

TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME: GRANGER NEDENSELLİK YAKLAŞIMI*



ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY: GRANGER CAUSALITY APPROACH



DOI: 10.25204/iktisad.537689

Cevriye YÜKSEL YILDIRIM**

Öz

Enerji, sanayileşme devrimi sonrası üretim ve tüketim faaliyetlerinin önemli ve zorunlu bir girdisi haline gelmiştir. Keza ülke ekonomileri için büyümenin belirleyicisi olan enerji ekonomik büyümenin de temel kaynağıdır. Bu bağlamda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ekonomiler için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişki fazlaca dikkat çeken ve incelenen bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmada ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişki Türkiye açısından incelenmeye çalışılmıştır. Veri seti yıllık olarak elde edilmiş olup 1961-2014 dönemlerini kapsamaktadır. Verileri analize uygun hale getirmek için öncelikle zaman serilerinde uygulanan durağanlık testlerinden ADF ve PP testleri yapılmıştır. Daha sonra değişkenler arasında eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Eşbütünleşme sonucunda VEC modeli kurulmuştur. Sonrasında Granger nedensellik analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda kişi başı GSYH’den kişi başına enerji tüketimine doğru tek yönlü ve kişi başı enerji kullanımından kişi başı karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Enerji, Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Karbon Emisyonu, Granger Nedensellik Testi.

Abstract

Energy has become an important and compulsory input of production and consumption activity after the industrialization revolution. It is also the main source of energy growth, which is the determinant of growth for the economies of the country. In this context, the relationship between economic growth, energy consumption and carbon emissions for both developed and developing economies has become a subject of considerable attention and studied extremely. In this study, the economic growth, the relationship between energy consumption and carbon emissions has been studied for Turkey. The data set is obtained annually and covers the period of 1961-2014. In order to adapt the data to the analysis, firstly ADF and PP tests were performed from the stationarity tests applied in time series. Then, cointegration analysis was performed among the variables. VEC model was established as a result of cointegration. Then Granger causality analysis was conducted. As a result of the analysis, it was concluded that there is a unidirectional causality towards per capita energy consumption from GDP per capita. In addition, according to the results of the analysis, it was concluded that there is a unidirectional causality towards per capita carbon emission from energy use per capita.

Keywords: Energy, Energy Consumption, Economic Growth, Carbon Emission, Granger Causality Test.

*Bu makale, Cevriye YÜKSEL YILDIRIM tarafından 02.08.2016 tarihinde Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı’nda tamamlanan “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: Granger Nedensellik Yaklaşımı” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

** Doktora Öğrencisi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, SBE, Maliye ABD, cevriye.yyüksel@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5048-6502

1. GİRİŞ:

Enerji; ekonominin en önemli girdisi, dünya siyasetinin temel yönlendiricisi ve dünyadaki sosyal, coğrafi ve ekonomik düzen faktörlerinin gelecekteki en etkin belirleyicilerindendir (Keskin, 2013: 1). İnsanlığın varoluşundan itibaren en önemli ihtiyaçlardan birisi şüphesiz ki enerji olmuştur. İlk dönemlerde temel ihtiyaçlar için farklı şekillerde kullanılan enerji, daha sonraları sanayi devrimi ile birlikte, seri üretime geçilmesine paralel olarak yeni bir boyut kazanmıştır. Sanayileşme ile birlikte enerjiye olan ihtiyacın artması ise beraberinde, insanların şehir merkezlerinde toplanmasına neden olmuş ve hızlı nüfus artışını da beraberinde getirmiştir. Bu durum ise enerjiye olan ihtiyacın daha da artmasına neden olmuştur. Günümüzde enerji artan önemiyle yaşamımızın vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. Zira bu yönüyle enerji, sosyal ve ekonomik kalkınmada en önemli girdilerinden biri olmuş ve yaşam standardının artırılmasında önemli faktörlerden biri haline gelmiştir.

Enerji kaynakları yaygın olarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları içerisinde yer alan fosil enerji kaynakları birincil enerji kaynağı olarak değerlendirilir. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının işlemden geçmesi sonucunda yeni bir enerjinin elde edilmesi olarak ifade edilmiştir. Fosil kaynaklarından petrol, kömür ve doğal gaz gibi enerji kaynakları, yıllar içerisinde oluşmaktadır. Diğer taraftan ise bu kaynakların rezervleri giderek azalmakta ve daha kötüsü stoklarının tükenmesine bugünkü rezerv ve üretim yapısıyla 50-100 yıl kadar süre bulunmaktadır. Buna bağlı olarak insanlar tüketilen enerji kaynakları yerine alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedirler.

Genel olarak enerji talebi belirleyicileri fiyat, ekonomik büyüme, gelir, teknoloji, verimlilik ve demografik etkilerden oluşmaktadır. Enerji mallarının talep esnekliği düşüktür. Enerjinin ekonominin zorunlu girdisi olması sonucunda ülkeler eğer yeterli enerji kaynağına sahip değilse ve o enerji kaynağının ikamesi yoksa dışa bağımlı hale gelmektedir. Enerjinin tüm sektörlerde zorunlu girdi olması, enerji kaynaklarının yetersiz olması, artan nüfus ve teknolojik ilerlemenin hızlanmasıyla enerjinin önemi artmıştır. Enerji, toplumların sosyal ve ekonomik ve gelişimlerinin sürükleyici unsuru ve en temel gereksinimlerinden biridir. Zengin enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler ekonomik olarak üstünlüğe sahiptir. Türkiye, yeraltında ve yerüstünde zengin enerji kaynaklarına sahiptir. Bununla birlikte Türkiye, coğrafi konumu gereği önemli petrol üreticisi olan Ortadoğu ülkeleri ile petrol tüketicisi olan Avrupa ülkeleri arasında “enerji köprüsü” konumuna sahiptir. Her ne kadar Türkiye enerji anlamında bu üstünlüklere sahip olsa da enerji kaynaklarını kullanmaktaki yetersizliğinden kaynaklı olarak enerji üretimi ve arzı açısından yeterli bir enerji ekonomisine sahip değildir. Enerji tüketiminin yerli üretimi aşan kısmı kadar enerji ithalatı yapılmaktadır.

Ülkemiz OECD ülkeleri arasında kalkınmakta olan bir ülke olduğu için 2010 yılından itibaren en yüksek enerji talebi artış oranına sahip olan bir ülkedir. Ülkemiz dünyada, Çin ‘den sonra en fazla enerji talep artışı en fazla olan ülkedir. 2016 yılı genel enerji dengesinde birincil enerji arzı toplamı 136.229 (Bin Tep) dir. Birincil enerji arzının 35.374 (Bin Tep)’lik kısmı yerli üretimden sağlanmaktayken 113.117 (Bin Tep)’lik kısmı ithalattan sağlanmaktadır. Türkiye’nin enerji ihracatı 7.250 (Bin Tep)’lik bir değere sahiptir. Birincil enerji arzında en fazla katkı sırasıyla; 38.338 (Bin Tep) ile doğal gaz, 28.709 (Bin Tep) ile petrol, 23.579 (Bin Tep) ile taş kömürü, 13.556 (Bin Tep) ile linyit, 6.034 (Bin Tep) ile jeotermal enerji, 5.782 (Bin Tep) ile hidrolik enerji yer almaktadır. 2016 yılı genel enerji dengesinde Türkiye’de, fert başına enerji tüketimi 1.707 (kep/k), fert başına brüt elektrik tüketimi 3.499 (kWh/k) ve fert başına net elektrik tüketimi 2.897 (kWh/k) dır (<https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>).

Ülkemiz enerji kaynakları olan petrol ve doğalgaz rezerv bakımından fakir bir durumda olduğu için bu ihtiyacını karşılamak için ithalata karşılık ayırmaktadır. Ülkemizin enerji talebinin %31 doğalgazdan, %30 petrolden, %27 kömür, %7,5’lik kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından ve %4,5’ini hidrolik enerjiden karşılamıştır (Özalp:2018:110). Dolayısıyla ülkemiz enerji talebinin %88’ini fosil kökenli enerjilerden karşılamaktadır.

2. EKONOMİ İÇERİSİNDE ENERJİNİN YERİ

Enerji hayatımızın ilk dönemlerinden başlayarak bütün safhalarında yer almış ve her geçen günde hayati bir öneme sahip olmuştur. İktisadî gelişmenin ilk zamanlarında, çoğu ekonomi tarıma ve temelde insan emeğine bağlıydı. Sanayileşme ile birlikte enerji; hayat standardı, hâsıla ve insan emeğinin artan verimliliğiyle birlikte üretim yapısı içerisinde yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Aynı zamanda enerji kullanımının artması beraberinde kentleşmeyi getirmiş ve kentleşme süreciyle beraber enerji tüketimi aynı oranda artış göstermiştir. Bu yüzden ekonomik ve sosyal gelişmenin tarihi enerji tüketimindeki gelişme ile paralel bir seyir göstermiştir diyebiliriz. Bunun nedeni olarak ekonomik büyümenin üretim faktörlerinin ve bu faktörlerden biri olarak enerjinin artan kullanımına bağlı olması gösterilebilmektedir (Riaz, 1987:195).

Ekonomik büyüme bir ekonomide belli bir zaman diliminde üretilen mal ve hizmet miktarındaki artışlardır, üretim artışları ortaya çıkış kaynağı itibariyle kısa ve uzun dönemli üretim artışları diye ikiye ayrılmaktadır. Üretim artışları, eksik istihdam koşulları altında toplam talepteki değişmelere paralel olarak kapasite kullanım oranlarındaki değişimlerden kaynaklanıyorsa kısa dönemli üretim artışıdır. Uzun dönemli üretim artışı ise, tam istihdam koşulları altında yeni üretim faktörlerinin ilave edilmesi ya da teknolojik gelişme sağlanması sonucunda mevcut üretim kapasitesinin artmasına dayanmaktadır. Üretim kapasitesi; bir ülkenin sahip olduğu iş gücü miktarı, beşeri ve fiziki sermaye, enerji dahil doğal kaynaklar, girişimciler ve teknoloji düzeyinden oluşmaktadır (Berber, 2011:2-3). Ekonomik büyümeyi sermaye, işgücü ve dışsal teknolojiye dayandıran neoklasik iktisatçılar, enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini çoğu zaman ihmal etmişlerdir. Ancak büyüme ve kalkınma ekonomisindeki gelişmelerle birlikte 1970'lerin ortalarından beri enerjinin üretim sürecinde diğer üretim faktörleri kadar önemli olduğu ve enerji olmadan ekonomik büyümenin gerçekleşmeyeceği gerçeği kabul görmüştür (Simpson vd., 2004:8).

Kriz ve savaş dönemleri hariç enerjinin bol ve ucuz olduğu 1973 yılına kadar enerji ağır sanayi ve sermaye malı üretimindeki artış sayesinde büyüme oranları yükselmiş ve üretim artışı ile teknolojik gelişmelerin her türlü ekonomik sorunu çözeceği kabul edilmiştir. Bu görüşü benimseyen neo-klasik büyüme analizleri çerçevesinde, büyümeye dayalı ekonomi kavramı ön plana çıkmıştır. Büyümeye dayalı ekonomi yaklaşımı; tam rekabet koşulları, sınırlı sermaye ile doğal kaynaklar arasında tam ikame ilişkisi olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımlar altında büyümeye dayalı ekonomi yaklaşımında; büyümeye birlikte artan enerji talebinin yol açtığı enerji kıtlığının, fiziki sermaye yatırımları ve enerji etkin teknolojilerle giderilebileceği ve doğal kaynaklar olmadan da büyümenin gerçekleştirilebileceği ileri sürülmektedir (Yapraklı, 2013:78).

