

ÜRETİM VE ENERJİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ: TÜRKİYE İÇİN AMPİRİK KANITLAR

*Investigation of The Relationship Between Production And Energy: Ampirical Evidence
For Turkey*

Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim AYDIN

Batman Üniversitesi, İİBF/İktisat Bölümü, hiaydin12@gmail.com, Batman/Türkiye

Güller ŞAHİN

İnönü Üniversitesi, SBE İktisat ABD Doktora Öğrencisi, guller.sahin@dpu.edu.tr, Malatya/Türkiye

Aydın, H.İ. & Şahin, G. (2017). "Üretim Ve Enerji Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Türkiye İçin Ampirik Kanıtlar",
Vol:3, Issue:16; pp:307-320 (ISSN:2149-8598)

ARTICLE INFO

Article History

Makale Geliş Tarihi

Article Arrival Date

02/10/2017

Makale Yayın Kabul Tarihi

The Published Rel. Date

15/11/2017

Anahtar Kelimeler

Enerji, Üretim Fonksiyonu,
Türkiye Ekonomisi, Zaman
Serisi Analizi.

Keywords

Energy, Production
Function, Turkish
Economy, Time Series
Analysis

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, 1990-2015 zaman aralığı içerisinde Türkiye'deki ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişkiyi Cobb-Douglas üretim fonksiyonu varsayımı altında incelemektir. Amaç doğrultusunda GSYH, sermaye, işgücü ve enerji arasındaki olası karşılıklı ilişkileri belirleyebilmek amacıyla; değişkenlerin uzun dönemli dinamikleri için Johansen eşbütünleşme, kısa dönemli dinamikleri için Vektör Hata Düzeltme Modeli, nedensellik ilişkileri için ise Granger nedensellik analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarından elde edilen ampirik kanıtlar, uzun süreli dinamikler için sermaye ve işgücünde meydana gelen 1 birimlik bir artışın, sırasıyla, geliri 0.36 ve 0.93 birim azalttığını; enerji kullanımındaki 1 birimlik artışın ise, geliri 0.12 birim artırdığının bilgisini vermiştir. Kısa süreli dinamiklere ait sonuçlara göre, gelir ile açıklayıcı değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunan tek değişkenin sermaye olduğu görülmüştür. Nedensellik sonuçlarına göre ise; sermayenin, işgücünün ve enerjinin ekonomik büyümeye neden olduğu hipotezi kabul edilmiştir. Araştırmamızın temel politika önerisi, toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmaya çalışmak şeklinde belirtilmektedir. Ayrıca karar vericilerin, enerji politikalarının belirlenmesi ve uygulanması aşamasında özellikle temiz enerji reformlarına yönelmesi gerekmektedir.

ABSTRACT

The aim of this research is to examine the relationship between economic growth and energy in Turkey under the assumption of Cobb-Douglas production function within the time period 1990-2015. In order to determine the possible reciprocal relations between GDP, capital, labor and energy in line with objectives, Johansen cointegration is conducted for the long-run dynamics of variables, Vector Error Correction Model is applied for short-run dynamics, and Granger causality analyzes conducted for causality. The empirical evidence from the research results shows that the 1 unit increase in capital and labor for long-term dynamics has decreased the income respectively by 0.36 and 0.93 units, while the 1-unit increase in energy use has increased the revenue by 0.12 units. According to the results of short-term dynamics, it is seen that capital is the only variable that is statistically significant between income and explanatory variables. With reference to results of causality; the capital, the workforce, and the energy that causes the economy to grow. The main policy recommendation in our research is to try to make more use of renewable energy resources within total energy consumption. In addition, decision-makers need to focus on clean energy reforms in the process of identifying and implementing energy policies.

1. GİRİŞ

Enerji, insanoğlunun var olduğu günden bu yana yaşam ve ihtiyaçların karşılanması için büyük önem arz etmiştir. Günümüzde enerji gelişmekte olan ülkelerin kalkınma süreçlerini hayata geçirebilmeleri ve gelişmiş ülkelerin büyüme serüvenleri için elzem olan önemli araçlardan biri olarak karşımızda durmaktadır (Karaçor ve Güvenek, 2010: 148).

Solow tarafından meydana getirilen büyüme modelindeki üretim fonksiyonunda beşeri sermaye ile beraber doğal kaynaklar söz konusu olmamaktadır. Öte taraftan günümüzde toprak faktörü ve petrol, doğalgaz, kömür gibi yenilenemez enerji kaynaklarının Solow Büyüme Modeli'ne dâhil edilerek modelin ilerletilmesi önem arz etmektedir. Bu noktada enerji, üretim faktörlerini doğrudan etki

oluşturan ve yönlendiren kilit bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Sosyal yapının gereksinimleri için tüketilen enerji, bir yapıdan diğer yapıya dönüştürülerek ekonomik yapı içerisindeki oranını yükseltmektedir. Daha çok enerji tüketiminin neden olduğu daha fazla üretim, ekonomik kalkınma serüvenine katkı sunmaktadır. Bu noktada büyüme olgusu, aynı zamanda doğada atıl olan enerji kaynaklarını daha fazla mal ve hizmet üretimi için harekete geçirmektedir. Dolayısıyla, büyüme beraberinde faktör talebi oluşturarak enerji tüketimini de tetiklemektedir. Dünya enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki irdelendiği zaman doğrusal bir büyüme olduğu görülmektedir. Kural olarak üretim için enerji gerekmektedir. İktisadi büyümenin genel teorisi, enerjinin büyüme içerisindeki rolüne önem atfetmektedir. Solow ekonomik büyüme modeline göre, enerji kaynaklarının kıtlığı iktisadi büyümeyi sınırlayan kilit bir etmendir. Solow'a göre enerjinin ulaşılabilir ve çok olma durumunda ise enerji, ekonomik büyüme için daha az sınırlayıcı bir etmen olmaktadır (Korkmaz ve Develi, 2012: 6).

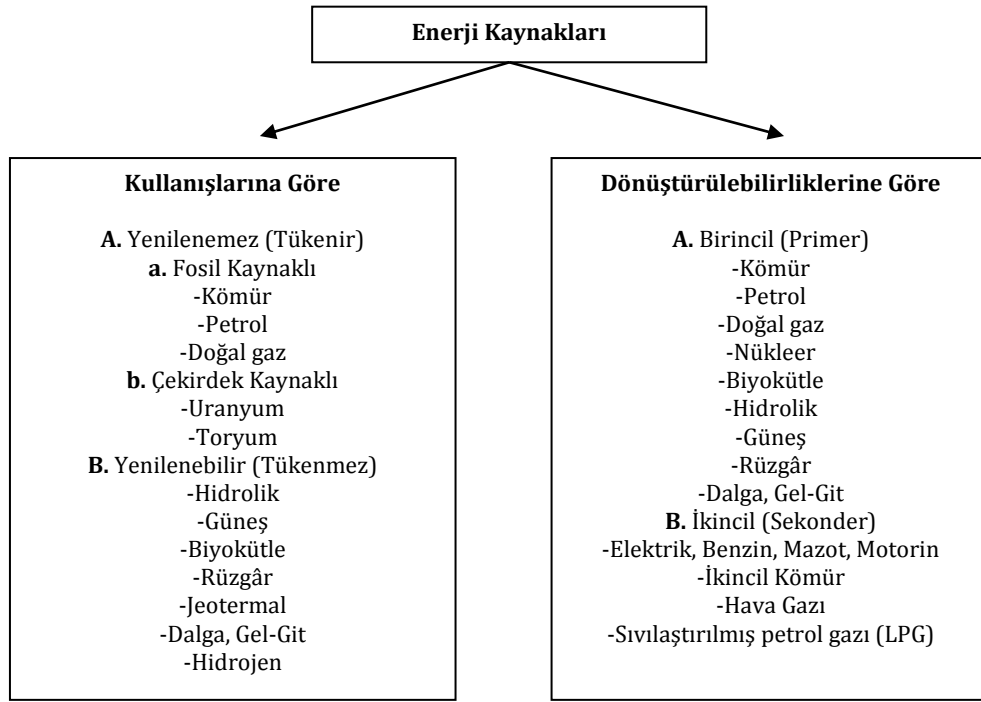
Enerji ile ekonomik büyüme arasında söz konusu olan ilişki ekonomistlerce sürekli önem ihtiva eden bir konu olmaktadır. Ekonomik büyüme olgusu enerji talep ve tüketimine sebebiyet vererek sektör üzerinde etki gösterirken, enerji kaynaklı yaşanan sorunlar ekonomik büyüme üzerine negatif etkiler doğurmaktadır (Kar ve Kınık, 2008: 334).

Enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkide iki yönlü nedensellik söz konusu olabilmektedir. Enerji tüketiminden gelire doğru bir nedensellik ilişkisi söz konusu ise bu ekonominin enerjiye bağımlı durumda olduğunu, enerjinin ekonomiyi canlandırarak geliri yükselteceğini göstermektedir. Benzer bir biçimde enerji piyasasında oluşacak bir darboğaz ve sorun halinde ise büyümeyi ve geliri negatif bir şekilde etkileyebilmektedir (Özata, 2010: 103).

Enerji, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini etkileme noktasında ve ülkelerin uluslararası politikalarının oluşturulmasında kilit bir rol üstlenmektedir. Bu noktada enerji ile gelişmişlik seviyesi arasında pozitif bir korelasyon söz konusu olmaktadır. Küresel dünyada cereyan eden sıcak ve soğuk savaşların arka planında enerji kaynaklarına ulaşma ve bu kaynakları elde etme, dahası kontrol etme mantığı bulunmaktadır. Bu noktada enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji talebindeki yükselişin ekonomik büyümenin sebebi olduğu ileri sürülebilmektedir (Korkmaz ve Develi, 2012: 2).

1970'li yıllarda meydana gelen iki büyük petrol krizi enerjinin bir üretim faktörü olarak önemini gün yüzüne çıkartmıştır. Takip eden süreçte ekonomik kalkınma için önem arz eden girdilerden biri haline dönüşen enerji, küreselleşmenin de taban bulmasıyla beraber daha önemli bir hale gelmiştir. Bu bağlamda enerji talebi ve ülkelerin enerjiye olan bağımlılıkları hızla yükselmiş, söz konusu enerjiye olan bağımlılık ülkeleri alternatif ve/veya yenilenebilir enerji kaynakları arayışlarına itmiş bulunmaktadır (Karagöl vd., 2007: 72).

Ülkeler üretimde bulunarak sürdürülebilirliği sağlamak için üretim faktörlerinden biri olan enerji girdisine ihtiyaç duymaktadır. Enerji kaynaklarına yüksek oranda sahip olan ülkeler olmayan ülkelere göre daha avantajlı bir durumda olup, üretim maliyetlerini minimize edebilmektedir. Hem enerji kaynaklarına sahip olan hem de olmayan ülkeler ekonominin büyümesine bağlı olarak enerji kullanımını yükseltmektedir. Bu bağlamda, enerji tüketiminin yükselmesi bir ülkenin kalkınmışlık seviyesinin göstergelerinden biri olarak yorumlanmaktadır (Korkmaz ve Yılğör, 2011: 112). Enerji kaynakları kullanışlarına ve dönüştürülebilirliklerine göre iki sınıfa ayrılmaktadır. Kullanışlarına göre enerji, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji diye sınıflandırılırken, dönüştürülebilirliklerine göre enerji birincil ve ikincil enerji şeklinde tasnif edilmektedir. Enerji kaynakları ayrıntılı bir şekilde Şekil 1 içerisinde aktarılmıştır.



Şekil 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Kaynak: Koç ve Şenel, 2013: 33.

Konuya ilişkin yapılan çalışmaların önemli bir kısmı büyümenin, daha fazla enerji tüketimine sebebiyet vereceğini ortaya koymaktadır. Sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma süreci ise enerjinin önemini her geçen gün artırmaktadır. Nitekim ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki illiyet bağının ifade edilmesi, ekonomistler ve politika yapımcılar için kilit bir role sahip olmaktadır. Tam da bu noktada çoğu ülkede enerji tüketimi ile büyüme arasındaki söz konusu ilişkiyi açıklamaya yönelik çeşitli araştırmalar yapılmış olup, enerjinin ekonomik büyümeyi etkilediğine ya da ekonomik büyümenin enerji tüketimini artırdığına, yani aralarında bir nedensellik ilişkisinin olduğuna yönelik farklı sonuçlara varılmaktadır (Korkmaz ve Develi, 2012: 2).

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirmek, iyileştirmek ve yenilenebilir enerjinin öteki enerji kaynakları arasındaki payını yükseltmek enerji kaynaklarını çeşitlendirmek, yabancı kaynaklara olan bağımlılığı minimize etmek ve bu noktada enerji arz güvenliğini sağlamak önem ihtiva etmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017: 26). Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığı, geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi ekonomik büyüme için de kilit rol üstlenmektedir.

Bu araştırmanın amacı, ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişkiyi 1990-2015 inceleme dönemi içerisinde Türkiye örneğinde incelemektir. Söz konusu parametreler arasındaki ilişkiyi açıklamak için Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yaklaşımı kullanılmıştır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ilk olarak 1928 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde ampirik bir çalışmada uygulanmıştır. Günümüzde ise bu yaklaşım, etkinliği ve basitliği nedeniyle ekonomik ilişkilerdeki analizler için farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Üretim fonksiyonunda, başlangıçta, sermaye ve emek olmak üzere sadece iki girdi değişkeni vardır. Zamanla değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, birden çok değişken için farklı araştırma grupları tarafından fonksiyon geliştirilmiştir (Azad vd., 2015: 14-15).

Amaç doğrultusunda, araştırma üç bölümde örüntülenmiştir. Giriş bölümünde ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişki açıklanmış; ikinci bölümde söz konusu konu kapsamında literatür incelemesi yapılmıştır. Ardılı, ekonomik büyüme ile enerji ilişkisi Türkiye üzerine yapılan ampirik analiz çerçevesinde incelenmiştir. Dördüncü bölümde ise sonuç, tartışma ve politika önerilerine yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ya/ya da kullanımı arasındaki ilişkinin literatürde sıklıkla incelenen konular arasında yer aldığı görülmektedir. Büyüme ve enerji ile ilgili oluşan ampirik literatür, söz konusu değişkenler arasındaki olası ilişkiye yönelik karışık ve çelişkili kanıtlar

sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlardaki tutarsızlıklar; büyük ölçüde farklı ekonometrik yöntemlerin ve zaman aralıklarının kullanılması, ayrıca iklim koşullarındaki ülkelere özgü heterojenlik, ülkelerin sürdürülebilir kalkınma ve enerji tüketimi kalıpları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalar metodolojik bir perspektiften dört kuşak şeklinde değerlendirilebilir. İlk kuşak araştırmalar, geleneksel bir Vektör Otoregresyon (Vector Autoregression/VAR) modelinin uygulanmasına dayanmaktadır. Bu araştırmalarda, çoğunlukla değişkenlerin durağan olduğu varsayımı altında nedenselliğin yönü incelenmiştir. İkinci kuşak araştırmalarda serilerin durağanlık sınamaları yapılarak, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için eşbütünleşme analizleri uygulanmıştır. Engle-Granger iki aşamalı prosedürüne dayanan bu literatürde, eşbütünleşme ilişkilerini belirleyebilmek amacıyla Granger nedensellik testi için tahmini hata düzeltme modelleri kurulmuştur. Üçüncü kuşak araştırmalarda, Johansen eşbütünleşme analizi kapsamında çok değişkenli tahminciler kullanılmıştır. Dördüncü kuşak araştırmalarda ise, eşbütünleşme ilişkilerini analiz etmek için geliştirilen panel ekonometrik yöntemler tercih edilmiştir (Belke vd., 2010: 6).

Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi ilişkisi üzerine yapılan araştırmalar, modeller içerisine dâhil edilen değişkenler açısından değerlendirildiğinde iki temel kategori söz konusu olmaktadır. Birinci kategori, gelir ve enerji arasındaki olası ilişkilerin ilave bir değişken kullanılmaksızın sınanmasına dayanmaktadır. Literatürün geniş bir kısmını oluşturan bu kategoride yapılan ilk araştırma, Kraft ve Kraft (1978) tarafından yapılmıştır. Gayri safi milli hâsıla (GSMH) ve enerji arasındaki ilişkinin incelendiği bu araştırmada elde edilen temel bulgu, gelirden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olmuştur. Bu doğrultuda Türkiye örneklemini için gelir ile enerji arasındaki ilişki üzerine Soytaş vd. (2001) & Soytaş ve Sari (2003) & Altınay ve Karagöl (2004) & Lise ve Van Montfort (2007) & Karanfil (2008) & Erdal vd. (2008) tarafından yapılan araştırmalar literatüre bu alandaki çalışmaların bir listesini sunmaktadır. Oztürk (2010) tarafından enerji-büyüme ilişkisi üzerine yapılan araştırma ise, konu ile ilgili kapsamlı bir literatür incelemesidir.

İkinci kategori ise, ekonomik büyüme ile enerji arasındaki olası ilişkilerin ilave değişkenler yani çoklu parametreler kapsamında incelenmesidir. Çoklu parametreler kullanılarak yapılan araştırmalarda, söz konusu değişkenler arasındaki ilişki çoğunlukla üretim fonksiyonu temelinde ele alınmaktadır. Bu araştırmalarda, genellikle, enerji tüketimine ve gayri safi yurtiçi hâsılaya (GSYH) ek olarak sermaye stokunu ve işgücünü içeren üretim tarafı modellerine odaklanılmaktadır. Üretim fonksiyonu varsayımına göre yapılan araştırmalara ise literatürde daha az rastlanmaktadır. Stern (1993) tarafından yapılan araştırma, GSYH ile enerji kullanımı arasındaki ilişkinin üretim fonksiyonu altında incelendiği ilk araştırma olarak karşımıza çıkmaktadır. Araştırmamızın çıkış noktasına atfedilen bu çalışmada; GSYH, enerji kullanımı, sermaye stoku ve işgücü parametreleri olmak üzere çoklu değişkenler kullanılmıştır. Kurulan VAR tahmincisinden ulaşılan ampirik kanıtlar, enerjinin GSYH'nin nedenseli olduğu; sermaye ve işgücü arasında ikame ilişkisinin varlığı; enerji ve sermayenin birbiriyle ilişki içerisinde olmadığı bilgilerini sunmuştur. Stern (1993)'in nedensellik yaklaşımına karşı Ghali ve El-Sakka (2004) tarafından aynı parametreler kullanılarak değişkenler arasındaki olası ilişkilere yönelik tahmin işlemleri uzun ve kısa dönemde incelenmiştir. Araştırmanın eşbütünleşme analizi bulguları; GSYH, enerji, işgücü ve sermaye arasındaki uzun dönemli hareketlerin iki tane eşbütünleşme vektörü ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Değişkenler arasındaki kısa dönemli dinamiklerde ise, GSYH ile enerji kullanımı arasında geri-besleme etkisini yansıtan nedensellik bulgularına ulaşılmıştır.

Oh ve Lee (2004) araştırmalarında, ekonomik büyüme ile enerji arasındaki ilişkiyi çok değişkenli zaman serisi modelleri kapsamında ele almışlardır. Bulgular, değişkenler arasındaki eşbütünleşmenin varlığında kısa dönemde GSYH ile enerji arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığını, ancak uzun dönemde GSYH'den enerjiye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine işaret etmiştir.

Paul ve Bhattacharya (2004) tarafından yapılan araştırmada, Engle-Granger eşbütünleşme yaklaşımı, Granger nedensellik testi ile birlikte uygulanmış; ayrıca Johansen çok değişkenli eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Sonuçlardan elde edilen temel bulgu, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki geri-besleme hipotezini yansıtan çift yönlü nedenselliğin varlığı olmuştur.

Lee (2005) araştırmasında, GSYH ile enerji arasındaki birlikte hareket ve nedensellik ilişkisini sermaye parametresini de model içerisine dâhil ederek incelemiştir. Ampirik bulgular, parametreler arasında uzun vadeli eşbütünleşme ilişkisine destek sağlamıştır. Aynı zamanda uzun ve kısa vadeli nedensellik ilişkisinin enerji tüketiminden GSYH'ye doğru tek yönlü olduğu görülmüştür.

Soytas ve Sari (2007) araştırmalarında, endüstri düzeyinde üretim ile enerji arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Türk imalat sanayindeki elektrik tüketimi ve sanayi katma değeri ilişkisi, işgücü ve sabit yatırımlarla birlikte ele alınmıştır. Bulgularda değişkenler arasındaki ilişki için üç tane eşbütünleşme vektörü, genelleştirilmiş etki-tepki ve varyans ayrışma analizlerinden ulaşılan sonuçlar tarafından da teyit edilen kısa vadede elektrik tüketiminden katma değere, uzun vadede ise elektrik tüketiminden, işgücü ve sabit yatırımlara doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir. Sari ve Soytaş (2007) tarafından üretim fonksiyonu kapsamında yapılan bir diğeri araştırmada ise, örneklem kümesini oluşturan gelişmekte olan 6 ülke için enerji üretimin temel bir faktörü olarak görülmüştür. Bulgular, enerjinin bazı ülkelerde emek ve/veya sermayeden çok daha önemli bir girdi olduğunu göstermiştir.

Jobert ve Karanfil (2007) yaptıkları çalışmada, gelir ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini iki farklı şekilde incelemişlerdir. Ampirik kanıtlar, toplam GSYH ile toplam enerji tüketimi ve sanayi katma değeri ile sanayi enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna işaret etmiştir.

Huang vd. (2008) tarafından yapılan araştırmada, örneklem kümesini oluşturan ülkeler gelir düzeylerine göre düşük gelir grubu, düşük orta gelir grubu, üst orta gelir grubu ve yüksek gelir grubu olmak üzere dört kategoriye ayrılmıştır. Bulgular, düşük gelir grubunda, GSYH ile enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisinin olmadığına; orta gelir gruplarında GSYH'nin enerji tüketimini olumlu bir şekilde yönlendirdiğine; yüksek gelir grubundaki ülkelerde ise GSYH'nin enerji tüketimini olumsuz yönde etkilediğine işaret etmiştir. Ayrıca, gelir düzeyi kategorilerindeki tüm ülkeler için enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğuna dair herhangi bir kanıt bulunamamıştır.

Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi çok değişkenli bir çerçevede inceleyen bir diğeri araştırma ise Apergis ve Payne (2009) tarafından yapılmıştır. Araştırmanın ampirik kanıtları, GSYH, enerji, işgücü ve sermaye değişkenlerine ait katsayıların istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğunu; enerji tüketiminden büyüme hipotezini destekleyen ekonomik büyümeye kısa vadeli ve uzun vadeli nedenselliğin varlığını göstermiştir.

Aytaç (2010) yaptığı araştırmada, üretim fonksiyonunu parametrelerin büyüme hızlarını kullanarak oluşturmıştır. Enerjiden işgücüne, gelirden sermayeye doğru nedensellik lehine ulaşılan kanıtlar, araştırma sonuçlarından elde edilen temel bulgular olmuştur.

Gelir ve enerji ilişkisi üzerine literatür incelemesinde yer alan seçilmiş araştırmalara ait bilgiler ise Tablo 1 içerisinde özetlenmiştir.

