

Araştırma Makalesi

Sektörel Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme

Sectoral Energy Consumption and Economic Growth

Ümit KOÇ

Dr., Uzman, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası

umit.koc@tcmb.gov.tr

<https://orcid.org/0000-0002-1853-5156>

Makale Gönderme Tarihi	Revizyon Tarihi	Kabul Tarihi
15.01.2020	25.02.2020	26.02.2020

Öz

Bu çalışmanın amacı 2010 ve 2016 yılları arasında sektörel enerji tüketimlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemektir. Toplam 132 ülkeyi kapsayacak şekilde yapılan analize ulaşım, hizmetler, sanayi ve tarım sektörleri dahil edilmiştir. Büyüme verisi olarak kişi başına düşen reel milli gelirin kullanıldığı analizde panel veri yöntemi uygulanmıştır. Ekonometrik analiz sonucunda ulaşım, sanayi, tarım ve hizmetler sektöründeki enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi, Sektörel Enerji Kullanımı

Abstract

The aim of this study is to examine the impact of sectoral energy consumption on economic growth between 2010 and 2016. Covering totally 132 countries, transport, services, industry and agriculture sectors were included in the analysis. Panel data method was used in the analysis, where real gross domestic product per capita was used as the growth data. As a result of the econometric analysis, a positive relationship was found between energy use and economic growth in transportation, industry, agriculture and services sectors.

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

1. Giriş

İnsanlık tarihinde medeniyete giden yoldaki önemli adımların odağında enerji üretimi, kullanımı ve verimliliği ile ilgili buluşlar yer almaktadır. Geçtiğimiz 200 yıl içinde elektromanyetiğin keşfi ve sonrasında elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi insanlık için önemli dönüm noktalarından birisidir. Enerji kaynaklarının kullanımında üretim olanağı, taşınabilirlik ve verimlilik öne çıkan hususlardır. Bir enerji kaynağı olarak taşınabilir olması elektrik enerjisinin en önemli avantajlarından birisidir. Kablo teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ve bakır kablo üzerinden en az kayıpla farklı coğrafi bölgeler arasında taşınabilen bir enerji kaynağı olarak elektriğin medeniyetin gelişmesindeki katkısı son derece belirgindir. Özellikle son 200 yıl içinde yaşanan ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerinin belirleyicileri arasında elektrik üretimindeki, verimliliğindeki ve tüketimindeki artış yer almaktadır.

Elektrik enerjisi ve enerji tüketimi özellikle gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın anahtarı konumunda olan ekonomik, beşeri ve sosyal gelişmeler üzerinde oldukça önemli bir role

Önerilen Atıf/Suggested Citation

Koç, Ü. 2020. Sektörel Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(1), 508-521

sahiptir. Gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketimi hızlı ekonomik büyüme, nüfus artışı ve sanayileşmeye paralel olarak hızla büyümektedir. Enerji tüketiminin temel bileşenlerinden biri olarak, elektriğin ekonomik büyümedeki önemi sadece ekonomistler tarafından değil, aynı zamanda işadamları, mühendislik, enerji ve devlet kurumları tarafından da tanınmaktadır (Maksimovica ve diğerleri, 2017).

Mal ve hizmet üretim sürecinin vazgeçilmez unsuru olan tüketilen enerji miktarı ülkelerin büyüme oranları ile benzer bir seyir izlemektedir. Enerji tüketim miktarı arttığında ekonomik büyüme oranlarının da arttığı gözlemlenmektedir. Tüketilen enerji miktarı içinde en önemli büyüklüğü nihai enerji tüketim kalemi olarak elektrik enerjisi almaktadır. Energy Information Administration (2013) raporuna göre enerji tüketimi özellikle de elektrik tüketimi ile ekonomi arasında güçlü bir bağ mevcuttur. Bu bağ Amerika Birleşik Devletleri için geçmiş 60 yıllık veri ile yapılan deneysel çalışma ile gösterilmektedir.

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ve ardından tüm dünyayı etkileyen durgunluk süreci sonrasında enerji ve ekonomi arasındaki ilişkiyi konu eden pek çok araştırma yapılmıştır. Kraft ve Kraft (1978) çalışmasıyla birlikte enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki pek çok araştırmada ele alınmıştır. Apaydın ve Taşdoğan (2019) ile Apaydın, Güngör ve Taşdoğan (2019) çalışmalarında enerjinin ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerinde çok önemli olduğu vurgulanmaktadır. Kalkınmanın bir göstergesi olarak bireysel elektrik tüketimi de sürekli olarak artma halindedir (Llop, 2020).

Geniş perspektifle enerji kullanımı dışında daha spesifik olarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki de pek çok araştırmaya konu olmuştur (Apergis ve Payne, 2011; Karanfil ve Li, 2015; Yoo S. , 2005; Narayan, Narayan ve Popp, 2010; Osman, Gachino ve Hoque, 2016; Altınay ve Karagol, 2005; Kim, 2015; Shahbaz, Tang ve Shabbir, 2011; Yoo S. H., 2006; Ghosh, 2002). Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ülkeler bazında etkisi farklılık göstermektedir (Ferguson, Wilkinson ve Hill, 2000; Karanfil ve Li, 2015). Ülkelerin gelir düzeylerine göre elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki de değişebilmektedir (Yoo ve Kwak, 2010).

Ülkeler için toplam enerji tüketimi yanında bu tüketimin sektörel dağılımı da önem taşımaktadır. Sektörel enerji kullanımı ve bu kullanımın ekonomik büyüme üzerinde yarattığı etki özellikle karar vericilerin yatırım ve teşvik alanlarını belirlemesinde anahtar role sahiptir. Bu nedenle spesifik olarak sektörel enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran bir dizi çalışma yapılmıştır (Bowden ve Payne, 2009; Zachariadis, 2007; Zhang ve Xu, 2012; Jobert ve Karanfil, 2007; Abbas ve Choudhury, 2013; Tang ve Shahbaz, 2013; Costantini ve Martini, 2010).

