62,68	37,34	86,99
Vietnam	4,72	36,10	3,60	74,24	38,49	66,74
Tayland	7,35	33,50	3,70	66,65	56,99	55,23
Çin	13,30	36,00	7,80	90,95	30,82	55,57
Endonezya	4,93	34,90	2,00	57,09	40,52	76,97
Meksika	14,19	43,50	3,00	40,62	38,13	87,90
Sri Lanka	4,52	37,70	1,00	29,64	39,25	70,37
Peru	8,45	40,10	1,40	45,20	42,63	48,09
Ekvador	6,87	45,20	2,00	22,89	44,33	57,45
Hindistan	2,69	25,50	1,60	60,04	23,44	37,38
Laos	2,12	38,80	2,60	17,22	32,91	62,50
Bangladeş	2,59	30,90	0,51	23,44	25,21	50,64
Pakistan	1,48	29,60	0,78	0,01	15,71	57,33
Papua Yeni Gine	3,01	41,90	0,56	12,00	5,64	46,04
Rusya	14,89	33,00	11,10	12,19	35,53	0,01
Myanmar	1,36	30,70	0,64	1,49	0,01	42,00
<i>Min</i>	<i>1,36</i>	<i>25,50</i>	<i>0,51</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
<i>Max</i>	<i>84,53</i>	<i>45,20</i>	<i>14,80</i>	<i>95,84</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>
<i>Ortalama</i>	<i>18,77</i>	<i>36,03</i>	<i>5,00</i>	<i>52,33</i>	<i>47,43</i>	<i>62,62</i>

Tablo 2’de yer alan;

i1: Kişi Başına Reel GSYİH Büyümesi (%/1000/USD); bir ülkedeki bir muhasebe dönemi boyunca mal ve hizmet üretiminden elde edilen ABD Doları bazındaki toplam gelirin ilgili ülkenin toplam nüfusuna bölünmesiyle edilmiş, 1000 ile oranlanmış ve yüzdesel olarak raporlanmış olup çalışmanın örnekleme bağlamında adı geçen girdi değişkeninin aritmetik ortalaması (18,77)’dir (World Bank Group, 2026).

i2: Gini Endeksi; bir ekonomideki bireyler veya hanehalkları arasında gelir (veya bazı durumlarda tüketim harcamaları) dağılımının mükemmel bir eşitlikten ne kadar saptığını ölçmekte ve (0), mükemmel eşitliği temsil ederken, (100) ise mükemmel eşitsizliği ifade etmekte olup çalışmanın örnekleme bağlamında adı geçen girdi değişkeninin aritmetik ortalaması (36,03)’tür (World Bank Group, 2026).

i3: Kişi Başına CO₂ Emisyonu (Ton/Kişi); karbondioksit emisyonları, fosil yakıtların yakılması ve çimento üretimi sonucu ortaya çıkan emisyonlar olup bunlar, katı, sıvı ve gaz yakıtların tüketimi ve gaz yakma sırasında üretilen karbondioksiti içermekte ve bir ülkede bir yıl içerisinde üretilen ton bazındaki karbondioksitin ilgili ülkenin nüfusuna bölünmesiyle elde edilmekte olup çalışmanın örnekleme bağlamında adı geçen girdi değişkeninin aritmetik ortalaması (5,00)’dir (World Bank Group, 2026).

o1:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Ekonomik Bileşen Puanı; bir ekonominin uluslararası ticarete katılım yoluyla büyümeyi teşvik etme ve sürdürme kapasitesini 0-100 arasında değerlendirmekte olup çalışmanın örnekleme bağlamında adı geçen çıktı değişkeninin aritmetik ortalaması (52,33)’tür (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025).

o2:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Sosyal Bileşen Puanı; ticareti uzun vadede sürdürülebilir kılan insani boyutları yakalar ve ekonomilerin büyüme zorunluluklarını, ticaretin toplumun geneline fayda sağlayıp sağlamadığını belirleyen sosyal yapılarla nasıl dengelediğini 0-100 arasında ölçmekte olup çalışmanın örnekleme bağlamında adı geçen çıktı değişkeninin aritmetik ortalaması (47,43)’tür (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025).

o3:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Çevresel Bileşen Puanı; ticarete dayalı büyümeyi çevresel sorumlulukla uzlaştırma konusunda birbirinden çok farklı aşamalarındaki ekonomileri 0-100 arasında yansıtmakta olup çalışmanın örnekleme bağlamında adı geçen çıktı değişkeninin aritmetik ortalaması (62,62)’dir (Hinrich Foundation & IMD World Competitiveness Center, 2025).

4.3. Verilerin Analizi

Analiz çerçevesinde değerlendirilen 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkesi için KVB’lerin girdi değişkenleri üzerindeki kontrol gücü dikkate alınarak Girdi Yönelimli BCC VZA modeli yürütülmüştür.