Tablo 1: Literatür İncelemesi İçin Seçilen Araştırmalar

Araştırmaçı/lar	Dönem	Ülke/ler	Metodoloji	Nedensellik İlişkisi
Kraft ve Kraft (1978)	1947-1974	ABD	Granger nedensellik	GSMH→E
Stern (1993)	1947-1990	ABD	Çok değişkenli VAR modeli	GSYH←E
Soytaş vd. (2001)	1960-1995	Türkiye	Johansen eşbütünleşme, VECM, Granger nedensellik	GSYH←E
Soytaş ve Sari (2003)	1950-1992	G-7 ülkeleri	Eşbütünleşme analizi, Granger nedensellik	GSYH↔E (Arjantin) GSYH→E (İtalya, Kore) GSYH←E (Türkiye, Fransa, Japonya, Almanya)
Altınay ve Karagöl (2004)	1950-2000	Türkiye	Hsiao Granger nedensellik	GSYH←E
Ghali ve El-Sakka (2004)	1961-1997	Kanada	Johansen eşbütünleşme, VECM, Granger nedensellik	GSYH↔E
Oh ve Lee (2004)	1970-1999	Kore	VECM, Granger nedensellik	GSYH←E
Paul ve Bhattacharya (2004)	1950-1996	Hindistan	Engle-Granger eşbütünleşme, Granger nedensellik, Johansen eşbütünleşme	GSYH↔E
Lee (2005)	1975-2001	18 ülke	Panel VECM	GSYH←E
Soytaş ve Sari (2007)	1968-2002	Türkiye	Eşbütünleşme analizi, VECM, Granger nedensellik	Üretim←E
Sari ve Soytaş (2007)		6 ülke	Çok değişkenli VAR modeli	GSYH←E (Pakistan, Singapur, Tunus ve Malezya için)
Jobert ve Karanfil (2007)	1960-2003	Türkiye	Granger nedensellik	GSYH←E
Lise ve Van Montfort (2007)	1970-2003	Türkiye	Eşbütünleşme analizi	GSYH→E

Tablo 1: Literatür İncelemesi İçin Seçilen Araştırmalar (Devamı)

Huang vd. (2008)	1972-2002	82 ülke	Panel VAR, GMM Model	GSYH→E (orta ve yüksek gelir grubu) GSYH←E (düşük gelir grubu)
Karanfil (2008)	1970-2005	Türkiye	Granger Eşbütünleşme analizi	GSYH→E GSYH←E (kayıt dışı ekonomi hesaba katıldığında)
Erdal vd. (2008)	1970-2006	Türkiye	Johansen eşbütünleşme, Pair-wise Granger nedensellik	GSMH↔E
Apergis ve Payne (2009)	1980-2004	6 ABD ülkesi	Panel Eşbütünleşme, VECM, Granger Nedensellik	GSYH←E
Aytaç (2010)	1975-2006	Türkiye	Çok değişkenli VAR modeli, Granger Nedensellik	GSMH←E

NOT: GSMH→E ve GSYH→E, gelirden enerjiye tek yönlü; GSYH←E, enerjiden gelire tek yönlü; GSYH↔E, gelir ve enerji arasında çift yönlü nedenselliğe; GSYH←E ve GSMH←E ise gelir ile enerji arasında nedensellik ilişkisi olmamasına işaret etmektedir.

Tablo 1 içerisinde yer alan bilgilerin araştırmalarda kullanılan metodoloji açısından değerlendirmesi, yapılan çalışmaların sıklıkla nedensellik analizine dayandığını ifade etmektedir. Nedensellik bulguları, değişkenler arasındaki olası ilişkilerin dört farklı şekilde sonuçlandığını göstermektedir. Bu bağlamda, eğer enerjiden gelire doğru değişen nitelikte bir nedensellik ilişkisi varsa, bu durum enerjiye bağımlı bir ekonomiye işaret etmektedir. Ayrıca, enerji açığının geliri olumsuz yönde etkileyebileceğini de anlatmaktadır. Diğer taraftan, gelirden enerjiye doğru bir nedensellik zinciri varsa, bu durum enerji tasarrufu ile ilgili politikaların gelir üzerinde çok az olumsuz etkisi olarak ya da hiç bir etkisi olmadan uygulanabileceği şeklinde daha az enerjiye bağımlı bir ekonomiyi belirtmektedir. Üçüncü olarak, değişkenler arasında her iki yönde de nedensellik ilişkisi bulunmaması, yani tarafsızlık hipotezi, enerji koruma politikalarının geliri etkilemediği anlamına gelmektedir (Lee, 2005: 415-416). Son olarak, gelir ile enerji arasında çift yönlü nedensellik durumunda ise geri-besleme hipotezi söz konusu olmaktadır.

3. AMPİRİK ANALİZ

3.1. Veri Seti ve Özellikleri

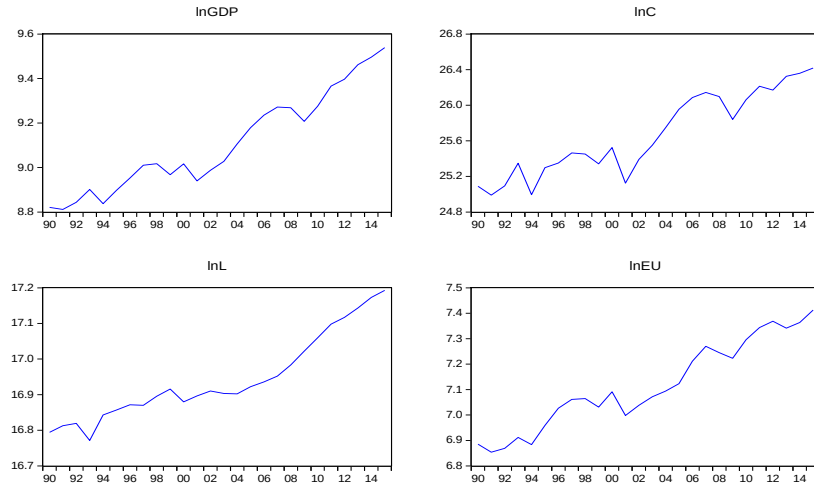
Bu araştırmada, gelir ve enerji arasındaki ilişkinin Cobb-Douglas üretim fonksiyonu varsayımı altında 1990-2015 inceleme dönemi için Türkiye bağlamında analiz edilmesi amaçlanmıştır. Amaç doğrultusunda Türkiye ekonomisine ait yıllık veri sıklığı altındaki zaman serisi analizi, üretim fonksiyonu varsayımına göre aşağıdaki gibi kurulmuştur:

$$gdp = \theta_0 + \beta_1 C_t + \beta_2 L_t + \beta_3 EU_t + \varepsilon_t$$

$$t = 1, 2, \dots, 26$$

Denklikte yer alan gdp değişkeni, kişi başına GSYH'yi (sabit fiyatlarla 2010 yılı ABD\$); C değişkeni, brüt sermaye oluşumunu (sabit fiyatlarla 2010 yılı ABD\$); L değişkeni, toplam işgücünü; EU değişkeni, enerji kullanımını (kişi başına petrol eşdeğeri, kg); θ simgesi, sabit terimi; ε simgesi hata terimini; t alt simgesi ise 1990-2015 inceleme dönemini içeren 26 yıllık süreci belirtmektedir. Denklikteki enerji değişkeni, teknolojinin üretim sürecindeki kullanımını temsil etmektedir. Araştırmamızda kullanılan değişkenler içsel niteliktedir ve dolayısıyla uygulanan model ekonomik büyümenin belirleyicileri için oluşan literatürle tutarlıdır.