1970'lerden sonra yükselen enerji maliyetlerinin de etkisiyle ortaya çıkan bir takım maliyetlerin karşılanamaz olmasıyla birlikte, gelişmekte olan ülkelerin büyük bir kısmı dış ticaret rejimlerinde değişikliklere yönelmişler ve dış ticareti serbestleştirmişlerdir. Serbestleşmenin etkilerinden biri de yeterli enerjiye sahip olmayan ülkelerin bu ihtiyaçlarını yurtdışından karşılaşmalarıdır. Enerjinin yurtdışından ithalinin en önemli etkisi büyüme üzerinde olmuştur. Zira enerjinin üretim sürecinde yoğun bir şekilde yer alması enerji ithalata bağımlılığı artırmış, enerji arz ve fiyatlarındaki değişiklikler üretim sürecini etkilemiş ve büyüme oranlarını etkilemiştir. Bu dönemde büyümeye dayalı ekonomi kullanımının çevreye verdiği zarar ve enerji kaynaklarının yok olmasına neden olduğunu ve bu nedenle ekonomik büyümenin duracağını ileri süren ekolojik iktisatçıların görüşleri tartışılmaya başlanmıştır. Ekolojik bakış açısına göre, ekonomik büyüme ile ekosisteme kirlilik eklenmiştir. Bu süreçte maddenin dönüşümünün gerçekleşmesinde de enerjiye ihtiyaç olduğu, enerjinin de ikamesinin hemen hemen imkânsız olduğu için enerjinin olmadığı durumlarda ekonomik büyümede olmamaktadır (Stern ve Cleveland, 2004: 4). Ekolojik bakış açısına göre şekillenen büyümeye dayalı ekonomi hipotezinde enerji üretimin ve büyümenin zorunlu girdisidir.

Temel büyüme yaklaşımları çerçevesinde, doğrudan enerji kaynakları ile ilgili olmasa da tarımla bağlantısından dolayı su ve toprak arzı gibi doğal kaynakların ekonomik sistemdeki yerinin

ve öneminin Fizyokratlar tarafından ortaya konulduğu söylenebilir. Ekonomik büyümenin tarım sektörü öncülüğünde olabileceğini savunan Fizyokratlar, toprağın üretim için gerekli bir faktör olduğunu ve net hasıla artışının toprağın üretkenliğinden kaynaklandığını savunmuşlar. Bu kapsamda Fizyokratların, azalan gelir, toprak rantı ve kamu müdahalesi gibi nedenlerle doğal kaynaklar üzerine getirilen kısıtlamaların büyümeyi olumsuz yönde etkileyebileceğini kabul ettikleri belirtilebilir (Yapraklı, 2013: 79).

Adam Smith ve David Ricardo'nun büyümeye ilişkin çalışmalarıyla gelişen klasik büyüme teorilerinde ise enerjiye doğrudan yer verilmemiş, enerji serbest bir mal olarak görülmüş. Ancak fizyokratlar gibi toprak ekonomik faaliyetlerin ana kaynağı kabul edilmiş ve ekonomik faaliyetlerin toprak nedeniyle sınırının olduğunu belirtmişlerdir. Malthus sınırlı toprak alanlarının üzerinde nüfusun baskı yaratabileceğini, Ricardo ise doğal kaynakların azalan verimlere tabi olduğunu ileri sürerek doğal kaynakların azalmasının maliyetleri artırarak büyümeyi yavaşlatacağına dikkat çekmişlerdir (Van den Bergh, 1996: 12).

Sanayi sektöründe başlangıçta doğal kaynaklara göre tasarruf ve sermaye stoku küçük olduğu için kar oranı yüksektir. Kar oranının yüksek oluşu ise sermaye stoğundaki artışı hızlandırmakta ve aynı zamanda da emek talebini artırmaktadır. Tarım sektöründe tasarruflarla artan sermaye ile birlikte üretim sürecine katılmaktadır. Sabit sermaye-emek oranı çerçevesinde artan kar-sermaye-yatırım süreci sanayi sektöründe, emeğin üretime katkısının üzerinde bir sanayi çıktısı ve sermaye birikimi elde edilmesine yol açmaktadır. Bu sayede teknolojik iyileşmelerin tarım sektöründe çalışan işçi sayısını azaltmasına, toprak verimliliğinin ve tarımsal hasılanın artmasına yol açmaktadır. Tarım ve sanayi kesimindeki hasıla artışı talep artışını beraberinde getirmekte ve ekonominin doğal kaynakların izin verdiği tam zenginlik aşamasına kadar devam etmektedir (Yapraklı, 2013: 80).

19 yy. sonlarında ortaya çıkan neoklasik iktisatta 1960-1970 arası (Jevons ve Hotelling vb dışında) enerji konusu çok fazla dikkate alınmamıştır. Neoklasikler bu dönemde bütün sorunların ekonomik büyümeyle aşılabileceğini, arzı kıt olan toprağın tek üretim faktörü olma özelliğini ortadan kaldırmışlar ve toprağı sermaye faktörü kapsamında ele almışlar. Zira toprak emek ve sermaye tarafından geliştirilene kadar üretken değildir ve bunu sağlayan sermayedir. Böylece neoklasikler toprak ile ekonomi arasındaki ilişki reddetmişler ve tarım kesimini ekonomik modelden dışlamışlardır (Alam, 2006: 6).

Neo-klasiklere göre enerji, bir hammadde ya da ara girdi olarak ele alınmakta ve ulusal gelir hesaplamalarında enerji sektörü içinde yer almaktadır. Enerjinin çıkarılma ve işlenme maliyetini dışlayan neoklasik iktisatçılara göre, topraktan çıkan enerji (petrol, elektrik, gübre vb.) analitik olarak çelik, kereste veya ham pamukla aynıdır. Üretime katılan girdiler üretim öncesi vardır ve üretim sırasında tüketilirler. Sermaye ve işgücünü üretime katılan ana girdi, enerjiyi ise ara girdi olarak görmüşler. 1956 yıllarında Solow ve Swan'ın çalışmaları ile gelişen neoklasik büyüme modellerinde, sermaye birikimi, teknoloji ve büyüme arasındaki ilişkiler incelenerek, ülkeler arasındaki gelişmişlik farklarının nedenleri araştırılmıştır. Bu modellerde, enerji maliyetleri GSYH'nin çok küçük bir kısmını oluşturduğu için, enerjinin ekonomik büyüme için etkisiz (nötr) olduğu kabul edilmiştir (Ghali ve El –Sakka, 2004:226).

1970'li yıllarda büyümenin sınırları ve ekolojik iktisat tartışmaları doğrultusunda doğal kaynaklar ekonomik analizlere dahil edilmiştir. Neo-klasikler açısından sürdürülebilir büyüme, ekonomik büyüme gerçekleşirken, doğal kaynakların daha etkin kullanılması ve toplam sermayenin gelecek kuşaklara azaltmadan bırakılmasını ifade etmektedir. Fakat bu durumun gerçekleşmesi için finansman ihtiyacı bulunmaktadır. Bu finansman ise ekonomik büyümenin büyümesine ve büyümenin de piyasa koşullarında olmasına bağlıdır (Öztürk, 2007: 49-50).

Neo-klasikler doğal kaynaklar iktisadında, enerji dahil doğal kaynakları dikkate almaya başlamakla beraber, doğal kaynaklar iktisatçıları neo-klasik modellerin sahip olunan doğal kaynakları

ve atıkları göz ardı etmesi nedeniyle eksikleri olduğunu ve piyasa aksaklıklarının düzeltilmesiyle bu sorunların ortadan kalkacağını iddia etmişlerdir (Spash, 1999: 414).

Doğal kaynak iktisadına yön veren en önemli görüşlerden biri Solow-Hartwick kuralı yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda doğa ikinci plana itilirken büyümenin insan merkezi olduğu kabul edilmektedir. Zira doğal kaynakların ve çevrenin insan faydası için kullanılabileceği ve insanın doğayı yönetme hakkına sahip olduğu kabul edilmekte, doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını ve insan ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için etkin biçimde yönetilmesini kapsamaktadır. Solow-Hartwick kuralında insan yapımı sermaye ile doğal kaynakların birbiri yerine ikame edilebileceği ve bu nedenle sürdürülebilir büyüme için doğal kaynakların mutlak bir gereklilik olarak düşünülmemesi gerektirdiği öne sürülmüştür (Hussen, 2004: 267). Solow-Hartwick kuralına göre kuşaklararası faydanın etkin olarak sabit tutulabilmesi için net yatırımların değerinin her zaman sıfır olması gerekmektedir. Dolayısıyla yok edilen doğal kaynağın yerini insan yapımı sermaye aldıkça, toplam sermaye stoku değişmeyeceği için üretim ve tüketim, sürdürülebilir olacaktır (Öztürk, 2007:52).

Neo-klasikler büyümenin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında doğal kaynakların ve teknolojinin rolüne işaret etmişler. İkame ilişkisinden hareketle, hasıla başına doğal kaynak yada insan yapımı sermaye ve emeğin kalitesini artıran teknolojik gelişmeler büyümeyi sürdürülebilir hale getirecektir. Büyüme ile birlikte artan enerji talebi sınırlı kaynakların tükenmesine yola açacaktır. Ancak, kaynakların tükenmesi sonucu üretim için gerekli kaynaklar ikameleri ile veya eşdeğer düzeyde yapay olarak üretilen kaynaklarla değiştirilecek yani, insan yapımı sermaye eksikliği bu eksikliği ikame edecektir (Stern ve Cleveland, 2004:10).

Neo-klasik büyüme teorisi, ülkeler arasındaki gelişme farklılıklarının ve teknolojinin açıklanmasında, ekonomik büyümeyi etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve analizi konusunda yeterince başarılı olamamıştır. Büyüme ile ilgili çalışmalar sonucunda, 1986 yılında Romer ve 1988 yılında Lucas'ın yaptığı öncü çalışmalar ile yeni bir büyüme akımı olan içsel büyüme teorileri ortaya çıkmıştır. Bu modeller neo-klasiklere tepki olarak ortaya çıkmış olsalarda ekonomik büyümenin açıklanmasında birbirlerine rakip değil, birbirlerini tamamlayıcı niteliktedirler. İçsel büyüme teorileri teknolojiyi içsel olarak ele almış, ekonomik büyümenin belirleyicilerinin bilgi, fiziki ve beşeri sermaye, içsel teknoloji, kamu yatırımları vb. olduğu kabul edilmiştir. İçsel modellerde de neo-klasik modelde olduğu gibi enerji bir üretim faktörü olarak değil, ara girdi olarak kabul edilmiştir. Ayres ve Van der Bergh ile Ramos Martin'e göre, literatürde enerjinin ekonomik büyüme için önemli olduğu görüşlerin artması üzerine Rebelo (1991), Jones ve Manuelli (1991) ve Smulders (1999) gibi belli başlı iktisatçılar, enerji kaynaklarını dikkate alan modeller geliştirmişler. Fakat bu modeller yenilenemeyen enerji kaynaklarının çıkarım maliyetlerini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetlerini dikkate almamış ve enerji fiyatlarının zaman içerisinde sabit oranda arttığını, doğal kaynak ve sermaye arasında ilişki olduğunu kabul etmişler (Yapraklı, 2013:86).

Pittel ve Rübhelke ile Zon ve Yetkiner'e göre, son dönemde MacDonald ve Schrattanholzer, Pittel, Groth, Schou, Dimaria ve Bretschger gibi iktisatçılar tarafından geliştirilen ve enerjiyi içselleştiren içsel büyüme modellerinde, enerji kaynakları ile insan yapımı sermaye arasında tam ikame ilişkisinin olmadığı ve enerji fiyatlarındaki artışın teknolojik gelişmeyi ve büyümeyi yavaşlatabileceği kabul edilmiştir (Zon ve Yetkiner, 2003:98).

Enerjiye dayalı ekonomi koşulları iki tür ekonomik yapı ortaya çıkarmıştır. Bunlardan birincisi, üretimde enerji yoğunluğu yüksek ve yenilenemeyen kaynaklara bağımlılığı artan yenilenemeyen ve büyüyemeyen ekonomilerdir. İkincisi ise, yenilenemeyen kaynaklardan yenilenebilir kaynaklara geçen, ekosistemdeki enerji kaynaklarını tüketmeden etkin enerji kullanımı ile büyümelerini sürdürülebilir hale getiren yenilenebilir ekonomilerdir. 1980'lerden sonra teorik olarak ekolojik iktisatçıların katkısı ile yenilenemeyen ekonomik yapıya sahip ülkelerde yoğun enerjiye dayalı büyümenin söz konusu olduğu ve bu ülkelerde ekonomik büyümenin yavaşlayacağı, yenilenebilir

ekonomik yapıya sahip ülkelerde ise etkin enerjiye dayalı büyümenin söz konusu olduğu ve bu ülkelerde büyümenin devam edeceği tüm dünyada kabul görmeye başlamıştır (Alam, 2006: 16).

