

Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi

Çiğdem BAL¹

¹ Öğr. Gör., Mersin Üniversitesi, Anamur Meslek Yüksekokulu, Büro Hizmetleri ve Sekreterlik Bölümü, cigdembal@mersin.edu.tr, ORCID ID: 0009-0005-1980-9592.

Özet: Bu çalışma, 1996–2023 döneminde 29 Avrupa ülkesine ait veriler kullanılarak enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel veri yöntemiyle incelemektedir. Modelde bağımlı değişken olarak reel GSYH, bağımsız değişkenler olarak ise petrol tüketimi, sabit sermaye yatırımı, ihracat ve istihdam oranı kullanılmıştır. Ampirik analiz sonuçları, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca sabit sermaye yatırımları, ihracat ve istihdamın da büyümeyi destekleyici etkileri anlamlı bulunmuştur. Elde edilen bulgular, enerji tüketiminin yalnızca üretim kapasitesi açısından değil, aynı zamanda sürdürülebilir büyüme sürecinin önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, enerji verimliliğini artırmaya yönelik politikaların ve yatırımı teşvik eden uygulamaların, Avrupa ekonomilerinde büyümeyi destekleyici stratejiler arasında öncelikli bir yere sahip olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi.

Energy Consumption and Economic Growth: Panel Data Analysis

Abstract: This study examines the relationship between energy consumption and economic growth by employing panel data analysis for 29 European countries over the period 1996–2023. The empirical model specifies real GDP as the dependent variable, while the independent variables include oil consumption, gross fixed capital formation, exports of goods and services, and the employment-to-population ratio. The results of the analysis indicate that energy consumption exerts a positive and statistically significant effect on economic growth. Furthermore, gross fixed capital formation, exports, and employment are also found to contribute significantly to economic performance. These findings underscore the role of energy consumption not merely as a production input, but as a key determinant of sustained economic growth. Accordingly, enhancing energy efficiency and promoting investment appear to be crucial policy instruments for supporting long-term growth strategies within advanced European economies.

Key Words: Energy Consumption, Economic Growth, Panel Data Analysis.

1. GİRİŞ

Enerji, çağdaş ekonomilerin temel yapı taşlarından biri olarak kabul edilmekte olup, sanayi üretiminden ulaşıma, tarımdan hizmetler sektörüne kadar geniş bir yelpazede ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği büyük ölçüde enerji tüketimine bağlıdır. Bu bağlamda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki etkileşim, iktisat literatüründe hem kuramsal çerçevede hem de uygulamalı çalışmalar kapsamında uzun süredir araştırılmakta olan önemli bir konudur.

Özellikle son dönemde artan küresel enerji talebi, iklim değişikliğinin etkileri ve çevresel kaygılar, bu ilişkinin doğasına dair daha derinlemesine analizlerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi tetikleyici mi, yoksa ekonomik büyümenin enerji talebini artıran bir sonucu mu olduğu yönündeki nedensellik tartışmaları, literatürde önemli bir yer tutmaktadır.

Enerji hem bireylerin günlük yaşamlarını sürdürebilmeleri hem de üretim süreçlerinin devamlılığı açısından vazgeçilmez bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Tarihsel olarak

değerlendirildiğinde, tarıma dayalı toplumlarda enerji ihtiyacının büyük ölçüde insan ve hayvan gücüne dayandığı görülmektedir. Sanayi devriminden sonra enerji üretiminde önemli bir dönüşüm yaşanmış; başlangıçta fosil yakıtlar olarak bilinen kömür, petrol ve doğal gaz gibi yeraltı kaynakları yoğun şekilde kullanılmış, bunu takiben ise çevresel sürdürülebilirliği önceleyen güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklara yönelik artmıştır (Gövdere ve Can, 2015).

Enerjinin ekonomik ve toplumsal yapılar içerisindeki rolü zamanla giderek daha belirgin hale gelmiştir. Bu sürecin şekillenmesinde özellikle Tarihsel süreçte Sanayi Devrimi, İkinci Dünya Savaşı ve 1970’lerde yaşanan petrol krizleri, küresel ölçekte enerji talebini belirgin şekilde artırmış; bu gelişmeler, enerjinin ekonomik ve jeopolitik düzlemde stratejik bir unsur hâline gelmesine zemin hazırlamıştır.

Sanayi Devrimi’yle birlikte buharlı makinelerin keşfi ve sanayileşmede yaygın kullanımı ile şehirleşmenin getirdiği bireysel enerji taleplerindeki artış, toplam enerji talebini sürekli olarak yükseltmiştir. II. Dünya Savaşı sonrası dönemde uygulanan refah ekonomisi politikaları ve bunun tetiklediği hızlı büyüme süreci,

enerji talebini artıran bir diğer önemli gelişmedir. 1970'li yıllarda yaşanan petrol şokları ve bu şokların özellikle döviz darboğazı yaşayan ülkelerde üretim süreçlerini aksatması, enerjiye duyulan ihtiyacın önemini belirginleştiren temel gelişmeler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, enerji tüketimindeki artış ekonomik performansı desteklemekle birlikte, çevresel tahribat riskini de beraberinde getirmektedir. Bu ikili etki, özellikle sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda yenilikçi ve çevre dostu enerji alternatiflerine yönelik arayışları hızlandırmıştır (Usta, 2016). Bu çerçevede öne çıkan en önemli gelişmelerden biri, Aralık 2016 itibarıyla 169 ülke ve devlete bağlı örgütün taraf olduğu Kyoto Protokolü'dür. 1997 yılında kabul edilip 2005 yılında yürürlüğe giren bu uluslararası anlaşma, daha az enerji tüketen teknolojilerin sanayiye entegre edilmesini hedeflemenin yanı sıra, karbon salımının azaltılmasını da amaçlamaktadır. Protokol kapsamında taraf ülkeler, karbondioksit ve sera etkisine yol açan diğer beş gazın emisyonlarını azaltmayı ya da bu hedefi gerçekleştiremeyenlerin karbon ticareti mekanizmaları aracılığıyla emisyon haklarını dengelemelerini taahhüt etmektedirler (Özmen, 2017). Bu sayede ülkeler, çevre dostu enerji kaynaklarına yönelmeye ve enerji tasarrufu sağlayan üretim teknolojilerini benimsemeye teşvik edilmiştir.