Özgün değerlerinde üstel büyüme özelliği gösteren serilerin doğrusal hale getirilmesi, kurulan modelde değişen varyans sorununun ortadan kaldırılmasına ve aykırı gözlemlerin etkilerinin azaltılmasına olanak tanıyacağı için söz konusu tüm değişkenlere logaritmik dönüşüm işlemi uygulanmıştır. Aynı zamanda doğrusal olmayan üretim fonksiyonunun şeklini doğrusallaştırmak için serilerin logaritmik form yapısında ele alınması gerekmektedir (Azad vd., 2015: 15). Değişkenlere ait veri seti, Dünya Bankası'nın resmi web sitesinde yer alan dünya kalkınma göstergelerinden derlenmiştir. Değişkenlerin zaman yolunu gösteren Grafik 1 aşağıya aktarılmıştır:



Grafik 1: Değişkenlerin Zaman Yolu Grafiği

3.2. Model ve Metodoloji

Yapılan araştırmada kullanılan teorik model, Charles W. Cobb ve Paul H. Douglas tarafından formüle edilen üretim fonksiyonunun uyarlanması üzerine kurulmuştur. Üretim fonksiyonu matematiksel olarak, toplam çıktı üretiminde emek ve sermaye olmak üzere iki üretim faktörünün birleşimidir. Söz konusu her bir üretim faktör toplam çıktıya logaritmik olarak katkıda bulunur ve ilgili logaritmalardan büyüklükleri üretim faktörlerinin göreceli önemini yansıtır. Fonksiyona ait genel matematiksel yapı, Denklik 1 içerisinde gösterilmektedir (Wasniewski, 2017: 4):

$$U = F1^\mu \times F2^{1-\mu} \times A \quad \mu < 1 \quad (1)$$

Denklikte $F1$ ve $F2$ simgeleri, toplam faydayı (U) oluşturan emek ve sermaye üretim faktörleridir. A simgesi, kombine edilmiş iki üretim faktörünün çıktıları arasındaki çıktı oranını gösteren ölçek faktörüne ait notasyondur. μ ise, baskın ya da güçlü olan üretim faktörünün ayrırcı özelliğini temsil etmektedir.

Fonksiyon içerisindeki ölçek faktörü (A) ile teknoloji kullanımı ifade edilmektedir. Teknolojinin pratikteki kullanımı ise, enerji parametresi ile açıklanmaktadır. Enerjinin dönüştürülebilirlik özelliğini kazanması ve kullanıma hazır hale getirilmesini sağlamak için ise, yüksek teknolojik yatırımlara gereksinim duyulmaktadır. Ülkeler yüksek teknolojik yatırımları, hem enerji üretmek hem de enerji tüketiminde verimliliği artırmak amacıyla tercih etmektedir. Sonuçta, düşük maliyetlerle elde edilerek üretim sürecinde etkin bir şekilde kullanılabilen enerji girdisi, teknoloji faktörü üzerinden milli gelirin yükselmesine dolayısıyla büyümeyi katkıda bulunacaktır (Mucuk ve Uysal, 2009: 106-107).

GSYH, sermaye, işgücü ve enerji arasındaki olası karşılıklı ilişkileri belirleyebilmek amacıyla akademik literatürde sıklıkla kullanılan bir metodoloji izlenmiştir. Bu doğrultuda Augmented Dickey-Fuller (ADF, 1979) ve Phillips Perron (PP, 1988) birim kök sınamaları uygulanmış, ardılı eşbütünleşme analizi yapılmış, bir sonraki adımda Vektör Hata Düzeltme Modeli (Vector Error Correction Model/VECM) kurulmuş, son olarak ise VAR modeline dayalı Granger nedensellik testi yapılmıştır. Değişkenler arasındaki uzun süreli dinamikler için Johansen (1991) çok değişkenli eşbütünleşme, kısa süreli dinamikler için VECM ve nedensellik ilişkileri için ise Granger nedensellik metodolojileri kullanılmıştır.

Değişkenler arasındaki olası ilişkilerin tahmin işlemlerine ait analizler ise, EViews.9 ekonometrik paket programı içerisinde gerçekleştirilmiştir.

3.3. Bulgular

Eşbütünleşme analizi uygulanmadan önce kurulan modelden sağlıklı bulgular elde edebilmek için, öncelikle tüm serilerin durağanlığı kontrol edilmiştir. Bu doğrultuda sahte regresyon sorununu önlemek ve değişkenlerin eşbütünleşme mertebelerinin belirlenmesi amacıyla birim kök sınamaları uygulanmıştır. Tablo 2 içerisinde gösterilen ADF ve PP birim kök sınamaları bulgularına göre; tüm değişkenler sabit terim ve sabit terim & trend içeren bileşenler için birinci fark düzeylerinde durağan

bulunmuştur. Elde edilen bulgu, tüm değişkenlerin $I(1)$ düzeyinde H_0 temel hipotezinin reddedildiğinin bilgisini sunmaktadır.

Tablo 2: Birim Kök Sınama Bulguları

Değişkenler	ADF		PP	
	ADF _c	ADF _{c&t}	PP _c	PP _{c&t}
lnGDP	0.53 (0)	-2.00 (0)	0.60 (1)	-2.06 (1)
Δ lnGDP	-4.94(1)*	-5.00 (0)*	-4.94 (0)*	-5.00 (1)*
lnC	-0.72 (0)	-3.44 (0)	-0.42 (2)	-3.43 (1)
Δ lnC	-7.05 (0)*	-6.88 (0)*	-7.10 (1)*	-6.93 (1)*
lnL	1.09 (0)	-0.99 (0)	1.50 (5)	-0.76 (2)
Δ lnL	-5.25 (0)*	-4.65 (5)*	-5.25 (0)*	-5.96 (1)*
lnEU	-0.14 (0)	-2.93 (0)	0.25 (5)	-2.93 (0)
Δ lnEU	-5.46 (0)*	-5.34 (0)*	-5.82 (4)*	-5.66 (4)*

Not: * simgesi, 0.05 düzeyinde anlamlılığı temsil etmektedir. Parantez içerisindeki değerler, Schwarz bilgi ölçütü (SIC) gecikme uzunluğunu ve Newey-West bant genişliğini göstermektedir. 0.05 kritik değerleri ADF ve PP sabit terimli modeller için, sırasıyla, -2.98, -2.99 ve sabit terimli & trendli modeller için ise -3.60 ve -3.61'dir. Δ simgesi ise fark işlemcisini ifade etmektedir.

Araştırmanın ikinci aşamasında, $I(1)$ mertebelerinde birim kök içermeyen tüm değişkenler için, Johansen eşbütünleşme metodolojisinin güvenilir bir şekilde izlenebilmesine yönelik olarak kısıtsız bir VAR modeli kurulmuştur. Tahmin edilen VAR modeline ait en uygun gecikme uzunluğunu gösteren bulgular Tablo 3 içerisinde yer almaktadır. Bilgi ölçütlerini en küçük yapan istatistiki değerler doğrultusunda, tahmin süreci Akaike bilgi ölçütüne göre en uygun gecikme uzunluğunu 3 olarak önermiştir.

Tablo 3: VAR Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Bulunması

Gecikme Uzunluğu	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
0	NA	3.97e-12	-14.89993	-14.70156*	-14.85320
1	28.18681*	3.35e-12	-15.10343	-14.11157	-14.86978
2	26.22143	2.26e-12	-15.66592	-13.88058	-15.24535
3	19.87342	1.76e-12*	-16.41953*	-13.84070	-15.81204*

Not: LR, LR test istatistiği; FPE, nihai öngörü hatası; AIC, SIC ve HQ bilgi ölçütleridir.

VAR (3) modeli göz önünde bulundurularak araştırmanın üçüncü aşamasında, Pantula ilkesi dikkate alınmak suretiyle Model 2, Model 3 ve Model 4 arasında uygun modelin tercih işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda iz istatistikleri ve kritik değerlerin karşılaştırılması işlemlerine en kısıtlı hipotezden başlanmıştır. Tablo 4 içerisinde Model 2, Model 3 ve Model 4 için Pantula ilkesi çerçevesinde iz istatistikleri ve kritik değerlere ait bulgular yer almaktadır. Ulaşılan bulgular, H_0 temel hipotezinin ilk reddedilemediği noktada, değişkenler arasındaki ilişkiyi yansıtan uygun modelin Model 2 olduğunu göstermiştir. Kesmeli ve trend içermeyen Model 2, 1 tane eşbütünleşme eşitliğine işaret etmiştir.

