

GMM ve TODIM Yöntemlerinin Makroekonomik Değerlendirmelere Entegre Edilmesi: G20 Ülkeleri Üzerine Bir Analiz

(Araştırma Makalesi)

Integrating GMM and TODIM Methods into Macroeconomic Assessments: An Analysis on G20 Countries

Doi: 10.29023/alanyaakademik.1527824

Zekiye ÖRTLEK¹, Abdullah KILIÇARSLAN²

¹ Öğr. Gör. Dr., Aksaray Üniversitesi Eski Meslek Yüksekokulu, zekiyeortlek@aksaray.edu.tr, Orcid No:0000-0003-0547-3782

² Doç. Dr., Aksaray Üniversitesi Eski Meslek Yüksekokulu, abduallah.kilicarslan@aksaray.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-7251-9990

ÖZET

Anahtar Kelimeler:
Temiz Teknolojiler,
Ekonomik Büyüme,
GMM-TODIM Analizi

Makale geliş tarihi:
04.08.2024

Kabul tarihi:
18.11.2024

Bu çalışmada, temiz teknolojilerin ekonomik etkileri iki farklı açıdan incelenmektedir. Sistem GMM analizi, temiz teknolojinin GSYH üzerindeki doğrudan etkisini ölçerken, TODIM analizi daha geniş bir makroekonomik performans değerlendirmesi sunmaktadır. Bu ikili yaklaşım, konuyu hem spesifik (GSYH odaklı) hem de genel (makroekonomik performans) açıdan ele alarak, temiz teknolojilerin ekonomik etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Temiz teknolojilerin yaygınlaşması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artması, yüksek teknoloji ürünlerin ihracı ve ticari açıklığın artması ekonomik büyüme bağlamında GSYH'nin artışına katkı sağlamaktadır. Nüfus yoğunluğu ve sanayi katma değeri ise büyümenin verimliliğinde etkin rol oynayan kritik faktörler arasında yer almaktadır. Çalışmanın bulguları, temiz teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılmasıyla fosil yakıt tüketiminin azaldığını ve enerji maliyetlerinin minimize edildiğini göstermektedir. Daha düşük enerji maliyetleri ile üretim maliyetlerinin azalması, ekonomik verimliliğin artmasına ve dolayısıyla GSYH'nin genel durumu ve büyüme potansiyelinin iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Sistem Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) kullanılarak yapılan analizler neticesinde, temiz teknolojilerin GSYH üzerinde anlamlı ve önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Normalize Edilmiş Maksimum Değerler (NMD) tabanlı TODIM yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirmeler, temiz teknolojilerin ekonomik performans üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir. Bu sonuçlar, temiz teknolojilerin ekonomik büyüme ile arasındaki dengeli sağlama potansiyeline işaret etmektedir.

ABSTRACT

Keywords:
Clean Technologies,
Economic Growth,
GMM-TODIM Analysis

In this study, the economic impacts of clean technologies are examined from two different perspectives. While System GMM analysis measures the direct impact of clean technology on GDP, TODIM analysis provides a broader macroeconomic performance assessment. This dual approach aims to comprehensively assess the economic impacts of clean technologies by addressing the issue from both specific (GDP-oriented) and general (macroeconomic performance) perspectives. The diffusion of clean technologies, increased investments in renewable energy sources, exports of high-tech products and increased trade openness contribute to the increase in GDP in the context of economic growth. Population density and industrial value added are among the critical factors that play an effective role in the efficiency of growth. The findings of the study show that the widespread use of clean technologies reduces fossil fuel consumption and minimizes energy costs. Lower energy costs and reduced production costs contribute to increased economic efficiency, which in turn improves the overall GDP situation and growth potential. The system analysis using the Generalized Method of Moments (GMM) reveals that clean technologies have significant and important effects on GDP. Moreover, evaluations using the Normalized Maximum Values (NMV) based TODIM method, a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method, support the positive effects of clean technologies on economic performance. These results point to the potential of clean technologies to balance economic growth.

1. GİRİŞ

Ekonomi, çevre ve teknoloji gibi alanlarda ülkelerin potansiyel dinamiklerini ortaya çıkarıcı ve rekabetçiliklerini artırıcı nitelikte itici bir güç fonksiyonuna sahip olan makroekonomik performans ve performansın ölçülmesi, Covid-19 süreci ile daha anlamlı bir hale gelmiştir. Covid-19 pandemisi, Çin ve Amerika başta olmak üzere küresel makroekonomik performansı derinden etkileyerek, sağlık, gıda, sanayi vb. alanlarda önemli aksaklıkları ortaya çıkarmıştır (Sun vd., 2024). Pandemi etkisiyle ortaya çıkan şoklar, tedarik zincirlerinde kesintilere ve sanayi üretiminde düşüşe neden olurken, aynı zamanda sürdürülebilirliğin ve çevre dostu çözümlerin önemini ortaya çıkarmıştır (Atella & Scandizzo, 2024). Pandemi süreci sonrası ekonomik toparlanma yolunda gelişim sergileyen ülkeler, temiz teknolojilere yatırım yaparak üretim kapasitelerini artırmak için yapısal reformlara önem vermeye başlamışlardır (Tănasie vd., 2022; Tian vd., 2022). Pandemi, ekonomilerdeki yapısal sorunları açığa çıkardığı gibi ülkeler açısından temiz teknoloji ve sürdürülebilir gelişim için bir ivme kazandırma fırsatını da beraberinde getirmiştir (Giannetti vd., 2023).

İnsanın temel yaşam fonksiyonlarını sürdürülebilir bir ekosistemde muhafaza ederek gelecek nesillere sağlıklı ve temiz bir çevre bırakabilmesi noktasında ülkelere önemli sorumluluklar düşmektedir. Optimal maliyetlerle çevrenin muhafaza edilerek ekonomik kalkınma ve gelişmenin sağlanmasında temel faktör olarak ekonominin yeri önemlidir (Polasky vd., 2019). Küresel ölçekte başarılı ülkeler, yapısal özellikleri kapsamında, çevresel ve sosyal faktörleri göz ardı etmeden ekonomik gelişimlerini sürdürmektedirler. Temiz enerjiler ve sürdürülebilir politikalar, ülkelerin GSYH'sini artıracak yeni iş alanları ve yöntemler ortaya çıkarmaktadır.

GSYH üzerinde ekonomik performans aracılığıyla çok yönlü etkilere sahip olan temiz teknolojiler, aynı zamanda ekonomik büyüme ile çevrenin korunmasını dengeleyerek sürdürülebilir kalkınmada kilit bir rol oynamaktadır (Aneja vd., 2024). Sürdürülebilir bir ekosistemde, ülkelerin temiz enerji kaynaklarını dolayısıyla yeşil teknolojileri desteklemeleri, bir yandan ülkelerin ekonomik performanslarında önemli gelişmeler sağlarken; diğer yandan ülkelerin ekolojik ayak izlerini minimize etmede önemli bir yer tutmaktadır (Eufrazio Espinosa ve Lenny Koh, 2024; Li vd., 2021; Liu vd., 2023). Ekonomik büyüklük açısından bakıldığında dünyanın sayılı uluslararası platformlarından biri olarak bilinen G-20'ye üye ülkelerin gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakma noktasında üstlendikleri roller önemlidir. Temiz teknolojilerin desteklenmesi ve kullanılması yoluyla, ekonomik büyüme ile çevresel korumanın bir arada sağlanması G20'ye üye ülkelerin sürdürülebilir kalkınma vizyonunun merkezinde yer almaktadır (Hussain vd., 2022; Mikulčić vd., 2022).

Temiz teknolojilerin GSYH üzerindeki etkisini, G-20 ülkeleri özelinde, ekonomik performans bağlamında, panel veri yöntemlerinden Sistem GMM yöntemiyle ampirik olarak incelemek ve NMD tabanlı TODIM yöntemiyle performans sıralamalarını ortaya koymak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma noktasında bu ülke grubunun üstlendiği rolün daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. G-20 üyesi ülkeler özelinde farklı ekonomik göstergelerin (GSYH, sanayi katma değeri, ticari açıklık vb.) ağırlıklandırılarak bir bütün olarak değerlendirilmesi, G-20 ülkeleri açısından ekonomik karar verme sürecini daha anlaşılır hale getirecektir.

Bu çalışmada, temiz teknolojilerin GSYH üzerindeki etkileri ampirik olarak incelenmiştir. Öncelikle Sistem GMM yöntemi kullanılarak analizler yapılmış olup ardından ÇKKV yöntemlerinden NMD yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmış, TODIM yöntemiyle de alternatiflerin performans sıralamaları tespit edilmiştir.

Makro değişkenlerin çok yönlü doğası, politika yapıcılar ve karar alıcılar açısından değişkenlerin bütünlük bir gösterge üzerinden bütünsel bir perspektifle değerlendirilmesi ihtiyacı, ülkelerin ekonomik göstergelerinin karmaşıklık ve çeşitliliğinin karşılanarak makro performanslarının sağlıklı bir çerçevede, rasyonel olarak mukayeseli analizi kapsamında (Chattopadhyay ve Bose, 2015; Das vd., 2022; Kazak vd., 2024; Gökgöz ve Yalçın, 2021), bu çalışmada, literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak (Haider vd., 2018; Nzuza ve Msomi, 2023), Sistem GMM yöntemiyle birlikte NMD tabanlı TODIM yöntemi kullanılmış olup, bu iki metodun aynı çalışma kapsamında ürettiği sonuçların bütünsel değerlendirilmesinin (Vatansever & Kazançoğlu, 2014) literatüre ilgili alanda yeni bir perspektif kazandıracığı düşünülmektedir.

Çalışma, 5 bölüm şeklinde tasarlanmıştır. Giriş kısmının akabinde ikinci bölümde, literatür taraması yapılmaktadır. Temiz teknolojiler ile GSYH ilişkisini esas alan çalışmalardan bir kısmı ile ülkelerin makro performanslarını ÇKKV yöntemleriyle ele alan bazı çalışmalara bu bölümde yer verilmiştir. Üçüncü bölüm, çalışmanın yöntem ve verilerini içermektedir. Dördüncü bölümde, bulgular yer almaktadır. Beşinci bölümde ise, bulgular bir araya getirilerek değerlendirilmektedir.

2. LİTERATÜR

Bu bölümde, temiz teknolojiler ile GSYH arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar ile Sistem GMM ve ÇKKV yöntemleriyle makro performansa yönelik çalışmalar özetlenmektedir. Tablo 1'de, literatürde temiz teknolojiler ve GSYH arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalardan bir kısmına yer verilmiştir.