Çalışmada, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki etkileşim yapısı panel veri analizine dayalı ekonometrik yöntemler aracılığıyla incelenmiş; bu sayede söz konusu ilişkinin ülkeler arası ve zamansal farklılıkları dikkate alınarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Modelde bağımlı değişken olarak, ekonomik büyümenin temel göstergesi olan Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) (2015 sabit fiyatlarıyla, ABD doları cinsinden) ele alınmıştır. Enerji tüketiminin temel bir göstergesi olarak Petrol Tüketimi (OIL) (ton cinsinden) verisi kullanılmıştır. Bununla birlikte, ekonomik büyümeyi etkileyebilecek diğer önemli makroekonomik faktörler de kontrol değişkeni olarak analiz kapsamına alınmıştır. Ekonomik kapasitenin artışı ve üretkenliğin yükselmesi açısından belirleyici bir rol oynayan Sabit Sermaye Oluşumu (GFC) (2015 sabit fiyatlarıyla, ABD doları cinsinden), işgücünün ekonomiye katılım düzeyini yansıtan İstihdamın Nüfusa Oranı (EMP) (15 yaş ve üzeri toplam, ILO tahmini) ve dışa açıklık düzeyini temsil ederek ülkelerin küresel ekonomiye entegrasyonu ile büyüme arasındaki bağı güçlendiren Mal ve Hizmet İhracatı (EXP) (2015 sabit fiyatlarıyla, ABD doları cinsinden) gibi değişkenler, enerji-büyüme ilişkisi üzerindeki potansiyel etkileri ve bağımlılıkları incelememizi sağlayacaktır.

Bu çalışmanın temel hedefi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi, panel veri yöntemiyle ampirik olarak analiz etmektir. Bu doğrultuda, sermaye birikimi, iş gücü, dış ticaret ve enerji kullanımı gibi belirleyici unsurların ekonomik büyüme üzerindeki mutlak ve göreceli etkilerinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Elde edilecek bulgular, enerji politikalarının belirlenmesinde, sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin oluşturulmasında ve ekonomik büyüme hedeflerine ulaşılmasında önemli yönlendirmeler sağlayacaktır. Özellikle enerjiye bağımlılığı yüksek ülkelerde, büyüme hedeflerinin enerji arz güvenliği ve enerji verimliliği politikalarıyla entegre biçimde ele alınmasının gerekliliğini ortaya koyacaktır.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağ, özellikle gelişmekte olan ülkeler ve enerjiye yüksek oranda bağımlı ekonomiler açısından uzun süredir iktisadi literatürde temel araştırma konularından biri olmuştur. Bu alandaki öncü ampirik katkılardan biri, Kraft ve Kraft'ın (1978) ABD ekonomisi üzerine gerçekleştirdiği çalışmadır. 1947–1974 dönemine ait verilerle yürütülen bu analizde, gayrisafi millî hasıla ile enerji tüketimi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Çalışmanın bu ilk bulgularından itibaren, enerji tüketimi ile büyüme arasındaki nedenselliğe odaklanan çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiş ve bu çalışmalar genel olarak enerjinin kalkınma sürecindeki kritik rolüne dikkat çekmiştir. Söz konusu ilişkinin birlikte değerlendirilmesi, yalnızca ekonomik gelişim ve enerji kaynaklarının işlevi açısından değil, aynı zamanda enerji ve çevre politikalarının şekillendirilmesinde de teorik ve ampirik bir temel sunmuştur.

Yu ve Hwang (1984) ile Yu ve Choi (1985) tarafından yürütülen çalışmalarda, Granger nedensellik testleri aracılığıyla enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiş; ancak her iki çalışmada da bu iki değişken arasında anlamlı bir nedensellik bağı saptanamamıştır. Öte yandan, Yu ve Hwang (1984), Sim'in geliştirdiği yapısal eşanlı denklemler yaklaşımını temel alarak gerçekleştirdiği ek analizde, enerji tüketiminin istihdam düzeyleri üzerinde negatif yönde etkiler doğurabileceğine dikkat çekmiştir. Yu ve Choi (1985) ise ülkelerarası yapısal farklılıklara odaklanarak, Güney Kore örneğinde büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu; Filipinler örneğinde ise bu ilişkinin ters yönde, enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediğini ortaya koymuşlardır.

1990'ların sonlarına doğru gelişmekte olan ülkeler de inceleme konusu olmuş, Masih ve Masih (1996),

Pakistan’da büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, aynı ülke için daha sonraki yapılan Aqeel ve Butt (2001) çalışmasında büyümeden enerjiye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu ifade etmiştir.