Tablo 4: Pantula İlkesi Sınama Bulguları

r	Model 2	Model 3	Model 4
0 ^a	78.5480 ^b (54.0790) ^c	78.4021 ^b (47.8561) ^c	91.0794 ^b (63.8761) ^c
1 ^a	30.9505 ^b (35.1927)	30.8122 ^b (29.7970) ^c	43.4819 ^b (42.9152) ^c
2 ^a	15.8927 ^b (20.2618)	15.8004 ^b (15.4947) ^c	19.6139 ^b (25.8721)
3 ^a	4.4257 ^b (9.1645)	4.3341 ^b (3.8414) ^c	7.5289 ^b (12.5179)

NOT: r, eşbütünleşme eşitliğini; ^a simgesi, 0.05 düzeyinde H_0 hipotezinin reddedildiğini; ^b simgesi, iz istatistik değerlerini; parantez içerisindeki değerler, 0.05 kritik değerini; ^c 0.05 kritik değer için iz istatistiğinin anlamlılığına ait MacKinnon-Haug-Michelis (1999) olasılık değerlerini belirtmektedir.

Dördüncü aşamada elde edilen Tablo 5, kısıtlanmamış eşbütünleşme analizine ait iz istatistik ve maksimum özdeğer istatistik bulgularını göstermektedir. Bulgular, %5 anlam düzeyinde 1 tane eşbütünleşme denkleminin olduğunun ampirik kanıtlarını vermiştir.

Tablo 5: Kısıtlanmamış Eşbütünleşme Rank Testi Bulguları

r	İz istatistiği	Max.-özdeğer istatistiği
0 ^a	78.5480 (54.0790) ^b	47.5974 (28.5880) ^b
1	30.9505 (35.1927)	15.0578 (22.2996)
2	15.8927 (20.2618)	11.4669 (15.8921)
3	4.4257 (9.1645)	4.4257 (9.1645)

NOT: r, eşbütünleşme eşitliğini; ^a, 0.05 düzeyinde H_0 hipotezinin reddedildiğini; parantez içerisindeki değerler, 0.05 kritik değeri; ^b, 0.05 kritik değerleri için istatistiklerin anlamlılığına ait MacKinnon-Haug-Michelis (1999) olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 5 içerisinde belirtilen 1 tane eşbütünleşme denklemi için, değişkenler arasındaki uzun süreli dinamikleri yansıtan normalize edilmiş katsayılar doğrultusunda aşağıdaki eşitliğe ulaşılmıştır:

$$\ln GDP_t = 0.002 - 0.355 \ln C_t - 0.934 \ln L_t + 0.119 \ln EU_t$$

$$p = (0.001)(0.018)(0.087)(0.069)$$

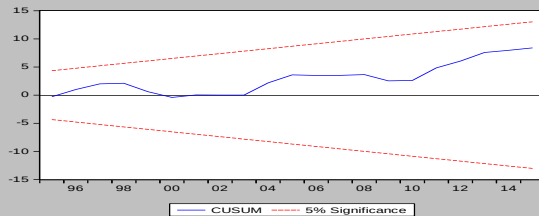
Eşitlik; $\ln GDP$, $\ln C$, $\ln L$ ve $\ln EU$ arasındaki uzun süreli dinamikler için tahmin edilen beta katsayılarını ve olasılık (p) değerlerini özetlemektedir. Buna göre sermaye ve işgücündeki 1 birimlik artış, sırasıyla, GSYH'yi 0.355 ve 0.934 birim azaltmakta; enerji kullanımındaki 1 birimlik artış ise, GSYH'yi 0.119 birim artırmaktadır.

Tablo 6, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi için yapılan normallik sınaması, otokorelasyon, değişen varyans ve model istikrarlılığına ait diagnostik test bulgularını göstermektedir. Ters hipotez şeklinde kurulan Jarque-Bera normallik varsayımı ve Breusch-Godfrey otokorelasyon varsayımı sınama bulguları, H_0 temel hipotezinin %5 anlam düzeyinde reddedilemediğini açıklamıştır. Benzer şekilde, Breusch-Pagan-Godfrey değişen varyans varsayımı için de H_0 temel hipotezi reddedilmiş ve varyansın sabit olduğu bilgisine ulaşılmıştır. CUSUM testi bulguları, modelimizin istikrar koşulunu sağladığını; Ramsey Reset testi bulguları da modelimizde model kurma hatası olmadığını ifade etmiştir.

Tablo 6: Uzun Süreli İlişkiler İçin Diagnostik Sınama Bulguları

Varsayımlar	F-ist.	p
Jarque-Bera	0.542	(0.762)*
Breusch-Godfrey LM Testi	1.420	F(3,18)=(0.269)*
Breusch-Pagan-Godfrey Testi	1.113	F(3,21)=(0.366)*
Ramsey Reset Testi	1.093	F(1,20)=(0.308)*

CUSUM Testi



Not: * simgesi, H_0 temel hipotezinin 0.05 düzeyinde reddedilemediğine işaret etmektedir.

Araştırmanın beşinci aşamasında, değişkenler arasındaki uzun dönem dengesinden sapmalar için VECM kurulmuştur. Kurulan modelde hata terimlerinin düzey değerlerinde durağanlığı sağladığını açıklayan sonuçlar Tablo 7 içerisine aktarılmıştır:

Tablo 7: Vektör Hata Düzeltme Modeli Birim Kök Sınama Bulguları

ADF _c	t-ist.	p
ADF Test İstatistiği	-4.059 (1)	(0.005)*

Not: * simgesi, 0.05 düzeyinde anlamlılığı; parantez içerisindeki değerler, SIC gecikme uzunluğunu temsil etmektedir. 0.05 kritik değerleri ADF ve sabit terimli model için, -2.99'dur.

Aşağıdaki eşitlik, $\ln GDP$, $\ln C$, $\ln L$ ve $\ln EU$ arasındaki kısa süreli dinamikler için tahmin edilen beta katsayılarını ve olasılık değerlerini belirtmektedir. Buna göre, GSYH ile açıklayıcı değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişki için istatistiki olarak anlamlı bulunan tek değişkenin sermaye olduğu görülmüştür. Sermaye üzerinde meydana gelen 1 birimlik değişim, GSYH miktarını kendisiyle aynı yönde 0.202 birim değiştirmektedir. Ancak hata düzeltme terimi, hem istatistiki olarak anlamsız hem

de 0 ila -1 aralığında yer almayan bir değer olarak elde edilmiştir. Bu nedenle, modeldeki uzun dönem dengesinden sapmalar için kısa dönemde dengesizliğin düzeltilemeyeceği ifade edilmektedir.

$$\ln GDP_t = 0.010 + 0.202 \ln C_t + 0.139 \ln L_t + 0.229 \ln EU_t + 0.238 ECT_t$$

$$p = (0.077)(0.000)(0.499)(0.142)(0.337)$$

Tablo 8, değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkisi için gerçekleştirilen diagnostik test bulgularını göstermektedir. Bulgular, modelimizin normallik, otokorelasyon, değişen varyans, istikrar koşulu ve model kurma hatası olmaması varsayımlarının sağlandığını açıklamaktadır.

Tablo 8: Kısa Süreli İlişkiler İçin Diagnostik Sınama Bulguları

Varsayımlar	F-ist.	P
Jarque-Bera	0.093	(0.954)*
Breusch-Godfrey LM Testi	0.671	F(3,16)=(0.582)*
Breusch-Pagan-Godfrey Testi	1.266	F(4,19)=(0.317)*
Ramsey Testi	0.663	F(1,18)=(0.425)*

CUSUM Testi

Not: * simgesi, H_0 temel hipotezinin 0.05 düzeyinde reddedilemediğine işaret etmektedir.

Araştırmanın son aşamasında değişkenler arasındaki nedenselliğin yönünü belirleyebilmek amacıyla VAR modeline dayalı Granger nedensellik analizi yapılmıştır.