Başka bir anlatımla KVB’ler için değişken getiri varsayımı çerçevesinde işlemler yürüten ve girdi-çıktı bileşiminin üretim fonksiyonuna daha uygun olan BCC modelinin, girdiler asgariye indirmeyi hedefleyen Girdi Yönelimli versiyonu yürütülerek Saf Teknik Etkinlik Skorları tespit edilmiştir (Avkiran, 2011).

Etkin olmayan KVB’lerin etkin pozisyona gelebilmeleri için Referans Kümeleri tanımlanmış ve verisetindeki ilgili girdi/çıktı değişkeninin gerçek değeri ile VZA’da hesaplanan hedef değeri arasındaki fark olan İyileştirme Seçenekleri (girdilerin azaltılması ve/veya çıktıların artırılması) sunulmuştur.

Yürütülen tüm analizler açık kaynak kodlarıyla çalışan istatistiksel hesaplama ve grafik yazılımı olan R Project platformunda “dear” kütüphanesi aracılığıyla yürütülmüş olup “Model: Basic Radial Model; Orientation: Input; RTS: Variable” fonksiyonları kullanılmıştır. (Coll-Serrano vd., 2018).

5. Bulgular

Analiz neticesinde bulunan Saf Teknik Etkinlik Değerleri Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. Saf Teknik Etkinlik Değerleri

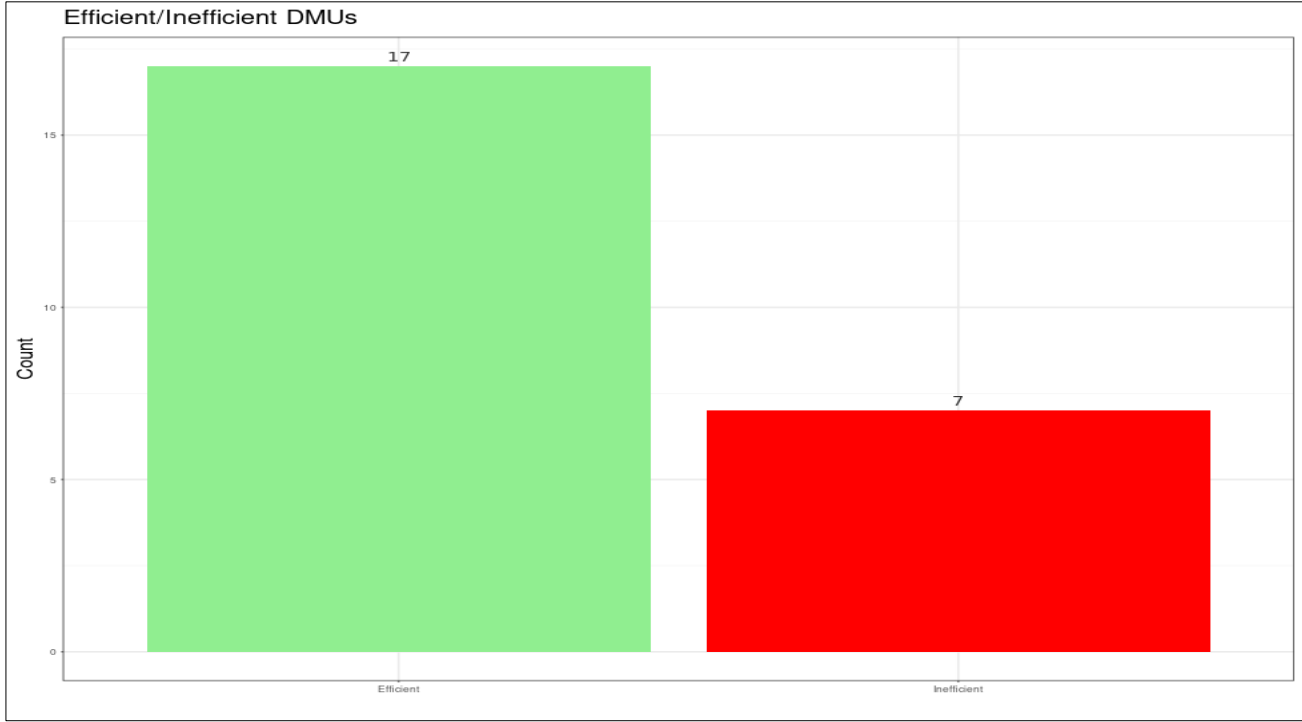
KVB	Saf Teknik Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
Birleşik Krallık	1,000000	Etkin
Avustralya	1,000000	Etkin
Güney Kore	1,000000	Etkin
Japonya	1,000000	Etkin
Kanada	1,000000	Etkin
Amerika Birleşik Devletleri	0,781608	Etkin Değil
Şili	1,000000	Etkin
Malezya	0,883242	Etkin Değil
Filipinler	1,000000	Etkin
Vietnam	1,000000	Etkin
Tayland	1,000000	Etkin
Çin	1,000000	Etkin
Endonezya	1,000000	Etkin
Meksika	0,859112	Etkin Değil
Sri Lanka	1,000000	Etkin
Peru	0,970304	Etkin Değil
Ekvador	0,857469	Etkin Değil
Hindistan	1,000000	Etkin
Laos	1,000000	Etkin
Bangladeş	1,000000	Etkin
Pakistan	1,000000	Etkin
Papua Yeni Gine	0,910714	Etkin Değil
Rusya	0,800713	Etkin Değil
Myanmar	1,000000	Etkin