Bu çalışmanın amacı sektörel enerji tüketimlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Çalışma 2010-2016 yıllarını kapsamaktadır Toplam 132 ülkeyi içeren deneysel analize ulaşım, hizmetler, sanayi ve tarım sektörleri dahil edilmiştir. Çalışmanın katkısı, deneysel bazda farklı değişkenlerin 132 ülkenin verisinden oluşan bir panel veri seti kapsamında analiz edilmesidir. Çalışmamızın bir sonraki bölümünde deneysel analizde ele aldığımız konunun teorik çerçevesi sunulmaktadır. Ekonometrik model ile veri seti ve deneysel analiz sonuçlarının ele alındığı üçüncü ve dördüncü bölümler, sonuç ve değerlendirmeler kısmı ile devam etmektedir.

2. Teorik Çerçeve

Yaşam kalitesi, ekonomik faaliyet ve çevre üzerindeki kritik etkileri nedeniyle enerji artık modern bir ekonomide anahtar rolündedir. Genel olarak bakıldığında özellikle standart ekonomik büyüme teorisinde uzun dönemde emek ve sermaye ilişkisi incelenirken, enerjinin büyümedeki rolü büyük oranda ihmal edilmiştir. Standart ekonomik büyüme teorisinde sermaye, emek ve toprak, uzun vadede üretimi ve ekonomik büyümeyi etkileyen birincil üretim faktörleri olarak kabul edilir. Enerji ve doğal kaynaklar, sadece ara girdiler olarak kabul edildiklerinden, ekonomik büyüme üzerinde doğrudan bir etkilerinin olmadığı veya küçük etkilerinin olduğu değerlendirilmektedir (Stern, 2004; Ben-Salha, Hkiri ve Aloui, 2018).

Jorgenson ve diğerleri (2013) çalışmasında neoklasik teoriyi takiben, enerji ve çevre politikalarının uzun vadeli ekonomik büyümeyi etkilemesinin beklenmediği iddia edilmektedir.

Oysa Energy Information Administration (2013) raporu ve diğer pek çok deneysel çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir bağ olduğunu ifade edilmektedir. Bu durum iktisatçılar arasında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki konusunda tam bir mutabakat olmadığını göstermektedir.

İki petrol krizi sonrasında 1970'lerde küresel büyümedeki keskin düşüş, hem ekonomistlerde hem de politika yapıcılarda enerjinin ekonomik faaliyetlerdeki rolüne ilişkin farkındalık yaratmıştır. Nedenselliğin ilk olarak test edildiği Kraft ve Kraft (1978) çalışması ile başlayan süreçte öncü çalışmalar yenilenemeyen fosil primer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. Artan sera gazı emisyonlarına bir çözüm olarak yenilenebilir ve nükleer enerji kaynaklarının geliştirilmesi, yenilenemeyen enerji fiyatlarının değişkenliği ve teknolojik ilerleme, son zamanlarda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin daha detaylı ve farklı yöntemlerle anlaşılması için bir alan sunmaktadır (Ben-Salha, Hkiri ve Aloui, 2018).

Genel olarak bakıldığında enerji kaynağından bağımsız olmak üzere elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki nedensellik bağlamında dört farklı şekilde sınıflandırılabilir. Bunların ilki büyüme hipotezidir. Büyüme hipotezine göre elektrik tüketimi ekonomik büyüme için gereklidir ve nedensellik elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğrudur. Bu nedenle, iç veya dış şoklardan dolayı enerji talebinde bir artış veya düşüş, üretim seviyesinin değişmesine neden olacaktır. Bu bağlamda, Apergis ve Payne (2011) çalışmasına göre büyüme hipotezi doğrultusunda enerji kullanımı diğer üretim faktörlerine tamamlayıcı olarak değerlendirildiğinden, ekonomik büyümeye doğrudan ve dolaylı etkiler getirmektedir. İkinci sınıflandırma biçimi koruma hipotezidir. Bu hipotezde ekonomik büyüme artışının elektrik tüketiminde artış yarattığı ve bu çerçevede nedenselliğin de ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru olduğu vurgulanmaktadır. Bir başka ifade ile enerji verimliliğini teşvik eden politikalar gibi enerji tüketimini etkileyebilecek faktörlerin ekonomik büyüme üzerinde etkisi yoktur. Üçüncü kategori geri besleme hipotezi olarak anılmakta ve ekonomik büyüme ile elektrik tüketiminin birbirlerini karşılıklı olarak etkilediği iddia edilmektedir. Bu hipotezde nedensellik çift yönlüdür. Son kategori ise tarafsızlık hipotezidir. Adından da anlaşılacağı üzere bu sınıflandırmada ekonomik büyüme ve elektrik tüketiminin ilişkisiz olduğu ifade edilmekte ve değişkenlerden birine gelmiş olan bir şokun diğer değişkende bir etki yaratmayacağı ifade edilmektedir (Karanfil ve Li, 2015; Ben-Salha, Hkiri ve Aloui, 2018).

Politika penceresinden bakıldığında enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğin yönünü ve büyüklüğünü bilmek, ülkenin büyüme ve kalkınması için geliştirilecek politikaların iyileştirilmesi için elzemdir. Örneğin ekonomik büyüme ile arasında bir nedensellik ilişkisi yoksa enerji tüketiminin artması çıktıyı değil ama karbon emisyon oranını artıracaktır. Eğer enerji tüketimi ile büyüme arasında bir nedensellik ilişkisi mevcut ise, çevre korumaya dönük enerji kullanımını düşürecek politikalar iktisadi büyüme ve gelişmeyi geciktirecektir (Tang ve Shahbaz, 2013).