2000’li yılların ortalarından itibaren panel veri yöntemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, çok sayıda ülkeyi kapsayan ampirik çalışmalar daha sık uygulanmaya başlanmıştır. Örneğin, Chien ve Chiang Lee (2005), 18 gelişmekte olan ülkeye yönelik analizlerinde, enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında hem kısa hem de uzun vadede eşbütünleşik bir ilişki tespit etmişlerdir. Al-Iriani (2006) tarafından yürütülen çalışmada ise, altı petrol ihracatçısı ülke özelinde ekonomik büyümeden enerji talebine doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı rapor edilmiştir. Lee ve Chang (2007), 22 gelişmiş ve 18 gelişmekte olan ülkeyi kapsayan araştırmalarında; gelişmiş ekonomilerde karşılıklı nedensellik, gelişmekte olan ülkelerde ise büyümeden enerji tüketimine yönelen bir etkileşim saptamışlardır. Mehrara (2007), petrol ihracatçısı ülkelerde büyüme kaynaklı enerji talebine güçlü bir nedensellik bulurken; Mahadevan ve Asafu-Adjaye (2007), enerji ithalatçısı ve ihracatçısı ülkeleri karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmalarında, gelişmiş ekonomilerde çift yönlü bir etkileşim, gelişmekte olanlarda ise yalnızca kısa vadeli bir bağlantının varlığına işaret etmişlerdir.

Asya ülkeleri üzerine odaklanan Lee ve Chang’ın (2008) çalışmasında, uzun vadede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir eşbütünleşme ilişkisi ortaya konulmuş; ancak kısa dönem açısından istatistiksel olarak anlamlı bir bağ gözlemlenememiştir. Avrupa Birliği ülkelerini ele alan Bohm’un (2008) araştırmasında ise, elektrik tüketimi ile GSYİH arasında anlamlı bir uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisine ulaşılamadığı ifade edilmiştir. Buna karşılık Narayan ve Smyth (2008), G7 ülkelerinde yürüttükleri incelemede, hem uzun dönemli eşbütünleşme hem de kısa dönemli nedensellik ilişkilerinin varlığını ortaya koymuşlardır. Latin Amerika ülkelerine yönelik olarak Apergis ve Payne (2009), ekonomik büyüme, enerji kullanımı, emek arzı ve sermaye birikimi arasında uzun vadeli bir eşbütünleşme ilişkisi tespit etmişlerdir. Sinha’nın (2009) 88 ülkeyi kapsayan analizinde ise, GSYİH ile enerji tüketimi arasında hem düzey değerleri hem de büyüme oranları açısından anlamlı nedensellik bulgularına ulaşılmıştır.

2010 yılı sonrası çalışmalarda, bölgesel farklılıklara daha fazla vurgu yapılmaya başlanmıştır. Ciarreta ve Zarraga (2010), 12 AB ülkesinde uzun vadede enerji

tüketimi ile büyüme arasında eşbütünleşme bulunduğunu, ancak kısa vadede böyle bir ilişkinin olmadığını ortaya koymuştur. Öztürk vd. (2010), gelir gruplarına göre yaptıkları analizde düşük gelirli ülkelerde tek yönlü, orta gelirli ülkelerde ise çift yönlü nedensellik olduğunu belirtmiştir. Apergis ve Payne (2010a), Güney Amerika ülkelerinde hem kısa hem uzun dönemde güçlü nedensellik ilişkileri bulurken, Apergis ve Payne (2010b), 67 ülkeyi kapsayan analizlerinde doğal gaz tüketimi ile büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğunu ortaya koymuştur. Noor ve Siddiqi (2010), Güney Asya ülkelerinde kısa dönemde enerji tüketiminden büyümeye tek yönlü ilişki bulurken, uzun dönemde bu ilişkinin negatif olduğunu ifade etmişlerdir. Costantini ve Martini (2010), OECD ve OECD dışı ülkeleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, sektörlere göre farklılıklar olduğunu; özellikle sanayi sektöründe uzun vadeli çift yönlü nedensellik olduğunu rapor etmişlerdir.

Afrika ülkeleri üzerine yapılan Eggoh vd.’ye ait (2011) çalışma, enerji tüketimi ile sermaye oluşumu, iş gücü ve fiyat endeksi arasında uzun dönemli nedensellik ilişkilerinin bulunduğunu ortaya koymuştur. Hossain (2011), yeni sanayileşen ülkelerde değişkenler arasında eşbütünleşme bulmasına karşın nedensellik ilişkisi tespit edememiştir. Joyeux ve Ripple (2011), OECD dışı ülkelerde enerji tüketiminin büyümeyi yönlendirdiğini ve bu ilişkinin hem elektrik hem de petrol tüketimi açısından geçerli olduğunu belirtmiştir. Niu ve arkadaşları (2011), Asya-Pasifik bölgesine yönelik yürüttükleri analizde, enerji tüketimi, karbondioksit salımı ve ekonomik büyüme arasında uzun vadeli bir denge ilişkisi bulunduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan, Shuyun ve Donghua’nın (2011) Çin’in çeşitli illerine odaklanan çalışmalarında, enerji tüketimi ile gayrisafi yurt içi hasıla arasında hem uzun dönemli eşbütünleşme hem de nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir.

Erdoğan ve Gürbüz (2014), 1970–2009 yıllarını kapsayan verilerle yürüttükleri analizde, yapısal kırılmaları içeren modelleme yaklaşımlarını kullanmış ve elde ettikleri sonuçlar, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu durum, enerji ve büyüme arasındaki ilişkinin yönü konusunda literatürde görülen fikir ayrılıklarını ve ampirik bulgulardaki tutarsızlıkları destekler niteliktedir.

Öte yandan, Gövdere ve Can (2015) tarafından 1970–2014 dönemine ilişkin Türkiye verileriyle gerçekleştirilen çalışmada, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Tatlı’nın

(2015) 1981–2013 yıllarını kapsayan ve ARDL sınır testi yönteminin uygulandığı analizinde, enerji tüketiminin hem kısa hem de uzun vadeli dönemlerde büyümeyi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediği ortaya konulmuştur. Usta (2016) ise, Türkiye’yi oluşturan 26 Düzey 2 alt bölgesi için 2004–2011 dönemini kapsayan panel veri analizinde, enerji tüketiminin bölgesel düzeyde ekonomik büyümeyi desteklediğini ortaya koymuştur; bu durum enerji yatırımlarının bölgesel kalkınma üzerinde de önemli bir rol oynayabileceğine işaret etmektedir.