Tablo 3'e göre aşağıdaki KVB'lerin saf teknik etkinlik değerlerinin 1,000000 olduğu ve göreceli etkinliğe ulaştıkları tespit edilmiştir;

- ✓ Birleşik Krallık
- ✓ Avustralya
- ✓ Güney Kore
- ✓ Japonya
- ✓ Kanada
- ✓ Şili
- ✓ Filipinler
- ✓ Vietnam
- ✓ Tayland
- ✓ Çin
- ✓ Endonezya
- ✓ Sri Lanka
- ✓ Hindistan
- ✓ Laos
- ✓ Bangladeş

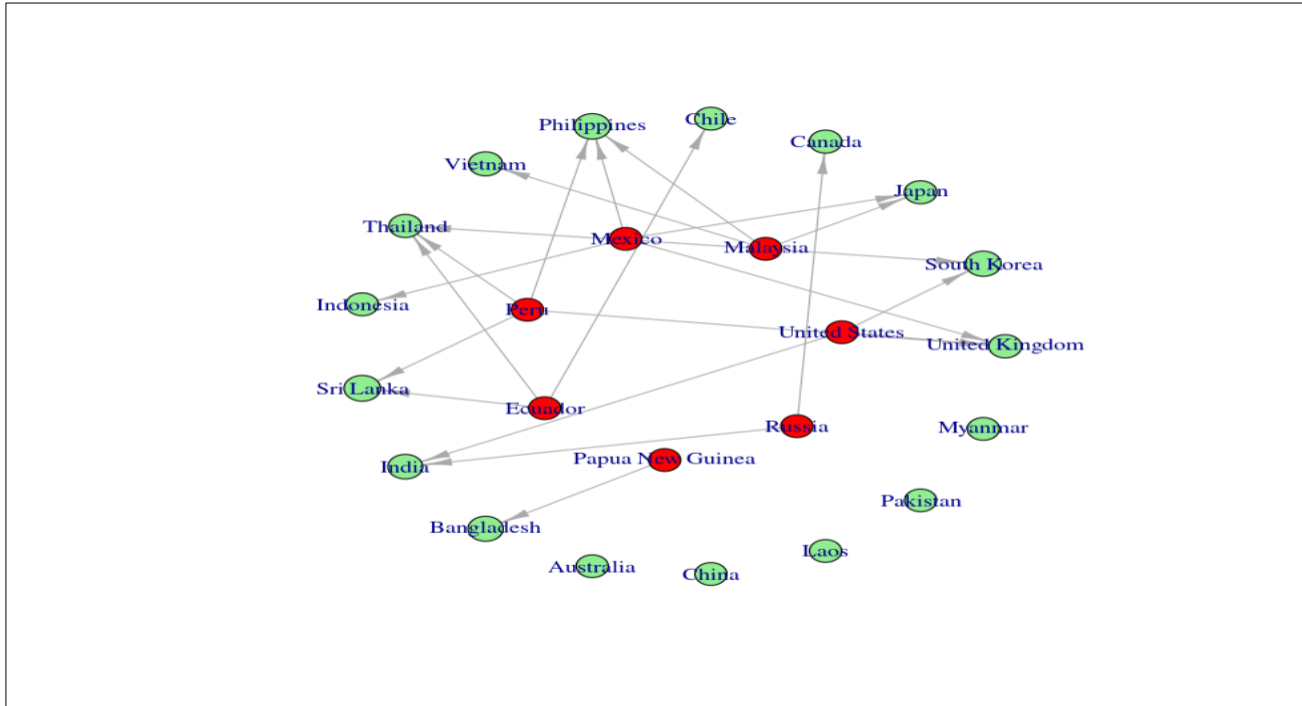
- ✓ Pakistan
- ✓ Myanmar

Parametrik olmayan bir teknik olan Veri Zarflama Analizinde elde edilen etkinlik değerlerinin sağlamlığını belirlemek oldukça zor olduğundan, Duyarlılık Analizi veya Kararlılık Analizi olarak da bilinen Sağlamlık Analizi yapılmalıdır (Agarwal vd., 2014; Özdemir, 2022). Bu çerçevede (Agarwal vd., 2014) tarafından önerilen model, bu çalışmanın verisetine Sağlamlık Analizi için uygulanmış ve etkinlik değerlerinin sağlamlığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Etkin Olan ve Etkin Olmayan KVB Dağılımı

Şekil 1'e bakıldığında, analiz kapsamındaki 24 adet KVB'nin 17 tanesinin "etkin" olarak belirlendiği, ancak 7 tanesinin etkin olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 2. Referans Kümeleri

Şekil 2’de etkin olmayan 7 adet KVB’nin etkin konuma ulaşabilmeleri için tanımlanan Referans Kümeleri yer almaktadır. Yeşil renk ile temsil edilenler referans KVB’leri, kırmızı renk ile temsil edilenler ise “etkin değil” olarak belirlenen KVB’leri ifade etmektedir.