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran çeşitli deneysel çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılmaktadır. Örneğin Akarca ve Long (1979) ile Stern (2000) çalışmaları büyüme hipotezini desteklerken Kraft ve Kraft (1978); Erol ve Yu (1989); Thoma (2004) çalışmaları koruma hipotezini, Zarnikau (1997) ve Lee (2006) çalışmaları geri besleme hipotezini, Narayan ve Prasad (2008) ile Soytas ve Sari (2003) çalışmaları ise tarafsızlık hipotezini desteklemektedir.

Öte yandan Dünya Bankası ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development) yeşil büyüme kriterlerini açıklarken enerji ve sürdürülebilirlik kavramlarını da gündeme almaktadır (World Bank, 2012; OECD, 2017). Küresel ısınma ve çevre duyarlılığının artması ve küresel ölçekteki sivil toplum kuruluşlarının da işin içine girmesiyle birlikte karar vericiler gerek ekonomik büyüme gerekse elektrik üretimi ve tüketimi işlemlerinde kaynak ve ekolojik bazı da dikkate almaya başlamıştır. Gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik kalkınma süreci geçtiğimiz 50 yılda enerji talebinin ciddi biçimde artmasına yol açmıştır. Enerji fiyatlarının ciddi biçimde arttığı kriz sonrası dönemlerde aynen gelişmiş ülkelerde olduğu gibi gelişmekte olan ülkeler de enerji kullanımlarını azaltmışlardır (Jobert ve Karanfil,

2007). Stern ve Cleveland (2004) çalışmasına göre ekonomik aktivite düzeyi ve enerji kullanımı birbirine sıkı sıkıya bağlıyken, ekonomi enerji bağımlı olarak tanımlanır ve herhangi bir enerji politikası ekonomik büyümeyi etkileyebilir. Bu yaklaşım çerçevesinde özellikle enerji üretimi ve sahipliği bağlamında daha kötü durumda olan ülkelerin mevcut enerji kaynaklarını verimli kullanmaları gerekmektedir. Enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerine yaptığı etkinin sektörel bazda ortaya konulması enerji arzında negatif bir şok yaşanması durumunda kıt enerji kaynaklarının doğru sektörlerle kanallize edilmesi bağlamında önemlidir. Bu çerçevede Lin , Yeh, ve Chien (2013); Thoma (2004); Gross (2012) çalışmalarında ABD için sektörel enerji tüketimi ve büyüme ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmalar sektörel bazda enerji kullanımının büyümeye farklı etki ettiğini göstermektedir. Benzer şekilde sektörel bazda enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin de farklılaştığı görülmektedir.

3. Ekonometrik Model

Zachariadis (2007) çalışmasında neoklasik büyüme teorisi çerçevesinde genelde enerji ile diğer üretim faktörleri arasındaki ikame edilebilirlik ve tamamlayıcılık ilişkisinin kurulduğu belirtilmektedir. Enerji, herhangi bir ekonomik faaliyetin ve özellikle de sanayi üretiminin dinamlarından bir tanesidir. Enerji tüketiminin ulusal çıktıyla orantılı olduğunu savunan analizlerde kişi başına düşen enerji tüketimi ekonomik modernleşmenin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Bernard ve Kenneth, 2016).

Bernard ve Kenneth'e (2016) göre, genel olarak enerji tüketimi yüksek olan ülkeler, düşük tüketim seviyesine sahip olan ülkelere göre daha gelişmiştir. Enerji elbette tek başına belirleyici bir unsur değildir. Enerjiye önem kazandıran asıl hususlar;

- Sağladığı katma değer,
- Yarattığı ihracat ve istihdam artışı,
- Yol açtığı refah artışı,
- Katkı sağladığı araştırma-geliştirme süreçleri, altyapı ve sosyo-ekonomik göstergeler
- Sürdürülebilir büyüme ve kalkınma bağlamında üstlendiği roldür.

Bu nedenle, uygun enerji kaynaklarının optimum şekilde tahsisi ve verimli kullanımı son derece kritiktir. Özellikle enerjinin de pek çok ülke için kısıtlı kaynak olduğu değerlendirildiğinde bu kaynağın büyüme ve kalkınma için en verimli alanlarda kullanılması gerekmektedir. Bu çerçevede ekonomik büyüme perspektifinden sektörel enerji kullanımının analizi ve buradan elde edilecek deneysel sonuçlar önemlidir.

Zachariadis (2007) çalışması sektörel enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışmalar arasında yer almaktadır. Bu çalışmada G-7 ülkeleri için sektörel bazda enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik irdelenmiştir. Sanayi, hizmet ve ulaşım sektörleri yanında konutlarda kullanılan elektrik de çalışmaya dahil edilmiştir. Sektörel bazda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi ülke ve yöntem bazında farklılık göstermekte olup, makalede özellikle veri setinin genişliğinin önemine vurgu yapılmaktadır.

Zhang ve Xu (2012) çalışmasında, 1995-2008 yılları arasında Çin için sektörel ve bölgesel bazda enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişki araştırılmaktadır. Çalışmaya sanayi, hizmetler, ulaşım ve konutlarda tüketilen elektrik miktarı dahil edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda dört sektörün tamamında enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Hizmetler sektöründeki enerji tüketimi diğer sektörlerle oranla büyümeyi daha fazla etkilemektedir.

Costantini ve Martini (2010) çalışmasında, farklı modeller için 1960-2005 yılları arasında üç farklı alt küme kullanılmaktadır. Toplam 71 ülkeyi kapsayan çalışmada sanayi, hizmetler, ulaşım ve konutlarda tüketilen elektrik miktarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada OECD ve OECD dışı ülke ayırımı yapıldığında sonuçların farklılaştığı, ve etki yönlerinin değiştiği görülmektedir.

Bowden ve Payne (2009) çalışmasında 1949-2006 yılları arasında ABD için yapılan analizde ulaşım ile ekonomik büyüme arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Öte

yandan sanayi, hizmetler ve konut enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki istatistikî olarak anlamlıdır. Sanayi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir etkileşim bulunmaktadır ve karşılıklı etkinin büyüklüğü diğer sektörlerin etkilerine göre çok daha belirgindir.