Diğer taraftan, Savaş ve Durgun’un (2016) 1980–2010 dönemine ilişkin olarak yürüttükleri analizde, kişi başına düşen GSYİH ve elektrik tüketimi verileri kullanılarak yapılan nedensellik testleri sonucunda, ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Bu sonuç, Türkiye ekonomisinde büyümenin enerji talebini şekillendiren temel bir unsur olabileceğini düşündürmektedir. Usta ve Berber (2017) ise daha uzun bir dönemi kapsayan çalışmalarında, 1970–2012 verilerini kullanarak Toda-Yamamoto yaklaşımı ile yaptıkları analizde, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı (çift yönlü) bir nedensellik tespit etmişlerdir. Bu bulgular, enerji ve büyüme arasında karşılıklı bir etkileşimin söz konusu olduğunu ve dolayısıyla enerji politikalarının makroekonomik kalkınma hedefleriyle bütüncül bir biçimde ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Yapılan literatür değerlendirmesi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin farklı ülke gruplarında, dönemlerde ve yönetsel yaklaşımlarda önemli çeşitlilik gösterdiğini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bazı çalışmalarda enerji tüketimi ekonomik büyümenin temel itici gücü olarak belirlenirken, diğer araştırmalarda ise ekonomik büyümenin enerji talebini yönlendirdiği bulgulanmıştır. Bununla birlikte, iki yönlü nedensellik tespit eden ya da değişkenler arasında herhangi bir istatistiksel ilişki saptamayan çalışmalar da mevcuttur.

Bu bulgular arasındaki farklılıkların temelinde; ülkelerin sahip olduğu ekonomik gelişmişlik düzeyi, enerji kaynaklarına olan bağımlılık oranları, enerji tüketim alışkanlıkları, iklimsel ve coğrafi koşullar gibi yapısal faktörler yer almaktadır. Ayrıca, her bir çalışmada kullanılan zaman diliminin, analiz edilen değişken setlerinin ve uygulanan ekonometrik yöntemlerin çeşitlilik arz etmesi de elde edilen sonuçlar üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki, ülkelere ve dönemlere özgü koşullar göz ardı edilerek genellenememekte; bu durum, kapsamlı, çok boyutlu ve yerel

dinamikleri dikkate alan yeni analizlere olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Yapılan literatür değerlendirmesi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin farklı ülke gruplarında, dönemlerde ve yönetsel yaklaşımlarda önemli çeşitlilik gösterdiğini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bazı çalışmalarda enerji tüketimi, ekonomik büyümenin temel itici gücü olarak belirlenirken, diğer araştırmalarda ise ekonomik büyümenin enerji talebini yönlendirdiği bulgulanmıştır. Bu bulgular arasındaki farklılıkların temelinde; ülkelerin sahip olduğu ekonomik gelişmişlik düzeyi, enerji kaynaklarına olan bağımlılık oranları, enerji tüketim alışkanlıkları, iklimsel ve coğrafi koşullar gibi yapısal faktörler yer almaktadır. Ayrıca, her bir çalışmada kullanılan zaman diliminin, analiz edilen değişken setlerinin ve uygulanan ekonometrik yöntemlerin çeşitlilik arz etmesi de elde edilen sonuçlar üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki, ülkelere ve dönemlere özgü koşullar göz ardı edilerek genellenememekte; bu durum, kapsamlı, çok boyutlu ve yerel dinamikleri dikkate alan yeni analizlere olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, 1996–2023 döneminde Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre ve Birleşik Krallık olmak üzere 29 Avrupa ülkesine ait veriler kullanılarak enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel veri yöntemiyle incelemektedir. Modelde bağımlı değişken olarak reel gayrisafi yurt içi hasıla (GDP); bağımsız değişkenler olarak ise petrol tüketimi (OIL), sabit sermaye yatırımı (GFC), ihracat (EXP) ve istihdam oranı (EMP) yer almaktadır.

Tablo 1: Ekonometrik Modelde Kullanılan Değişkenler

	Değişkenin Açıklaması	Kaynak
GDP	GSYİH (2015 sabit fiyatlarıyla, ABD doları cinsinden)	Dünya Bankası
OIL	Petrol tüketimi (ton cinsinden)	Energy Institute
GFC	Sabit sermaye oluşumu (2015 sabit fiyatlarıyla, ABD doları cinsinden)	Dünya Bankası
EMP	İstihdamın nüfusa oranı, 15 yaş ve üzeri toplam (%) (ILO tahmini)	Dünya Bankası
EXP	Mal ve hizmet ihracatı (2015 sabit fiyatlarıyla, ABD doları cinsinden)	Dünya Bankası

Bu çalışmada ele alınan değişkenlerin tamamı, Dünya Bankası'nın açık erişimli veri tabanından derlenmiştir. Yüzdelik değerler içeren EMP değişkeni dışındaki tüm değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Bu değişkenlere ilişkin özetleyici istatistikler, takip eden tabloda raporlanmıştır.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

	Gözlem	Ort.	Std. Sap.	Min	Maks.
GDP	783	0,024	0,037	-0,175	0,220
OIL	783	-0,004	0,061	-0,262	0,173
GFC	783	0,03	0,101	-0,512	0,918
EMP	783	0,166	1,047	-7,201	3,344
EXP	783	0,049	0,074	-0,264	0,344

Değişkenlerin genel özelliklerini anlamak amacıyla ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri incelenmiştir. Ayrıca, değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı riskini kontrol etmek ve ilişkilerin yönünü belirlemek amacıyla bir korelasyon matrisi oluşturulmuş ve sonuçları aşağıdaki tabloda raporlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, ihracat (EXP), istihdamın nüfusa oranı (EMP) ve sabit sermaye oluşumu (GFC) gibi değişkenlerin ekonomik büyüme (GSYH) ile orta düzeyde pozitif bir ilişki sergilediği görülmektedir. Petrol tüketimi (OIL) ise ekonomik büyüme ile ilişkili olmakla birlikte, diğer değişkenlere kıyasla daha zayıf bir korelasyona sahiptir.