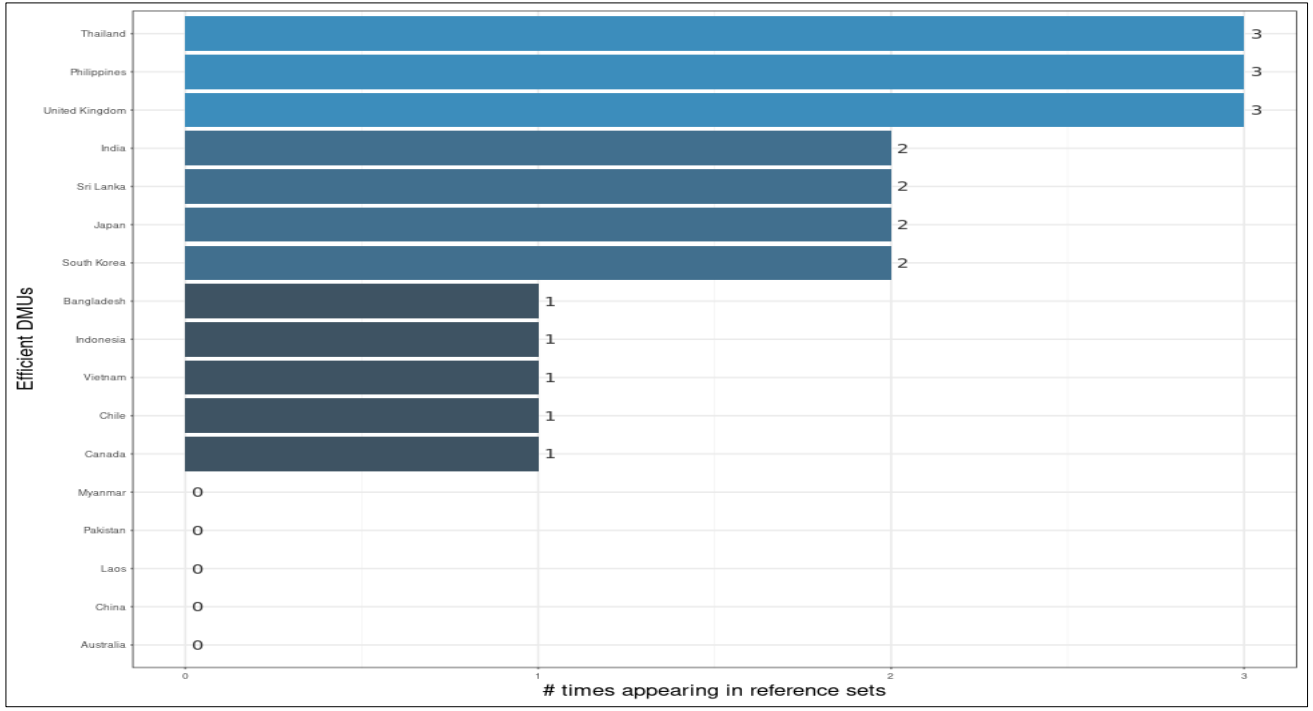
Tablo 4’te etkin olmayan 7 adet KVB’nin etkin konuma ulaşabilmeleri için tanımlanan Referans Kümeleri’ne ilişkin referans ağırlıklarına ilişkin bilgiler sunulmuştur.

Tablo 4. Etkin Olmayan KVB’lerin Referans Kümeleri ve Referans Ağırlıkları

DMU	Bangladeş	Kanada	Şili	Hindistan	Endonezya	Japonya	Filipinler	Güney Kore	Sri Lanka	Tayland	Birleşik Krallık	Vietnam
Amerika Birleşik Devletleri	0,0000	0,0000	0,0000	0,0245	0,0000	0,0000	0,0000	0,8804	0,0000	0,0000	0,0951	0,0000
Malezya	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,1729	0,1793	0,0000	0,0440	0,0000	0,5992
Meksika	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0720	0,1568	0,6967	0,0000	0,0000	0,0000	0,0745	0,0000
Peru	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3319	0,0000	0,5862	0,0028	0,0790	0,0000
Ekvador	0,0000	0,0000	0,0720	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7539	0,1741	0,0000	0,0000
Papua Yeni Gine	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Rusya	0,0000	0,1649	0,0000	0,8351	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

λ vektörü, sanal üreticiyi yaratmak için kullanılan diğer üreticilerin bileşenlerini ifade etmekte olup (Anderson, 2003) Tablo 4’e göre;