Tablo 9: Granger Nedensellik Sınama Bulguları

Bağımlı Değişken	Açıklayıcı Değişken	F-ist.	p
lnGDP	lnC	8.010	0.045*
	lnL	12.131	0.006*
	lnEU	9.323	0.025*
lnC	lnGDP	2.266	0.518
	lnL	7.231	0.064*
	lnEU	4.853	0.182
lnL	lnGDP	0.644	0.886
	lnC	0.892	0.827
	lnEU	0.232	0.972
lnEU	lnGDP	1.585	0.662
	lnC	3.037	0.385
	lnL	15.595	0.001*

Not: * simgesi, 0.05 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Tablo 9 içerisinde sunulan bulgular incelendiğinde; sermayenin, işgücünün ve enerji kullanımının GSYH'nin; işgücünün, sermayenin; işgücünün, enerji kullanımının tek yönlü Granger nedenseli olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Üretim fonksiyonu içerisinde yer alan işgücü ve sermaye konularına benzer şekilde enerji konusu da çıktı veya üretim için kritik bir sorundur. Enerjinin 21. yüzyılın ileri teknolojiye sahip sanayi toplumlarında temel üretim faktörlerinden birisi ve stratejik bir kaynak olduğu sıklıkla kabul edilmektedir. Aynı zamanda enerji arzındaki belirsizlikler ve yapısal dengesizlikler hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesi ve sürdürülebilir kalkınması üzerinde dikkate değer etkiler yaratmaktadır (Wei vd., 2017: 1).

Bu çalışmada, 1990-2015 inceleme dönemi için Türkiye'deki ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişki Cobb-Douglas üretim fonksiyonu varsayımı altında incelenmiştir. Bu bağlamda üretim fonksiyonuna göre gelir çıktı değişkeni; sermaye, işgücü ve teknolojinin üretim sürecinde kullanımını ifade eden enerji ise girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Model içerisine dâhil edilen değişkenler için yapılan birim kök sınamalarının ardılı, değişkenler arasındaki uzun dönemli dinamikler için

Johansen eşbütünleşme, kısa dönemli dinamikler için VECM, nedensellik ilişkileri için ise Granger nedensellik analizleri yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarından elde edilen ampirik kanıtlar, uzun süreli dinamiklere ait parametreler arasındaki ilişki için 1 tane eşbütünleşme vektörünün varlığı altında, sermaye ve işgücünde meydana gelen 1 birimlik bir artışın, sırasıyla, geliri 0.36 ve 0.93 birim azalttığının; enerji kullanımındaki 1 birimlik artışın ise, geliri 0.12 birim artırdığının bilgisini vermektedir. Sermaye stoku ve iş gücünün katsayıları istatistiksel olarak anlamlı, ancak negatiftir. Elde edilen bu bulgu iktisadi olarak kuramsal temelli beklentilerimizle uyuşmamaktadır. Bununla birlikte, enerji tasarrufunun uzun vadede ekonomik faaliyete olumsuz bir şekilde etki edeceği anlamında uygulanabilir olabileceğini de ima etmektedir. Bunun nedeni, enerji girdisindeki bir azalmanın, diğer girdi değişkenleri, yani sermaye ve iş gücü göz önüne alındığında, üretimde bir düşüşe yol açması anlamına gelebilmesidir. Dolayısıyla, üretim üzerindeki etki, üç girdi değişkeni arasındaki ilişkinin doğasına, özellikle de bu değişkenler arasındaki tamamlayıcılık özelliğine ve/veya ikame edilebilirliğe bağlıdır.

VECM tahmincisinden ulaşılan sonuçlara göre, gelir ile açıklayıcı değişkenler arasındaki kısa süreli dinamikler için istatistiki olarak anlamlı bulunan tek değişkenin sermaye olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda sermaye üzerinde meydana gelen 1 birimlik değişim, geliri kendisiyle aynı yönlü olarak 0.20 birim değiştirmektedir. Sermayenin, kısa dönemde gelirin açıklayıcısı olması iktisadi teorik bilgilerimizle tutarlıdır. Ancak, işgücü ve enerji değişkenlerine ait katsayıların geliri açıklamakta pozitif yönlü olmasına rağmen, istatistiki olarak anlamlı olmadığına ulaşılmıştır. Bu durumun olası bir nedeni, hata düzeltme terimine ait değer, uzun dönem dengesinden sapmalarda kısa dönemde dengesizliğin düzeltilmeyeceğine işaret etmesidir.

VAR modeli Granger nedensellik sonuçları; sermayenin, işgücünün ve enerjinin gelirin; işgücünün, sermayenin; işgücünün, enerjinin tek yönlü nedenseli olduğuna işaret etmektedir. Ulaşılan bu sonuçlar değerlendirildiğinde; Türkiye ekonomisinde enerji girdisinin üretimle yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda gelir ile büyüme arasındaki olası nedensellik ilişkisi elde edilen genel sonuçlar açısından Stern (1993) & Oh ve Lee (2004) & Lee (2005) & Sari ve Soytas (2007) & Apergis ve Payne (2009); Türkiye kapsamındaki özel sonuçlar açısından ise Soytas vd. (2001) Soytas ve Sari (2003) Soytas ve Sari (2007) tarafından yapılan literatür seçkinde yer alan araştırmalarla benzer sonuçlar üretmektedir. Ancak sonuçlarımız, Türkiye ve diğer ülke ya da ülke grupları örneklem kümesi kullanılarak Kraft ve Kraft (1978) & Ghali ve El-Sakka (2004) & Paul ve Bhattacharya (2004) & Altınay ve Karagol (2004) & Jobert ve Karanfil (2007) & Lise ve Van Montfort (2007) & Karanfil (2008) & Erdal vd. (2008) & Huang vd. (2008) & Aytaç (2010) tarafından yapılan analizlerin ampirik kanıtları ile çelişmektedir. Elde edilen bu çelişkili sonuçlar, analizlerde farklı ekonometrik yöntemlerin, zaman aralıklarının ve parametrelerin kullanılması, ayrıca ülkelere özgü karakteristikler, ülkelerin sürdürülebilir kalkınma ve enerji tüketimi kalıpları gibi çeşitli faktörlere bağlı olabileceğini düşündürmektedir.

Üretim fonksiyonu modelinin varsayımları altında; sermaye, iş gücü ve enerji arasındaki ilişkinin yönünü açıklayan nedensellik sonuçlarına göre söz konusu değişkenlerin ekonomik büyümeye neden olduğu hipotezi kabul edilmektedir. Analiz içerisindeki her üç üretim faktörünün gelirin Granger nedeni olduğuna yönelik sonuç, standart üretim teorisinin Türkiye ekonomisi için geçerli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, işgücü girdisindeki değişiklikler, enerji kullanımındaki değişikliklere neden olmakla birlikte, gelir ve sermaye girdisindeki değişiklikler enerji kullanımında değişikliğe neden olmamaktadır.

Enerji kullanımından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik durumu literatürde 'büyüme hipotezi' ile açıklanmaktadır. Bu durum, enerji kullanımındaki kısıtlamaların ekonomik büyümeyi olumsuz şekilde etkileyebileceğini, enerji artışlarının ise ekonomik büyümeye katkıda bulunabileceğini ifade etmektedir. Büyüme hipotezi; enerji girdisinin, emek ve sermaye girdilerinin tamamlayıcısı olarak üretim sürecinde doğrudan veya dolaylı olarak ekonomik büyümede önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, enerjinin ekonomik büyümeyi sınırlayıcı bir faktör olduğu sonucuna varılabilmektedir. Bu nedenle enerji arzındaki şokların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkisinin olacağı varsayılmaktadır (Ozturk, 2010: 341). Araştırmamızın enerji ile gelir arasındaki ilişkiye yönelik nedensellik analizinin ampirik kanıtları, büyüme hipotezine atıfta bulunurken; ilgili değişkenler arasında ilişki olmaması durumunu belirten 'tarafsızlık hipotezi'ni çürütmektedir.

Türkiye, enerji kaynakları açısından küresel enerji piyasasının talep tarafında yer almaktadır. Dünya Enerji İstatistik İncelemesi (2017), 2016 yılı verilerine göre Türkiye'nin petrol (41.2), doğalgaz (37.9), kömür (38.4), nükleer (-), hidroelektrik (15.2) ve yenilebilir enerji (5.2) kaynaklarının toplamı olarak 137.9 milyon ton birincil enerji tükettiğini göstermektedir. Toplam tüketim içerisinde 20.4 milyon tonla yenilebilir enerjinin payının ise oldukça düşük olduğu dikkati çekmektedir.