Tablo 3: Korelasyon Matrisi

	GDP	OIL	GFCF	EMP	EXP
GDP	1				
OIL	0.529	1			
GFC	0.544	0.294	1		
EMP	0.562	0.358	0.473	1	
EXP	0.698	0.395	0.362	0.348	1

Çalışmada bağımlı değişken olarak kişi başına düşen reel GSYİH (GDP) ele alınmıştır. Bağımsız değişkenler ise petrol tüketimi (OIL), sabit sermaye yatırımları (GFC), istihdam oranı (EMP) ve ihracat (EXP) olarak belirlenmiştir. Bu değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönde etkiler oluşturması beklenmektedir. Bu kapsamda tahmin edilen panel veri modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$GDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 OIL_{it} + \beta_2 GFC_{it} + \beta_3 EMP_{it} + \beta_4 EXP_{it} \quad (1)$$

Bu çalışmada, 29 Avrupa ülkesine ait 1996–2023 dönemini kapsayan verilerle oluşturulan panel veri seti kullanılmış ve analiz sürecinde panel veri yöntemleri tercih edilmiştir. Analize geçmeden önce

modelin temel varsayımlarını sınamak amacıyla çeşitli ön testler uygulanmıştır. Panel veri setinde birimler arası olası yatay kesit bağımlılığını tespit edebilmek amacıyla, Pesaran (2004) tarafından önerilen CD testi kullanılmıştır. Değişkenlerin durağanlık özelliklerinin değerlendirilmesinde ise, bu bağımlılığa duyarlı ikinci nesil testlerden biri olan Pesaran'ın (2007) geliştirdiği CIPS yöntemi tercih edilmiştir. Bu testin en belirgin avantajı, panel birimleri arasında bağımlılık mevcut olsa dahi istatistiksel olarak güvenilir sonuçlar üretebilmesidir. Ek olarak, sabit etkili mi yoksa rassal etkili modelin mi tercih edilmesi gerektiğini belirlemek amacıyla Hausman testi (Hausman, 1978) uygulanmıştır.

Modelin varsayımlarına yönelik tutarlılığı değerlendirmek amacıyla tanı testleri gerçekleştirilmiştir. Panelde heteroskedastisite olup olmadığını test etmek için Modified Wald testi (Greene, 2012), otokorelasyonun varlığını değerlendirmek için ise Baltagi ve Wu (1999) tarafından geliştirilen LBI testi ile Bhargava ve arkadaşlarının (1982) Durbin-Watson testi uygulanmıştır. Tanı testleri sonucunda modelin hem yatay kesit bağımlılığı hem de varyans ve otokorelasyon sorunlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, daha güvenilir tahminler elde etmek amacıyla Driscoll ve Kraay (1998) tarafından geliştirilen ve bu tür yapısal bozulmalara karşı dayanıklı standart hatalar sunan sabit etkiler modeli ile nihai tahmin gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Panel veri analizinde varsayımların geçerliliğini sınamak amacıyla Pesaran CD testi uygulanmış ve yatay kesit bağımlılığı tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Bu bulgu doğrultusunda, yatay kesit bağımlılığı durumuna uygun tahminleme yapabilen Pesaran CIPS birim kök testi kullanılarak tüm serilerin birinci farkta durağan ($I(1)$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4: Pesaran CIPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

	Düzeyde		Birinci Farkta	
	CIPS (Sabit)	CIPS (Trend)	CIPS (Sabit)	CIPS (Trend)
GDP	-1,830	-2,106	-3,525***	-3,587***
OIL	-1,897	-2,663**	-5,114***	-5,322***
GFC	-1,839	-2,534	-4,386***	-4,396***
EMP	-1,484	-2,586*	-3,458***	-3,520***
EXP	-1,892	-2,230	-3,876***	-4,096***

NOT: Anlamlılıklar *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$ şeklindedir.

Model seçimi sürecinde, öncelikle modelde birim (ülke) ve zaman etkilerinin var olup olmadığını belirlemek amacıyla F testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, birim etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ($p > 0,05$), buna karşın zaman etkileri anlamlı çıkmıştır ($p < 0,01$). Bu nedenle, analizde yalnızca zaman boyutunda sabit etkilerin dikkate alındığı tek yönlü sabit zaman etkiler modeli tercih edilmiştir.

Model belirleme sürecinin devamında Hausman testi gerçekleştirilerek sabit etkiler modeli ile rassal etkiler modeli karşılaştırılmıştır. Test sonucunda elde edilen anlamlılık düzeyi ($p < 0,01$), sabit etkiler modelinin tercih edilmesi gerektiğine işaret etmiştir. Bu sonuç, ülkeler arasında göz ardı edilemeyecek yapısal farklılıkların bulunduğunu ve sabit etkiler yaklaşımının daha güvenilir tahminler sağlayacağını göstermektedir.