Ekonomilerin herhangi bir mal veya hizmet üretimi için emek ve sermaye üretim faktörlerine ihtiyacına ek olarak enerjiye de gereksinim duyar. Üretimde kullanılan enerjinin başka üretim girdileriyle kısa dönemde ikame edilmesi de hiçte kolay değildir. Bu yüzden üretim sürecinin, aynı zamanda da ekonomik büyümenin sürdürülebilir devamlılığını sağlanabilmesi bugünkü şartlarda enerjiye bağlı olarak şekillenmektedir (Bayraktutan vd., 2012a:30). Enerji talebinin ekonomik büyümeye duyarlılığının fazla olmasından dolayı ülkeler, enerji kaynaklarına sahip olup olması durumuna bakılmaksızın, ekonomileri büyüdükçe enerji gereksinimleri artar. Bunun sonucunda da ülkelerin ekonomik büyümeleri için enerji temini zorunludur diyebiliriz (Ersoy, 2010: 2). Bu bakımdan, ekonomideki toplam üretim miktarı arttığında bahsi geçen üretim sürecinde, enerji kullanımının da artış göstermesi beklenir (Bayraktutan vd., 2012b: 152).

Ülke ekonomilerinin büyüklüğünün toplam üretim seviyesi ile değerlendirilebilir, dolayısıyla ekonominin toplam üretim arttıkça enerji ihtiyacı da paralel bir artış sergilemektedir. Zira enerji sanayi sektörü açısından vazgeçilmez bir girdidir, ekonomik açıdan gelişmişlik seviyesinde büyüme her sektörde enerji tüketim ihtiyacını artırmaktadır. Özellikle enerji kaynaklarına yeteri kadar sahip olmayan gelişmekte olan ülkeler için endüstriyel üretimde enerji vazgeçilmez bir girdi konumunda olması açısından önemli bir engeldir. Şöyle ki söz konusu ülkeler üretim yapabilmek için sınırlı döviz rezervlerini mevcut enerjilerinin dış kaynaklı alımlarında kullanmakta bu ise bahsi geçen ülkelerde büyük dış ticaret açıklarına sebep olmaktadır. Nihayetinde zenginleşmek için üretimlerini arttırmaya gayret eden ülkeler dışa bağımlı oldukları için fakirleşmektedirler ve bu süreç böyle sürüp gitmektedir (Ersoy, 2010:10). Kısacası ülkelerin üretim yapmaları ve üretimde sürekliliği sağlamaları için enerjinin vazgeçilmez bir unsur olması, sürdürülebilir ekonomik büyüme için enerji kullanımı ve teminini kritik bir unsur haline getirmektedir. Zira enerjisiz üretimden bahsetmek neredeyse imkânsızdır.

Dünya genelinde enerji tüketim kompozisyonlarını değiştiren en önemli faktörlerden biri ekonomik büyümedir. Ekonominin seyrinin kısa dönemde belirleyicileri hane halkları ve firmaların tüketim kararlarıdır. Bu kararların belirleyicileri ise; gelir, faiz oranları ve mal fiyatları gibi ekonomik unsurlarıdır. Diğer taraftan ülke ekonomilerinin uzun dönemde büyüme kapasitesini belirleyen unsur ise; ülkelerin üretme kapasitesi ya da gücüdür. Büyüme kapasitesini ise; nüfus artışı, istihdam oranı, sermaye birikimi ve teknoloji etkilemektedir (Gürbüz, 2012: 41). Bir bölgedeki ekonomik büyüme ve enerji talebi arasındaki ilişki oradaki kalkınma seviyesi ve yaşam standartları ilişkisini etkiler. Gelişmiş ekonomilerde yüksek hayat standardına sahip hane halklarının kişi başına enerji tüketimi nispi olarak daha fazladır. Ancak diğer taraftan kişi başına düşen enerji tüketimi daha az değişim göstermektedir. Bu ekonomilerde gelir seviyelerinde süratli artış enerji yoğunluğu oranında süratli bir düşüşe sebebiyet vermektedir (Gürbüz, 2012: 42).

Gelişmekte olan ülkelerde enerji kullanımı, uluslararası standartların oldukça altındadır. Fakat endüstriyelleşme çalışmalarına ve gelir seviyesi oranı doğrultusunda gelişim göstermektedir. Diğer taraftan gelişmiş ülkelerde ise enerji ihtiyacı ile GSMH artışı arasında hesaplanan esneklik katsayısı genellikle 1'den küçük çıkmıştır (Kulalı, 1997: 10).

3. ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİYE YÖNELİK TEORİK YAKLAŞIMLAR VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye yönelik teorik yaklaşımlara bakılacak olursa; ekolojik büyüme modeli ağırlıklı olarak üç konuyu üzerinde durduğu görülür. Bunlar, kaynak bölüşümü, gelir dağıtımı ve özellikle ekonominin ekosistemdeki yeri yani ölçeğidir. Kaynakların iyi bir bölüşümü Pareto optimal anlamda verimli olmalıdır. Gelir ve servetin iyi bir dağıtımı adil olmalıdır. İyi olmanın ölçüsü ekolojik olarak sürdürülebilir olmasıdır. Pareto optimal bölüşümde,

birinin durumunu daha kötü yapmaksızın başka birinin durumunu daha iyi yapmak mümkün değildir. Bir başka açıdan bakacak olursak kaynakların yeniden bölüşümü imkânsızdır. Standart ekonomi öncelikle bölüşüm konusuna odaklanır ve dağıtım konusunu ikincil plana iter. Zira verimli bölüşümü tanımlamak için, mevcut dağıtım gereklidir. Ekolojik ekonomistlerin, çoğu neoklasik ekonomistten daha fazla dağıtımda adalet konusunu düşünür. Üçüncü unsur ise, ekonominin fiziksel hacminin süre gelen ekosisteme oranı olarak ifade edilen ölçek konusu ise, standart ekonomide tanınmadığı için, ekolojik ekonominin farklı bir ilgi alanını oluşturur (Daly, 2007: 85).

3.1. Beaudreau'nun Ekolojik Büyüme Modeli

Bu modelde neoklasik büyüme modeli eleştirilmiş ve farklı bir üretim fonksiyonu ortaya atılmıştır. Yalnızca emek ve sermayenin üretim fonksiyonu kabul edilen neoklasik büyüme modelinin aksine, hammadde ve enerjinin de üretiminin fonksiyonu olduğunu ileri sürmüştür. Dahası sadece enerjinin üretken olduğunu ileri sürmüştür. Üretimi, enerji tüketiminin ve organizasyonun bir fonksiyonu olarak kabul etmiştir (Şentürk, 2012: 15; Beaudreau,1998:139).

Beaudreau, geleneksel büyüme teorisinin basit fiziksel ilkeleri dikkate almadığı için hatalı olduğunu ileri sürer, çıktının faydalı iş ve organizasyonun bir fonksiyonu olduğu bir üretim fonksiyonu önerir. İlk olarak enerji dönüşüm araçlarının çıktısını ortaya koyar. Daha sonra emek ve sermayeye dayalı bilgi ve idareyi tanımlar. Geleneksel büyüme teorisinde, faktör verimlilikleri, üretim fonksiyonlarından ziyade maliyet fonksiyonları kullanılarak tahmin edilir. Zira üretim fonksiyonu önyargıya daha açıktır. Fakat Beaudreau, üretim fonksiyonu kullanarak faktör verimliliğini hesaplar ve buna göre elektrik gücünün çıktı elastikiyeti geleneksel ekonomiyle karşılaştırıldığında oldukça büyük hesaplanmıştır. Emek ve sermayenin marjinal verimlilikleri ise geleneksel büyüme teorisine göre daha küçük tahmin edilmiştir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 121).

3.2. Kummel vd.'nin Ekolojik Büyüme Modeli (1980-1982-1985-2002)

Ekolojik büyüme modellerinden bir diğeri Kummel vd. tarafından geliştirilen modeldir. Kummel, enerjinin üretim esnekliğinin, toplam maliyetteki oranına eşit olmadığını iddia etmiştir. Sermaye, emek ve enerji üretimin fiziksel faktörleridir. Bunlar iş performansı ve bilginin kullanımıyla sanayi üretimini gerçekleştirir. Emek ve enerji, bir adam tarafından bir saatte yapılan işle (adam saat) ölçülür. Jul (joule) gibi enerji ölçü birimiyle ifade edilir. Daha doğru bir ifadeyle üretim faktörü olan enerji gerçekte ekserji (exergy) tüketimidir. Ekserji, özellikle iş gibi enerjinin diğer formlarına dönüştürülebilen değerli parçasıdır. Fosil yakıtlar ve nükleer enerji pratikte bütünüyle ekserjidir. Özellikle önemli olan şey, sermaye stokunun, bütün enerji dönüşüm cihazlarından ve onların kullanım ve bakımı için gerekli kurulum ve inşasından oluştuğunu anlamaktır. Sermaye, emek ve enerji, müteşebbislerin teknolojik kısıtlar nedeniyle serbestçe değiştirebileceği bağımsız değişkenlerdir. Müteşebbisler buna karar verirken sermayenin miktar, kalitesi ve sermaye kullanım derecesine göre hareket ederler (Usta, 2015: 41).

3.3. Ayres ve Warr'ın Ekolojik Büyüme Modeli

Bu modelde yapılan yenilik, enerji verimliliğinin direk üretim fonksiyonuna dâhil edilmesidir. Bu maksatla enerji yerine ekserji olarak bahsedilen bir ölçüm kullanmışlardır. Bu kavram enerji ve hammadde birleşimlerinden oluşmaktadır. Bu ölçüm kavramı verileri, teknolojik gelişme ölçümü olarak da değerlendirilebilmektedir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 124). Bu büyüme modelinde kaynak akımının büyümenin bir nedeni olduğunu sonucu değil büyümenin bir sebebi olduğunu ileri

sürmüşlerdir. Ayrıca neoklasik teörinin aşırı basitleştirmeden kaynaklı sorunları olduğunu belirtmişlerdir (Şentürk, 2012: 18).

3.4. Kenneth Boulding'in Yaklaşımı

Bu ekonomide kaynakların mevcudiyeti garanti altındadır. Tüketim ve üretim faaliyetlerine olumlu bakılır. Bu yüzden doğa pervasızca kirletilir. Üstelik ekonominin başarısı, talep edilen mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılan madde ve enerjinin miktarı ile ölçülür. Kirlilik ve kaynakların tükenmesi dikkate alınmaz. Böylece doğanın tıpkı kovboyun davranışı gibi pervasızca sömürsü, bizim geçmişimizi karakterize eder (Hussen, 2004: 249).

3.5. Nicholas Georgescu-Roegen'in Yaklaşımı

Georgescu-Roegen'in ekonomiye katkıları çeşitli ve çoktur. O'nun kaynak ekonomisine en önemli katkısı 1971 yılında yapmış olduğu "Entropi Yasaları ve Ekonomik Süreç" isimli kitabıyla olmuştur. Bu çalışma, kaynak kıtlığı ve ekonomik büyümenin standart iktisat değerler dizisi, güçlü anlayışlı ve eleştirel bir değerlendirmesini temsil eder. O, bunu termodinamiğin temel ilkelerini kullanarak yapar. Bunu yaparken ekolojik ve ekonomik sistem arasındaki etkileşimin analizinde yeni ve devrim yaratan kavramsal yapıyı kullanır. Georgescu-Roegen'e göre tamamen fiziksel bir bakış açısı ile hem insan ekonomi hem de doğal ekosistemler, madde ve enerjinin sürekli değişimi ile karakterize edilir. Enerji ve materyal akışının dikkatli analizi, ekonomik sürece fiziksel sınırların etkisinin anlaşılmasında önemlidir. Bu nedenle termodinamiği, fiziksel yasaların en ekonomiyi olarak açıklar (Hussen, 2004: 251).

3.6. Herman Daly'nin Yaklaşımı

Mill tarafından durgun durum ifadesiyle paylaşılmıştır. Bununla birlikte Daly'nin modeli farklıdır. Onun modeli Georgescu-Roegen ve Boulding tarafından dile getirilen ekolojik ve fiziksel gerçekliklerden oluşan ek kaynak kısıtlamalarını içerir. Aslında durağan durum, ekonominin teorik ekonomik büyüme modeli olduğu söylenebilir. Bu teorik büyüme modeli, Georgescu-Roegen ve Boulding tarafından ileri sürülen etik şartları ve biyofiziksel limitleri birleştirmeye gayret eder. Sürdürülebilir kalkınmaya bilimsel ilgiyi çekmek için durağan durum ekonomisine güvenilebilir (Hussen, 2004: 253). Durağan durum ekonomik işleyişini yöneten üç genel ilke vardır. Bunlardan birincisine göre, durağan durum ekonomi, her zaman minimum seviyede, düşük entropili madde ve enerji kullanımına ihtiyaç duyar. Bu ilke durağan durum ekonomide, mümkün olduğu kadar uygun olan bütün olası teknolojik yöntemlerle, uzun ömürlü kolayca geri dönüştürülebilir mal ve hizmetlerin üretilmeye devam edilmesi gereklidir. İkinci ilkeye göre, durağan durum ekonomide, iş (fayda) maksimum seviyede olmalıdır. Bu, üretimde etkinlik (mevcut kaynaklarla daha fazla mal ve hizmet üretilmesi) ve dağıtımda etkinliğin (üretilen mal ve hizmetlerin adil ve eşit dağıtımı) kombinasyonu ile sağlanması gerekir. Üçüncü ve son olarak, durağan durum ekonomide ara araç ve amaç stokunun sabit tutulması gerekir. Çünkü sınırlı kaynaklarla (düşük entropili madde ve enerji) donatılmış bir dünyada, zaman ve mekânın her ikisinde eşitlik düşüncesi, sürekli stok ihtiyacını, durağan durum ekonominin vazgeçilmez bir ön koşulu yapar (Usta, 2015: 40).