Enerji kullanımından gelire doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı, enerjinin ekonomik büyümeye neden olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, yüksek enerji tüketiminde yüksek ekonomik büyüme eğiliminin olması varsayılmaktadır. Bu noktada, enerji politikaları içerisinde yenilebilir enerji tüketiminin, toplam enerji tüketimi içerisindeki oranının artırılması gerektiği gözler önüne serilmektedir. Enerji tasarrufuna yönelik politikaların ise, özellikle gelişmekte olan ülkelerde geçici veya kalıcı olarak ekonomik büyümeye zarar vereceği beklenmektedir. Bu nedenle, analizimizin önemli bir politika iması, enerjinin Türkiye'deki üretim artışlarını sınırlayıcı bir faktör olarak görülebileceğidir. Sonuçlar, enerjinin büyümeye ivme kazandıracak şekilde enerjiye bağımlı bir ekonomiyi ifade etmektedir.

Türkiye'de karar vericilerin, enerji politikalarının belirlenmesi ve uygulanması aşamasında özellikle temiz enerji reformlarına yönelmesi gerekmektedir. Aksi durumda yüksek enerji tüketimi, çevre kirliliği sorunlarını baskılayacaktır. Wei vd. (2017) tarafından belirtildiği gibi enerji tüketimi yüksek olan Çin ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkeler son on yılda kurumsal ve yönetim alanlarındaki yenilikler yoluyla önemli temiz enerji politikası reformları gerçekleştirmişlerdir. Bu doğrultuda politika reformlarında ileri teknolojilerin tanıtılması ve yaygınlaştırılmasının yanı sıra, enerji verimliliğinin artırılmasını sağlamak amaçlanmalıdır.

Türkiye ekonomisinde büyüme ile enerji arasındaki nedensellik ilişkisi, büyüme hipotezine atfedildiğinde enerji kullanımında etkinliğin ve verimliliğin nasıl artırılacağı önemli bir konuyu oluşturmaktadır. Özellikle, dünya çapında enerji kullanımının hızla büyümesinin bir sonucu olarak, gelişmiş ülkelerin çoğunun binalardaki enerji tüketimini azaltmak için enerji standartları, kodlar gibi bina enerji düzenlemeleri uyguladığı görülmektedir. Aynı zamanda hükümetler, hane halklarını enerji tüketimini azaltmaya yönlendirmek için bazı teşvikler ve cezalar öngörmektedir. Bu bağlamda bir politika önerisi, bina enerji düzenlemeleri ve teşvikler ya da cezalar yoluyla azaltılan enerji tüketiminin büyümeye kaynak yaratacak şekilde kullanılması olmaktadır. Araştırmamızın temel politika önerisi ise, toplam enerji tüketimi içerisindeki payı yaklaşık %20 olan alternatif enerji ya da yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmaya çalışmaktır. Bu noktada, güneş enerjisi, hidrolik enerji, biyokütle enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji ve dalga enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarına yoğunlaşmak gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Altınay, G. & Karagol, E. (2004). "Structural break, unit root, and the causality between energy consumption and GDP in Turkey", *Energy Economics*, 26 (6): 985-994.
- 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.
- Aytaç, D. (2010). "Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini", *Maliye Dergisi*, 158: 482-495.
- Azad, A. K.; Rasul, M. G.; Khan, M. M. K.; Sharma, S. C. & Bhuiya, M. M. K. (2015). "Study on Australian energy policy, socio-economic, and environment issues", *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 7, 063131, 063131-1-20.
- Belke, A.; Dreger, C. & Haan, F. Energy Consumption and Economic Growth-New Insights into the Cointegration Relationship, *Ruhr Economic Papers* No: 190, 2010, 1-22.
- BP Statistical Review of World Energy June 2017, <<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>> (02.08.2017).
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). "Distributions of the estimators for Autoregressive time series with a unit root", *Journal of the American Statistical Association*, 74/1979: 427-431.

- Erdal, G.; Erdal, H. & Esengün, K. (2008). "The causality between energy consumption and Economic Growth in Turkey", *Energy Policy*, 36 (10): 3838-3842.
- Ghali, K. H. & El-Sakka, M. I. T. (2004). "Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis", *Energy Economics*, 26: 225-238.
- Huang, B. N.; Hwang, M. J. & Yang, (C. W. 2008). "Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: a dynamic panel data approach", *Ecological Economics*, 67: 41-54.
- Jobert, T. & Karanfil, F. (2007). "Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey", *Energy Policy*, 35: 5447-5456.
- Johansen, S. (1991). "Estimation and hypothesis testing of cointegration vector in Gaussian vector autoregressive models", *Econometrica*, 59: 1551-1580.
- Kar, M. & Kınık, E. (2008). "Türkiye'de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, X (II): 333-353.
- Karaçor, Z. & Güvenek, B. (2010). "Enerji Piyasası Reformlarının Elektrik Enerjisi Piyasasına Etkisi: EÜAŞ ve Ayrıcalıklı Şirketler Üzerine Bir Analiz", *Yönetim ve Ekonomi*, 17 (1): 147-166.
- Karagöl, E. T. & Kavaz, İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları, Analiz*, Ankara.
- Karagöl, E.; Erbaykal, E. & Ertuğrul, H. M. (2007). "Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1): 72-80.
- Karanfil, F. (2008). "Energy consumption and economic growth revisited: does the size of unrecorded economy matter?", *Energy Policy*, 36 (8): 3029-3035.
- Koç, E. & Şenel, M. C. (2013). "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme", *Mühendis ve Makina*, 54(639): 32-44.
- Korkmaz, Ö. & Develi, A. (2012). "Türkiye'de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27 (2): 1-25.
- Korkmaz, S. & Yılgör, M. (2011). "Enerji Tüketimi - İktisadi Büyüme İlişkisi", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (22) 2011/2: 111-125.
- 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: 415-427.
- Lise, W. & Van Montfort, K. (2007). "Energy consumption and GDP in Turkey: is there a co-integration relationship?", *Energy Economics*, 29: 1166-1178.
- MacKinnon, J.; Haug, A. & Michelis, L. (1999). "Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration", *Journal of Applied Econometrics*, 14 (5): 563-577.
- Mucuk, M. & Doğan, U. (2009). "Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme", *Maliye Dergisi*, 157: 105-115.
- Oh, W. & Lee, K. (2004). "Energy consumption and economic growth in Korea: testing the causality relation", *Journal of Policy Modeling*, 26: 973-981.
- Ozturk, I. (2010). "A literature survey on energy-growth nexus", *Energy Policy*, 38(1): 340-349.
- Özata, E. (2010). "Türkiye'de Enerji Tüketimi ve ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26): 101-113.
- Paul, S. & Bhattacharya, R. N. (2004). "Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results", *Energy Economics*, 26: 977-983.
- Perron, P. (1989). "The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis", *Econometrica*, 57/1989: 1361-1401.

- Sarı, R. & Soytaş, U. (2007). "The Growth of Income and Energy Consumption in Six Developing Countries", *Energy Policy*, 35: 889-898.
- Soytaş, U. & Sarı, R. (2007). "The Relationship Between Energy and Production Evidence From Turkish Manufacturing Industry", *Energy Policy*, 29: 1151-1165.
- Soytaş, U.; Sarı, R. & Özdemir, O. (2001). "Energy consumption and GDP relation in Turkey: A cointegration and vector error correction analysis", *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, 838-844: Global Business and Technology Association.
- Soytaş, U. & R. Sarı, (2003). "Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets", *Energy Economics*, 25: 33-37.
- Stern, D. I. (1993). "Energy and Growth in the USA: A Multivariate Approach", *Energy Economics*, 15: 137-150.
- Wasniewski, K. (2017). "Settlement by energy – can renewable energies sustain our civilisation?", 1-17; <https://www.researchgate.net/publication/320264419>, (07.10.2017).
- Wei, Y. M.; Fan, Y.; Han, Z. Y. & Wu, G. (2017). *Energy Economics: Modelling and Empirical Analysis in China*, CRC Press Taylor & Francis Group, 2010, ISBN: 978-1-4398-1121-4.