- ✓ Amerika Birleşik Devletleri’nin referans kümesi; Hindistan ($\lambda=0,0245$), Güney Kore ($\lambda=0,8804$) ve Birleşik Krallık ($\lambda=0,0951$)’den meydana gelmektedir.
- ✓ Malezya’nın referans kümesi; Japonya ($\lambda=0,0045$), Filipinler ($\lambda=0,1729$), Güney Kore ($\lambda=0,1793$), Tayland ($\lambda=0,0440$) ve Vietnam ($\lambda=0,5992$)’den meydana gelmektedir.
- ✓ Meksika’nın referans kümesi; Endonezya ($\lambda=0,0720$), Japonya ($\lambda=0,1568$), Filipinler ($\lambda=0,6967$) ve Birleşik Krallık ($\lambda=0,0745$)’den meydana gelmektedir.
- ✓ Peru’nun referans kümesi; Filipinler ($\lambda=0,3319$), Sri Lanka ($\lambda=0,5862$), Tayland ($\lambda=0,0028$) ve Birleşik Krallık ($\lambda=0,0790$)’den meydana gelmektedir.
- ✓ Ekvador’un referans kümesi; Şili ($\lambda=0,0720$), Sri Lanka ($\lambda=0,7539$) ve Tayland ($\lambda=0,17$)’den meydana gelmektedir.
- ✓ Papua Yeni Gine’nin referans kümesi; Bangladeş ($\lambda=1,000$)’den meydana gelmektedir.
- ✓ Rusya’nın referans kümesi; Kanada ($\lambda=0,1649$) ve Hindistan ($\lambda=0,8351$)’den meydana gelmektedir.



Şekil 3. Etkin KVB'lerin Referans Kümelerinde Görülme Sayıları

Şekil 3'e bakıldığında “etkin değil” olarak belirlenen 7 adet KVB'nin etkin konuma ulaşabilmeleri için oluşturan referans kümelerinde Tayland, Filipinler ve Birleşik Krallık'ın üçer kez yer aldığı, bununla birlikte Myanmar, Pakistan, Laos, Çin ve Avustralya'nın hiçbir referans kümesinde yer almadığı görülmüştür.

Etkin olmayan 7 adet KVB için İyileştirme Seçenekleri (girdilerin azaltılması ve/veya çıktıların artırılması) Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Etkin Olmayan KVB'ler İçin İyileştirme Seçenekleri

DMU	i1	i2	i3	o1	o2	o3
Amerika Birleşik Devletleri	-47,4931	-9,1288	-2,8391	0,0000	15,7366	1,8325
Malezya	-1,3859	-4,7520	-2,6641	0,0000	0,0000	0,0000
Meksika	-1,9992	-6,1286	-0,4227	24,2334	9,7808	0,0000
Peru	-0,2509	-2,2995	-0,0416	0,0000	0,0000	30,0954
Ekvador	-0,9792	-7,8493	-0,2851	15,7456	0,0000	10,1794
Papua Yeni Gine	-0,4200	-11,0000	-0,0500	11,4400	19,5700	4,6000
Rusya	-3,6821	-6,5765	-7,5210	50,2182	0,0000	40,9982

Tablo 5 incelendiğinde;

- ✓ i1: Kişi Başına Reel GSYİH Büyümesi (%/1000/USD) değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin Amerika Birleşik Devletleri olduğu,
- ✓ i2: Gini Endeksi değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin Papua Yeni Gine olduğu,
- ✓ i3: Kişi Başına CO₂ Emisyonu (Ton/Kişi) değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin Rusya olduğu,
- ✓ o1:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Ekonomik Bileşen Puanı değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin Rusya olduğu,
- ✓ o2:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Sosyal Bileşen Puanı değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin Papua Yeni Gine olduğu,

- ✓ o3:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Çevresel Bileşen Puanı değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin Rusya olduğu, görülmektedir.

6. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkesinin sürdürülebilir ticaret etkinlikleri, etkinlik değerlendirmede yaygın olarak yürütülen analiz tekniklerinden birisi olan VZA aracılığıyla değerlendirilmiştir. Etkinlik değerlendirmesi sırasında VZA modellerinden ölçeğe göre değişken getiri temeline dayanan BCC Modeli ve KVB'lerin girdiler üzerindeki kontrol gücü dikkate alınarak Girdi Yönelimli VZA yürütülerek gerçekleştirilmiştir.

Yürütülen analize göre 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülkenin 17'sinin (*Birleşik Krallık, Avustralya, Güney Kore, Japonya, Kanada, Şili, Filipinler, Vietnam, Tayland, Çin, Endonezya, Sri Lanka, Hindistan, Laos, Bangladeş, Pakistan ve Myanmar*) saf teknik etkinlik skorlarının 1,000000 olduğu ve göreceli etkinliğe ulaştıkları ancak geri kalan 7'sinin (*Amerika Birleşik Devletleri, Malezya, Meksika, Peru, Ekvador, Papua Yeni Gine ve Rusya*) etkin olmadıkları tespit edilmiştir.