Tablo 1. Temiz Teknolojilerin GSYH ile İlişkisi

Yazar(lar)	Örneklem Grubu	Zaman Aralığı	Yöntem(ler)	Araştırma Sonuçları
Smulders vd. (2011)	ABD, İngiltere, Almanya ve İsviçre	1960-2003 1970-2000 1980-2000	Teorik model	Genel amaçlı teknolojilerin kademeli olarak benimsenmesi, zaman içinde EKC hipoteziyle tutarlı olmaktadır.
Zhang (2014)	214 ülke	1961-2011	Panel veri	Enerji tüketimindeki artış GSYH büyümesini azaltmakta olup alternatif enerjinin geliştirilmesi, ülkenin geleceği için uzun vadeli bir yatırım olarak görülebilir.
Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2016)	Gana	1971-2013	ARDL, VECM, Granger nedensellik testi,	GSYH'de gelecekteki şokların %20'si enerji kullanımındaki, %6'sı CO ₂ emisyonlarındaki ve %4'ü nüfustaki dalgalanmalardan kaynaklanmaktadır.
Bakırtaş ve Çetin (2016)		1992-2010	Panel veri	Uzun dönemde, kişi başına düşen reel GSYH ile kişi başına düşen yenilenebilir enerji kullanımı artış göstermektedir.
Doğan ve Öztürk (2017)	ABD	1980-2014	ARDL	Temiz enerji kaynaklarına yönelim arttıkça, çevre üzerindeki olumsuz etkiler azalıyor; fosil enerji kaynak tüketimindeki artışlar CO ₂ emisyonlarını artırıyor. Reel gelir ve ikinci dereceden gelir üzerindeki katsayıların işaretleri sırasıyla negatif ve pozitif olduğundan EKC hipotezi geçerli değildir.
Doğan ve Aslan (2017)	AB ülkeleri	1995-2011	Panel veri, Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi CO ₂ emisyonunu artırırken; reel gelir ve turizm, CO ₂ emisyonlarını azaltmaktadır.
Vasylieva vd.(2019)	AB ülkeleri ve Ukrayna	2000-2016	Panel veri	Kişi başına düşen GSYH'deki artış daha temiz ve etkili üretim teknolojilerinin kullanımını hızlandıracaktır.
Shaheen vd. (2022)	Çin	2000Q1-2020Q4	Zaman serisi, RLS tahmincisi, Granger nedensellik testi, IRF ve VDA tekniği	Yeşil enerjiler sera gazı emisyonlarını azaltırken; ekonomik büyüme ve nüfus yoğunluğu, sera gazı emisyonlarını artırmaktadır.
Hussain vd. (2022)	20 yüksek gelirli ülke	2000-2020	Panel veri, CS-ARDL testi, CIPS ve CADF birim kök testi	GSYH uzun ve kısa dönemde yeşil büyümeyi ve temiz teknolojileri artırırken; GSYH'nin karesi, doğal kaynakların aşırı kullanımı nedeniyle yeşil büyümeyi ve temiz teknolojileri olumsuz etkilemektedir.
Kazanasmaz vd. (2023)	Türkiye	1967-2017	Vektör hata düzeltme modeli, Granger nedensellik ve Johansen eşbütünleşme testleri	Uzun dönemde, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü ilişkiler mevcuttur.
Balcılar vd. (2023)		1971-2019	Panel eşbütünleşme	Gelirde meydana gelen artış CO ₂ emisyonlarında artışa yol açmaktadır.
Pata vd. (2023)	ABD	1974-2018	ARDL	Ekonomik büyüme çevre kalitesini kötüleştirmekte ve temiz enerji teknolojileri kısa vadede çevre kalitesini artırırken; uzun vadede temiz enerji teknolojileri ile çevre kalitesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.
Akad ve Kaya (2023)	AB ülkesi	1990-2018	Mekansal panel veri	Kişi başına düşen gelir arttıkça, enerji tüketimi de artış göstermekte olup, enerji tüketimi ile kişi başına düşen gelir arasında pozitif yönlü ilişki söz konusudur.
Aneja vd. (2024)	G-20	1992-2018	CS-ARDL	Temiz enerji kaynaklarının çevresel kaliteyi önemli ölçüde teşvik edebileceğini ve ekonomik büyümeyi teşvik edebileceğini desteklemektedir.

Erdoğan ve Aydınbaş (2023)	Seçilmiş ülkeler	2007-2019	Sabit etkili panel regresyon modeli	GSYH arttıkça, CO ₂ emisyonları da artış göstermekte olup, bu ikili arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ve pozitif ilişkiler mevcutken; CO ₂ emisyonunun yenilenebilir enerji ile negatif yönlü ilişkisi söz konusudur. Yenilenebilir enerji kullanımı arttıkça, CO ₂ emisyonu azalmaktadır.
----------------------------	------------------	-----------	-------------------------------------	---

Tablo 1’de özet olarak yer alan çalışmalarda, temiz teknolojilerin GSYH üzerindeki etkileri farklı yöntemlerle ve çeşitli ülke örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir. Dolayısıyla literatürde temiz teknolojiler ve GSYH arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, örneklem grubu, zaman boyutu, kullanılan yöntemler ve bulgular açısından sınıflandırılabilir. Örneklem grubu bağlamında; Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2016), Shaheen vd. (2022), Kazanas vd. (2023) ve Pata vd. (2023) çalışmasında tek ülkeli; Smulders vd. (2011), Zhang (2014), Doğan ve Aslan (2017), Vasylieva vd. (2019), Hussain vd. (2022), Aneja vd. (2023) ve Erdoğan ve Aydınbaş (2023) gibi çalışmalar ise çok ülkeli örneklem grubu çerçevesinde analiz etmişlerdir. Çalışmalarda kullanılan yöntemler incelendiğinde; Smulders vd. (2011), teorik model; Zhang (2014), Doğan ve Aslan (2017), Vasylieva vd. (2019), Hussain vd. (2022) panel veri; Shaheen vd. (2022) zaman serisi; Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2016), Doğan ve Öztürk (2017) ve Pata vd. (2023) ARDL; Hussain vd. (2022) ve Aneja vd. (2023) CS-ARDL; Erdoğan ve Aydınbaş (2023) sabit etkili panel regresyon modeli ile araştırmalarını analiz etmişlerdir. Bulgular doğrultusunda; temiz teknolojilerin GSYH ile ilişkisine yönelik bulgular olumlu, olumsuz ya da belirsiz etkiler çerçevesinde gruplandırılmıştır. Bu kapsamda, Zhang (2014), Smulders vd. (2011), Vasylieva vd. (2019), Aneja vd. (2023) temiz teknolojilerin GSYH’yi artırdığı sonucuna ulaşmışlar; Hussain vd. (2022) temiz teknolojilerin GSYH’yi azalttığı; Doğan ve Öztürk (2017)’ün çalışmasında temiz teknolojilerin GSYH üzerindeki etkisi belirsizdir.

Temiz teknolojiler, enerji verimliliğini artırmayı, doğal kaynakların verimli kullanımını ve atık yönetimini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla temiz teknolojiler genellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına, yeşil bina teknolojilerine, geri dönüşüm ve su arıtma sistemlerine sürdürülebilir ulaşım çözümlerine odaklanmaktadır.

Literatürde, çeşitli uluslararası platformlarda (G-7, G-20, MENA vb.) yer alan ülkeler dikkate alınarak işsizlik, enflasyon, büyüme ve ekonomik özgürlük gibi çeşitli makro değişkenler üzerinden ÇKKV yöntemleriyle performans analizlerinin gerçekleştirildiği geniş yelpazede çalışmalar bulunmaktadır (Buluş, 2022; Karahan vd., 2021; Karakiş ve Göktoğra, 2016; Oussama vd., 2024; Topcu ve Oralhan, 2019; Yapa vd., 2022). NMD tabanlı TODIM yöntemiyle bilindiği kadarıyla literatürde ülkelerin makro performansının değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda NMD ve TODIM yöntemiyle yapılmış bazı çalışmalara Tablo 2’de yer verilmiştir.

Tablo 2. NMD ve TODIM Yöntemi Kullanan Çalışmalar

Yazar(lar)	Yıl	Yöntem(ler)	Araştırma Sonuçları
Bağcı ve Sarıay	(2021)	NMD tabanlı MOORA yöntemi	Halka açıklık oranı yüksekliğinin şirketlerin performansında pozitif rol oynadığı tespiti yapılmış, halka açıklık piyasa değerinin normal piyasa değerine kıyasla önemli olduğu vurgulanmıştır.
Wu vd.	(2022)	Veri Zarflama Analizi (VZA) ile entegre TODIM	Entegre yaklaşımın, sağlık yönetim merkezi alanlarını etkili bir şekilde seçtiği ve mevcut yöntemlere kıyasla güvenilir sonuçlar sağladığı tespiti yapılmıştır.
Liu vd.	(2022)	Aralıklı Tip-2 Bulanık Kümeler ve Psikolojik Faktörler ile genişletilmiş Çok Kriterli Grup Karar Verme Yöntemi	Yöntemin, COVID-19 pandemisi sırasında acil tıbbi tedarikçi seçiminde uygulanabilirliği ortaya konulmuştur.
Kılıçarslan ve Özmen	(2023)	NMD tabanlı Topsis, Aras ve Bulut Endeksi kapsamlı Copeland Yöntemi	İstanbul ve Kocaeli büyükşehir belediyelerinin performansları yıl bazlı olarak tespit edilmiştir.
Mao vd.	(2023)	Olasılıksal Dil Terim Kümeleri (PLTSs) ile Çok Kriterli Grup Karar Verme	Yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesinde psikolojik faktörlerin önemini vurgulanmıştır.
Zhao ve Du	(2023)	Olasılıksal Tereddütlü Bulanık Kümeler ile geliştirilmiş TODIM-TOPSIS yöntemi	Üniversite öğrencilerinin istihdam eğitiminin kalitesini değerlendirmek için yeni bir yaklaşım sunulmuştur.
Sun vd.	(2023)	Exp-TODIM yöntemi	Karbon depolama sahası seçimi için uzman değerlendirme bilgilerini etkin bir şekilde ortaya koyan bir karar modeli geliştirilmiştir.
Wang vd.	(2023)	VIKOR yöntemine dayalı TODIM	Yeşil tedarik zinciri yönetimi için Tip-2 nötrosofik sayıları kullanan bir karar verme yaklaşımı önerilmiştir.
Song vd.	(2023)	Olasılıksal Çift Tereddütlü Bulanık Kümeler ile geliştirilmiş TODIM	Arktik jeopolitiğinde risk değerlendirmesi için psikolojik faktörleri içeren etkileşimli bir TODIM yöntemi geliştirilmiştir.

Wang vd. (2024)	Simülasyon Tabanlı Optimize Edilmiş Ağırlıklandırma TODIM Karar Verme Yaklaşımı	Ulusal Petrol Şirketleri için çok kriterli bir sıralama süreci uygulanmıştır.
Wang vd. (2024)	CRITIC yöntemi ile birleştirilmiş TODIM	Etkili yatırım projesi seçimi için birleşik bir yöntem geliştirilmiştir.
Kulkarni vd. (2024)	Hibrit polimer nanokompozitlerde malzeme seçimi için TODIM	Enerji hasadı uygulamaları için en iyi malzemeyi seçmek üzere TODIM yaklaşımı uygulanmıştır.

Literatürde yer alan ve özet bir şekilde tabloda verilen bazı çalışmalardan hareketle ilgili ÇKKV yöntemlerinin performans değerlemede, seçim problemlerinde, finansal değerlendirmelerde, lojistik ve risk analizlerinde kullanıldığı söylenebilir.

3. VERİLER VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Verileri

Analizlerde kullanılan değişkenlere yönelik temel bilgilere Tablo 3'te yer verilmiştir.

Tablo 3. Analizlerde Kullanılan Değişkenlere Yönelik Temel Bilgiler

Değişken (Kriter)	Açıklamalar	Kod	Yön	Periyod	Kaynak
Gayri safi yurtiçi hasıla	\$	gdp	Maksimum	2010-2020	Dünya Bankası
Yenilenebilir enerji	Toplam enerji tüketiminin %'si	ye	Maksimum	2010-2020	Dünya Bankası
Patent başvuruları	Patent başvuru sayısı	pbs	Maksimum	2010-2020	Dünya Bankası
Ticari açıklık	GSYH (%)	dt	Maksimum	2010-2020	Dünya Bankası
Yüksek teknoloji ürünlerin ihracı	Üretilen ürünlerin İhracat %'si	yti	Maksimum	2010-2020	Dünya Bankası
Nüfus yoğunluğu	Km ² arazi alanı başına düşen kişi sayısı	nfs	Maksimum	2010-2020	Dünya Bankası
Sanayi katma değeri	GSYH (%)	md	Maksimum	2010-2020	Dünya Bankası

Çalışmada, temiz teknolojiler kriterlerinden yenilenebilir enerji, patent başvuru sayısı, ticari açıklık, yüksek teknoloji ürünlerin ihracı, nüfus yoğunluğu ve sanayi katma değerinin GSYH ile ilişkisi Ek-1'de yer alan ve aynı zamanda NMD tabanlı TODIM yöntemi için karar matrisi olarak kullanılan veriler kapsamında araştırılmaktadır. G-20 ülkelerinde ve Türkiye'de, yenilenebilir enerji, patent başvuru sayısı, ticari açıklık, yüksek teknoloji ürünlerin ihracı, nüfus yoğunluğu ve sanayi katma değerinin GSYH ile ilişkisini belirleyebilmek için bir model oluşturulmuş olup, GSYH üzerindeki etkisi incelenmektedir. Yenilenebilir enerji, patent başvuru sayısı, ticari açıklık, yüksek teknoloji ürünlerin ihracı, nüfus yoğunluğu ve sanayi katma değerinin GSYH göstergeleri, Dünya Bankası'ndan elde edilen verilerle, Stata-17 paket programı üzerinden analiz edilmiş olup, yöntem olarak iki aşamalı Sistem GMM tahmincisi kullanılmıştır. Tablo 4'te, tanıtılan verilere yönelik temel betimleyici istatistikler raporlanmıştır.

Tablo 4. Veri Setine Yönelik Temel Betimleyici İstatistikler

	gdp	ye	pbs	dt	nfs	md	yti
Ortalama	0,000	14,981	133012,9	50,292	115,461	1,964	13,816
Medyan	0,000	11,610	25526,00	49,713	61,807	1,878	14,098
Maksimum	0,000	50,050	1542002,0	88,519	469,659	19,327	32,123
Minimum	0,000	0,010	787,000	22,486	2,867	-12,050	0,543
Standart Hata	0,000	11,274	288620,5	16,794	124,939	4,414	8,057
Çarpıklık	2,154	1,321	3,104	0,387	1,319	0,160	0,360
Basıklık	6,557	4,217	12,942	2,514	3,878	4,841	2,427
Gözlem Sayısı	187	187	187	187	187	187	187

Tablo 5'te, tanıtılan verilere yönelik korelasyon verileri yer almaktadır.