3.7. Jevons Paradoksu

Kıt doğal enerji kaynaklarının ekonomisi üzerinde duran ilk iktisatçı Jevons'tur. Jevons enerjinin ekonomik büyüme üzerinde nihai kısıtı olduğunu ileri sürerek, doğal kaynaklar fiziki olarak tükenmese bile kaynaklar azaldıkça, maliyetlerin ve fiyatların ekonomi üzerinde artan bir baskıya yol

açacağını belirtmiştir (Tezel, 1995: 29). Jevons, 1965’li yıllarda dönemin en önemli kaynağı olan kömürü alarak, kömür gibi doğal kaynakların kullanımlarındaki etkinliğin artmasının bu kaynağa olan talebi azaltmaya değil, sadece talepte artışa neden olacak ve rezervleri tükeneceğini ya da maliyetlerin aşırı yükseleceğini öngörmüştür (Horus, 2011: 1). Neo-klasik iktisatçılar, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmeler sayesinde ortaya çıkan birim etkinlikteki artışların mutlak kaynak kullanımını azaltacağını ileri sürmektedir. Ancak neoklasik iktisatçılardan biri Jevons’un bu açıklamaları neo-klasik iktisatçılara karşıt bir görüş oluşturmuştur ve bir paradoks yaratmaktadır. Bu nedenle Jevons yaklaşımı, ekolojik iktisatçılar tarafından “paradoks” olarak nitelenmiştir. Bu paradokstundan hareketle ekolojik iktisatçılar, ekolojik bütünlüğü sağlayan ve ekosistemin taşıma kapasitesini dikkate alan ekonomik büyüme sürecinin ekonomik refaha daha fazla katkı sağlayacağını ileri sürmüşler (Yapraklı, 2013: 120).

3.8. Literatür Araştırması

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalardan bir kısmına Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1: Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümeyle İlişkin Literatür Araştırması

Yazar (lar)	Dönem (ler)	Ülke (ler)	Yöntem	Sonuç
Altınay ve Karagöl (2005)	1950-2000	Türkiye	Granger nedensellik testi	Elektrik tüketiminden reel GSYH’ya doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Yoo (2005)	1970-2002	Güney Kore	Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Analizi	Kısa dönemde elektrik tüketiminden Reel GSYH’ya doğru tek yönlü bir nedensellik mevcuttur.
Yoo (2006),	1970-2002	Endonezya, Malezya, Singapur ve Tayland	Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Analizi	Reel GSYH’dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü ilişki bulunmuştur.
Soytaş ve Sarı (2007a)	1960-2000	Türkiye	Granger nedensellik testi	Uzun dönemde Türkiye’de enerji tüketiminden gelire doğru nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.
Soytaş ve Sarı (2007b)	1968-2002	Türkiye	Granger nedensellik testi	Elektrik tüketiminden imalat sanayi katma değerine doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Karagöl vd. (2007)	1974-2004	Türkiye	Birim Kök Testleri ile Pesaran Sınır Testi	Kısa dönemde elektrik tüketimi ile büyüme oranı arasında pozitif ilişki bulunmuştur.
Narayan ve Prasad (2008)	—————	30 OECD ülke ekonomisi	Bootstrapped Nedensellik Testi	Elektrik tüketiminden Reel GSYH’ya doğru tek yönlü ilişki bulunmuştur.
Karanfil (2008)	1970-2005	Türkiye	Eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri	GSYH ve enerji tüketimi arasında uzun dönemde ilişkinin olduğu bulunmuştur.
Mucuk ve Uysal (2009)	1960-2006	Türkiye	Granger nedensellik testi	Enerji tüketiminden büyüme doğru pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu ortaya koymuştur.
Apergis ve Payne (2009)	1985-2005	20 OECD ülkesinde	Panel veri yöntemi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa ve uzun dönemli çift yönlü bir nedensellik bulmuşlardır.

Tablo 2 (Devamı): Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkin Literatür Araştırması

Odhiambo (2009)	1971-2006	Tanzanya ekonomisini	ARDL sınır testi ve Granger nedensellik Testi	Enerji tüketiminden Reel GSYH'ya tek yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Wolde-Rufael (2010)	1969-2006	Hindistan ekonomisi	ARDL sınır testi	Enerji tüketiminden ekonomik büyüme doğru pozitif ve tek yönlü nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir.
Kapusuzoğlu vd. (2010)	1975-2006	Türkiye	Granger Nedensellik testi	GSYH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensel bir ilişkinin olduğu görülmüştür.
Aydın (2010)	1996-2004	Türkiye	ADF testiyle	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur.
Öksüzler ve İpek (2011)	1987-2010	Türkiye	VAR modeli, Granger nedensellik analizi	Petrol fiyatlarından ekonomik büyüme doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur.
Yanar ve Kerimoğlu (2011)	1975-2009	Türkiye	Johansen eş bütünleşme, etki tepki ve varyans ayrıştırması	Değişkenler arasında uzun dönemli pozitif bir ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir.
Ertuğrul (2011)	1998:1-2011	Türkiye	Kalman Filtresi yöntemiyle analizi	Elektrik tüketimi ve büyüme arasında eşbütünleşme tespit edilmiş.
Polat vd. (2011)	1950-2006	Türkiye	Granger nedensellik testleri	Uzun dönemde söz konusu değişkenler arasında eşbütünleşme vardır.
Uzunöz ve Akçay (2012)	1970-2010	Türkiye	Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testleri	GSYH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensel ilişki tespit edilmiştir.
Çağıl vd. (2013)	1989-2010	Türkiye	VAR modeli ve Granger nedensellik testi	Kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ile sanayi sektörü büyüme hızı arasında iki yönlü fakat zayıf Granger nedensellik tespit edilmiştir.
Uzun (2013)	1970-2010	Türkiye	Johansen Eşbütünleşme testi ve Granger Nedensellik testi	Büyümenin elektrik tüketim talebini arttırdığı sonucu tespit edilmiştir.
Ouedraogo (2013)	1980- 2008	15 Afrika ülkesi	Granger nedensellik testi	Elektrik tüketiminden GSYH'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.
Azam vd. (2015)	1980-2012	ASEAN-5 ülkelerinin	Granger nedensellik testi	Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
Tang vd. (2016)	1971-2011	Vietnam	Granger nedensellik testi	Enerji tüketiminden ekonomik büyüme doğru tek yönlü bir ilişki bulmuşlardır.
Yıldırım ve Sakarya (2016)	1960-2011	Türkiye	Granger nedensellik testi	Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki bulmuşlardır.
Yıldırım (2017)	1960-2014	OECD ülkeleri	Pedroni ve Kao eşbütünleşme testi	Ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Balı vd. (2018)	1992-2013	BDT ülkelerinde	FMOLS ve Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi	Mevcut yıllarda BDT ülkelerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

4. ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN EKONOMİK ANALİZİ

4.1. Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonomik Analizi

Bu kısımda, Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki test edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada analiz edilen değişkenlere ilişkin veriler ile analiz sürecinde gerçekleştirilen ekonometrik modeller ve yöntemlere ilişkin açıklamalara ele alınmıştır.

4.1.1. Veri Seti

Çalışmada ekonomik büyümenin göstergesi olarak kişi başına Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH), enerji tüketimi göstergesi olarak da kişi başına enerji kullanımı ve karbon emisyonunu (CO₂) belirlemek içinde Kişi Başı Karbon Emisyonu seçilmiştir. Kişi Başı GSYH da birim ölçü değeri reel olarak ABD \$ cinsinden seçilmiştir. Enerji tüketiminden ise kg petrol eşdeğerinde kullanım miktarıdır (Energy use (kg of oil equivalent per capita)). Karbon emisyonu belirlerken kişi başı CO₂ metrik ton olarak belirlenmiştir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin ilişkisini ortaya koyan literatür bakıldığında ekonomik büyüme olarak ülkeler için toplam GSYH ve enerji tüketiminde ise toplam enerji tüketimi veya enerji alt türleri (fosil enerji, nükleer enerji, yenilenebilir enerji) toplam olarak kullanılmaktadır. Çalışmada veri seti birey bazında ele alınmıştır. Bu bağlamda çalışmada, Türkiye için 1961-2014 yılları arasında kişi başı GSYH ile kişi başına enerji kullanımı verilerinden yararlanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki üç değişkene ait veriler Dünya Bankası (World Bank) veri setlerinden sağlanmıştır. Analizlerin yapılmasında Eviews 8.1 paket programından yararlanılmıştır.

4.1.2. Yöntem

Çalışmada ekonometrik yöntem olarak zaman serisi yaklaşımı kullanılmıştır. Analize sürecine geçilmeden öncelikle veriler için tanımlayıcı test istatistikleri hesaplanmıştır. Daha sonra değişkenlere ait durağanlık sınaması yapılmıştır. Serilerinin durağanlığı zaman yolu grafiğinde şekilsel olarak bir trend içerip içermediğine bakılmıştır. Esas olarak zaman serilerinin durağanlığının sınanması için ilk olarak değişkenlere korelogram testi yapılmıştır. Bununla birlikte parametrik olan testler içerisinde en yaygın olanı Dickey-Fuller ve Augmented Dickey-Fuller (ADF-1979) testi ve zaman serilerinde olması muhtemel yapısal kırılma ve trendi göz önünde bulunduran Philips-Perron (PP- 1988) testleri uygulanmıştır. Sonraki aşamada zaman serileri arasında ilişkinin varlığı araştırmak için Johansen ve Juselins (1990) tarafından düzenlenmiş olan eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Son olarak ise, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığını ve yönünü belirlemek amacıyla Granger (1969) Nedensellik testi gerçekleştirilmiştir.

4.2. Tanımlayıcı Test İstatistikleri Sonuçları

Çalışmada kapsamında ekonometrik analizlere başlamadan önce tanımlayıcı test istatistikleri ile verilerin sahip oldukları temel değerlere öncelikle bakılmıştır. Analizde üç değişken yer almaktadır. Ekonomik büyümeyi belirlemek adına Kişi Başı GSYH, enerji tüketimini belirlemek için Kişi Başına Enerji Kullanımı ve karbon emisyonunu (CO₂) belirlemek adına Kişi Başı Karbon Emisyonu verilerine ait tanımlayıcı istatistikler aşağıda Tablo 2’de yer verilmiştir.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistiksel Sonuçlar

	Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı Karbon Emisyonu
Ortalama	3166.84	906.26	2.4377
Medyan	1742.93	907.14	2.4231
Maksimum	10975.07	1577.57	4.9023
Minimum	284.18	384.34	0.6150
Std. Sap.	3199.10	337.56	1.1222
Çarpıklık (Skewness)	1.332	0.277	0.2715
Basıklık (Kurtosis)	3.520	2.061	2.1937
Jarque-Bera	16.275	2.628	2.0868
Probability	0.00029	0.26862	0.3522
Sum	167842.8	48032.14	129.2032
Sum Sq. Dev.	5.32E+08	5925331.	65.4903
Gözlem Sayısı	53	53	53
Korelasyon	Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı Karbon Emisyonu
Kişi Başı GSYH	1.000	0.918	0.911
Kişi Başı Enerji Kullanımı	0.918	1.000	0.997
Kişi Başı Karbon Emisyonu	0.911	0.997	1.000

Tablo 2’de analiz kapsamında ele alınan değişkenlerin betimleyici istatistikleri incelendiğinde; ortalama değişken değerleri, Kişi Başı GSYH (3166,84 \$), Kişi Başı Enerji Kullanımı (906.26 kg) ve Kişi Başı Karbon Emisyonu (2.4377 metrik ton) dir. Standart Sapma değerlerine bakıldığında; Kişi Başı GSYH (3199.1 \$), Kişi Başına Enerji Kullanımı (337.56 kg) ve Kişi Başı Karbon Emisyonu (1.1222 metrik ton) dur.