Ulaşılan bulgulara göre;

(Banerjee, 2025) tarafından yapılan çalışmada “etkin” olarak bulunan ülkelerden Bangladeş, Güney Kore, Japonya, Çin, Hindistan ve Endonezya, çalışmamızda da “etkin” olarak bulunmakla birlikte, söz konusu çalışmada “etkin değil” olarak tespit edilen Malezya, çalışmamızda da “etkin değil” olarak belirlenmiştir. Buna karşın, adı geçen çalışmada “etkin değil” olarak tespit edilen Tayland, Vietnam ve Filipinler, çalışmamızda “etkin” olarak belirlenmiştir. Bu durumun ilgili ülkelerin Asya-Pasifik Bölgesi içindeki en eski ve en etkili işbirliği mekanizmalarından biri olan Asya-Pasifik Bölgesi Tek Pencere Sistemi (ASW) kapsamında diğer Asya-Pasifik Bölgesi ülkeleriyle e-Phyto'nun sınır ötesi ikili değişimine katılmasının bir yansıması olabileceği düşünülmektedir (Ha & Phuong, 2025).

(Appiah-Twum & Long, 2023) tarafından yapılan çalışmada “etkin değil” olarak bulunan ülkelerden Çin, Pakistan ve Vietnam çalışmamızda da “etkin” olarak tespit edilmiştir. Bu durumun adı geçen çalışmanın 2018 yılı verilerine göre yapılmış olmasına karşın, çalışmamızın bu ülkelerin pandemi gibi olağandışı bir süreci ağır bir biçimde deneyimledikten yaklaşık 5 yıl sonra olan 2025 yılı verilerine dayanmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

Etkin olmayan 7 adet KVB'nin etkin hale gelebilmeleri için oluşturan referans kümelerinde Tayland, Filipinler ve Birleşik Krallık'ın üçer kez yer aldığı, bununla birlikte Myanmar, Pakistan, Laos, Çin ve Avustralya'nın hiçbir referans kümesinde yer almadığı tespit edilmiştir. Tayland'ın (Karsak & Goker, 2019) tarafından yapılan çalışmanın hem CCR-VZA hem de Süper Etkinlik-VZA modellerinde birinci sırada yer alması bulgusu örtüşmektedir.

Etkin olmayan Papua Yeni Gine için oluşturan referans kümesinde Bangladeş'nin ($\lambda=1,0000$) ile tek başına yer alması bu ülkelerin tarımsal uygulamalar, enerji üretimi ve çevre politikaları alanlarında uyum sağlamalarının ve sürdürülebilirliği birlikte ilerletmelerinin bir yansıması olduğu düşünülmektedir (Bilateral Navigator, 2025). Bununla birlikte Bangladeş'in tarafından (Wang vd., 2021) yapılan çalışmada 2005-2019 yılları arasındaki tüm dönemlerde çevresel etkinlik durumunun “etkin” olarak tespit edilmesi bahse konu ülkenin sürdürülebilir ve istikrarlı bir etkinlik durumuna sahip olduğunu biçiminde değerlendirilebilir.

Etkin olmayan Malezya için oluşturan referans kümesinde Vietnam'nın ($\lambda=0,5992$) ile oldukça yüksek bir oranda yer almasına dair bulgu (Manni & Hj. Md. Mansur, 2024) tarafından yapılan çalışmadaki etkinlik sıralamasında Vietnam'ın birinci Malezya'nın ikinci olması bulgusu ile uyumludur

Etkin olmayan 7 adet KVB için hesaplanan girdilerin azaltılması ve/veya çıktıların artırılması şeklindeki iyileştirme seçeneklerine bakıldığında;

i1: Kişi Başına Reel GSYİH Büyümesi (%/1000/USD) değişkeni bakımından en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin (-47.4931) iyileştirme önerisi değeri ile söz konusu girdi değişkenine ait sütunda en büyük mutlak değeri taşıyan Amerika Birleşik Devletleri olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun söz konusu ülkenin Asya-Pasifik Bölgesi ülkeleri içerisinde en yüksek Kişi Başına Reel GSYİH Büyümesi değerine sahip olmasından

kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte söz konusu bulgu (Suzuki & Nijkamp, 2016) tarafından yapılan çalışmadaki iyileştirme önerileriyle de uyumludur.

i2: Gini Endeksi değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin (-11.0000) iyileştirme önerisi değeri ile söz konusu girdi değişkenine ait sütunda en büyük mutlak değeri taşıyan Papua Yeni Gine olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun söz konusu ülkenin analize dahil edilen 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülke içerisinde en yüksek Gini Endeksi'ne sahip ülkelerin arasında yer almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca söz konusu ülkenin (Honma, 2014) tarafından yapılan ekonomik etkinlik analizinde "etkin değil" olarak tespit edilmesi bu durumu destekler niteliktedir.

i3: Kişi Başına CO₂ Emisyonu (Ton/Kişi) değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin (-7,5210) iyileştirme önerisi değeri ile söz konusu girdi değişkenine ait sütunda en büyük mutlak değeri taşıyan Rusya olduğu tespit edilmiştir. Bu durum (Suzuki & Nijkamp, 2016) tarafından yapılan çalışmadaki iyileştirme önerileriyle uyumludur.