Tablo 5. Korelasyon Verileri

Korelasyon	lgdp	lye	lpbs	ldt	lnfs	lnd	lyti
lngdp	1,0000						
lye	0,179	1,0000					
lpbs	0,654	0,307	1,0000				
ldt	-0,361	-0,290	-0,484	1,0000			
lnfs	0,464	0,300	-0,006	0,006	1,0000		
lnd	0,141	0,097	0,081	-0,089	0,120	1,0000	
lyti	0,441	0,656	0,710	-0,305	0,098	-0,068	1,0000

Üzerinde çalışılan veriler, yıllık bazda araştırılmıştır. Tablo 4 verilerinden panelin dengeli panel olduğu da görülmektedir. Örneğin kişi başına GSYH büyüme oranı 187 gözlemden oluşurken diğer bağımsız değişkenler de aynı gözlem sayısından oluşmaktadır. Panelde yer alan verilerin logaritması alınmamış olup ham verilerin betimleyici istatistikleri gösterilmektedir. Tablo 5'te değişkenler arasındaki ikili korelasyonlar rapor halinde sunulmaktadır. İkili korelasyon değerleri ise çoklu doğrusal bağlantı sorununun olup olmadığını gösterilmesi açısından önem arz etmektedir.

Tablo 6'da bağımlı değişken, GSYH olup çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerin VIF değerleri tablolaştırılmaktadır.

Tablo 6. Çoklu Doğrusal Bağlantı

Değişken	VIF	1/VIF
lyti	4,12	0,242
lpbs	2,99	0,334
lye	2,43	0,411
ldt	1,43	0,698
lnfs	1,14	0,880
lnd	1,12	0,890
Mean VIF	2,21	

Yenilenebilir enerji (2,43), patent başvuru sayısı (2,99), ticari açıklık (1,43), yüksek teknoloji ürünlerin ihracı (4,12), nüfus yoğunluğu (1,14) ve sanayi katma değeri (1,12) ve tüm değişkenlerin VIF değerleri 5'in altında olduğundan dolayı çoklu doğrusal bağlantı sorunu yoktur. Ortalama VIF değeri (2,21) 5'in üzerinde olmadığından çoklu doğrusal bağlantı problemi ile karşılaşılmamaktadır.

Tanımlanan değişkenlerin bulunduğu temel regresyon eşitliği Eşitlik 1'de gösterilmektedir;

$$gdp_{it} = \beta_0 + \beta_1 gdp_{it-1} + \beta_2 yti_{it} + \beta_3 pbs_{it} + \beta_4 ye_{it} + \beta_5 dt_{it} + \beta_6 nfs_{it} + \beta_7 lnd_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de bağımlı değişken GSYH, i ülkeyi, t zamanı, bağımsız değişkenler ise, gdp, GSYH oranını; yti, yüksek teknoloji ürünlerin ihracı; pbs, patent başvuru sayısını; ye, yenilenebilir enerji tüketimini; dt, ticari açıklığı; nfs, nüfus yoğunluğunu; lnd, sanayi katma değerini ve ε rassal hata terimini ifade etmektedir. Bununla birlikte temiz teknolojiler göstergelerinin GSYH ile ilişkisini test etmek için bağımlı ve bağımsız değişkenler logaritmik formda gösterilmektedir. Bu bağlamda, temel modelimiz Eşitlik 2'de aşağıdaki şekilde gösterilmektedir;

$$lgdp_{it} = \beta_0 + \beta_1 lgdp_{it-1} + \beta_2 lyti_{it} + \beta_3 lpbs_{it} + \beta_4 lye_{it} + \beta_5 ldt_{it} + \beta_6 lnfs_{it} + \beta_7 lnd_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Çalışmada yer alan G-20 ülkelerine ait değişken değerleri, aynı zamanda karar matrisleri olup, Ek-1'de yer almaktadır.

3.2. Araştırma Yöntemi

Temiz teknolojilerin GSYH ile olan ilişkisinin analizinde, panel veri analiz tekniklerinden iki aşamalı Sistem GMM yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Yatay kesit birim boyutunun, zaman serisi boyutunun üzerinde çıkması nedeniyle derlenen veri setini de göz önünde bulundurduğumuzda (T=11 ve N=17) Sistem GMM'in analiz için uygun bir yöntem olduğu kanısına varılmaktadır (Yerdelen Tatoglu, 2020).

Politika yapıcılarının tercih ve risk algılarını dikkate alması, alternatifler açısından söz konusu olan içsel çelişkileri ve tutarsızlıkları çözmeye etkin yöntem olması, sıralamalarda diğer ÇKKV yöntemlerine nispeten hassas sonuçlar üretmesi, çoklu karar problemlerinde yüksek hassasiyet ve güvenilirlik sağlaması nedeniyle TODIM yöntemi, kriterlerin önem sıralaması ve ağırlıklarının tespitinin karmaşık olduğu durumlarda kriterlerin doğru ve rasyonel ağırlıklandırılmasına imkan sunması ve kullanımının kolay olması nedenleriyle NMD yöntemi tercih edilmiştir (Divsalar vd., 2022; Kılıçarslan, 2023; Lei vd., 2023; Rosli ve Yusoff, 2023; Sethi ve Kumar, 2023).

3.2.1. Sistem GMM yöntemi

Sistem GMM yöntemi, içsel değişkenli modellerdeki parametrelerin tahmininde kullanılan etkin bir yöntem olarak çeşitli alanlarda içsellik sorunları söz konusu olduğunda kullanılan panel veri analiz tekniklerindedir (Ying vd., 2024; Zhou vd., 2023). Yöntem, panel veri bağlamında gözlemlenemeyen heterojenlik, ölçüm hataları ve eşzamanlılık yanlılıklarını ele almada başarılı olup ekonomik politika analizinden mühendislik uygulamalarına kadar çeşitli alanlarda çok yönlü ve güçlü bir enstrüman olarak karmaşık modellerde sağlam ve güvenilir parametre tahmini sağlamaktadır (Ekojono vd., 2024; Setyadi vd., 2023).

Arellano ve Bond tahmincisi, birim etkiye yönelik varyansın hatanın varyansından oldukça yüksek olduğu durumda zayıf etki yaratmaktadır. Aynı zamanda, T küçükken veya dengesiz panel verilerle çalışıldığı zaman birinci fark dönüşümü yine zayıf kalmaktadır. Bu sebeple ileri ortogonal sapmalar veya ortogonal sapmalar, birinci fark dönüşümü yerine önerilen farklı bir dönüşüm yöntemi olarak tercih edilmektedir (Yerdelen Tatoglu, 2020).

Arellano ve Bover (1995), dinamik panel veri modellerine yönelik etkin araç tahmincisi olarak ortogonal sapmalar yöntemini önermektedir. Bu yöntem ile bir değişkenin mümkün olan tüm gelecek değerlerinin ortalamasının farkı alınarak elde edilmektedir.

3.2.2. NMD yöntemi

Çalışma kriterlerinin önem sırası ve ağırlıklarına yönelik belirsizliğin olduğu koşullarda kullanım kolaylığıyla diğer ağırlıklandırma yöntemlerinden farklılaşan yöntem, Bulut (2017, 2022) tarafından geliştirilmiştir (Bağcı ve Sarıay, 2021). Yöntemin uygulama aşamaları Tablo 7’de yer almaktadır (Bulut, 2022; Kılıçarslan & Özmen, 2023):

Tablo 7. NMD Yöntemi Uygulama Aşamaları

Aşama	Denklem
Karar matrisinin hazırlanması	$X_{ij} = \begin{Bmatrix} X_{1,1} & X_{1,2} & X_{1,3} & X_{1,c} \\ X_{2,1} & X_{2,2} & X_{2,3} & X_{2,c} \\ X_{3,1} & X_{3,2} & X_{3,3} & X_{3,c} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{r,1} & X_{r,2} & X_{r,3} & X_{r,c} \end{Bmatrix} \quad (1)$
Oran matrisinin oluşturulması	$T = \sum_{j=1}^c X_{ij} \quad t = \{c_1, c_2 \dots c_c\}$ $R_{ij} = \begin{Bmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & r_{1,c} \\ r_{2,1} & r_{2,2} & r_{2,c} \\ r_{r,1} & r_{r,2} & r_{r,c} \end{Bmatrix} \quad (2)$
Normalize edilmiş değerlerin hesaplanması	$max = \{max_1, \dots max_c\}$ $A = \frac{\sum_{j=1}^c r_{ij}}{r} \quad S = \frac{r_{ij} - a_i}{\sqrt{\sum (r_{ij} - a_i)^2}} \quad N = \frac{max_i - a_i}{s_i} \quad (3)$
Kriterlerin ağırlıklı değerlerinin belirlenmesi	$W = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^c n_i} \quad (4)$

Not: X_{ij}: karar matrisi, T: kriter alt toplam küme değeri, R_{ij}: oran matrisi, A: kritere ait değerlerin ortalaması, S: standart sapma, N: her bir kriterin standartlaştırılmış değeri, w: kriter ağırlık değeri

3.2.3. TODİM yöntemi

Beklenti teorisi temelli karmaşık karar süreçleri kapsamında geliştirilen ve Portekizce “Etkileşimli ve Çok Kriterli Karar Alma” kavramının kısaltması olarak kullanılan TODİM yöntemi, uzmanların psikolojik davranışlarını etkili bir şekilde modelleyen, karar vericilerin sınırlı rasyonelliğini ve karar sonuçlarını önemli ölçüde etkileyen risk tutumlarını dikkate alan objektif bir karar verme yöntemi olarak aynı zamanda da mantık dışı sonuçlar üretebilme ve sıralamanın ters çevrilmesi problemlerine de kapı aralayabilmektedir (Rosli ve Yusoff, 2023). Yöntem, karar vericilerin öznel tercihlerini ve psikolojik davranışlarını da dikkate alması yönüyle reel hayat özelindeki gerçekçi ve uygulanabilir senaryolara uyumu noktasında diğer yöntemlerden farklılaşmaktadır (Wang vd., 2023; Zhang vd., 2023). Yöntemin uygulama aşamaları Tablo 8’de yer aldığı şekildedir (Keskin, 2024; Liao vd., 2022; Uysal ve Tosun, 2014):

Tablo 8. TODİM Yöntemi Uygulama Aşamaları

Aşama	Denklem
Karar matrisinin hazırlanması	$X = [x_{ic}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}, (i = 1, 2, \dots, n; c = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$

$$\text{Standardize karar matrisinin oluşturulması ve normalleştirilmesi} \quad p_{ij} = \frac{x_{ic}}{\sum_{i=1}^n x_{ic}}, \text{ Fayda} \quad p_{ij} = \frac{1/x_{ic}}{\sum_{i=1}^n 1/x_{ic}}, \text{ Maliyet} \quad (6)$$

$$\text{Kriterlerin ağırlıklandırılarak referans kriterinin hesaplanması} \quad w_{cr} = \frac{w_c}{w_r} \quad (7)$$

$$\text{Baskınlık puanlarının hesaplanması} \quad \delta(A_i, A_j) = \sum_{c=1}^n \varphi_c(A_i, A_j) \quad \forall (i, j)$$

$$\varphi_c(A_i, A_j) = \begin{cases} \sqrt{\frac{w_{cr}(P_{ic}-P_{jc})}{\sum_{c=1}^m w_{cr}}} & \text{if, } P_{ic} - P_{jc} > 0 \\ 0 & \text{if, } P_{ic} - P_{jc} = 0 \\ -1/\theta \sqrt{\frac{(\sum_{c=1}^m w_{cr})x(P_{ic} - P_{jc})}{w_{cr}}} & \text{if, } P_{ic} - P_{jc} < 0 \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{Kısmi baskınlık puanının normalize edilmesi ve alternatiflerin genel baskınlık puanının hesaplanarak en yüksek puana göre sıralanması} \quad \zeta_i = \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) - \min \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) / \max \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) - \min \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) \quad (9)$$

Kriter (m), alternatif (n), kriter ağırlığı (w_c), referans kriteri (w_r), i. alternatifin j. kriter altındaki normalize edilmiş performans değeri (P_{ij}) baskınlık puanı (δ), kayıptan kaçınma katsayısı (θ), genel baskınlık skoru (ζ_i), θ değeri 1 olarak dikkate alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sistem GMM Yöntemi Ampirik Bulguları

Temiz teknolojiler göstergelerinin GSYH oranı ile ilişkisine yönelik analiz için derlenen veri seti 17 ülke ve 11 yılı kapsamaktadır. Bu sebeple panel veri analizi teknikleri uygulanacaktır. Bu panel veri analizi içerisinde dinamik panel veri yöntemi, küçük T ve büyük N tipi veri seti ile analizler gerçekleştirildiği için iki aşamalı Sistem GMM yöntemi kullanılmıştır. Tablo 9'da bağımlı değişken GSYH oranı olup Sistem GMM tahmin sonuçları verilmektedir. Tablo 9'da yer alan verilere göre; Gecikmeli bağımlı değişken, GSYH oranı (gdp) değişkeni (0.000), bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı (%1 anlamlılık düzeyinde) ve işareti de pozitifdir. Bununla birlikte, patent başvuru sayısı (pbs) (0.017), yenilenebilir enerji (ye) (0.002), ticari açıklık (dt) (0.008), nüfus yoğunluğu (nfs) (0.023), sanayi katma değeri (ind) (0.000) bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı ve pozitifken; yüksek teknoloji ürünlerin ihracı (yti) (0.036) negatif ve anlamlıdır.