Türkiye’ye ilişkin 1960-2003 yılları arasındaki veri seti kullanılarak sektörel enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin test edildiği Jobert ve Karanfil (2007) çalışmasında bir nedensellik bulunmamıştır.

Kar ve Kınık (2008) çalışmasında Türkiye’de toplam, sanayi ve mesken elektrik tüketimlerinin milli geliri etkileyip etkilemediği araştırılmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda toplam elektrik tüketimi ve sanayi elektrik tüketiminin milli geliri artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Toplam elektrik tüketiminin milli gelir üzerindeki etkisi sanayi tüketimine göre daha yüksektir. Mesken elektrik tüketimi ile gelir arasında ise çift yönlü bir etkileşim mevcuttur. Hem gelir artışı mesken elektrik tüketiminin artışına yol açmakta, hem de mesken elektrik tüketimi gelir artışına yol açmaktadır.

Usta ve Berber (2017) Türkiye için yaptıkları çalışmada, 1970 ile 2012 yılları arasında ekonomik büyüme ile sektörel enerji kullanımı ilişkisini ele almışlardır. Çalışmanın bulgularına göre ulaştırma ve sanayi sektörlerinde tüketilen enerji miktarı ile büyüme arasında çift yönlü bir ilişki mevcuttur. Diğer taraftan tarım ve konut sektörlerindeki enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasında istatistikî olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Şahbaz ve Yanar (2013) çalışmasında, 1970 ile 2010 arasında Türkiye için toplam enerji tüketimi ve sektörel enerji tüketimlerinin milli gelir ile ilişkisi araştırılmaktadır. Çalışmada sanayi ve konut sektörü ile milli gelir arasında bir ilişki bulunamamıştır. Toplam enerji tüketimi, ulaştırma, tarım ve çevrim santrali sektörlerindeki enerji tüketimleri ile milli gelir arasında ise milli gelirden enerji tüketimlerine doğru bir ilişki mevcuttur. Bir başka ifade ile milli gelir arttığı için toplam enerji tüketimi, sektörel enerji tüketimleri artmaktadır.

Terzi (1998) Türkiye için 1950-1991 yıllarını kapsayan çalışmada, toplam, sanayi ve ticari enerji tüketim miktarları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmanın bulguları her üç değişken ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir etkileşim olduğunu ortaya koymaktadır.

Bernard ve Kenneth (2016) Nijerya’da toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkiyi ortaya koymaktadır. Sektör bazlı analizde de benzer sonuçlara ulaşılmaktadır. Yapılan çalışmada, sanayi ve ulaşım sektörleri ile konutlarda tüketilen enerji miktarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğu görülmektedir.

Bu çalışmadaki ekonometrik modelde sektörel enerji kullanımları ile ekonomik büyüme ilişkisi araştırılmaktadır. Çalışmanın amacına uygun olarak, ekonomik büyüme göstergesi olarak kişi başına düşen milli gelirin (logaritmik formda) bağımlı değişken olarak ifade edildiği indirgenmiş form denklemi aşağıdaki gibidir:

$$mgelir_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ulaşım_{it} + \alpha_2 hizmet_{it} + \alpha_3 sanayi_{it} + \alpha_4 tarım_{it} + u_{it} \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde $(mgelir)_{it}$ kişi başına geliri, $(ulaşım)_{it}$ ulaşım sektöründe, $(hizmet)_{it}$ hizmetler sektöründe, $(sanayi)_{it}$ sanayi sektöründe, $(tarım)_{it}$ tarım sektöründe tüketilen enerji miktarlarının toplam tüketilen enerji miktarına oranlarını, u_{it} ise hata terimini ifade etmektedir. Hata terimi;

$$u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (2)$$

olarak tanımlanmıştır. (2) numaralı denklemde μ zamana göre sabit ancak kesite göre farklı olan bireysel etkiyi kapsarken, diğer değişken v ise zamana ve kesite göre değişmektedir. Bu şekilde hata terimine sahip panel veri modelleri tek taraflı hata bileşenli regresyon modeli olarak adlandırılmaktadır (Baltagi, 2005; Koç ve Şahin, 2015).

4. Veri Seti ve Deneyisel Analiz

Deneyisel çalışmada kullanılan veri seti Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü’nün “Yeşil Büyüme Göstergeleri” baz alınarak oluşturulmuştur. Veri seti 2010 ile 2016 yılları arasındaki

zaman dilimini kapsamaktadır. Yıllık bazda verilerle oluşturulan veri setinde 132 ülkeye ait toplam 924 adet gözlem bulunmaktadır.

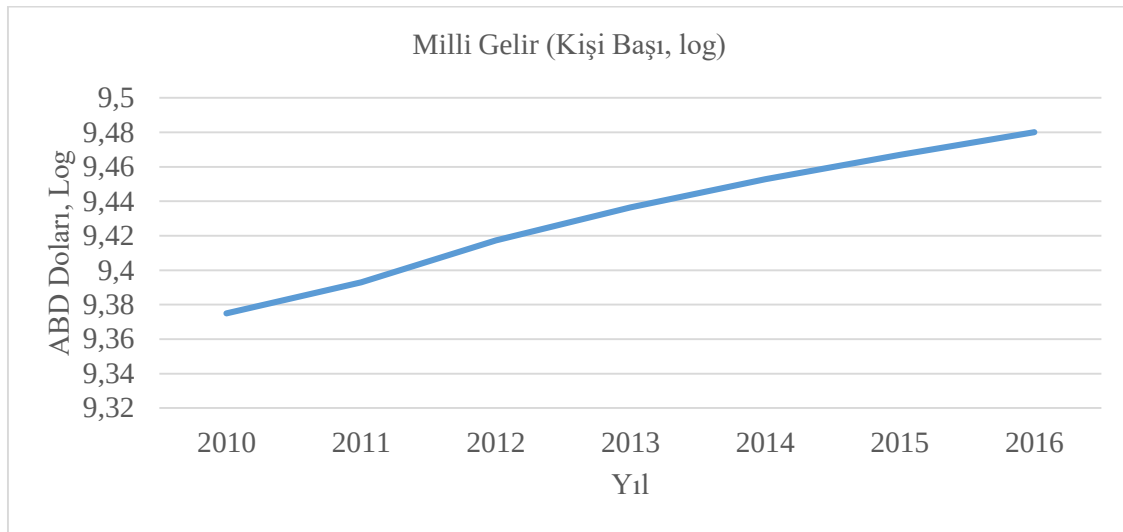
Modelde yer alan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo-1’de verilmektedir. Kişi başına düşen milli geliri içeren (büyüme için vekil olarak kullanılmaktadır) değişken logaritmik formda kullanılırken, diğer değişkenler oransal formdadır.