o1:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Ekonomik Bileşen Puanı değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin (50,2182) iyileştirme önerisi değeri ile söz konusu girdi değişkenine ait sütunda en büyük mutlak değeri taşıyan Rusya olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun devam etmekte olan Rusya-Ukrayna Savaşı'ndan ötürü söz konusu ülkeye uygulanan bazı ekonomik yaptırımlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

o2:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Sosyal Bileşen Puanı değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin (19,5700) iyileştirme önerisi değeri ile söz konusu girdi değişkenine ait sütunda en büyük mutlak değeri taşıyan Papua Yeni Gine olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun söz konusu ülkenin *i2: Gini Endeksi* değişkeni açısından da en çok iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB olmasıyla bağdaşık ve çift yönlü etkili olduğu değerlendirilmektedir. Bununla birlikte adı geçen ülkenin analize dahil edilen 24 adet Asya-Pasifik Bölgesi ülke içerisinde en düşük *Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Ekonomik Bileşen Puanı* değerine sahip ülkelerden birisi olması ilgili bulguyu desteklemektedir.

o3:Sürdürülebilir Ticaret Endeksi Çevresel Bileşen Puanı değişkeni bakımından en fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyan KVB'nin (40,9982) iyileştirme önerisi değeri ile söz konusu girdi değişkenine ait sütunda en büyük mutlak değeri taşıyan Rusya olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun devam etmekte olan Rusya-Ukrayna Savaşı'ndan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları itibarıyla ülkelerin sürdürülebilirlik ve ticaret alanları ile ilgilenen kurum ve kuruluşlarına daha etkin ve verimli sürdürülebilir ticaret yönetimi faaliyeti icra etmeleri açısından yararlar sağlaması beklenilmektedir. Bu yararların en önemlisinin etkin olmayan Asya-Pasifik Bölgesi ülkelerin kendileri için tanımlanan referans kümelerindeki Asya-Pasifik Bölgesi ülkelerin uygulamalarını ve faaliyetlerini detaylıca araştırıp kıyaslama yaparak ve rol model olarak fiziki veya fiziki olmayan tüm süreçler için kritik bir maliyet unsuru olan öğrenme maliyetine katlanmadan çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla bir bütün halinde ekonomik gelişmenin katalizörü olan sürdürülebilir ticaret yönetimi alanında etkin konuma ulaşabilmesi olanağının olduğu düşünülmektedir.

Son olarak, sürdürülebilir ticaret yönetimi alanında akademik çalışmalar yapacak araştırmacıların başka çıktı ve girdi bileşimleri ile başka Karar Verme Birimi örneklemelerini analiz modeline dahil edecekleri ve Bulanık Veri Zarflama Analizi ile veri setlerini değerlendirecekleri araştırmalar yürüterek tüm ülkeler bakımından çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla bir bütün halinde ekonomik gelişmenin katalizörü olan sürdürülebilir ticaret yönetimi alanına özgün ve nicel perspektifler kazandırmaları önerilmektedir.

Kaynaklar

- Agarwal, S., Yadav, S., & Singh, S. (2014). Sensitivity analysis in data envelopment analysis. *International Journal of Operational Research*, 19, 32-42. <https://doi.org/10.1504/IJOR.2014.058948>
- Anderson, T. (2003). Data Envelopment Analysis. *İçinde Encyclopedia of Information Systems* (ss. 445-454). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227240-4/00030-7>
- Appiah-Twum, F., & Long, X. (2023). Human Capital, Trade Competitiveness and Environmental Efficiency Convergence Across Asia Pacific Countries. *Environmental and Resource Economics*, 85(1), 109-132. <https://doi.org/10.1007/s10640-023-00758-6>
- Avkiran, N. K. (2011). Applications of Data Envelopment Analysis in the Service Sector. *İçinde W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Ed.), Handbook on Data Envelopment Analysis* (C. 164, ss. 403-443). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_15
- Banerjee, A. B. (2025). Economic and Environmental Efficiency Analysis of Asia-Pacific Region Countries: Analysis Based on the DEA Model. *International Journal of Leadership and Management*, 2(1). <https://doi.org/10.65176/IJLM.V2I1.20>
- Biji, E. (2024). Sustainable Trade and the WTO: The Compliance Dilemma. *International Journal of Law and Policy*, 2(11), 1-15. <https://doi.org/10.59022/ijlp.226>
- Bilateral Navigator. (2025). Bangladesh & PNG The Ultimate Resource for Diplomats and Business Leaders. <https://bilateralnavigator.com/Bangladesh-PapuaNewGuinea>
- Chen, N., Sun, Z., Xu, Z., & Xu, J. (2025). A review of international trade impacts on sustainable development. *Marine Development*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s44312-025-00053-6>
- Cima, E., & Esty, D. C. (2024). Making international trade work for sustainable development: Toward a new WTO framework for subsidies. *Journal of International Economic Law*, 27(1), 1-17. <https://doi.org/10.1093/jiel/jgae008>
- Coll-Serrano, V., Benítez, R., & Bolós, V. (2018). Data Envelopment Analysis with deaR [Software]. R package version 1.2.0.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With DEA-Solver and References*. Springer. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Emrouznejad, A., & Cabanda, E. (2014). Managing Service Productivity Using Data Envelopment Analysis. *İçinde A. Emrouznejad & E. Cabanda (Ed.), Managing Service Productivity Using Frontier Efficiency Methodologies and Multicriteria Decision Making for Improving Service Performance*. Springer.
- Enabel. (2026). What is sustainable trade? <https://www.tdc-enabel.be/en/fair-and-sustainable-trade/sustainable-trade/>
- Global Trade Review. (2021). Sustainable trade in Asia: Leapfrogging or stumbling block? Sustainability. <https://www.gtreview.com/magazine/volume-19-issue-2/sustainable-trade-asia-leapfrogging-stumbling-block/>
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90029-7)