Tablo 9. Sistem GMM Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: GSYH Oranı (log)	Katsayı	Standart Hata	z	P>z
GSYH T-1 (Log)	0,957	0,017	55,91	0,000
Yüksek Teknolojili Ürünlerin İhracı (Log)	-0,030	0,014	-2,09	0,036
Patent Başvuru Sayısı (Log)	0,046	0,019	2,38	0,017
Yenilenebilir Enerji Tüketimi (Log)	0,011	0,003	3,05	0,002
Ticari Açıklık	0,210	0,079	2,66	0,008
Nüfus Yoğunluğu	0,017	0,007	2,28	0,023
Sanayi Katma Değeri	0,012	0,003	3,93	0,000
Sistem GMM Tahmin Sonuçları				
Gözlem sayısı	119			
Birinci Farklarda AR(1) Süreci için Arellano–Bond testi	-2,62 [0,009]			
Birinci Farklarda AR(2) Süreci için Arellano–Bond testi	0,03 [0,978]			
Aşırı Belirlenim Kısıtlamaları için Sargan Testi	14,74 [0,098]			

Not: *, ** ile *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerinde istatistikî yönden anlamlılığı göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler olasılık değerlerini açıklamaktadır. Sistem GMM tahminine yönelik dirençli standart hatalar rapor edilmiştir. Tahmin için Stata paket programı ve xtband2 komutu kullanılmıştır.

Gecikmeli bağımlı değişken, GSYH oranı (gdp) değişkeni (0,000), bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı (%1 anlamlılık düzeyinde) ve işareti de pozitifdir. Bununla birlikte, patent başvuru sayısı (pbs) (0,017), yenilenebilir enerji (ye) (0,002), ticari açıklık (dt) (0,008), nüfus yoğunluğu (nfs) (0,023), sanayi katma değeri (ind) (0,000) bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı ve pozitifken; yüksek teknoloji ürünlerin ihracı (yti) (0,036) negatif ve

anlamlıdır. Genelleştirilmiş momentler tahmininde faydalanılan araç değişkenlerin geçerliliğini test etmek için Sistem GMM tahmincileri kullanılmıştır. Sargan test istatistikleri sonucuna göre prob değeri 0,05'i aştığı için aşırı tanımlama kısıtlamaları geçerlidir. Gecikmeli bağımlı değişken kişi başına GSYH büyüme oranı değişkeni bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlı ve işareti de pozitifdir. Otokorelasyon test sonuçları, birinci mertebeden (0,009) otokorelasyon varken ikinci mertebeden (0,978) otokorelasyonun olmadığını doğrulamaktadır. Sargan testi (0,098) aşırı tanımlama kısıtlamalarının geçerli olduğunu göstermektedir.

Temiz teknolojilerin GSYH ile ilişkisine yönelik kurulan regresyon denkleminin POLS ve FE tahmin sonuçları Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10. POLS ve FE Tahmin Sonuçları

	FE				OLS			
	Katsayı	Std H.	t	P>t	Katsayı	Std H.	t	P>t
Δ gdpt-1	0,915	0,035	25,59	0,000	1,0006	0,005	189,18	0,000
Yüksek Teknolojili Ürünlerin İhracı (Log)	-0,059	0,023	-2,57	0,012	0,006	0,006	0,64	0,524
Patent Başvuru Sayısı (Log)	-0,021	0,010	-1,99	0,050	-0,006	0,002	-2,28	0,025
Yenilenebilir Enerji Tüketimi (Log)	0,010	0,031	0,35	0,730	0,005	0,002	2,13	0,035
Ticari Açıklık	-0,000	0,031	0,00	0,996	-0,000	0,010	-0,06	0,950
Nüfus Yoğunluğu	0,210	0,158	1,33	0,187	-0,003	0,002	-1,45	0,151
Sanayi Katma Değeri	-0,059	0,003	2,97	0,004	0,012	0,002	4,59	0,000

Δ gdpt-1 parametresinin katsayı değerleri; FE için 0,915 ve OLS için 1,006'dır. Bu durumda Sistem GMM (0,957) sonuçları ile karşılaştırıldığında (0,915 < Sistem GMM < 1,006) bu sonuçların temiz teknolojilerin GSYH ile ilişkisine yönelik kurulan model bakımından da Sistem GMM tahmincisinin güvenilir ve sağlam sonuçlar verdiğini işaret etmektedir.

4.2. NMD Yöntemi Ampirik Bulguları

Tablo 7'de yer alan uygulama aşamaları izlenerek NMD yöntemi aracılığıyla hesaplanan kriter ağırlık değerleri Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11. NMD Yöntemiyle Hesaplanan Ağırlıklandırılmış Kriter Değerleri

	gdp	yti	ind	nfs	ye	pbs	dt
2010	0,163	0,121	0,109	0,141	0,142	0,203	0,118
2011	0,151	0,116	0,150	0,137	0,141	0,194	0,109
2012	0,154	0,120	0,108	0,146	0,145	0,205	0,118
2013	0,145	0,120	0,145	0,142	0,135	0,198	0,112
2014	0,155	0,118	0,092	0,153	0,147	0,211	0,120
2015	0,146	0,111	0,129	0,146	0,148	0,199	0,119
2016	0,147	0,109	0,106	0,150	0,156	0,206	0,121
2017	0,142	0,119	0,129	0,144	0,152	0,195	0,116
2018	0,150	0,124	0,097	0,149	0,162	0,197	0,118
2019	0,151	0,114	0,108	0,149	0,161	0,196	0,119
2020	0,156	0,122	0,098	0,150	0,159	0,196	0,115

Tablo 11'de yer alan verilerden de görüleceği üzere değerlendirme kriterleri çerçevesinde 2010-2017 yılları için en yüksek ağırlıklı değere sahip olan kriterin portföy sermaye akışı olduğu, en düşük ağırlık değerine sahip olan kriterlerin ise sanayi katma değeri, ticari açıklık ve yüksek teknolojili ürünlerin ihracı olduğu görülmektedir.

2018-2020 yılları için en yüksek ağırlıklı değere sahip olan kriterin yenilenebilir enerji, en düşük ağırlık değerine sahip olan kriterin ise sanayi katma değeri olduğu görülmektedir.

Tablo 11 genelindeki sonuçlara göre, portföy sermaye akışı ve yenilenebilir enerji kriterleri ağırlık açısından ön plana çıkarken, sanayi katma değeri en düşük ağırlığa sahiptir. GSMH ise 2020 yılında en yüksek ağırlık değerine ulaşmıştır.

4.3. NMD Tabanlı TODIM Yöntemi Bulguları

Tablo 8'de yer alan uygulama aşamaları izlenerek TODIM yöntemi aracılığıyla hesaplanan performans skorları Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12. Alternatiflerin Genel Baskınlık Puan ve Sıralamaları (2010-2020)

Alternatifler	2010			2011			2012			2013		
	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N
Almanya	-9,151	0,825	2	-12,838	0,729	3	-19,84	0,655	5	-20,567	0,605	5
ABD	-20,16	0,591	5	-19,757	0,549	4	-17,375	0,7	3	-14,239	0,741	3
Arjantin	-39,573	0,179	16	-40,826	0	17	-55,831	0	17	-47,644	0,023	16
Avustralya	-37,95	0,214	14	-37,638	0,083	14	-28,783	0,492	9	-30,812	0,385	12
Brezilya	-23,307	0,525	7	-27,166	0,356	9	-34,793	0,383	13	-26,417	0,48	9
Çin	-0,926	1	1	-2,473	1	1	-0,911	1	1	-2,233	1	1
Endonezya	-23,052	0,53	6	-20,277	0,535	5	-18,237	0,684	4	-19,729	0,623	4
Fransa	-27,17	0,443	10	-23,984	0,439	6	-29,034	0,487	10	-22,786	0,558	7
G. Afrika	-38,299	0,206	15	-39,652	0,03	16	-41,157	0,267	15	-37,934	0,232	14
Hindistan	-9,613	0,815	3	-10,621	0,787	2	-9,488	0,843	2	-7,25	0,892	2
İtalya	-28,431	0,416	11	-31,402	0,245	12	-42,962	0,234	16	-37,524	0,241	13
Japonya	-14,361	0,702	4	-28,633	0,317	10	-25,31	0,555	7	-20,579	0,605	6
Kanada	-23,357	0,524	8	-24,143	0,435	7	-25,73	0,548	8	-23,337	0,546	8
Meksika	-24,321	0,503	9	-24,179	0,434	8	-21,339	0,628	6	-29,734	0,408	11
Rusya	-33,683	0,304	13	-33,655	0,187	13	-34,029	0,397	12	-38,88	0,212	15
Sudi Arabistan	-48,05	0	17	-39,207	0,042	15	-39,987	0,288	14	-48,738	0	17
Türkiye	-31,554	0,35	12	-28,767	0,314	11	-31,905	0,435	11	-27,686	0,452	10
Alternatifler	2014			2015			2016			2017		
	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N
Almanya	-9,687	0,859	3	-14,614	0,734	4	-9,129	0,895	3	-10,982	0,851	3
ABD	-16,926	0,733	4	-14,207	0,744	3	-19,1	0,738	4	-13,985	0,794	4
Arjantin	-59,234	0,000	17	-45,788	0,000	17	-66,09	0,000	17	-43,355	0,236	15
Avustralya	-30,066	0,5	10	-33,161	0,297	11	-35,086	0,487	12	-40,286	0,295	14
Brezilya	-37,363	0,379	12	-43,432	0,055	16	-45,432	0,324	15	-33,138	0,43	12
Çin	-1,553	1	1	-3,364	1	1	-2,497	1	1	-3,171	1	1
Endonezya	-20,554	0,67	6	-23,416	0,527	7	-23,327	0,672	6	-22,857	0,626	8
Fransa	-27,572	0,548	9	-25,022	0,489	8	-26,211	0,627	8	-21,95	0,643	6
G. Afrika	-45,924	0,23	16	-42,127	0,086	15	-47,677	0,289	16	-45,549	0,195	16
Hindistan	-5,346	0,934	2	-6,503	0,926	2	-6,759	0,933	2	-8,945	0,89	2
İtalya	-38,155	0,365	13	-30,166	0,368	9	-24,822	0,648	7	-24,648	0,592	9
Japonya	-20,018	0,679	5	-17,496	0,666	5	-23,253	0,673	5	-15,232	0,770	5
Kanada	-21,169	0,659	7	-33,616	0,286	12	-37,372	0,451	13	-21,983	0,642	7
Meksika	-23,319	0,622	8	-23,23	0,531	6	-28,274	0,594	9	-25,815	0,569	10
Rusya	-40,754	0,32	14	-40,668	0,12	13	-34,904	0,49	11	-36,632	0,364	13
Sudi Arabistan	-43,895	0,265	15	-40,719	0,119	14	-45,054	0,33	14	-55,824	0,000	17
Türkiye	-30,468	0,498	11	-30,549	0,359	10	-30,566	0,558	10	-27,981	0,528	11
Alternatifler	2018			2019			2020					
	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N	Ü_T	G_D	S_N			
Almanya	-16,127	0,752	4	-18,537	0,983	3	-11,332	1	1			
ABD	-13,456	0,799	3	-80,952	0,34	14	-17,976	0,803	5			
Arjantin	-59,205	0,000	17	-28,187	0,883	6	-39,406	0,168	15			