Tablo-1: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

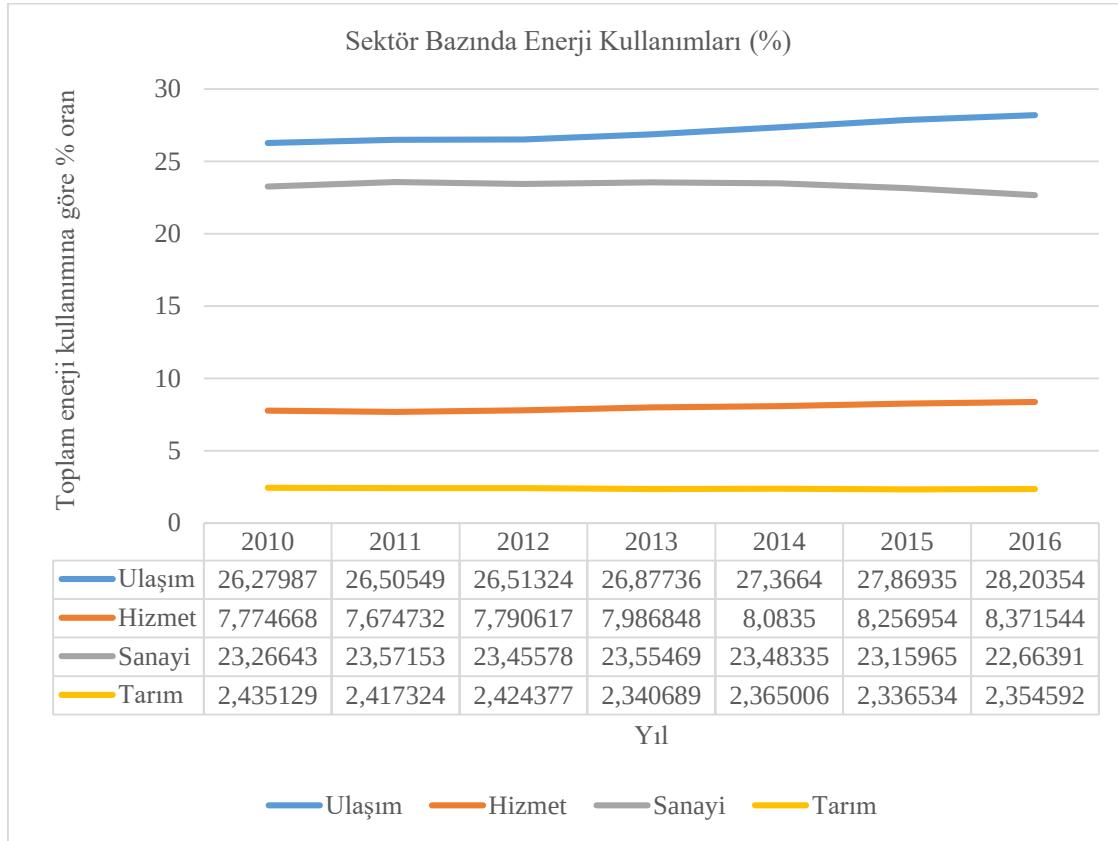
DEĞİŞKENLER	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
Ulaşım (% oran)	27.09	11.21	2.696	71.17
Hizmet (% oran)	39.23	16.96	8.713	94.09
Sanayi (% oran)	23.31	11.15	1.844	59.69
Tarım (% oran)	2.382	3.097	0	22.05
Milli Gelir (log, ABD Doları)	9.432	1.091	6.472	11.75

Grafik-1’de yıllık bazda kişi başına düşen milli gelir değerleri verilmektedir. Veri seti bazında kişi başına düşen reel milli gelir 2010 yılından 2016 yılına dek sürekli bir yükseliş eğilimi göstermektedir.

Grafik-1: Kişi Başına Düşen Reel Milli Gelir



Grafik-2’de ulaşım, hizmetler, sanayi ve tarım sektörlerindeki enerji kullanımlarının toplam enerji kullanımına oranları yıllık bazda verilmektedir. Grafığe göre hizmetler ve ulaşım sektöründeki enerji kullanımları yükselişlerini 2010 yılından 2016 yılına dek kesintisiz sürdürmüşlerdir. Sanayi sektöründe ise enerji kullanımı 2013 yılından itibaren düşüş eğilimindedir. Tarım sektöründe ise artış ve azalış bağlamında istikrarlı bir seyir gözlemlenmemektedir.