- Ha, N. N., & Phuong, D. M. (2025). Trade Facilitation in Asean Through Customs Cooperation—Advancing Towards Sustainable Development Goals 8, 9 and 17. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5(4). <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n04.pe05642>
- Hinrich Foundation, & IMD World Competitiveness Center. (2025). Sustainable Trade Index 2025. Hinrich Foundation / IMD World Competitiveness Center.
- Honma, S. (2014). Environmental and Economic Efficiencies in the Asia-Pacific Region. *Journal of Asia-Pacific Business*, 15(2), 122-135. <https://doi.org/10.1080/10599231.2014.904185>
- Karsak, E. E., & Goker, N. (2019). Common Weight DEA-Based Methodology for Ranking APEC Countries by Considering Sustainable Development Goals Including Decent Work, Income Inequalities, and Gender Equality. 2019 3rd International Conference on Data Science and Business Analytics (ICDSBA), 84-89. <https://doi.org/10.1109/ICDSBA48748.2019.00028>
- Manni, U. H., & Hj. Md. Mansur, K. (2024). Sustainable Energy Transition Challenges in Selected ASEAN Countries: A 4A Framework and Data Envelopment Analysis Perspective. *Malaysian Journal of Sustainable Environment*, 11(1), 1-24. <https://doi.org/10.24191/myse.v11i1.981>
- Monteiro, F., & Tushman, M. L. (2025). Sustainability as a Business-Model Transformation. *Sustainable Business Practices*, (May-June).
- Osman, Y. (2025). Analysis of the Impact of Green Trade on Sustainable Growth in Saudi Arabia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(5), 627-635. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.20513>
- Ozcan, Y. A. (2009). *Quantitative Methods in Health Care Management: Techniques and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ozcan, Y. A. (2014). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation An Assessment using Data Envelopment Analysis (DEA)*. Springer Science+Business Media.
- Özdemir, A. (2022). *Efficiency Evaluation of Operations Strategy Matrix in Healthcare Systems of OECD Countries [Doctoral Thesis]*. Gebze Technical University Institute of Social Sciences.
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis A Tool for Performance Measurement*. Sage Publications India Pvt Ltd.
- Ray, S. C. (2004). *Data Envelopment Analysis Theory and Techniques for Economic and Operations Research*. Cambridge University Press.
- Rubaj, P. (2022). International Trade as a Key Factor for Sustainable Economic Development. *European Research Studies Journal*, XXV(Issue 4), 195-206. <https://doi.org/10.35808/ersj/3075>
- Suzuki, S., & Nijkamp, P. (2016). An evaluation of energy-environment-economic efficiency for EU, APEC and ASEAN countries: Design of a Target-Oriented DFM model with fixed factors in Data Envelopment Analysis. *Energy Policy*, 88, 100-112. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.10.007>
- The Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2021). *Digital and Sustainable Trade Facilitation in the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) 2021 Based on the United Nations Global Survey on Digital and Sustainable Trade Facilitation*.
- Tone, K. (2017). Radial DEA Models. İçinde K. Tone (Ed.), *Advances in DEA Theory and Applications* (ss. 1-10). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118946688.ch1>

- Trade Excellence. (2026). Redesigning Trade for a Sustainable Future. Sustainable Trade. <https://www.tradeexcellence.org/focus/sustainable-trade>
- UN Trade and Development. (2025). The Future of Sustainable Trade—Due Diligence Initiatives, Voluntary Sustainability Standards and Developing Countries. United Nations.
- Wang, C.-N., Nguyen, H.-P., & Chang, C.-W. (2021). Environmental Efficiency Evaluation in the Top Asian Economies: An Application of DEA. *Mathematics*, 9(8), 889. <https://doi.org/10.3390/math9080889>
- World Bank Group. (2026). World Development Indicators (WDI) [Dataset]. <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>
- World Population Review. (2026). Which Countries are APAC Countries? Asia-Pacific Countries (APAC) 2026. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/apac-countries>
- Zhong, T. (2023). Sustainable International Trade: Achieving a Balance between Economic Growth and Environmental Responsibility. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 12(2), 7-10. <https://doi.org/10.54097/fbem.v12i2.14583>
- Zhu, J. (2014). *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06647-9>