Avustralya	-28,34	0,539	10	-75,573	0,395	12	-36,422	0,256	13
Brezilya	-30,098	0,508	12	-44,705	0,713	8	-28,358	0,495	10
Çin	-1,971	1	1	-109,52	0,046	16	-18,391	0,79	6
Endonezya	-20,918	0,669	8	-114	0,000	17	-29,731	0,454	11
Fransa	-20,028	0,684	6	-76,852	0,382	13	-14,645	0,901	2
G. Afrika	-44,326	0,26	15	-45,02	0,71	9	-32,146	0,383	12
Hindistan	-6,616	0,918	2	-16,894	1	1	-17,432	0,819	4
İtalya	-26,22	0,576	9	-58,591	0,57	11	-19,11	0,769	8
Japonya	-17,56	0,727	5	-17,706	0,991	2	-18,881	0,776	7
Kanada	-20,858	0,67	7	-54,845	0,609	10	-22,362	0,673	9
Meksika	-28,529	0,536	11	-23,217	0,934	4	-17,024	0,831	3
Rusya	-32,98	0,458	13	-86,325	0,285	15	-38,745	0,187	14
Sudi Arabistan	-51,232	0,139	16	-42,688	0,734	7	-45,083	0,000	17
Türkiye	-38,017	0,37	14	-24,741	0,919	5	-40,714	0,129	16

Not: Ü_T: Üstünlük Toplamı, G_D: Global Değer, S_N: Sıra No

Tablo 12 verilerinden de görüleceği üzere Çin, 2010-2018 yılları arasında sürekli 1. sırada yer alarak en iyi performansı göstermiştir. Ancak 2019 yılında 16. sıraya düşmüş, 2020 yılında ise 6. sıraya yükselmiştir. Hindistan, 2010-2020 yılları arasında genellikle 1 ile 4. sıralar arasında yer alarak istikrarlı bir performans sergilemiştir. 2019 yılında ise 1. sıraya yükselmiştir. ABD, 2010-2018 yılları arasında 3 ile 5. sıralar arasında yer bulurken, 2019 yılında 14. sıraya gerilemiş, 2020 yılında ise performans artışıyla tekrar 5. sıraya yükselmiştir. Japonya, 2010-2020 yılları arasında 4 ile 10. sıralar arasında performans üretmiş, 2019 yılında ise 2. sıraya yükselmiştir. Almanya, 2010-2020 yılları arasında 1 ile 5. sıralar arasında yer almış, 2020 yılında ise 1. sıraya yükselmiştir. Arjantin ve Suudi Arabistan, genellikle en alt sıralarda yer bulmuştur. Arjantin, 2010-2018 yılları arasında 16 ile 17. sıralar arasında yer alırken; 2019 yılında 6. sıraya yükselmiş, 2020 yılında ise tekrar 15. sıraya gerilemiştir. Suudi Arabistan ise 14 ile 17. sıralar arasında performans sergilemiştir. Fransa, İtalya, Kanada, Meksika, Brezilya, Endonezya, Rusya ve Güney Afrika, üretmiş oldukları performanslarla farklı sıralarda yer almış, performansları yıllara göre değişkenlik göstermiştir. Türkiye ise genel olarak 10 ve üzerinde yer alan sıralamalarda kendine yer bulurken sadece 2019 yılında elde ettiği en iyi derece olan 5. sırayla öne çıkmıştır.

5. SONUÇ

Bu çalışma ile öncelikle temiz teknolojilerin (yenilenebilir enerji, patent başvuru sayısı, ticari açıklık, yüksek teknoloji ürünlerin ihracı, nüfus yoğunluğu ve sanayi katma değeri) GSYH ile olan dinamik ilişkisinin ampirik olarak analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç çerçevesinde, G-20 ülkelerine (Almanya, ABD, Arjantin, Avustralya, Brezilya, Çin, Endonezya, Fransa, G. Afrika, Hindistan, İtalya, Japonya, Kanada, Meksika, Rusya, Suudi Arabistan ve Türkiye) ait veriler derlenerek panel veri seti oluşturulmuştur. Temiz teknolojiler için geliştirilen göstergelere yönelik verilere ulaşılamadığı için Avrupa Birliği, Güney Kore ve İngiltere analiz kapsamından çıkarılmıştır. 2010-2020 dönemi için bir veri seti elde edilmiştir. Bu zaman aralıklarının belirlenmesinde, temiz teknolojiler ile ilgili göstergelerin en güncel verilerinin 2010 yılında başlaması ve son olarak ise 2020 yılında derlenmiş olması etkili olmuştur. Temiz teknolojilerin GSYH ile olan ilişkisinin analizinde, panel veri analiz tekniklerinden iki aşamalı Sistem GMM yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Akabinde G20 ülkelerinin güçlü oldukları yönler ile geliştirilmeye açık özelliklerinin tespiti ve performans sıralamalarının elde edilmesi kapsamında, kriterleri ağırlıklandırma objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden NMD yöntemi, alternatiflerin değerlendirilmesinde ise TODIM yöntemi kullanılmıştır.

Sistem GMM yöntemiyle gerçekleştirilen analizde, GSYH göstergesinin bir gecikmeli değeri modele dahil edilmiştir. Sistem GMM tahmin sonuçlarına göre, gecikmeli bağımlı değişken olan GSYH, bağımlı değişkeni anlamlı bir şekilde açıklamakta ve pozitif bir işaret göstermektedir. Bunun yanı sıra, patent başvuru sayısı, yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık, nüfus yoğunluğu ve sanayi katma değeri, GSYH üzerinde anlamlı ve pozitif etkiler oluştururken; yüksek teknoloji ürünlerin ihracı ise negatif ve anlamlı etkiler göstermektedir. Patent başvuru sayısı, yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık, nüfus yoğunluğu ve sanayi katma değerinde meydana gelen bir birimlik artış, sırasıyla GSYH oranını 0,017; 0,002; 0,008; 0,023 ve 0,000 oranında artırırken, yüksek teknoloji ürünlerin ihracındaki bir birimlik artış GSYH oranını 0,036 oranında azaltmaktadır. Bu bulgular, temiz teknolojilerin GSYH oranını artırıcı etkilerini ortaya koymaktadır.

Genelleştirilmiş momentler tahmininde kullanılan araç değişkenlerin geçerliliğini test etmek amacıyla Arellano ve Bover/Blundell ve Bond Sistem Genelleştirilmiş Momentler bir ve iki aşamalı tahminicileri kullanılmıştır. Sargan

test istatistikleri sonucuna göre, prob değeri (0,098) 0,05'ten büyük olduğundan aşırı tanımlama kısıtlamaları geçerlidir. Otokorelasyon testi sonuçlarına göre, birinci dereceden otokorelasyon (0,009) mevcutken, ikinci dereceden otokorelasyon (0,978) bulunmamaktadır. Sargan testi (0,098), aşırı tanımlama kısıtlamalarının geçerli olduğunu göstermektedir.

Ampirik bulgular, literatürdeki çalışmalara kıyasla hem uyumlu hem de farklı sonuçlar sergilemektedir. Çalışma, temiz teknolojilerin GSYH oranını artırdığını ve olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Vasylieva vd. (2019), Kazanasmaz vd. (2023) ve Aneja vd. (2024) gibi araştırmaların sonuçlarıyla uyumludur ve temiz teknolojilerin GSYH oranını artırma potansiyelini vurgulamaktadır. Ancak, Zhang (2014) gibi çalışmalarda, temiz teknolojilerin GSYH üzerindeki etkileri olumsuz olup bu ilişkinin düzenleyici önlemler, ekonomik politikalar ve teknolojik altyapı gibi bağlamsal faktörlere bağlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, temiz teknolojilerin ekonomik performans üzerindeki etkilerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

NMD yöntemi sonuçlarına göre, kriterler içerisinde 2010-2017 döneminde portföy sermaye akışı en yüksek öneme sahip kriter olarak ön plana çıkarken, 2018-2020 yıllarında ise yenilenebilir enerji daha ön planda yer almış; buna karşın sanayi katma değeri ise ilgili her iki dönem aralığında en düşük ağırlık değerine sahip olmuştur.

TODIM yöntemiyle alternatiflerin genel baskınlık sıralamalarında en az riskli olan ilk iki alternatifin genel olarak Çin ve Hindistan'ın olduğu, bu iki alternatifin üst sıralarda yer alarak istikrarlı performans gösterdiği, bununla birlikte alternatiflerden Arjantin ve Suudi Arabistan'ın en riskli iki alternatif olarak alt sıralarda yer aldığı görülmektedir. Küresel ekonomik dinamikler ve ülkelerin makro düzeyli stratejik kararlarının yansımaları bağlamında görüldüğü üzere G-20 ülkelerinin performans sıralamaları yıllar bazında farklılaşabilmektedir.

Çalışma, literatürde yer alan benzer çalışmalardan, panel veri yöntemlerinden Sistem GMM yöntemi ile ÇKKV yöntemlerinden NMD ve TODIM'in aynı çalışmada kullanılması bağlamında farklılaşmaktadır. Panel veri yöntemleri ile ÇKKV yöntemlerinden elde edilen verilerin, bütünsel bir perspektifle, karar alıcılar açısından farklı bir bakış açısı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Çalışma, ilgili yöntemlerin taşıdığı kısıtları yansıtmakta olup, değerlendirmeler ilgili zaman, yöntem ve örneklem bağlamındadır. Daha uzun süreli örneklemeler üzerinden farklı panel veri yöntemleri ve ÇKKV yöntemleri kapsamında çalışmalar yapılması, bu çalışmada ulaşılan sonuçların rasyonel bir perspektifle genelleştirilmesine pozitif katkı sağlayacaktır.

EXTENDED SUMMARY

Macroeconomic performance and its measurement, which has a driving force function to reveal the potential dynamics of countries and increase their competitiveness in areas such as economy, environment and technology, has become more meaningful with the Covid-19 process. The Covid-19 pandemic deeply affected global macroeconomic performance, particularly in China and the US, and caused significant disruptions in areas such as health, food, industry, etc. (Sun et al., 2024). The pandemic-induced shocks caused disruptions in supply chains and a decline in industrial production, while at the same time revealing the importance of sustainability and environmentally friendly solutions (Atella & Scandizzo, 2024). Countries on the road to economic recovery after the pandemic have started to emphasize structural reforms to increase their production capacity by investing in clean technologies (Tănăsie et al., 2022; Tian et al., 2022). The pandemic not only exposed structural problems in economies, but also brought along an opportunity for countries to gain momentum for clean technology and sustainable development (Giannetti et al., 2023). Countries have important responsibilities in terms of preserving the basic life functions of human beings in a sustainable ecosystem and leaving a healthy and clean environment to future generations. The place of the economy as the main factor in ensuring economic development and development by preserving the environment at optimal costs is important (Polasky et al., 2019). Globally successful countries continue their economic development without ignoring environmental and social factors within the scope of their structural characteristics. Clean energies and sustainable policies create new business areas and methods to increase the GDP of countries. Empirically examining the impact of clean technologies on GDP in the context of economic performance of G-20 countries using the System Generalized Method of Moments (GMM) method, one of the panel data methods, and revealing their performance rankings using the Normalized Maximum Values (NMV) based TODIM method, will contribute to a more comprehensive understanding of the role of this group of countries in achieving sustainable development goals. Evaluating different economic indicators (GDP, industrial value added, trade openness, etc.) as a whole by weighting different economic indicators (GDP, industrial value added, trade openness, etc.) specific to G-20 member countries will make the economic decision-making process more understandable for G-20 countries. Clean technologies aim to increase energy efficiency, efficient use of natural resources and improve waste management. Therefore, clean technologies generally focus on renewable energy sources, green building technologies, recycling and water treatment systems, and sustainable transportation solutions. In the literature, there are a wide range of studies in which performance analyses are carried out with CRM methods on various macro variables such as unemployment, inflation, growth and economic freedom by considering countries in various international platforms (G-7, G-20, MENA, etc.)