Grafik-2: Sektörel Enerji Kullanım Oranları

Kullanılan veri setindeki değişkenlere ilişkin birim kök testlerine ilişkin sonuçlar Tablo-2’de verilmektedir. Birim kök analizinde Levin-Lin-Chu testi kullanılmaktadır. “Değişken birim kök içermektedir, durağan değildir” hipotezi reddedilmektedir. Kullanılan veri setindeki değişkenler birim kök içermemektedir ve tablo-2’den anlaşılabacağı üzere bu sonuçlar istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo-2: Birim Kök Test Sonuçları

DEĞİŞKENLER	Birim Kök Testi	Test İstatistiği	P Değeri
Ulaşım	Levin-Lin-Chu	-13.2116	0.0000
Hizmet	Levin-Lin-Chu	-2.3e+02	0.0000
Sanayi	Levin-Lin-Chu	-10.1127	0.0000
Tarım	Levin-Lin-Chu	-26.0124	0.0000
Milli Gelir	Levin-Lin-Chu	-7.0806	0.0000

Yukarıda özellikleri tabloda sunulan veri seti üzerinde (1) numaralı denklem için sabit etkiler ve tesadüfî etkiler yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo-3’de sunulmaktadır. Hausman test sonuçları da Tablo-4’te yer almaktadır. Test sonucu sabit etkiler yöntemini reddetmemektedir.

Tablo-3: Panel Veri Analizi sonuçları

	Sabit Etkiler Yöntemi Kişi Başı Milli Gelir	Tesadüfi Etkiler Yöntemi Kişi Başı Milli Gelir
Ulaşım	0.09732*** (15.153)	0.09773*** (5.91)
Hizmet	0.10423*** (16.223)	0.10732*** (6.62)
Sanayi	0.09493*** (14.785)	0.09698*** (5.00)
Tarım	0.094309*** (14.632)	0.08842*** (86.83)
GÖZLEM SAYISI	924	924

Parentez içindeki değerleri *t* istatistikleridir

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Tablo-3'te yer alan sonuçlar çerçevesinde tarım, ulaşım, hizmetler ve sanayi sektörlerindeki enerji kullanımları ile milli gelir arasındaki ilişki hem sabit etkiler hem de tesadüfi etkiler yönteminde istatistiki olarak anlamlıdır.

Tablo-4: Hausman Test Sonuçları:

	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	sabit	tesadufi	Difference	S.E.
Ulaşım	0.09732	0.09773	-0.00041	
Hizmet	0.10423	0.10732	-0.00309	
Sanayi	0.09493	0.09698	-0.00205	
Tarım	0.09431	0.08842	0.00589	
b = Ho ve Ha altında tutarlı; panel regresyondan elde edilmiş				
B = Ha altında tutarsız, Ho altında etkili; panel regresyondan elde edilmiş				
Chi2(4)	=	2468.19		
Prob>chi2	=	0.0000		

Tablo-4'te verilen Hausman test sonuçları sabit etkiler modelini reddetmemektedir. Sabit etkiler yöntemindeki katsayılar birbirlerine çok yakın olmakla birlikte en yüksek katsayıya sahip olan sektör hizmetlerdir. Hizmetler sektöründeki enerji kullanımının etkisi % 10.42 seviyesindedir. Bu durum Zhang ve Xu (2012) çalışması ile uyumludur (Anılan çalışmada hizmetler sektörünün ekonomik büyüme üzerindeki etkisi diğer sektörler göre daha yüksek bulunmuştur). Hizmetler sektöründen sonra milli gelir üzerindeki etki sıralaması ulaşım sanayi ve tarım şeklinde oluşmaktadır. Tang ve Shahbaz (2013) çalışmasında hizmetler ve sanayi sektörlerinde kullanılan enerji miktarı ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken, tarım sektöründe kullanılan enerji miktarı

ile ekonomik büyüme arasında bir istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Usta ve Berber (2017) bulguları da burada bulunan sonuçları kısmen desteklemektedir. Anılan çalışmada ulaştırma ve sanayi sektörlerinde tüketilen enerji büyümeyi pozitif etkilemektedir. Yine Türkiye için yapılan bir başka çalışmada Kar ve Kınık (2008) sanayi sektöründeki enerji tüketiminin milli geliri artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Bernard ve Kenneth (2016) çalışmasında da sanayi ve ulaşım sektörlerindeki enerji kullanım miktarının büyümeyi pozitif etkilediği bulunmuştur.

Ülkelerin ekonomik büyüme ile sosyal gelişmişlik ve iktisadi kalkınma düzeyleri üzerinde doğrudan etkisi olan enerji tüketimi sadece bugünü değil geleceği de kapsayan önemli bir multi-disipliner konudur. Çalışmamızda ülke verileri konsolide biçimde aynı panel veri analizinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Öte yandan ülkelerin enerji kaynaklarına erişimleri birbirlerine göre oldukça farklıdır. Bu nedenle ülkeler için ayrı ayrı değerlendirmelerin de yapılması önemli ve gereklidir.

Enerji arzında zaman zaman gerek küresel ölçekte gerekse ülke bazında sıkıntılar oluşabilmektedir. Böylesi dönemler yaşandığında enerji kullanımı ve dağıtımına ilişkin olarak en çok verimliliğin ve katma değer oluştuğu sektörler göre bir planlama yapılması daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Bu çerçevede sektörel enerji kullanımının milli gelir üzerindeki etkisi değerlendirilmesi gereken hususlar arasında yer almaktadır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Enerji ekonomik kalkınma sürecindeki anahtarlardan birisidir. Bu nedenle enerji politikaları sadece bugünü değil, yarını ve gelecek nesilleri de kapsamak zorundadır Hızlı nüfus artışı, dünya kaynaklarının hızla tüketilmesi, fosil yakıtların çevreye verdiği kalıcı zararlar gibi konu başlıkları enerji politikalarının belirlenmesinde dikkate alınmaktadır.