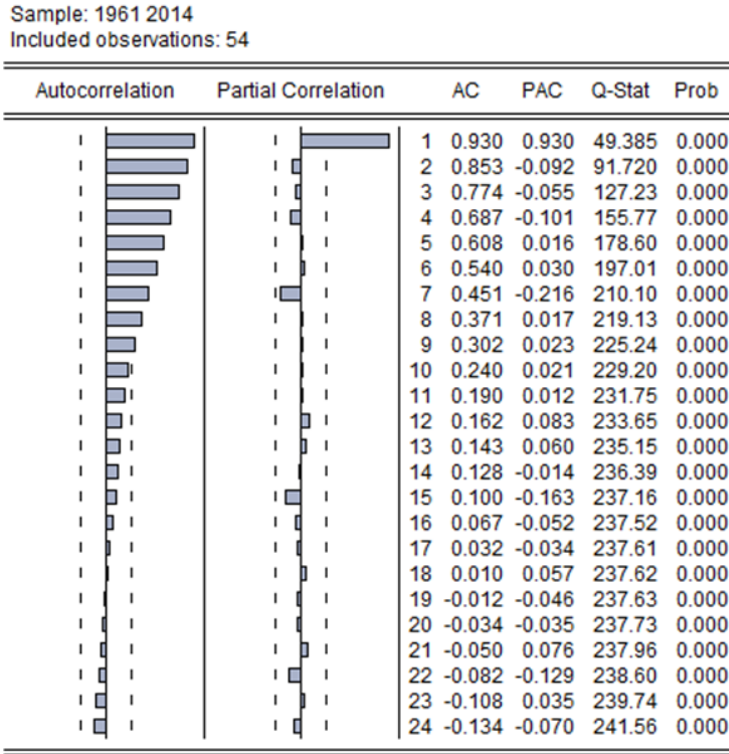
Serilerin normal dağılıp dağılmadığı; Çarpıklık ve Basıklık istatistiklerine bakarak anlaşılmaktadır. Basıklık (Kurtosis) değerinin 3 olması istenmektedir. Basıklık değerinin 3’den büyük olması serinin sivri olduğunu, 3’ten küçük olması ise serinin basık olduğunu göstermektedir. Çarpıklık (Skewness) değerinin sıfır olması serinin normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin sıfırdan küçük olması serinin negatif yönde çarpık olduğunu, çarpıklık değerinin sıfırdan büyük olması serinin pozitif yönde çarpık olduğunu gösterir. Kişi Başı GSYH’nin Basıklık değeri (3.520) Çarpıklık değeri (1.332) dir. Kişi başı GSYH dik ve pozitif yönde çarpık olduğu söylenebilir. Kişi Başı Enerji Kullanımı bakıldığında Basıklık değerinin (2.061), çarpıklık değeri (0.277) dir. Kişi Başı Enerji Kullanımı basık ve pozitif yönde çarpıktır. Kişi Başı Karbon Emisyonu’nun Basıklık değeri (2.1937) Çarpıklık değeri (0.2715) dir. Kişi Başı Karbon Emisyonu basık ve pozitif yönde çarpıktır.

Kişi Başı GSYH, Kişi Başı Enerji Kullanımı ve Kişi Başı Karbon Emisyon arasındaki korelasyona bakıldığında pozitif ve güçlü bir korelasyon olduğu görülmektedir. Kişi Başı GSYH ile Kişi Başı Enerji Kullanımı arasındaki korelasyon 0.918, Kişi Başı GSYH ile Kişi Başı Karbon Emisyon arasındaki korelasyon 0.911, Kişi Başı Enerji Kullanımı ile Kişi Başı Karbon Emisyonu arasındaki korelasyon 0.997 dir.

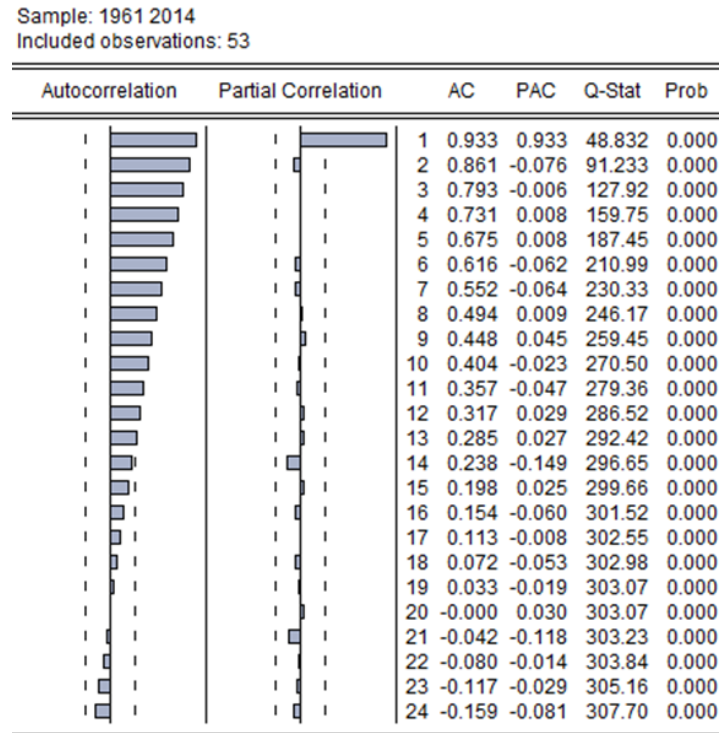
4.3. Korelogram Testi Sonuçları

Araştırma kapsamında incelenen üç değişken arasındaki ilişkinin varlığı ve nedensellik yapısı araştırılmadan önce, verilerin otokorelasyon içerip içermediğine bakılır. Otokorelasyona sahip bir veri seti var ise seri durağanlaştırılacaktır. Bu amaçla değişkenlerin sahip oldukları seriler kullanılarak korelogram testi gerçekleştirilmiş ve sonuçları aşağıda ki şekillerde sunulmuştur.

Şekil 1: Korelogram Test Sonuçları (Kişi Başı GSYH)



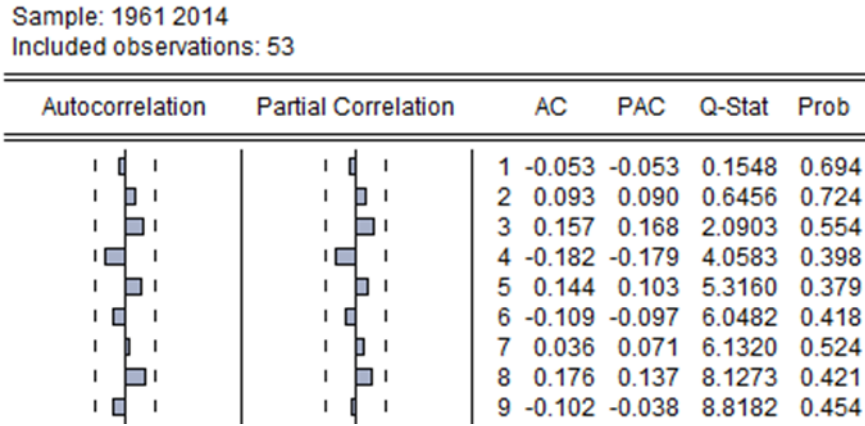
Şekil 2: Korelogram Test Sonuçları (Kişi Başı Karbon Emisyonu)



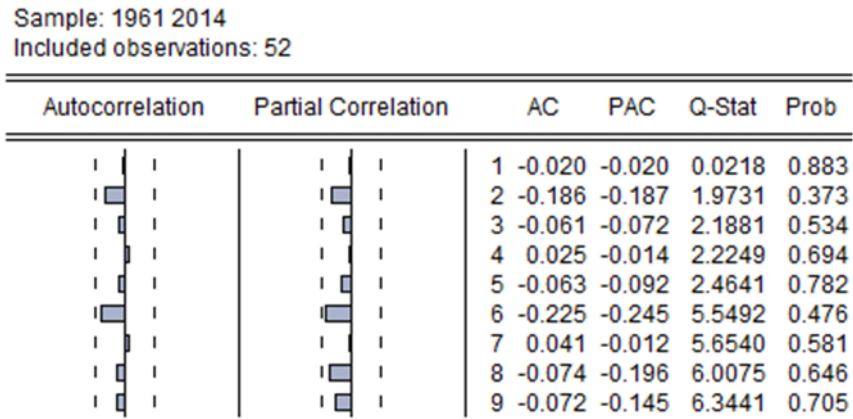
Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3'te görüldüğü gibi her iki değişkenin (AC) değerleri güven sınırlarını aştığı için serilerin otokorelasyona sahip olduğu söylenmektedir. Otokorelasyon (AC) değeri çok yüksek noktadan başlayıp, yavaş biçimde azalmakta diğer bir ifade ile serilerdeki otokorelasyon zamanla azalmaktadır. Otokorelasyonun varlığı serilerin durağan olmadığını bir göstergesidir. Değişkenlerin sahip olduğu otokorelasyonu azaltmak (ortadan kaldırmak) ve serilerin durağan hale

gelmesini sağlamak amacıyla, korelogram testi değişkenlerin sahip oldukları serilerin birinci farkları alınarak tekrarlanmış ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekillerde sunulmuştur.

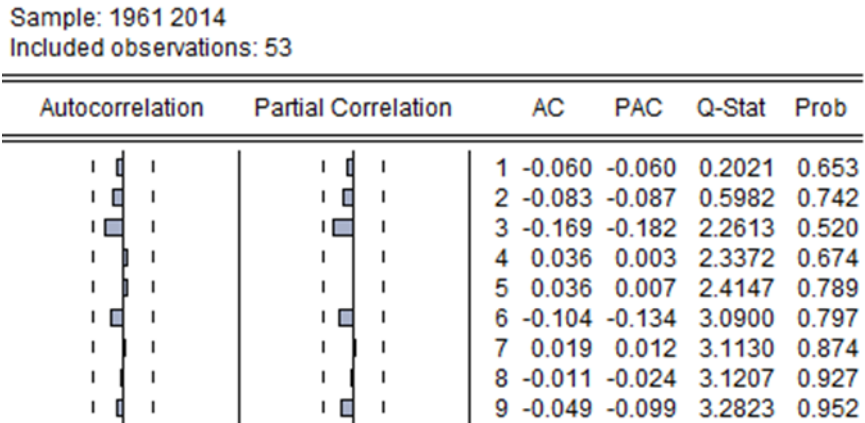
Şekil 3: Birinci Farkı Alınmış Korelogram Test Sonuçları (Kişi Başı GSYH)



Şekil 4: Birinci Farkı Alınmış Korelogram Test Sonuçları (Kişi Başı Enerji Kullanımı)



Şekil 5: Birinci Farkı Alınmış Korelogram Test Sonuçları (Kişi Başı Karbon Emisyonu)

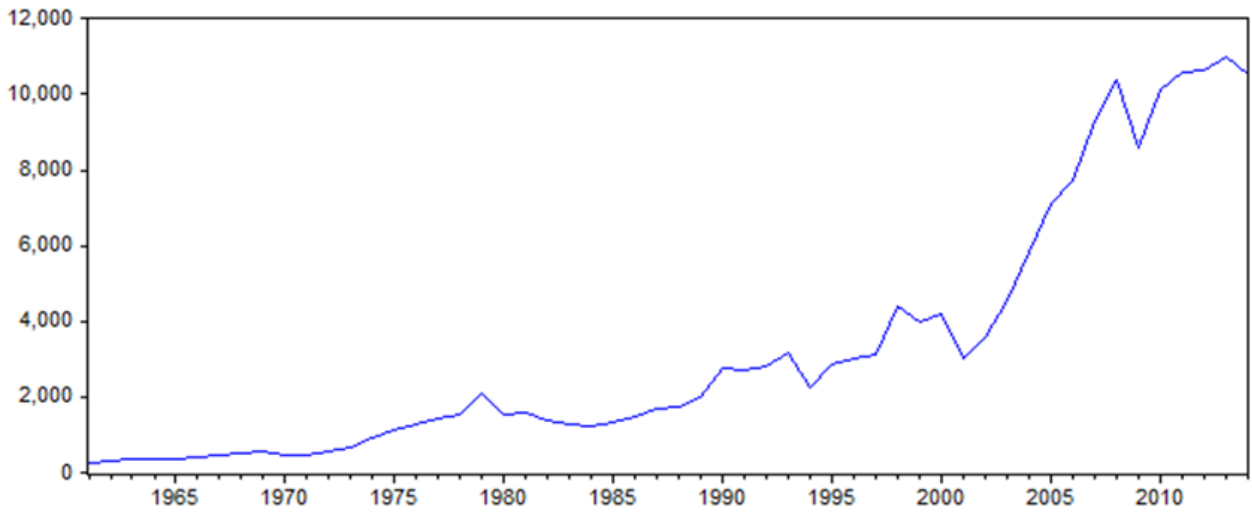


Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5’de görüldüğü gibi veriler, kesikli çizgiyi aşmamakta veya öncekine göre çok daha az aşmaktadır. Serilerin birinci farkı alındığında otokorelasyonun varlığına ya hiç rastlanmamış ya da çok az rastlanılmıştır. Fark serilerinde otokorelasyonun olmaması, serilerde oluşan değerlerin önceki değerlerden bağımsız olduğunu göstermektedir.