(Buluş, 2022; Karahan et al., 2021; Karakiş and Göktolga, 2016; Oussama et al., 2024; Topcu and Oralhan, 2019; Yapa et al., 2022). To the best of our knowledge, there is no study in the literature that evaluates the macro performance of countries with the NMV-based TODIM method, The TODIM method was preferred because it takes into account the preferences and risk perceptions of policy makers, is an effective method for resolving internal contradictions and inconsistencies in terms of alternatives, produces more precise results in rankings compared to other CRM methods, and provides high precision and reliability in multiple decision problems, and the NMV method was preferred because it enables accurate and rational weighting of criteria in cases where the ranking of the importance and determination of the weights of the criteria is complex and is easy to use. In this study, the economic impacts of clean technologies are examined from two different perspectives. While System GMM analysis measures the direct impact of clean technology on GDP, TODIM analysis provides a broader macroeconomic performance assessment. This dual approach aims to comprehensively assess the economic impacts of clean technologies by addressing the issue from both specific (GDP-oriented) and general (macroeconomic performance) perspectives. The diffusion of clean technologies, increased investments in renewable energy sources, exports of high-tech products and increased trade openness contribute to GDP growth in the context of economic growth. Population density and industrial value added are among the critical factors that play an effective role in the efficiency of growth. In the analysis conducted with the System GMM method, one lagged value of the GDP indicator is included in the model. According to the System GMM estimation results, the lagged dependent variable GDP explains the dependent variable significantly and shows a positive sign. In addition, the number of patent applications, renewable energy consumption, trade openness, population density and industrial value added have significant and positive effects on GDP, while exports of high-tech products have negative and significant effects. A one unit increase in the number of patent applications, renewable energy consumption, trade openness, population density and industrial value added increases the GDP ratio by 0.017, 0.002, 0.008, 0.023 and 0.000, respectively, while a one unit increase in the export of high-tech products decreases the GDP ratio by 0.036. These findings reveal the GDP-enhancing effects of clean technologies. To test the validity of the instrumental variables used in the generalized moments estimation, Arellano and Bover/Blundell and Bond System Generalized Moments one- and two-stage estimators are used. According to the Sargan test statistics, the over-identification restrictions are valid as the prob value (0.098) is greater than 0.05. According to the autocorrelation test results, there is first order autocorrelation (0.009) and no second order autocorrelation (0.978). Sargan's test (0.098) indicates that over-identification restrictions are valid. The findings of the study show that with the widespread use of clean technologies, fossil fuel consumption is reduced and energy costs are minimized. Lower energy costs and reduced production costs contribute to increased economic efficiency, which in turn improves the overall GDP situation and growth potential. The system analysis using the System GMM reveals that clean technologies have significant and important effects on GDP. Moreover, evaluations using the NMV based TODIM method, a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method, support the positive effects of clean technologies on economic performance. These results point to the potential of clean technologies to balance economic growth.

KAYNAKÇA

- Akad, İ., & Kaya, A. (2023). Karbon emisyonu, enerji tüketimi ve gelir: Avrupa birliği ülkeleri için bir mekansal ekonometri analizi. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.47140/kusbder.1385185>
- Aneja, R., Yadav, M., & Gupta, S. (2024). The dynamic impact assessment of clean energy and green innovation in realizing environmental sustainability of G-20. *Sustainable Development*, 32(3), 2454–2473. <https://ideas.repec.org/a/wly/sustdv/v32y2024i3p2454-2473.html>
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29–51. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)
- Asumadu-Sarkodie, S., & Owusu, P. A. (2016). Carbon dioxide emissions, GDP, energy use, and population growth: A multivariate and causality analysis for Ghana, 1971–2013. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(13), 13508–13520. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6511-x>
- Atella, V., & Scandizzo, P. L. (2024). Chapter 6 - covid-19 macroeconomics: Are we using the right toolbox? In V. Atella & P. L. Scandizzo (Eds.), *The covid-19 disruption and the global health challenge* (pp. 201–225). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-44-318576-2.00019-6>
- Bağcı, H., & Sarıay, İ. (2021). Halka açık piyasa değeri ve piyasa değerinin işletme performansındaki rolü: BİST halka arz endeksi'nde bir uygulama. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(24), Article 24. <https://doi.org/10.14784/marufacd.880613>
- Bakırtaş, İ., & Çetin, M. (2016). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: G-20 ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28), Article 28. <https://doi.org/10.17233/se.43089>

- Balcılar, M., Ekwueme, D. C., & Ciftci, H. (2023). Assessing the effects of natural resource extraction on carbon emissions and energy consumption in sub-saharan africa: A sturpat model approach. *Sustainability*, 15(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su15129676>
- Buluş, C. (2022). Doğrudan yabancı yatırımların ve ticari açıklığın ekonomik büyüme üzerindeki etkileri: CESEE ülkeleri örneği. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2085–2102. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1008560>
- Bulut, T. (2017). Çok kriterli karar verme (çkkv) modellerinde kriterlerin ağırlıklandırılmasına yönelik bir model önerisi: Normalize edilmiş maksimum değerler (nmd) metodu. <https://tevfikbulutcom.wordpress.com/2017/06/21/coklu-karar-verme-modellerinde-kriterlerinagirliklandirilmasina-yonelik-model-onerisi/>
- Bulut, T. (2022). Normalize edilmiş maksimum değerler [nmd] metodu. <https://rpubs.com/tevfik1461/nmd>
- Chattopadhyay, S., & Bose, S. (2015). Global macroeconomic performance: A comparative study based on composite scores. *Journal of Reviews on Global Economics*, 4, 51–68. <https://doi.org/10.6000/1929-7092.2015.04.05>
- Das, D., Roy, S., Gupta, K., & Sahoo, B. (2022). Performance evaluation of symmetric encryption algorithms using mcdm methods. *2022 IEEE 2nd International Symposium on Sustainable Energy, Signal Processing and Cyber Security (iSSSC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/iSSSC56467.2022.10051594>
- Divsalar, M., Ahmadi, M., Ebrahimi, E., & Ishizaka, A. (2022). A probabilistic hesitant fuzzy choquet integral-based todım method for multi-attribute group decision-making. *Expert Systems with Applications*, 191, 116266. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116266>
- Dogan, E., & Aslan, A. (2017). exploring the relationship among CO₂ emissions, real gdp, energy consumption and tourism in the eu and candidate countries: Evidence from panel models robust to heterogeneity and cross-sectional dependence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 239–245. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.111>
- Dogan, E., & Ozturk, I. (2017). The influence of renewable and non-renewable energy consumption and real income on CO₂ emissions in the USA: Evidence from structural break tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11), 10846–10854. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8786-y>
- Dünya Bankası. (2024). Explore. create. share: development data. <https://databank.worldbank.org/home.aspx>
- Ekajono, E., Banjarnahor, H. V., & Sintiya, E. S. (2024). Multi-expert gmm decision support system with ahp method for determining weight of transformer oil insulation quality index. *Proceeding International Seminar of Science and Technology*, 3, 273–285. <https://doi.org/10.33830/isst.v3i1.2314>
- Erdinç, Z., & Aydınbaş, G. (2023). Sürdürülebilir kalkınma için çevre kirliliği ile ilişkili unsurların tespiti: Panel veri analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(3), 1050–1067. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.1081596>
- Eufrasio Espinosa, R. M., & Lenny Koh, S. C. (2024). Forecasting the ecological footprint of g20 countries in the next 30 years. *Scientific Reports*, 14(1), 8298. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57994-z>
- Giannetti, B. F., Fonseca, T., Agostinho, F., Santos, L. C. T., & Almeida, C. M. V. B. (2023). How has the sustainability of countries changed after covid-19? Evidence from the pandemics' first year. *Science of The Total Environment*, 855, 158766. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158766>
- Gökgöz, F., & Yalçın, E. (2021). Investigating the environmental and economic performances of energy sector in oecd countries via mcdm approaches. In D. S.-K. Ting & A. Vassel-Be-Hagh (Eds.), *Sustaining tomorrow* (pp. 65–92). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64715-5_5
- Haider, S., Anjum, N., Sufyan, M., Khan, F., & Ullah, A. (2018). Impact of macroeconomic variables on financial performance: Evidence of automobile assembling sector of pakistan stock exchange. *Sarhad Journal of Management Sciences*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.31529/sjms.2018.4.2.6>
- Hussain, Z., Mehmood, B., Khan, M. K., & Tsimisaraka, R. S. M. (2022). Green growth, green technology, and environmental health: Evidence from high-gdp countries. *Frontiers in Public Health*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.816697>
- Karahan, M., Çetintaş, F., & Karahan, M. S. (2021). Turkey and some eu countries' economic performance analysis with multi-criteria decision making methods: Promethee gaia application. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 584–597. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62784-3_50

- Karakış, E., & Göktolga, Z. G. (2016). Comparison of the economic performance turkish republics in central asia with analytic hierarchy process and vise kriterijumska optimizacija ı komprom. *Uluslararası Avrasya Ekonomileri Konferansı*. <https://doi.org/10.36880/c07.01534>
- Kazanasmaz, E., Demirel, B. L., Karatepe, S., & Hizarci, A. E. (2023). Ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve karbon emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 6(2), 248–265. <https://doi.org/10.32951/mufider.1356297>
- Kazak, H., Çiftçi, T.E., Akcan, A.T. et al. Is taxation a curse or a blessing? The case of Türkiye. *Humanit Soc Sci Commun* 11, 1432 (2024). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03942-1>
- Keskin, G. (2024). *Todım masaüstü uygulaması*. Todım (tomada de decisao interativa multicriterio) method desktop application. <https://github.com/gulsenkeskin>
- Kılıçarslan, A. (2023). Büyüyen şirketler hisse senedi fonu endeksinde işlem gören şirketlerin finansal performans analizi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.47934/tife.12.02.04>
- Kılıçarslan, A., & Özmen, A. (2023). Yerel yönetimlerde finansal performans yönetimi: İstanbul ve kocaeli büyükşehir belediyeleri örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.17153/oguıibf.1231749>
- Kulkarni, N. D., Saha, A., & Kumari, P. (2024). Utilizing multicriteria decision-making approach for material selection in hybrid polymer nanocomposites for energy-harvesting applications. *Polymer Composites*, 45(7), 6264–6277. <https://doi.org/10.1002/pc.28194>
- Lei, F., Cai, Q., Liao, N., Wei, G., He, Y., Wu, J., & Wei, C. (2023). Todım-vıkor method based on hybrid weighted distance under probabilistic uncertain linguistic information and its application in medical logistics center site selection. *Soft Computing*, 27(13), 8541–8559. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-08132-w>
- Li, J., Zeng, J., Ye, Z., & Huang, X. (2021). Are clean technologies more effective than end-of-pipe technologies? Evidence from chinese manufacturing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084012>
- Liao, N., Wei, G., & Chen, X. (2022). Todım method based on cumulative prospect theory for multiple attributes group decision making under probabilistic hesitant fuzzy setting. *International Journal of Fuzzy Systems*, 24(1), 322–339. <https://doi.org/10.1007/s40815-021-01138-2>
- Liu, S., He, X., Chan, F. T. S., & Wang, Z. (2022). An extended multi-criteria group decision-making method with psychological factors and bidirectional influence relation for emergency medical supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 202. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117414>
- Liu, X., Chen, P., & Wen, S. (2023). Green GDP: The key to sustainable development. *Highlights in Business, Economics and Management*, 8, 541–547. <https://doi.org/10.54097/hbem.v8i.7268>
- Mao, Q., Guo, M., Lv, J., Chen, J., & Tian, M. (2023). A multi-criteria group decision-making framework for investment assessment of offshore floating wind-solar-aquaculture project under probabilistic linguistic environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(14), 40752–40782. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24786-9>
- Mikulčić, H., Baleta, J., & Klemeš, J. J. (2022). Cleaner technologies for sustainable development. *Cleaner Engineering and Technology*, 7, 100445. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100445>
- Nzuza, Z. W., & Msomi, T. S. (2023). The relationship between macroeconomic factors and profitability of reinsurance companies in africa: An application of system gmm-model. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science*, 4(5), Article 5. <https://doi.org/10.38142/ijess.v4i5.768>
- Oussama, Z., Ahmed, H., & Nabil, C. (2024). Comparison of macroeconomic performance of mena countries with topsis method. *Operations Research Forum*, 5(1), 21. <https://doi.org/10.1007/s43069-024-00306-y>
- Pata, U. K., Caglar, A. E., Kartal, M. T., & Kılıç Depren, S. (2023). Evaluation of the role of clean energy technologies, human capital, urbanization, and income on the environmental quality in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136802. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136802>
- Polasky, S., Kling, C. L., Levin, S. A., Carpenter, S. R., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., Heal, G. M., & Lubchenco, J. (2019). Role of economics in analyzing the environment and sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(12), 5233–5238. <https://doi.org/10.1073/pnas.1901616116>