Bu çalışmada sektörel enerji kullanımlarının kişi başına düşen milli gelir üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışma 132 ülke için 2010-2016 yılları arasında ulaşım, hizmetler, sanayi ve tarım sektörlerinde kullanılan enerji miktarının toplam kullanılan enerji miktarına oranlarının kişi başına düşen milli gelir üzerinde yarattığı etki panel veri yöntemi araştırılmıştır. Veri setinin uzunluğu çerçevesinde analizlerimiz kısa dönemi hedeflemektedir. Çalışma sonucunda hizmetler, ulaşım, tarım ve sanayi sektörlerindeki enerji kullanımlarının milli geliri dolayısıyla büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Enerji alanında pek çok ülke net ithalatçı konumundadır. Bu nedenle enerji tedarikinden kaynaklanabilecek kısıntılar tüm sektörleri ve ekonomiyi etkileyecektir. Sektörel enerji kullanımlarının ekonomik büyüme üzerinde yaratacağı etkinin büyüklüğünün bilinmesi durumunda farklı dağılım ve tahsis planlaması yaparak büyümeyi aşağı yönde en az etkileyecek sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır.

Kaynakça

- Abbas , F., & Choudhury, N. (2013). Electricity consumption-economic growth nexus: An aggregated and disaggregated causality analysis in India and Pakistan. *Journal of Policy Modelling*, 538-553.
- Akarca, A. T., & Long, T. V. (1979). Energy and employment: A time series analysis of the causal relationship. *Resources and Energy*, 2, 151–162.
- Altınay, G., & Karagol, E. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey. *Energy Economics*, 27, 849–856.
- Apaydın, Ş., & Taşdoğan, C. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Ve Birincil Enerji Talebinin Büyüme Üzerindeki Uzun Dönem Etkileri. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(1), 431-445.
- Apaydın, Ş., Güngör, A., & Taşdoğan, C. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Asimetrik Etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 117-134.

- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011). The renewable energy consumption–growth nexus in Central America. *Applied Energy*, 88(1), 343-347.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011). A dynamic panel study of economic development and the electricity consumption-growth nexus. *Energy Economics*, 33(5), 770-781.
- Baltagi, H. (2005). *Econometric Analysis for Panel Data* İngiltere, 3. Baskı, (Üçüncü Baskı ed.). İngiltere: John Wiley & Sons.
- Ben-Salha, O., Hkiri, B., & Aloui, C. (2018). Sectoral energy consumption by source and output in the U.S.: New evidence from wavelet-based approach. *Energy Economics*, 72, 75–96.
- Bernard, O. A., & Kenneth, O. O. (2016). Sectoral Consumption of Non-Renewable Energy and Economic Growth in Nigeria. *International Journal of Research in Management, Economics and Commerce*, 6(7), 15-22.
- Bowden, N., & Payne, J. E. (2009). The causal relationship between U.S. energy consumption and real output: A disaggregated analysis. *Journal of Policy Modelling*, 31(2), 180-188.
- Costantini, V., & Martini, C. (2010). The causality between energy consumption and economic growth: A multi-sectoral analysis using non-stationary cointegrated panel data. *Energy Economics*, 32, 591–603.
- Energy Information Administration. (2013). *Annual Energy Ooutlook 2013 with projections to 2040*. Washington D.C.: (EIA).
- Erol, U., & Yu, E. H. (1989). Spectral analysis of the relationship between energy consumption, employment and business cycles. *Resources and Energy*, 11, 395–412.
- Ferguson, R., Wilkinson, W., & Hill, R. (2000). Electricity use and economic development. *Energy Policy*, 28(13), 923-934.
- Ghosh, S. (2002). Electricity consumption and economic growth in India, *Energy Policy*. *Energy Policy*, 30, 125-129.
- Gross, C. (2012). Explaining the (non-) causality between energy and economic growth in the U.S.—A multivariate sectoral analysis. *Energy Economics*, 34, 489–499.
- Jobert, T., & Karanfil, F. (2007). Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey. *Energy Policy*, 35(11), 5447-5456.
- Jorgenson, D. W., Goettle, R. J., Ho, M. S., & Wilcoxon, P. J. (2013). *Energy, the Environment and US Economic Growth*. In P. B. Dixon, & D. W. Jorgenson, *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling* (Vol. 1, pp. 477-552). Elsevier.
- Kar, M., & Kınık, E. (2008). Türkiye'de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi* (C.X ,S II, 2008), 10(2), 333-353.
- Karanfil, F., & Li, Y. (2015). Electricity consumption and economic growth: Exploring panel-specific differences. *Energy Policy*, 82, 264–277.
- Kim, Y. S. (2015). Electricity consumption and economic development: Are countries converging to a common trend? *Energy Economics*, 48, 192-202.
- Koç, Ü., & Şahin, H. (2015). Parasal Aktarım Mekanizması: Firma Bilanço Kanalı ve Türkiye. *Ege Academic Review*, 15(1), 19-26.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 3, 401–403.
- Lee, C. (2006). The causality relationship between energy consumption and GDP in G-11 countries revisited. *Energy Policy*, 34, 1086–1093.