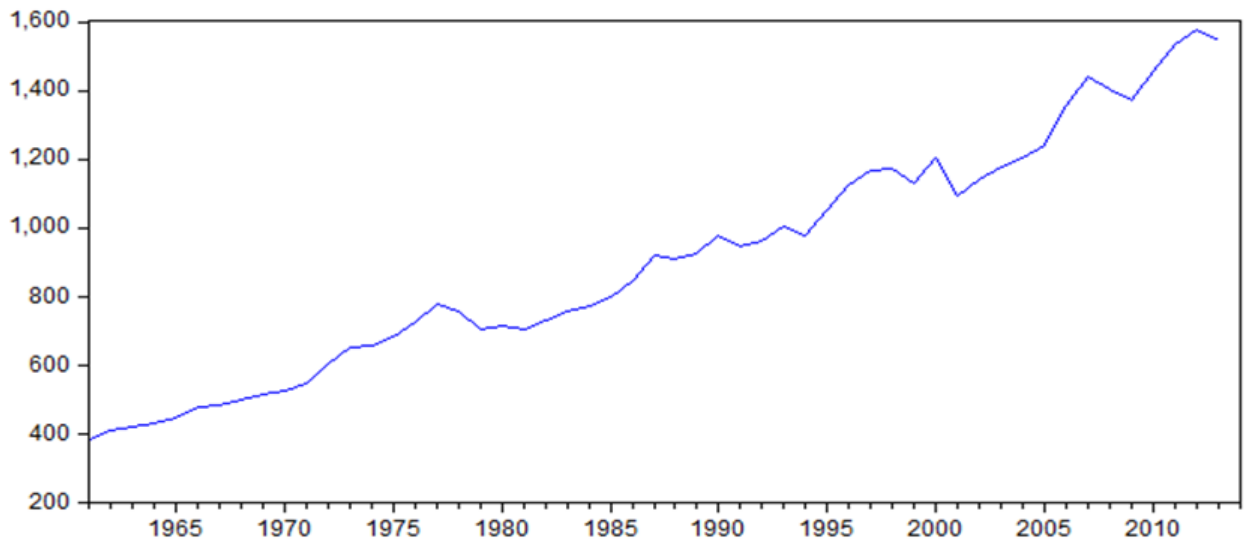
4.4. Birim Kök Testi Sonuçları (Unit Root Test)

Değişkenlerin korelogram testlerinden sonra serilerin durağanlığı birim kök testi ile araştırılması gerekmektedir. Değişkenler için birim kök testi gerçekleştirilmeden önce her iki değişkenin zaman yolu grafiği oluşturulmuştur. Böylelikle birim kök testleri gerçekleştirilmeden önce değişkenlerin zaman içerisinde bir trend içerip içermediği hakkında bilgi sahibi olunur. Aşağıdaki şekillerde değişkenlerin grafikleri verilmiştir.

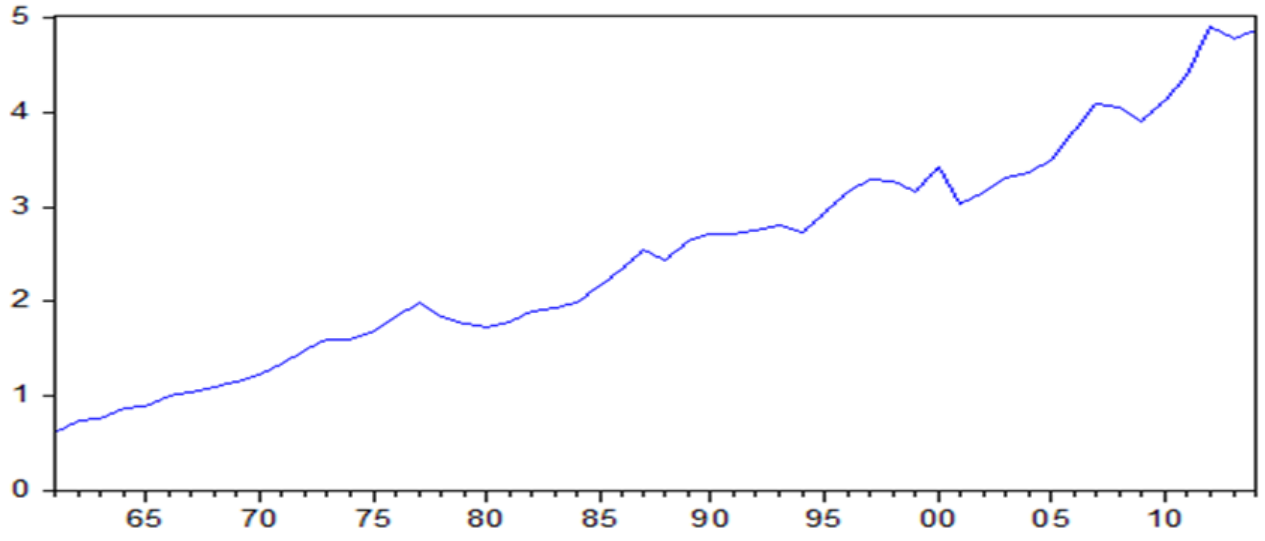
Şekil 6: Düzey Değerleri ile Kişi Başı GSYH (1961-2014)



Şekil 7: Düzey Değerleri ile Kişi Başı Enerji Kullanımı (1961-2014)

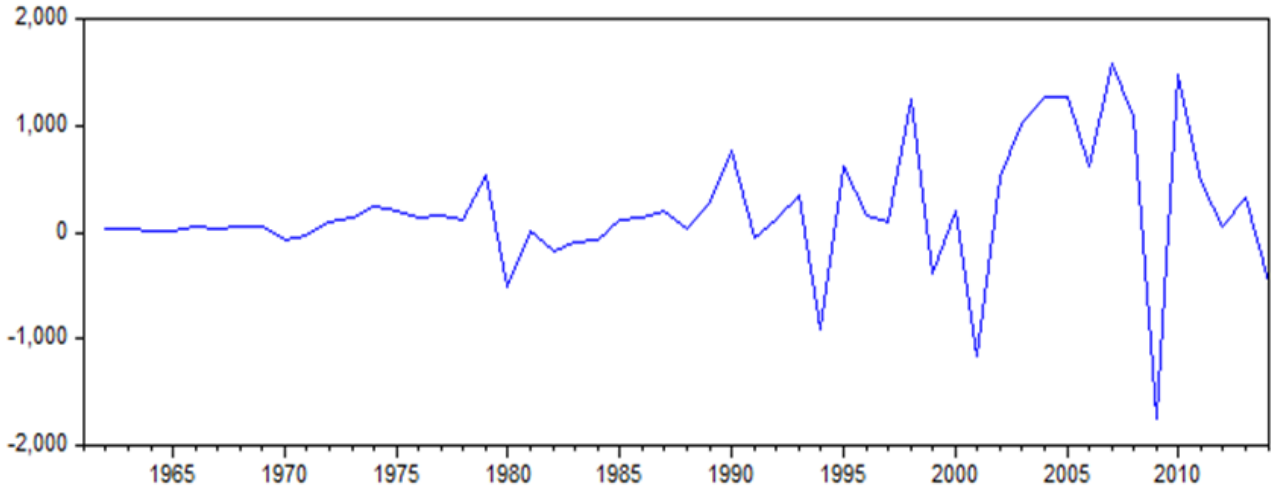


Şekil 8: Düzey Değerleri ile Kişi Başı Karbon Emisyonu (1961-2014)

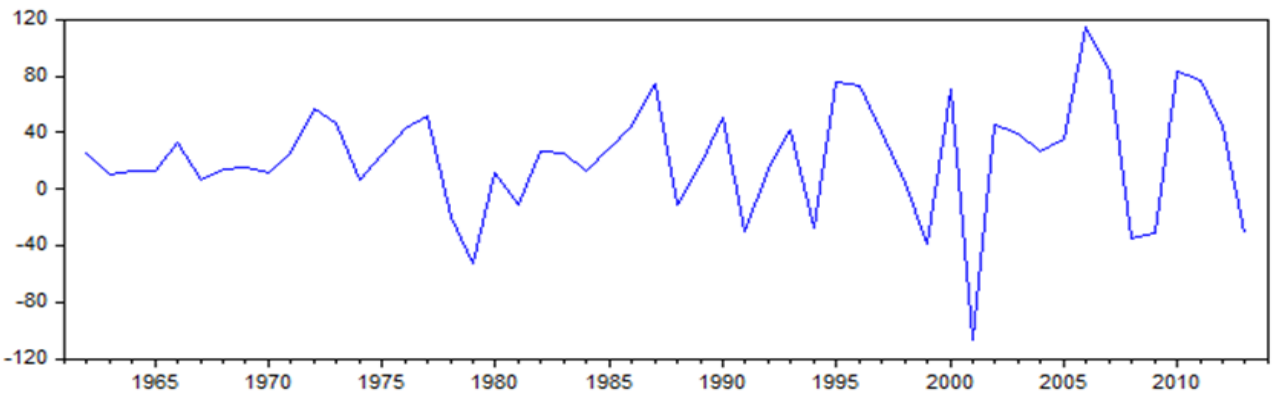


Yukarıdaki Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8’de her iki değişkene ait grafiklerin zaman yolu içerisinde bir trend içerdiği görülmektedir. Aşağıda değişkenlerin birinci farklarının grafiklerine yer verilmiştir.

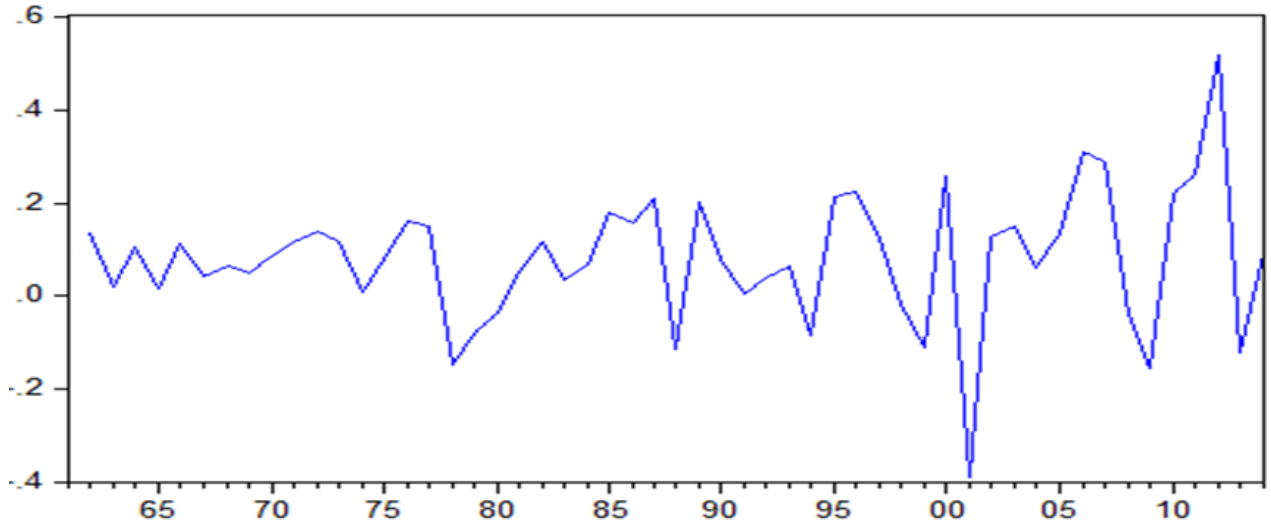
Şekil 9: Birinci Farkı Alınmış Hali ile Kişi Başı GSYH (1961-2014)