- Rosli, N. N. N. C., & Yusoff, B. (2023). Generalized todım method and its application in material selection process. *AIP Conference Proceedings*, 2484(1), 030007. <https://doi.org/10.1063/5.0109942>
- Sethi, T., & Kumar, S. (2023). Todım-vikor methods with pythagorean fuzzy information based emergency decision support model for economic growth factor selection. *2023 13th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, 340–345. <https://doi.org/10.1109/Confluence56041.2023.10048890>
- Setyadi, S., Didu, S., Indriyani, L., Fitri, A. K., & Wiidiastuti, A. (2023). Modeling life expectancy in indonesia using system gmm model. *Review of Applied Socio-Economic Research*, 25(1), Article 1. <https://doi.org/10.54609/reaser.v25i1.338>
- Shaheen, F., Lodhi, M. S., Rosak-Szyrocka, J., Zaman, K., Awan, U., Asif, M., Ahmed, W., & Siddique, M. (2022). Cleaner technology and natural resource management: an environmental sustainability perspective from china. *Clean Technologies*, 4(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4030036>
- Smulders, S., Bretschger, L., & Egli, H. (2011). Economic growth and the diffusion of clean technologies: Explaining environmental kuznets curves. *Environmental and Resource Economics*, 49(1), 79–99. <https://doi.org/10.1007/s10640-010-9425-y>
- Song, C., Xu, Z., & Zhang, Y. (2023). An enhanced interactive and multi-criteria decision-making (todım) method with probabilistic dual hesitant fuzzy sets for risk evaluation of arctic geopolitics. *Cognitive Computation*, 16, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12559-023-10229-1>
- Sun, H., Yang, Z., Cai, Q., Wei, G., & Mo, Z. (2023). An extended exp-todım method for multiple attribute decision making based on the z-wasserstein distance. *Expert Systems with Applications*, 214. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119114>
- Sun, M., Yan, S., Cao, T., & Zhang, J. (2024). The impact of covid-19 pandemic on the world's major economies: based on a multi-country and multi-sector cge model. *Frontiers in Public Health*, 12, 1338677. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1338677>
- Tănăsie, A. V., Năstase, L. L., Vochița, L. L., Manda, A. M., Boțoteanu, G. I., & Sitnikov, C. S. (2022). Green economy—green jobs in the context of sustainable development. *Sustainability*, 14(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/su14084796>
- Tian, J., Yu, L., Xue, R., Zhuang, S., & Shan, Y. (2022). Global low-carbon energy transition in the post-covid-19 era. *Applied Energy*, 307, 118205. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118205>
- Topcu, B. A., & Oralhan, & B. (2019). Türkiye ve oecd ülkeleri'nin temel makroekonomik göstergeler açısından çok kriterli karar verme yöntemleri ile karşılaştırılması. *Journal of Academic Value Studies (JAVStudies)*, 3(14), Article 14. <https://doi.org/10.23929/javs.304>
- Uysal, F., & Tosun, Ö. (2014). Multi criteria analysis of the residential properties in antalya using todım method. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 322–326. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.465>
- Vasylieva, T., Lyulyov, O., Bilan, Y., & Streimikiene, D. (2019). Sustainable economic development and greenhouse gas emissions: the dynamic impact of renewable energy consumption, gdp, and corruption. *Energies*, 12(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/en12173289>
- Vatansever, K., & Kazançoğlu, Y. (2014). Integrated usage of fuzzy multi criteria decision making techniques for machine selection problems and an application. *International Journal of Business and Social Science*, 5(9), 12–24.
- Wang, C.-N., Nhieu, N.-L., Dao, T.-H., & Huang, C.-C. (2024). Simulation-based optimized weighting todım decision-making approach for national oil company global benchmarking. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 1215–1229. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3152486>
- Wang, Z., Cai, Q., & Wei, G. (2023). Enhanced todım based on vikor method for multi-attribute decision making with type-2 neutrosophic number and applications to green supplier selection. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-08768-8>
- Wu, P., Zhou, L., & Martínez, L. (2022). An integrated hesitant fuzzy linguistic model for multiple attribute group decision-making for health management center selection. *Comput. Ind. Eng.*, 171(C). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108404>

- Yapa, K., Durmus, M., Tayyar, N., & Akbulut, I. (2022). Comparison of the european union countries and turkey's macroeconomic indicators with best worst method. In *Research Anthology on Macroeconomics and the Achievement of Global Stability* (pp. 675–690). <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7460-0.ch037>
- Yerdelen Tatoglu, F. (2020). *İleri panel veri analizi, stata uygulamalı* (4.). Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Ying, F., Farouk, A. F. B. A., & Lin, L. Q. (2024). Impact analysis of bilateral trade openness and income inequality based on the system gmm method: A case study of transnational dynamic panel data. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*, 18(2), Article 2. <https://doi.org/10.33094/ijaefa.v18i2.1479>
- Zhang, C. (2014). The impact of clean energy on economic growth: An econometrics approach. *Pepperdine Policy Review*, 7(1), 1–19. <https://digitalcommons.pepperdine.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1093&context=ppr>
- Zhang, W., Luo, W., Gao, X., Zhang, C., & Wang, K. (2023). Todım multi-attribute decision-making method based on spherical fuzzy sets. In N. Xiong, M. Li, K. Li, Z. Xiao, L. Liao, & L. Wang (Eds.), *advances in natural computation, fuzzy systems and knowledge discovery* (pp. 428–436). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20738-9_49
- Zhao, L., & Du, S. (2023). An improved todım-topsis method for quality evaluation of college students employment and entrepreneurship education with probabilistic hesitant fuzzy sets. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 45(5), 7547–7562. <https://doi.org/10.3233/JIFS-233929>
- Zhou, E., Wang, G., & Wang, S. (2023). Improved training of gmm-based tsf fuzzy system from stability perspective. *2023 18th International Conference on Intelligent Systems and Knowledge Engineering (ISKE)*, 62–70. <https://doi.org/10.1109/ISKE60036.2023.10480988>

EK-1: Analize Konu Veriler (Karar Matrisi)

Yıl	Ülke	gdp	yti	ind	nfs	ye	pbsya	dt
2010	Almanya	3.184.877.915.497	16,884	14,700	234,606	11,61	12.198	79,868
2010	ABD	15.048.964.444.000	22,606	2,363	42,688	7,44	248.249	28,219
2010	Arjantin	736.799.121.185	7,684	8,804	14,904	8,79	4.165	34,971
2010	Avustralya	867.492.050.866	16,506	3,1428	2,867	8,16	22.478	40,510
2010	Brezilya	2.798.924.733.572	12,589	10,203	23,492	46,81	20.771	22,772
2010	Çin	12.380.164.949.535	32,123	12,683	142,487	12,26	98.111	50,717
2010	Endonezya	2.057.206.510.182	12,077	4,9192	129,967	35,96	5.122	46,701
2010	Fransa	2.334.271.976.414	26,294	0,4685	118,764	11,99	1.832	54,867
2010	G. Afrika	661.392.376.743	6,230	4,594	42,688	9,65	5.562	50,406
2010	Hindistan	5.229.906.990.856	7,723	7,896	417,266	36,16	30.909	49,255
2010	İtalya	2.083.743.155.618	8,014	3,644	200,452	12,79	846	52,006
2010	Japonya	4.525.399.786.589	19,081	11,441	351,358	4,66	54.517	28,498
2010	Kanada	1.363.577.286.343	15,499	6,667	3,792	21,13	30.899	60,208
2010	Meksika	1.807.626.674.993	22,135	4,700	57,888	9,36	13.625	59,273
2010	Rusya	2.927.004.071.135	9,373	6,611	8,722	3,34	13.778	50,355
2010	Sudi Arabistan	1.411.743.419.599	0,750	2,472	13,681	0,01	643	82,549
2010	Türkiye	1.268.553.834.186	2,194	11,433	95,035	14,21	177	46,694
2011	Almanya	3.415.020.684.916	16,337	5,007	230,304	12,54	12.458	85,206
2011	ABD	15.599.728.123.000	20,613	0,583	43,231	8,36	255.832	30,842
2011	Arjantin	797.263.881.242	7,321	5,830	15,077	8,83	4.133	35,206
2011	Avustralya	938.849.887.363	17,943	1,2911	2,907	8,32	23.143	41,837
2011	Brezilya	2.970.630.762.100	11,140	4,114	23,711	45,26	23.954	23,934
2011	Çin	13.844.365.196.059	30,483	10,688	143,268	11,34	110.583	50,740
2011	Endonezya	2.229.511.719.015	10,635	6,349	131,609	32,39	5.297	50,180
2011	Fransa	2.446.475.413.051	25,089	1,376	119,339	10,65	2.099	58,790
2011	G. Afrika	696.526.225.202	6,201	1,664	43,231	9,23	6.589	54,636
2011	Hindistan	5.618.380.734.806	7,868	3,626	422,987	35,01	33.450	55,623
2011	İtalya	2.173.169.963.371	7,969	0,059	200,797	11,90	927	55,145
2011	Japonya	4.629.399.661.065	18,349	-3,203	350,707	4,82	55.030	30,194
2011	Kanada	1.430.806.739.877	14,711	4,548	3,830	21,17	30.357	62,498

2011	Meksika	1.989.888.022.476	21,147	3,145	58,720	9,07	12.990	62,162
2011	Rusya	3.259.319.020.610	8,389	6,392	8,729	3,23	14.919	48,035
2011	Sudi Arabistan	1.599.503.802.946	0,590	12,635	14,025	0,01	643	84,861
2011	Türkiye	1.454.111.481.656	2,110	19,327	96,440	12,68	228	53,304
2012	Almanya	3.487.232.707.438	17,221	-0,091	230,750	13,64	14.720	86,514
2012	ABD	16.253.972.230.000	20,163	1,611	43,809	8,73	274.033	30,681
2012	Arjantin	819.697.901.873	6,636	-2,201	15,249	8,61	4.078	30,526
2012	Avustralya	974.506.449.194	17,280	6,065	2,959	8,30	23.731	43,149
2012	Brezilya	2.998.534.424.981	11,887	-0,722	23,926	43,49	25.637	25,114
2012	Çin	15.124.538.193.976	30,848	8,363	144,243	11,53	117.464	48,267
2012	Endonezya	2.413.435.225.697	10,677	5,305	133,273	30,09	6.042	49,582
2012	Fransa	2.474.003.939.353	26,662	-0,975	119,918	12,35	2.092	59,702
2012	G. Afrika	698.221.030.088	6,682	0,797	43,809	8,49	6.836	55,582
2012	Hindistan	6.153.155.417.066	7,699	3,269	428,659	34,75	34.402	55,793
2012	İtalya	2.172.383.785.078	7,592	-4,862	201,339	14,39	871	55,654
2012	Japonya	4.799.611.600.207	18,201	0,254	350,148	4,68	55.783	30,470
2012	Kanada	1.468.097.961.847	15,615	2,334	3,871	21,44	30.533	62,595
2012	Meksika	2.103.287.719.050	21,352	3,567	59,546	8,97	14.020	64,257
2012	Rusya	3.480.299.219.246	9,056	3,602	8,744	3,24	15.510	47,151
2012	Sudi Arabistan	1.685.821.751.799	0,661	4,957	14,337	0,01	541,5	82,850
2012	Türkiye	1.550.688.774.592	2,154	4,656	97,677	13,03	232	52,830
2013	Almanya	3.628.559.701.801	17,294	-0,755	231,155	13,63	15.814	85,078
2013	ABD	16.843.190.993.000	20,178	2,389	44,410	9,08	283.781	30,007
2013	Arjantin	849.616.000.404	7,458	0,551	15,421	8,91	4.129	29,333
2013	Avustralya	1.062.414.874.202	18,002	3,394	3,010	9,22	26.656	41,250
2013	Brezilya	3.133.893.649.535	11,969	2,166	24,134	42,32	25.925	25,785
2013	Çin	16.185.063.329.922	31,574	7,987	145,207	11,47	120.200	46,744
2013	Endonezya	2.535.041.372.929	9,566	4,342	134,899	30,63	6.787	48,637
2013	Fransa	2.608.522.466.158	27,155	0,665	120,539	13,44	2.196	59,764
2013	G. Afrika	730.517.644.100	6,521	1,922	44,410	7,94	6.657	58,875
2013	Hindistan	6.477.517.562.150	8,869	3,785	434,258	34,86	32.362	53,844
2013	İtalya	2.187.377.576.804	7,770	-3,051	203,687	16,32	905	54,867
2013	Japonya	5.021.589.750.323	17,727	1,544	349,643	5,05	56.705	33,978
2013	Kanada	1.554.125.000.000	15,491	2,582	3,913	21,84	30.174	62,231
2013	Meksika	2.150.334.057.721	20,510	-0,526	60,336	9,23	14.234	62,691
2013	Rusya	3.741.783.765.577	10,607	0,403	8,762	3,61	16.149	46,287
2013	Sudi Arabistan	1.696.399.107.508	0,712	0,310	14,645	0,01	440	81,917
2013	Türkiye	1.703.669.566.586	3,130	10,739	98,940	13,80	269	52,527
2014	Almanya	3.807.112.936.430	17,206	4,423	232,108	14,02	17.811	84,620
2014	ABD	17.550.680.174.000	20,467	2,275	45,115	9,22	293.706	30,004
2014	Arjantin	839.896.688.260	7,061	-3,462	15,591	9,79	4.173	28,406
2014	Avustralya	1.101.347.411.237	18,982	4,167	3,055	9,33	23.968	42,443
2014	Brezilya	3.187.155.079.572	12,371	-1,508	24,342	41,71	25.683	24,685
2014	Çin	17.121.277.216.178	29,695	7,155	146,125	11,91	127.042	44,905
2014	Endonezya	2.622.251.600.816	9,281	4,232	136,472	29,29	7.321	48,080
2014	Fransa	2.662.033.396.693	27,440	-0,428	121,105	13,19	2.033	60,478
2014	G. Afrika	741.915.589.342	6,659	-0,606	45,115	7,72	6.750	59,499
2014	Hindistan	6.781.021.982.826	9,217	7,000	439,678	33,85	30.814	48,922
2014	İtalya	2.200.255.257.935	7,735	-2,096	205,564	17,13	781	55,322
2014	Japonya	5.034.453.446.364	17,751	2,530	349,179	5,58	60.030	37,431
2014	Kanada	1.621.395.561.292	14,665	4,297	3,952	21,83	31.283	64,378
2014	Meksika	2.254.435.512.555	20,197	2,906	61,089	9,76	14.889	64,098
2014	Rusya	3.763.534.055.150	12,088	0,091	8,781	3,30	16.236	47,801
2014	Sudi Arabistan	1.746.222.622.969	0,590	3,316	14,944	0,01	135	79,561
2014	Türkiye	1.860.471.150.580	3,379	5,120	100,284	11,51	331	53,766
2015	Almanya	3.889.081.660.716	17,821	1,319	234,152	14,55	19.509	86,246
2015	ABD	18.206.020.741.000	21,380	2,367	46,061	9,03	301.075	27,823
2015	Arjantin	867.176.759.338	9,225	1,389	15,760	9,40	3.579	22,486
2015	Avustralya	1.102.492.313.518	19,685	1,511	3,100	9,32	26.314	41,594