Tablo 5: Panel Veri Analizi Tahmin Sonuçları (Sabit Etkiler Modeli)

Bağımlı Değişken: GDP	Katsayı	Std. Hata	t-değeri	p-değeri
OIL	0,120	0,014	8,750	0,000
GFC	0,070	0,009	8,060	0,000
EMP	0,008	0,001	9,970	0,000
EXP	0,222	0,012	18,940	0,000
C	0,010	0,001	10,330	0,000

Modelde bağımlı değişken olarak ekonomik büyümeyi temsil eden GSYİH (GDP) ele alınırken; petrol tüketimi (OIL), sabit sermaye oluşumu (GFC), istihdam oranı (EMP) ve ihracat (EXP) bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Tahmin sonuçları, bu değişkenlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerine dair önemli bulgular sunmaktadır:

Petrol tüketimi (OIL) değişkeninin katsayısı 0,120 olarak hesaplanmış olup, bu değişkenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,01$). Bu bulgu, enerji tüketiminin, özellikle üretim süreçlerindeki temel rolü aracılığıyla ekonomik büyümeyi destekleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Sabit sermaye oluşumu (GFC) değişkeninin katsayısı 0,070 bulunmuş; bu değişkenin de ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve %1 düzeyinde anlamlı bir etki sergilediği tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Bu sonuç, sabit sermaye yatırımlarının altyapı ve üretim kapasitesini artırarak ekonomik büyümeye önemli katkı

sağladığına işaret etmektedir. İstihdam oranı (EMP) için hesaplanan katsayı 0,008 olup, bu değişken de %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,01$). Bu durum, iş gücüne katılım oranlarındaki artışların ekonomik büyüme ile pozitif yönlü bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Son olarak, ihracatı temsil eden EXP değişkeninin katsayısı 0,222 olarak belirlenmiş; bu değişkenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve oldukça güçlüdür ($p < 0,01$). Bu sonuç, dış talebin ve uluslararası ticaretin, ekonomik büyüme dinamikleri içerisinde belirleyici ve teşvik edici rolünü açıkça göstermektedir.

Tablo 6: Tanısal Testlerin Sonuçları

Test Türü	Test Son.	Yorum
F Testi (Sabit Etkiler Modeli)	2,25***	Model genel olarak anlamlıdır.
F Testi (Driscoll-Kraay Modeli)	73,41***	Model genel olarak anlamlıdır.
R ² (Sabit Etkiler Modeli)	0,67	Bağımsız değişkenler, bağımlı değişkenin %67'sini açıklamaktadır.
R ² (Driscoll-Kraay Modeli)	0,67	Bağımsız değişkenler, bağımlı değişkenin %67'sini açıklamaktadır.
Hausman Testi	35,92***	Sabit etkiler modeli tercih edilmelidir.
Modified Wald Test (heterosk.)	4749,35***	Panelde değişen varyans (heteroskedastisite) vardır.
Baltagi-Wu LBI	LBI=1,911	2'ye yakın ama tam değil; otokorelasyon riski vardır.
Bhargava et al. Durbin-Watson	DW=1,697	2'ye yakın ama tam değil; otokorelasyon riski vardır.

NOT: Anlamlılıklar *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$ şeklindedir.

Modelde karşılaşılan olası modelleme sorunlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen tanısal testler, bazı klasik varsayımların ihlal edildiğini göstermektedir. Modelde heteroskedastisite problemini test etmek amacıyla uygulanan Modified Wald testinin sonucu 4749,350 olup, testin p-değeri 0,000'dır. Bu sonuç, hata terimlerinin sabit varyansa sahip olmadığını, yani modelde değişen varyans (heteroskedastisite) sorununa işaret etmektedir.

Ayrıca, otokorelasyonun varlığı Baltagi-Wu LBI ve Bhargava et al. Durbin-Watson testleriyle değerlendirilmiştir. Baltagi-Wu LBI değeri 1,911 ve Durbin-Watson istatistiği 1,697 olarak hesaplanmıştır. Her iki değerin de 2'ye yakın ancak tam olarak 2'ye ulaşmamış olması, modelde zayıf da olsa göz ardı edilmemesi gereken bir otokorelasyon riskine işaret etmektedir.

Bu istatistiksel sorunların etkilerini azaltmak ve model tahminlerinin güvenilirliğini artırmak amacıyla, heteroskedastisite, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığına karşı dayanıklı standart hatalar üreten Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılmış ve sonuçlar bu yöntemle raporlanmıştır. Modelde, ekonomik büyümeyi temsil eden GDP değişkeni bağımlı değişken olarak ele alınırken; petrol tüketimi (OIL), sabit sermaye yatırımları (GFC), istihdam oranı (EMP) ve ihracat (EXP) bağımsız değişkenler olarak modele dahil edilmiştir.

Tablo 7: Driscoll-Kraay Modeli Tahmini

Bağımlı Değişken: GDP	Katsayı	Std. Hata	t- değeri	p- değeri
OIL	0,120	0,029	4,150	0,000
GFC	0,070	0,038	1,850	0,075
EMP	0,008	0,001	5,780	0,000
EXP	0,222	0,033	6,690	0,000
C	0,010	0,003	3,650	0,001

Elde edilen tahmin sonuçlarına göre; Petrol tüketimini (OIL) temsil eden değişkenin katsayısı 0,120 olarak bulunmuş ve bu etki %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0,01$). Bu bulgu, enerji tüketiminin, özellikle üretim süreçlerindeki kritik rolü aracılığıyla ekonomik büyümeyi olumlu yönde desteklediğini açıkça göstermektedir. Sabit sermaye oluşumu (GFC) değişkeninin katsayısı 0,070 olup, bu etkinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi %10 anlamlılık düzeyinde sınırda anlamlılık sergilemektedir ($p < 0,10$). Bu durum, sabit sermaye yatırımlarının üretim kapasitesini artırmak suretiyle büyümeye katkı sağlayabileceğini, ancak bu etkinin petrol tüketimine kıyasla daha sınırlı bir düzeyde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