- Lin , H. P., Yeh, L. T., & Chien, S. C. (2013). Renewable energy distribution and economic growth in the US. *International Journal of Green Energy*, 10(7), 754–762.
- Llop, M. (2020). Energy import costs in a flexible input-output price model. *Resource and Energy Economics*, 59, 1-9.
- Maksimovica, G., Milosavljevic, V., Cirkovic, B., Milosevic, B., Jovic, S., & Alizamir, M. (2017). Analyzing of economic growth based on electricity consumption from different sources. *Physica A*, 484, 37-40.
- Narayan , P. K., Narayan , S., & Popp, S. (2010). Does electricity consumption panel Granger cause GDP? A new global evidence. *Applied Energy*, 87(10), 3294-3298.
- Narayan, P. K., & Prasad, A. (2008). Electricity consumption-real GDP causality nexus: Evidence from a bootstrapped causality test for 30 OECD countries. *Energy Policy*, 36, 910–918.
- OECD. (2017). *Green Growth Studies: Green Growth Indicators 2017* . Paris: OECD Publishing.
- Osman, M., Gachino, G., & Hoque, A. (2016). Electricity Consumption and Economic Growth in GCC Countries: Pane data analysis. *Energy Policy*, 98, 318–327.
- Shahbaz , M., Tang, C. F., & Shabbir, M. S. (2011). Electricity consumption and economic growth nexus in Portugal using cointegration and causality approaches. *Energy Policy*, 39, 3529–3536.
- Soytas, U., & Sari, R. (2003). Energy consumption and GDP: Causality relationship in G-7 and emerging markets. *Energy Economics*, 25, 33–37.
- Stern, D. I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics*, 22, 267–283.
- Stern, D. I. (2004). Energy and economic growth. In C. J. Cleveland, *Encyclopedia of Energy* (pp. 35-51). Elsevier.
- Stern, D. I., & Cleveland, C. J. (2004). *Energy and Economic Growth*. Rensselaer Working Papers in Economics 0410.
- Şahbaz, A., & Yanar, R. (2013). Türkiye’de Toplam ve Sektörel Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar* 2013 Cilt: 50 Sayı: 575, 50(575), 31-44.
- Tang, C. F., & Shahbaz, M. (2013). Sectoral analysis of the causal relationship between electricity consumption and real output in Pakistan. *Energy Policy*, 60, 885-891.
- Terzi, H. (1998). Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma. *İktisat, İşetme ve FİNans*, 62-71.
- Thoma, M. (2004). Electrical energy usage over the business cycle. *Energy Economics*, 26, 363–385.
- Usta, C., & Berber, M. (2017). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173-187.
- World Bank. (2012). *Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development*. Washington: World Bank.
- Yılmaz , A., Ürüt Kelleci , S., & Bostan, A. (2016). Türkiye Ekonomisinde Sektörel Enerji Tüketiminin Ayrıştırma Yöntemiyle Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2), 1-27.
- Yoo, S. (2005). Electricity consumption and economic growth: evidence from Korea. *Energy Policy*, 33, 1627–1632.
- Yoo, S. H. (2006). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries. *Energy Policy*, 34(18), 3573-3582.

- Yoo, S. H., & Kwak, S. Y. (2010). Electricity consumption and economic growth in seven South American countries. *Energy Policy*, 38(1), 181-188.
- Zachariadis, T. (2007). Exploring the relationship between energy use and economic growth with bivariate models: New evidence from G-7 countries. *Energy Economics*, 29, 1233–1253.
- Zarnikau, J. (1997). A reexamination of the causal relationship between energy consumption and gross national product. *Journal of Energy and Development*, 21, 229–239.
- Zhang, C., & Xu, J. (2012). Retesting the causality between energy consumption and GDP in China: Evidence from sectoral and regional analyses using dynamic panel data. *Energy Economics*, 34(6), 1782-1789.

Araştırma Makalesi

Sektörel Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme

Sectoral Energy Consumption and Economic Growth

Ümit KOÇ

Dr., Uzman, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası

umit.koc@tcmb.gov.tr

<https://orcid.org/0000-0002-1853-5156>

Extensive Summary

Being an indispensable factor of production, the amount of energy consumed follows a similar path with the economic growth rates of countries. It is observed that the amount of energy consumption increases when economic growth rates increase. After the oil crisis in the 1970s and the recession that affected the whole world, many studies were conducted on the relationship between energy and economy. Starting with the study of Kraft & Kraft (1978), the relationship between energy use and economic growth has been discussed in many studies. In addition to total energy consumption, the sectoral distribution of this consumption is also important for countries. Sectoral energy use and its impact on economic growth play a vital role in identifying investment and incentives for decision-makers. Therefore, several studies have been conducted specifically to investigate the relationship between sectoral energy use and economic growth (Bowden & Payne, 2009; Zachariadis, 2007; Zhang & Xu, 2012; Jobert & Karanfil, 2007; Abbas & Choudhury, 2013; Tang & Shahbaz, Costantini & Martini, 2010).

In the post-crisis period, when energy prices increased dramatically, developing countries reduced their energy use just as in developed countries (Jobert and Karanfil, 2007). Revealing the impact of energy use on economic growth on a sectoral basis is important in terms of allocating energy use into the right sectors. In this context, Lin, Yeh, and Chien (2013); Thoma (2004); Gross (2012) investigated the relationship between sectoral energy consumption and growth for the USA. These studies show that energy use on a sectoral basis has a different impact on growth compared to the impact of total energy consumption. Similarly, the causal relationship between energy use and economic growth varies on a sectoral basis.

This study aims to explore the effects of sectoral energy consumption on economic growth. In the econometric model, the relationship between sectoral energy use and economic growth is investigated. Transportation, services, industry, and agriculture sectors were analyzed for sectoral analysis. The data set used in the empirical study is based on the Organisation for Economic Co-operation and Development's "Green Growth Indicators". The data set covers the period between 2010 and 2016. There are 924 annual observations from 132 countries in the data set.

The impact of energy use in the services sector is highest one. This is in line with Zhang and Xu (2012) (In this study, the impact of the services sector on economic growth was higher than in other sectors). After the services sector, the magnitude of impact on national income occurs in the form of transportation industry and agriculture, respectively. In Tang and Shahbaz (2013), while the amount of energy used in services and industrial sectors positively affected economic growth, no statistically significant relationship was found between the amount of energy used in agriculture and economic growth.

Energy consumption, which has a direct impact on the economic growth and social-economic development of countries, is an important multi-disciplinary issue that covers not only today but also the future. In our study, country data were evaluated in the same panel data analysis in a consolidated format. On the other hand, countries' access to energy resources is quite different from each other. Therefore, it is important and necessary to expand the analysis country by country basis.

Problems in energy supply may occur both on a global and country basis. When such periods are experienced, it would be more appropriate to plan the use, allocation, and distribution of energy in the sectors of which efficiency and value-added occur most. In this context, the impact of sectoral energy use on national income is among the issues that need to be evaluated. There are many net energy importer countries. Therefore, shortages that may arise from energy supply will affect all sectors and the economy in such countries. If the impact of sectoral energy use on economic growth is known, it will be possible to achieve results that will affect economic growth at a minimal level by making different distribution and allocation plans.