2015	Brezilya	3.014.754.849.736	14,485	-5,761	24,549	43,62	25.578	26,953
2015	Çin	17.796.747.505.571	30,421	5,926	146,977	12,18	133.612	39,464
2015	Endonezya	2.647.706.548.803	8,886	2,991	137,996	26,58	8.095	41,937
2015	Fransa	2.718.496.736.714	28,184	0,143	121,536	13,34	1.994	61,751
2015	G. Afrika	758.901.003.361	7,405	0,507	46,061	7,73	6.608	56,726
2015	Hindistan	7.159.798.324.085	8,021	9,577	444,931	33,40	33.079	41,922
2015	İtalya	2.240.921.139.200	8,150	0,500	205,366	16,57	877	56,418
2015	Japonya	5.199.917.076.933	18,018	2,445	348,809	6,16	59.882	35,427
2015	Kanada	1.594.851.775.822	14,828	-1,104	3,982	21,83	32.687	66,164
2015	Meksika	2.309.023.754.277	19,570	1,820	61,807	9,19	16.707	70,412
2015	Rusya	3.526.236.247.821	15,952	-0,783	8,798	3,20	16.248	49,359
2015	Sudi Arabistan	1.577.686.085.152	0,787	5,345	15,234	0,01	1.691	69,503
2015	Türkiye	2.022.398.639.514	3,436	5,025	101,631	13,34	489	51,088
2016	Almanya	4.165.169.650.070	18,079	4,060	235,712	14,24	19.419	84,769
2016	ABD	18.695.110.842.000	22,411	0,608	46,511	9,46	310.244	26,607
2016	Arjantin	885.227.528.869	8,982	-5,825	15,928	9,38	2.925	26,093
2016	Avustralya	1.143.970.717.633	20,609	0,934	3,144	9,36	25.774	40,794
2016	Brezilya	2.939.094.210.374	15,999	-4,566	24,7494751	45,46	22.810	24,533
2016	Çin	18.712.096.136.620	30,242	6,031	147,822	12,60	133.522	36,894
2016	Endonezya	2.744.896.640.112	7,998	3,824	139,466	27,77	8.538	37,421
2016	Fransa	2.864.106.383.742	27,909	-0,058	121,857	14,25	2.012	61,100
2016	G. Afrika	772.768.693.551	6,655	-0,685	46,511	7,97	6.506	55,861
2016	Hindistan	7.735.001.687.523	7,660	7,720	450,235	33,01	31.858	40,082
2016	İtalya	2.420.671.363.969	8,289	2,694	205,017	16,09	973	55,367
2016	Japonya	5.158.900.487.588	17,592	0,860	348,631	6,38	58.137	31,310
2016	Kanada	1.678.092.366.068	14,098	-1,422	4,0275	21,62	30.667	65,363
2016	Meksika	2.457.812.552.576	20,637	0,285	62,511	9,22	16.103	75,690
2016	Rusya	3.538.975.560.033	15,745	1,682	8,813	3,36	14.792	46,518
2016	Sudi Arabistan	1.523.868.927.368	1,304	2,675	15,544	0,01	2.196	59,905
2016	Türkiye	2.116.397.789.617	3,038	4,631	103,007	13,23	618	48,328
2017	Almanya	4.386.727.409.192	15,847	3,402	236,588	15,22	19.927	87,237
2017	ABD	19.477.336.549.000	19,258	3,164	46,691	9,92	313.052	27,313
2017	Arjantin	1.039.330.591.569	9,205	2,302	16,094	10,37	3.050	25,289
2017	Avustralya	1.190.737.658.818	18,089	-1,052	3,197	9,65	26.403	41,942
2017	Brezilya	3.018.705.988.835	14,311	-0,500	24,946	45,33	20.178	24,319
2017	Çin	19.887.033.884.257	30,907	5,868	148,720	13,14	135.885	37,632
2017	Endonezya	2.894.125.530.220	8,446	4,091	140,876	24,88	7.032	39,355
2017	Fransa	2.983.008.898.740	25,997	1,370	122,211	14,12	1.832	62,961
2017	G. Afrika	790.170.550.986	5,678	-0,418	46,691	8,03	6.816	53,535
2017	Hindistan	8.276.934.253.051	7,360	5,860	455,468	32,57	31.621	40,742
2017	İtalya	2.517.184.209.191	7,804	2,927	204,710	16,43	1.031	58,604
2017	Japonya	5.262.255.011.565	17,565	4,181	348,345	6,92	58.189	34,423
2017	Kanada	1.765.762.548.008	14,348	3,731	4,076	22,35	30.969	65,101
2017	Meksika	2.528.308.608.846	21,166	0,626	63,190	9,99	15.850	76,952
2017	Rusya	3.807.101.422.722	12,293	1,807	8,823	3,25	14.106	46,876
2017	Sudi Arabistan	1.625.946.533.880	0,734	-2,039	15,906	0,01	2.282	61,814
2017	Türkiye	2.264.269.908.091	3,232	9,335	104,352	11,40	380	55,762
2018	Almanya	4.576.054.323.351	15,744	0,885	237,294	16,04	21.281	88,519
2018	ABD	20.533.057.312.000	18,474	3,120	47,267	10,12	312.046	27,610
2018	Arjantin	1.036.459.320.094	5,402	-3,049	16,258	10,52	3.242	30,762
2018	Avustralya	1.254.437.048.891	18,132	3,934	3,245	9,60	27.200	43,347
2018	Brezilya	3.146.415.537.924	14,743	0,716	25,145	46,95	19.877	28,876
2018	Çin	21.739.730.035.475	31,545	5,792	149,417	13,55	148.187	37,565
2018	Endonezya	3.117.052.585.747	8,212	4,343	142,244	22,05	8.347	43,074
2018	Fransa	3.125.379.876.905	25,917	1,846	122,650	15,21	1.919	64,437
2018	G. Afrika	821.763.690.708	5,271	0,520	47,267	8,07	6.258	54,485
2018	Hindistan	9.022.939.659.439	9,040	5,316	460,449	32,73	33.766	43,616
2018	İtalya	2.600.325.592.798	7,475	1,878	204,322	17,08	900	60,303
2018	Japonya	5.344.062.804.224	17,269	2,509	347,903	7,26	59.937	36,609

2018	Kanada	1.852.985.933.143	15,421	3,300	4,134	21,92	31.812	66,599
2018	Meksika	2.606.266.095.451	20,888	0,165	63,794	10,16	14.869	80,212
2018	Rusya	4.231.843.017.736	11,318	2,882	8,822	3,18	13.031	51,580
2018	Sudi Arabistan	1.711.027.572.919	0,543	0,399	16,289	0,01	2.321	61,955
2018	Türkiye	2.303.774.937.064	2,673	0,664	105,774	11,83	310	62,614
2019	Almanya	4.840.312.367.206	16,384	-1,325	237,822	17,07	20.802	88,318
2019	ABD	21.380.976.119.000	18,672	2,286	47,883	10,42	336.340	26,450
2019	Arjantin	1.033.942.542.333	5,212	-4,740	16,420	10,74	3.260	32,630
2019	Avustralya	1.336.328.929.939	21,213	1,123	3,293	10,06	27.121	45,748
2019	Brezilya	3.241.959.851.105	14,066	-0,670	25,338	47,58	19.932	28,890
2019	Çin	23.446.555.177.129	30,817	4,874	149,948	14,33	157.093	35,890
2019	Endonezya	3.332.230.852.333	8,092	3,809	143,584	19,77	8.388	37,627
2019	Fransa	3.452.965.773.974	26,911	1,932	123,070	15,53	1.766	64,141
2019	G. Afrika	838.679.935.756	4,894	-1,344	47,883	8,84	6.347	53,897
2019	Hindistan	9.540.388.856.775	10,223	-1,400	465,194	33,27	34.173	39,905
2019	İtalya	2.775.612.623.552	7,756	0,383	201,980	17,27	898	59,878
2019	Japonya	5.404.462.785.100	17,000	-1,692	347,415	7,76	62.597	35,216
2019	Kanada	1.899.695.367.284	16,100	0,288	4,193	22,47	32.250	66,171
2019	Meksika	2.638.766.625.988	20,405	-1,599	64,345	10,27	14.636	77,396
2019	Rusya	4.412.881.578.661	12,873	1,550	8,817	3,22	12.174	49,228
2019	Sudi Arabistan	1.756.218.229.800	0,648	-1,892	16,666	0,03	2.463	60,198
2019	Türkiye	2.350.308.226.169	3,028	-2,637	107,297	14,12	217	63,193
2020	Almanya	4.815.445.166.913	15,499	-5,630	238,017	18,60	19.845	81,147
2020	ABD	21.060.473.613.000	19,483	-3,520	48,472	11,16	327.586	23,392
2020	Arjantin	943.733.481.517	6,903	-9,283	16,580	9,84	2.562	30,203
2020	Avustralya	1.386.702.982.120	21,470	-0,477	3,334	10,89	26.926	44,143
2020	Brezilya	3.176.647.148.135	11,350	-2,970	25,507	50,05	19.058	32,302
2020	Çin	24.284.244.952.610	31,275	2,464	150,305	14,81	152.342	34,754
2020	Endonezya	3.305.987.772.576	8,424	-2,800	144,796	22,01	6.851	32,972
2020	Fransa	3.344.383.971.188	23,144	-9,511	123,404	16,87	1.542	56,782
2020	G. Afrika	798.957.850.850	5,620	-12,050	48,472	9,76	6.146	50,686
2020	Hindistan	9.101.318.097.848	11,032	-0,876	469,659	35,82	33.630	37,804
2020	İtalya	2.627.330.094.324	8,585	-10,259	200,999	18,69	947	55,265
2020	Japonya	5.351.118.699.252	18,601	-4,418	346,395	8,45	61.124	31,325
2020	Kanada	1.838.812.704.452	15,334	-5,883	4,239	23,85	30.113	61,156
2020	Meksika	2.453.376.235.740	21,505	-9,152	64,815	12,33	13.180	76,876
2020	Rusya	4.395.489.134.384	9,134	-2,746	8,797	3,72	11.225	45,966
2020	Sudi Arabistan	1.701.896.171.335	0,608	-5,857	16,745	0,06	2.274	49,713
2020	Türkiye	2.391.489.377.828	3,152	0,835	108,343	13,72	238	61,343