Şekil 10: Birinci Farkı Alınmış Hali ile Kişi Başı Enerji Kullanımı (1961-2014)



Şekil 11: Birinci Farkı Alınmış Hali ile Kişi Başı Karbon Emisyonu (1961-2014)



Yukarıda Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11’de Kişi Başı GSYH, Kişi Başı Enerji Kullanımı ve Kişi Başı Karbon Emisyonu değerlerinin birinci farkı alınarak değişkenlere ait grafikler verilmiştir. Fark alma işleminden sonra serilere ait zaman yolundaki trend ortadan kaldırılmıştır. Bir zaman serisinin grafiğine bakarak durağan olup olmadığı söylemek tek başına yeterli değildir. Bunun için durağanlığı test eden istatistikler yapılması gereklidir. Değişkenler için düzey değerlerinde Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Philips Perron (PP) testi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4: Birim Kök Testi Sonuçları (Düzeyde)

	ADF		PP	
	Sabit	Sabit & Trend	Sabit	Sabit & Trend
Kişi Başı GSYH	0.919 (0.9951)	-1.203 (0.899)	0.974 (0.9958)	-1.207 (0.898)
Kişi Başı Enerji Kullanımı	0.301 (0.976)	-2.258 (0.2883)	0.974 (0.994)	-2.298 (0.241)
Kişi Bşı Karbon Emisyon	0.515 (0.985)	-2.128 (0.518)	1.476 (0.999)	-2.162 (0.499)

Tablo 3’de değişkenlere ait sabit ve sabit-trend durağanlık sınamaları ADF ve PP test istatistiklerine göre gerçekleştirilmiştir. %1, %5, %10’luk kritik değerlerin her biri için serinin durağan olmadığını birim kök içerdiğine sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda değişkenlerin durağan hale getirmek amacıyla birinci farkları alınarak I(1) ADF ve PP birim kök testleri tekrar gerçekleştirilmiştir ve sonuçları aşağıdaki Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 5: Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkı Alınmış Hali)

	ADF		PP	
	Sabit	Sabit & Trend	Sabit	Sabit & Trend
Kişi Başı GSYH	-7.380 (0.000)	-7.792 (0.000)	-7.396 (0.000)	-7.788 (0.000)
Kişi Başı Enerji Kullanımı	-7.017 (0.000)	-7.024 (0.000)	-7.349 (0.000)	-7.890 (0.000)
Kişi Başı Karbon Emisyon	-7.519 (0.000)	-7.598 (0.000)	-7.896 (0.000)	-8.606 (0.000)

Serilerin birinci dereceden farkı alınarak gerçekleştirilen ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına bakıldığında her iki değişkenin birinci dereceden farkları I(1) alındığında durağan hale geldikleri görülmektedir. Değişkenlerin kritik değerleri (0.000) serilerin birinci fark işleminden sonra durağan olduğunu göstermektedir. ADF birim kök testi sonucunda elde edilen bulgular aynı zamanda PP testinin sonuçları tarafından da desteklenmektedir. Buna göre, bütün değişkenler birinci dereceden entegre olduklarından I(1) dolayı, değişkenler arasında eşbütünlük bir ilişki olabileceği sonucuna varılmıştır. Değişkenlerin aynı dereceden bütünlük olması aralarında uzun dönem bir ilişki (eşbütünlük) olup olmadığını araştırmamızı mümkün hale getirmiştir (Sarıkovanlık vd., 2019:129).

4.5. Granger Eşbütünlük (Granger Cointegration) Testi Sonuçları

Değişkenlerin birim fark işlemi aynı fark düzeyinde durağan olması, değişkenlerin aralarında eşbütünlük ilişkisinin olduğunu gösterir. Bu durumda değişkenler arasında regresyon ilişkisi kurularak kalıntı değerlerin sabit olup olmadıklarına bakılarak granger-eşbütünlük testi gerçekleştirilebilir. Aşağıda Tablo 5 değişkenlere ait serilerin birinci farkları alınmış halleri ile değişkenler arasında regresyon kurularak hata terimlerinin (Residual) durağanlığı ADF ile test edilmiştir.

Tablo 6: Regresyondaki Hata Terimlerinin ADF Sonuçları (Düzyer Değerler)

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Sabit		Sabit & Trend			
		t-Statistic	Prob.*	t-Statistic	Prob.*		
Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Enerji Kullanımı	ADF test statistic		-7.496	0.000	-8.043	0.000
		Test critical values	1% level	-3.565		-4.148	
			5% level	-2.919		-3.500	
			10% level	-2.597		-3.179	
Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Karbon Emisyonu	ADF test statistic		-7.647	0.000	-7.923	0.000
		Test critical values	1% level	-3.562		-4.144	
			5% level	-2.918		-3.498	
			10% level	-2.597		-3.178	
Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı GSYH	ADF test statistic		-2.634	0.040	-4.603	0.0496
		Test critical values	1% level	-2.562		-4.144	
			5% level	-2.618		-3.498	
			10% level	-2.597		-3.178	
Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı Karbon Emisyonu	ADF test statistic		-8.440	0.000	-8.359	0.000
		Test critical values	1% level	-3.565		-4.148	
			5% level	-2.919		-3.500	
			10% level	-2.597		-3.179	
Kişi Başı Karbon Emisyonu	Kişi Başı GSYH	ADF test statistic		-7.786	0.000	-7.714	0.000
		Test critical values	1% level	-3.562		-4.144	
			5% level	-2.918		-3.498	
			10% level	-2.597		-3.178	
Kişi Başı Karbon Emisyonu	Kişi Başı Enerji Kullanımı	ADF test statistic		-8.785	0.000	-8.799	0.000
		Test critical values	1% level	-3.565		-4.148	
			5% level	-2.919		-3.500	
			10% level	-2.597		-3.179	

Aşağıda Tablo 6'da değişkenlere ait serilerin birinci farkları alınmış halleri ile değişkenler arasında regresyon kurularak hata terimlerinin (Residual) durağanlığı PP ile test edilmiştir.

Tablo 7: Regresyondaki Hata Terimlerinin PP Sonuçları (Düzey Değerler)

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken			Sabit		Sabit & Trend	
				t-Statistic	Prob.*	t-Statistic	Prob.*
Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Enerji Kullanımı						
		PP test statistic		-7.491	0.000	-8.084	0.000
		Test critical values	1% level	-3.565		-4.148	
			5% level	-2.919		-3.500	
10% level	-2.597		-3.179				
Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Karbon Emisyonu						
		PP test statistic		-7.650	0.000	-7.906	0.000
		Test critical values	1% level	-3.562		-4.144	
			5% level	-2.918		-3.498	
10% level	-2.597		-3.178				
Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı GSYH						
		PP test statistic		-3.022	0.039	-3.655	0.034
		Test critical values	1% level	-3.562		-4.144	
			5% level	-2.918		-3.498	
10% level	-2.597		-3.178				
Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı Karbon Emisyonu						
		PP test statistic		-8.721	0.000	-8.614	0.000
		Test critical values	1% level	-3.565		-4.148	
			5% level	-2.919		-3.500	
10% level	-2.597		-3.179				
Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı GSYH						
		PP test statistic		-3.022	0.039	-3.655	0.034
		Test critical values	1% level	-3.562		-4.144	
			5% level	-2.918		-3.498	
10% level	-2.597		-3.178				
Kişi Başı Karbon Emisyonu	Kişi Başı GSYH						
		PP test statistic		-7.963	0.000	-7.879	0.000
		Test critical values	1% level	-3.562		-4.144	
			5% level	-2.918		-3.498	
10% level	-2.597		-3.178				
Kişi Başı Karbon Emisyonu	Kişi Başı Enerji Kullanımı						
		PP test statistic		-8.990	0.000	-8.985	0.000
		Test critical values	1% level	-3.565		-4.148	
			5% level	-2.919		-3.500	
10% level	-2.597		-3.179				

Yukarıda farkı alınmış olan değişkenlerin regresyon denklemleri sonucunda hata terimlerinde birim kök analizi yapılmıştır. Birim kök analizi olan ADF testi sonuçları ve PP testi sonuçlarına bakıldığında ADF ve PP test istatistik (test statistic) değerlerinin test kritik değerlerinden (Test critical values) düşük olduğu ve Prob* değerlerinin de (0.000) olduğu görülmektedir. Bu durumda

değişkenlerin eşbütünleşik olduğu sonucuna erişilmektedir. Sonuç olarak değişkenlerin zaman içerisinde benzer hareket halinde olduklarını söylenebilmektedir.

4.6. Granger Nedensellik Sonuçları

Analize dahil edilen değişkenler arasında eşbütünleşme varlığından dolayı vektör hata düzeltme modeli uygulanmış ve değişkenler arasındaki ilişki VEC Granger olarak test edilmiş, elde edilen bulgular aşağıda ki Tablo 7’de gösterilmiştir. Analiz de uygun olan gecikme değeri “2” olarak belirlenmiştir. Gecikme değerinin belirlenmesinde Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn bilgi kriterlerine göre gecikme uzunluğu “2” olarak belirlenmiştir. Bu sebeple serbestlik derecesi “Df”, “2” olarak belirlenmiştir.

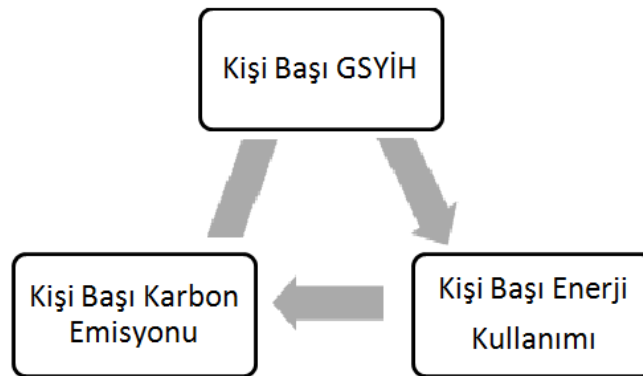
Tablo 8: VEC Granger Causality / Block Exogeneity Wald Test

	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Chi-Square	Df	Prob.	Etki
Modeller	Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Enerji Kullanımı	1.162675	2	0.5591	YOK
	Kişi Başı GSYH	Kişi Başı Karbon Emisyonu	4.940004	2	0.0846	YOK
	Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı GSYH	11.03301	2	0.0040	VAR
	Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı Karbon Emisyonu	5.515271	2	0.0634	YOK
	Kişi Başı Karbon Emisyonu	Kişi Başı GSYH	4.473667	2	0.1068	YOK
	Kişi Başı Karbon Emisyonu	Kişi Başı Enerji Kullanımı	9.826197	2	0.0073	VAR

Tablo 7 incelendiğinde altı adet etki yönünden 2 tanesinde etkinin varlığı tespit edilmiştir. Bunlardan birincisi Kişi Başı GSYH %5 anlamlılık düzeyinde Kişi Başı Enerji Kullanımının Granger nedeni (Prob=0.0040), ikincisi ise Kişi Başı Enerji Kullanımı %5 anlamlılık düzeyinde Kişi Başı Karbon Emisyonunun granger nedeni (Prob=0.0073) olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Tablo 7’de yer alan altı adet etki yönünden dördünde ise bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin granger nedeni olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Değişkenlere ait nedensellik sonuçları yukarı açıklanmıştır. Tüm bu sonuçları bir arada Şekil 12’de gösterilmiştir.

Şekil 12: Değişkenler Arasındaki İlişkinin Yönleri



Değişkenler arasındaki nedensellik sonuçlarında 2 tane tek yönlü nedenselliğin olduğuna sonucuna erişilmiştir. Bunlar; Kişi Başı GSYH tek yönlü olarak Kişi Başı Enerji Kullanımı

etkilemekte ve Kişi Başı Enerji Kullanımında tek yönlü olarak Kişi Başı Karbon Emisyonunu etkilemektedir. Etkinin yönü ve derecesi, değişkenler arasında oluşturulacak denklemlerle belirlenmektedir.

Tablo 8’de nedensellik ilişkisi olan değişkenlere ait denklemler sonuçları verilmiştir. Nedensellik sonuçlarına göre Kişi Başı GSYH, Kişi Başı Enerji kullanımı pozitif (0.0331) olarak etkilemektedir. Biraz daha açmak gerekirse yalnız başına Kişi Başı GSYH’deki bir birimlik artış Kişi Başı Enerji Kullanımını pozitif yönde (0.0331) olarak arttırmaktadır. Bir diğer nedensellik sonuçları Kişi Başı Enerji Kullanımı, Kişi Başı Karbon Emisyonunu pozitif (0.003) olarak etkilemektedir. Bir diğer ifade ile yalnız başına Kişi Başı Enerji Kullanımındaki bir birimlik artış Kişi Başı Karbon Emisyonunu pozitif yönde (0.003) olarak arttırmaktadır.