İstihdam oranı (EMP) için hesaplanan katsayı 0,008'dir ve bu değişkenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi oldukça anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$). Bu sonuç, iş gücündeki artışların ekonomik

faaliyetleri canlandırarak büyümeye önemli katkı sağladığını işaret etmektedir. İhracatı (EXP) temsil eden değişkenin katsayısı ise 0,222 olarak belirlenmiş olup, bu etki de %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,01$). Bu bulgu, ihracatın dış talep mekanizması aracılığıyla üretim ve istihdamı artırarak ekonomik büyümeyi destekleyen en güçlü faktörlerden biri olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, sabit terim (C) için katsayı 0,010 olarak tespit edilmiş ve bu katsayı da %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p = 0,001$), bu da modelin genel yapısının güçlü ve tutarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, Driscoll-Kraay yöntemi sayesinde yapısal sorunlara karşı dayanıklı tahminler elde edilmiş olup, modelde yer alan tüm bağımsız değişkenlerin, ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve önemli ölçüde anlamlı etkilere sahip olduğu güvenilir bir şekilde gösterilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki dinamik ilişkiyi, panel veri analizi yöntemlerini kullanarak çok boyutlu bir perspektifle incelemiştir. Literatürde bu ilişkiye dair geniş bir akademik tartışma alanı bulunmakta olup, önceki ampirik araştırmalar, ele alınan ülkeler, zaman dilimleri ve uygulanan metodolojilerdeki farklılıklar nedeniyle oldukça çeşitli bulgular ortaya koymuştur. Kimi çalışmalar enerji tüketimini ekonomik büyümenin temel bir itici gücü olarak belirlerken, diğerleri ekonomik büyümeden enerji talebine doğru tek yönlü bir nedensellik ya da bu iki değişken arasında karşılıklı bir etkileşim saptamıştır. Hatta bazı araştırmalar, değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlamamıştır. Bu bulgular arasındaki farklılıkların temelinde, ülkelerin sahip olduğu ekonomik gelişmişlik düzeyi, enerji kaynaklarına olan bağımlılık oranları, enerji tüketim alışkanlıkları, iklimsel ve coğrafi koşullar gibi yapısal faktörler yer almaktadır. Ayrıca, her bir çalışmada kullanılan zaman diliminin, analiz edilen değişken setlerinin ve uygulanan ekonometrik yöntemlerin çeşitlilik arz etmesi de elde edilen sonuçlar üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu durum, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkinin, ülkelere ve dönemlere özgü koşullar göz ardı edilerek genellenemeyeceğini ve bu nedenle kapsamlı, çok boyutlu ve yerel dinamikleri gözeten analizlere ihtiyaç duyulduğunu açıkça göstermektedir.

Bu çalışmada, ekonomik büyümeyi temsilen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GDP) değişkeni bağımlı değişken olarak kullanılmış; petrol tüketimi (OIL), sabit sermaye yatırımları (GFC), istihdam oranı (EMP) ve mal ve hizmet ihracatı (EXP) ise bağımsız değişkenler şeklinde modelde yer almıştır. Panel veri analizine

geçmeden önce, seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığı Pesaran CD testi aracılığıyla incelenmiş ve %1 anlamlılık düzeyinde bu bağımlılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Bu duruma bağlı olarak, serilerin durağanlık özellikleri Pesaran CIPS birim kök testi ile analiz edilmiş; tüm değişkenlerin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri (I(1)) sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen tahmin sonuçları, modelde yer alan tüm bağımsız değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiler yarattığını göstermektedir. Özellikle, petrol tüketimi (OIL), ihracat (EXP) ve istihdam oranı (EMP) değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı ($p < 0,01$) bulunmuştur. Petrol tüketiminin pozitif ve anlamlı etkisi, enerjinin üretim süreçlerindeki kritik girdilerden biri olmasıyla açıklanabilir; yani enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi besleyen önemli bir faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İhracatın güçlü pozitif etkisi, dış talebin ekonomik aktiviteyi ve istihdamı canlandırmadaki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. İstihdam oranındaki artışların da iş gücü piyasasının canlanması ve dolayısıyla ekonomik büyüme üzerindeki olumlu katkısı vurgulanmıştır. Sabit sermaye oluşumu (GFC) değişkeninin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ise %10 anlamlılık düzeyinde sınırda anlamlı ($p < 0,10$) bulunmuş olup, sermaye yatırımlarının büyümeye katkısının olduğunu, ancak diğer faktörlere kıyasla daha sınırlı bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir. Modelin sabit teriminin de istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,01$) olması, genel model yapısının güvenilirliğini pekiştirmiştir.

Driscoll-Kraay yöntemi kullanılarak elde edilen bu dayanaklı tahminler, modelin istatistiksel açıdan güvenilirliğini artırmaktadır. Bulgularımız, enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisini, analiz edilen ülkeler bağlamında, büyüme hipotezini destekler niteliktedir. Ayrıca ilişkinin yönü ve gücü üzerinde ülkenin gelişmişlik düzeyi, enerji kaynakları ve ekonomik yapısının belirleyici olduğu, literatürdeki diğer bulgularla da tutarlılık göstermektedir.

Bu çalışma, enerji politikaları açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi doğrudan desteklediği bulgusu, enerji arz güvenliğinin ve enerji sektöründeki yatırımların sürdürülebilir büyüme hedefleri için kritik olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, artan enerji talebinin çevresel sonuçları ve Kyoto Protokolü gibi uluslararası düzenlemeler bağlamında, enerji verimliliği ve alternatif enerji kaynaklarına yönelme politikalarının, ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeden uygulanabileceği göz önünde

bulundurulmalıdır. Özellikle ihracat ve istihdam gibi diğer büyüme dinamiklerinin de desteklenmesi, enerjiye olan bağımlılığın ekonomik büyümeyi yavaşlatmadan yönetilmesine olanak tanıyacaktır. Gelecekteki çalışmalar, bu ilişkinin farklı enerji kaynakları (yenilenebilir enerji gibi) ve sektörel bazda daha ayrıntılı incelenmesiyle zenginleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Al-Irmani, M. A. (2006). Energy-GDP relationship revisited: An example from GCC countries using panel causality. *Energy Policy*, 34, 3342–3350.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*, 31, 211–216.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010a). Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model. *Energy Economics*, 32, 1421–1426.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010b). Natural gas consumption and economic growth: A panel investigation of 67 countries. *Applied Energy*, 87, 2759–2763.
- Aqeel, A., & Butt, M. S. (2001). The relationship between energy consumption and economic growth in Pakistan. *Asia-Pacific Development Journal*, 8(2), 101–110.
- Baltagi, B. H., & Wu, P. X. (1999). Unequally spaced panel data regressions with AR(1) disturbances. *Econometric Theory*, 15(6), 814–823.
- Bhargava, A., Franzini, L., & Narendranathan, W. (1982). Serial correlation and the fixed effects model. *The Review of Economic Studies*, 49(4), 533–549.
- Bohm, D. C. (2008). Electricity consumption and economic growth in the European Union: A causality study using panel unit root and cointegration analysis. 2008 5th International Conference on the European Electricity Market, Lisbon, Portugal (pp. 1-6). IEEE.
- Ciarreta, A., & Zarraga, A. (2010). Economic growth–electricity consumption causality in 12 European countries: A dynamic panel data approach. *Energy Policy*, 38(7), 3790–3796. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.03.022>
- Costantini, V., & Martini, C. (2010). Causality between energy consumption and economic growth: A multi-sectoral analysis using non-stationary cointegrated panel data. *Energy Economics*, 32, 591–603.
- Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *The Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–560.
- Eggoh, J. C., Chrysost, B., & Rault, C. (2011). Energy consumption and economic growth revisited in African countries. *Energy Policy*, 39(11), 7408–7421.
- Erdoğan, S., & Gürbüz, S. (2014). Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Yapısal kırılmalı zaman serisi analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 79–87.
- Gövdere, B., & Can, M. (2015). Enerji tüketimi ve büyüme ilişkisi: Türkiye örneğinde eşbütünleme analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 1(2), 101–114.

- Greene, W. H. (2012). *Econometric analysis* (7th ed.). Pearson Education.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251–1271.
- Hossain, S. (2011). Panel estimation for CO₂ emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries. *Energy Policy*, 39, 6991–6999.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 3, 401–403.
- Lee, C.-C. (2005). Energy consumption and GDP in developing countries: A cointegrated panel analysis. *Energy Economics*, 27(3), 415–427. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.01.003>
- Lee, C.-C., & Chang, C.-P. (2007). Energy consumption and GDP revisited: A panel analysis of developed and developing countries. *Energy Economics*, 29, 1206–1223.
- Lee, C.-C., & Chang, C.-P. (2008). Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data. *Resource and Energy Economics*, 30, 50–65.
- Mahadevan, R., & Asafu-Adjaye, J. (2007). Energy consumption, economic growth and prices: A reassessment using panel VECM for developed and developing countries. *Energy Policy*, 35, 2481–2490.
- Masih, A. M. M., & Masih, R. (1996). Energy consumption, real income and temporal causality: Results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modelling techniques. *Energy Economics*, 18(3), 165–183.
- Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries. *Energy Policy*, 35, 2939–2945.
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2008). Energy consumption and real GDP in G7 countries: New evidence from panel cointegration with structural breaks. *Energy Economics*, 30, 2331–2341.
- Niu, S., Ding, Y., Niu, Y., Li, Y., & Luo, G. (2011). Economic growth, energy conservation and emissions reduction: A comparative analysis based on panel data for 8 Asian-Pacific countries. *Energy Policy*, 39, 2121–2131.
- Noor, S., & Siddiqi, M. W. (2010). Energy consumption and economic growth in South Asian countries: A co-integrated panel analysis. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 67, 251–256.
- Özmen, M. T. (2017). Sera gazı-küresel ısınma ve Kyoto Protokolü. http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16154_50_07.pdf (Erişim tarihi: 26.05.2025)
- Öztürk, I., Aslan, A., & Kalyoncu, H. (2010). Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries. *Energy Policy*, 38, 4422–4428.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross-section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, No. 0435. University of Cambridge.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312.
- Savaş, B., & Durgun, B. (2016). Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *Dicle Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(11), 213–244.
- Shuyuna, Y., & Donghua, Y. (2011). The causality between energy consumption and economic growth in China: Using panel method in a multivariate framework. *Energy Procedia*, 5.
- Sinha, D. (2009). The energy consumption-GDP nexus: Panel data evidence from 88 countries. *MPRA Paper*, No. 18446.
- Tatlı, H. (2015). Çok değişkenli bir üretim modeli ile toplam enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 33(4), 135–157.
- Usta, C. (2016). Türkiye’de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin bölgesel analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2(2), 181–201.
- Usta, C., & Berber, M. (2017). Türkiye’de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin sektörel analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173–187.
- Yu, E. S. H., & Choi, J. P. (1985). Causal relationship between energy and GNP: An international comparison. *Journal of Energy and Development*, 10(2), 249–272.
- Yu, E. S. H., & Hwang, D. B. K. (1984). The relationship between energy and GNP. *Energy Economics*, 6(3), 186–190.