Tablo 9: Nedensellik İlişkisi Olan Değişkenler Arasındaki Denklemlerin Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Katsayı (Coefficient)	Standart Hata	t-İstatistik	Prob.
Kişi Başı Enerji Kullanımı	Kişi Başı GSYH	0.0331	0.0083	3.9728	0.0002
	Sabit (C)	15.5281	5.1974	2.9876	0.0043
Kişi Başı Karbon Emisyonu	Kişi Başı Enerji Kullanımı	0.0030	0.0002	12.192	0.000
	Sabit (C)	0.0109	0.0115	0.9410	0.035

Tablo 8’de nedensellik ilişkisi olan değişkenlere ait denklemler sonuçları gösterilmiştir. Tablo 8’de iki adet regresyon denklemi sonucu görülmektedir. Bu denklemlerden birincisi olan regresyon denkleminde bağımlı değişkenin Kişi Başı Enerji Kullanımı ve bağımsız değişkende Kişi Başı GSYH dir. Bu denklemlerden ikincisi olan regresyon denkleminde bağımlı değişkenin Kişi Başı Karbon Emisyonu ve bağımsız değişkende Kişi Başı Enerji Kullanımı dir. Bu iki denklemi aşağıda eşitlikle gösterebiliriz.

Birinci denklem;

$$(Kişi Başı Enerji Kullanımı) = 15.5281 + 0.0331 * (Kişi Başı GSYH)$$

Birinci denklemde Kişi Başı Enerji Kullanımı bağımlı değişken, Kişi Başı GSYH bağımsız değişken olup, bağımsız değişkende bir birimlik değişiklik bağımlı değişkende pozitif olarak “0.0331” olarak etkilemektedir.

İkinci denklem;

$$(Kişi Başı Karbon Emisyonu) = 0.0109 + 0.0030 * (Kişi Başı Enerji Kullanımı)$$

İkinci denklemde Kişi Başı Karbon Emisyonu bağımlı değişken, Kişi Başı Enerji Kullanımı bağımsız değişken olup, bağımsız değişkende bir birimlik değişiklik bağımlı değişkende pozitif olarak “0.0030” olarak etkilemektedir.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Enerji insanlığın varoluşundan bu yana hayatımızda sürekli olan bir kavramdır. Ekonomik hayatta büyümek için yoğun olarak kullanılan enerji türü yenilenemeyen enerji türüdür ve bu enerji türüne talebinde artarak devam edeceği tahmin edilmektedir. Bunun yanında yenilenebilir enerjiyin sınırlı ve ulaşımının sınırlı oluşu, kullanımı sonucunda çevreye verdikleri zararlar nedeniyle ülkeler yenilenebilir enerjiye yönelmişlerdir.

Ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişki teknolojik değişme, enerji kalitesi ve enerji girdi kompozisyonundaki değişimler, çıktı kompozisyonunun değişmesi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler hem tek tek hem de birbirleriyle girdikleri etkileşim sonucunda ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Enerjiye dayalı büyümenin varsayımlarına göre; çevre dostu olan yenilenebilir enerjiye ve verimli enerji teknoloji kullanıma sahip ülkelerin diğer ülkelerden daha hızlı büyüme trendi izleyip izleyemeyecekleri sorusu yer almaktadır.

Bu çalışmada da kişi başı GSYH, kişi başı enerji kullanımı ve kişi başı karbon emisyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda kişi başı GSYH kişi başı enerji tüketimine tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte kişi başı enerji kullanımında kişi başı karbon emisyonuna da tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Çalışmanın analizinde çıkan sonuçlara bakıldığında iki sonuç ortaya çıkmaktadır.

Sonuç 1: Gelişmekte olan ülkelerden biri olarak Türkiye’de ekonomik büyüme arttıkça buna bağlı olarak enerjiye olan ihtiyaçta artmaktadır. Türkiye, enerji kaynakları olarak dışa bağımlılığı olan bir ülke olup, yerli enerji kaynaklarından sağlanamayan enerji talebi ithalatla sağlamaktadır. Bu durum enerjinin ithallattaki payını arttırmaktadır. Nihai olarak dış ticaret açığını negatif yönde etkilemektedir. Ekonomik büyüme sağlanmaya çalışırken dış ticaret açığı verilerek istenilen büyüme gerçekleşmemektedir.

Sonuç 2: Türkiye’de enerji tüketimindeki artış karbon emisyonunu arttırmaktadır. Bunun temel sebebi girdi olarak kullanılan enerji kaynaklarının büyük çoğunluğunun fosil yakıtlardan oluşmasıdır. Fosil yakıt kullanımı karbon emisyonunu arttırmaktadır. Bu durumda çevre maliyetleri artmaktadır. Bu durum Türkiye için sürdürülebilir kalkınmanın önünde bir engel olacaktır.

Her iki sonuç birlikte yorumlandığında gelişmekte olan Türkiye, ekonomik büyümeyi sağlarken enerji tüketimi arttırmakta, artan enerji tüketiminde karbon emisyonundaki artışı beraberinde getirmektedir. Bu durumda Türkiye için iki çıkmaz vardır. Bunlar; Türkiye ekonomik büyümesi sağlarken enerji ithalatıyla reel büyümenin azalması bir diğerinde enerji kullanımında fosil kaynak ağırlıklı tüketimin çevre maliyetlerini arttırması sonucu sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanamamasıdır.

Gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyüme sağlanırken enerji kullanımının artması doğaldır. Gelişmekte olan ülkelere biri olan Türkiye’de de ekonomik büyüme sağlanırken enerji kullanımı artmaktadır. Çıkan sonuçlar dikkate alındığında Türkiye için çözümü şöyle açıklayabiliriz; sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanması için ihtiyaç duyulan enerjinin ithalat yoluyla değil var olan yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla sağlanmasıdır. Yerli enerji kaynakları içerisinde yer alan yenilenebilir enerji alanından olan güneş ve rüzgar enerjisinden en yüksek seviyelerde yararlanmalıdır. Türkiyenin coğrafi konumu nedeniyle gerek yıl içerisinde ortalama güneşlenme saati gerekse hakim rüzgar çeşitliliği ve gücünden yararlanarak bu fırsatlar kazanca çevrilmelidir. Yerli enerji kaynaklarının aktif kullanımı sonucunda enerjide dışa olan bağımlığımız azalacaktır. Ayrıca yenilenebilir enerji kullanımı ile karbon emisyonunu da azaltacaktır.

KAYNAKÇA

- Alam, M. Shahid. (2006). Economic Growth with Energy. MPRA Paper No. 1260, 2006. http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1260/1/MPRA_paper_1260.pdf, (ET: 28 Haziran 2018).
- Altınay, G. & Karagöl, E. (2004). Structural Break, Unit Root, and The Causality between Energy Consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, X (5).
- Apergis, N. & Payne, James E. (2009). Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from The Commonwealth of Independent States. *Energy Economics*, 31(5):641–647.
- Aydın, F. F. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 317-340.
- Azam, M. & Khan, A. Q. & Bakhtyar, B. & Emirullah, C. (2015). The Causal Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth İn The ASEAN-5 Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. (47):732-745.
- Ballı, E. & Sizege, Ç. & Manga, M. (2018). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BDT Ülkeleri Örneği. *UİİİD-IJEAS*. 18. EYİ Özel Sayısı,773-788
- Bayraktutan, Y. & Arslan, İ. & Sayar Özkan, G. & Sanal Çevik, F. (2012a). Industrial Sector Energy Consumption in Turkey - The Relationship Between Economic Growth (1970-2010). *Journal of Economics and International Finance*,4(2):30-35.
- Bayraktutan, Y. & AY, H. M. & Şahbaz, N. (2012b). Energy Deficitand Dependency of Turkey. (eds) Abdulkadir Develi & Selahattin Kaynak, *Energy Economics*, Peter Lang, 151-166.
- Beaudreau, B. C. (1998). *Energy and Organisation: growth and distribution reexamined*, Greenwood Press, Westport, CT. 139.
- Berber, M. (2011). *İktisadi Büyüme ve Kalkınma*. Derya Kitabevi, 4. Baskı, Trabzon.
- Çağıl, G. & Türkmen, S. & Çakır, Ö. (2013). Enerji ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Açısından Bir Uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (58):161-174.
- Daly, H. E. (2007). *Ecological Economics and Sustainable Development, Selected Essays of Herman Daly*”, Gloucester: Edward Elgar Publishing Limitedhttp://library.uniteddiversity.coop/Measuring_Progress_and_Eco_Footprinting/Ecological_Economics_and_Sustainable_DevelopmentSelected_Essays_of_Herman_Daly.pdf (06.04.2018).
- Ersoy, A. Y. (2010). Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi. *Akademik Bakış Dergisi*, Sayı 20, 1-11.
- Ertuğrul, H. M. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*,2, 49-73.
- Ghali, Khalifa H. & El-Sakka, M. I. T. (2004). Energy Use and Output Growth in Canada: A Multivariate Cointegration Analysis. *Energy Economics*, Elsevier, 26(2):225–238.
- Gürbüz, S. (2012). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Ampirik Bir Uygulama. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Horus, M. (2011). Nükleer Kapitalizm. <http://www.politeknik.org.tr/site/index.php/azi/40-enerji/665-nukleer-kapitalizm-mehmet-horu.pdf>. (02.02.2015)
- Hussen, A. M. (2004). *Principle of Environmental Economics*. New York Routledge, London.

- Kapusuzoğlu, A. ve Karan, M. B. (2010). Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 57-68.
- Karagöl, E. & Erbaykal, E. & Ertuğrul, H. M. (2007). Türkiye’de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. 8 (1):72-80.
- Karanfil, Fatih (2008). Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Does The Size of Unrecorded Economy Matter?. *Energy Policy*. 36 (8):3029– 3035.
- Kulalı, İ. (1997). Elektrik Sektöründe Özelleştirme ve Türkiye Uygulaması. DPT Uzmanlık Tezi, Ankara
- Mucuk, M. & Uysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Maliye Dergisi*. (157):105-115.
- Narayan, P. K. & Smyth, R. (2008). Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks. *Energy Economics*, 36 (7):2765– 2769.
- Odhiambo, N. M. (2009), Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach. *Energy Policy*, 37 (2):617–622.
- Ouedraogo, N. S. (2013). Energy Consumption And Economic Growth: Evidence From The Economic Community of West African States (ECOWAS). *Energy Economics*, (36):637-647.
- Öksüzler, O. & İpek, E. (2011). Dünya Petrol Fiyatlarındaki Değişiminin Büyüme ve Enflasyon Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(14):15-34.
- Özalp, M. (2018). Küresel Enerji Denkleminde Merkez Ülke: Türkiye, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Öztürk, İ. & Aslan, A. & Kalyoncu, H. (2010). Energy Consumption and Economic Growth Relationship: Evidence from Panel Data for Low and Middle Income Countries. *Energy Policy*, 38 (8):4422–4428.
- Öztürk, L. (2007). Sürdürülebilir Kalkınma. İmaj Yayınları. Ankara.
- Polat, Ö. & Uslu, E. E. & San, S. (2011) .Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF Dergisi*, 16 (1):349-362.
- Riaz, T. (1987). Energy and Economic Growth A Case Study of Pakistan. *Energy Economics*, 9(3), 195-204)
- Sarıkovanlık, V. & Koy, A. & Akkaya, M. & Yıldırım, H. H. & Kantar, L. (2019). Finans Biliminde Ekonometri Uygulamaları. Seçkin Yayıncılık. ISBN: 978-975-02-5331-7, Ankara.
- Simpson , R. D. & Toman, M. A. & Ayres R. U. (2004). Scarcity and Growth in The New Millennium: Summary, Resources for The Future, Discussion Paper, D.P. No:04-01.
- Sorrell, S. & Dimitropoulos J. (2007). UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect: Technical Report 5: Energy, productivity and economic growth studies. UKERC Report UKERC/WP/TPA/2007/013. UKERC. 13, 1 153.
- Soytas, U. & Sari, R. (2007a). Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member. *Ecological Economics*, 68 (6):1667 – 1675.
- Soytas, U. & Sari, R. (2007b). The Relationship between Energy and Production: Evidence from Turkish Manufacturing Industry. *Energy Economics*, 29 (6):1151–1165.
- Spash, C. L. (1999). The Development of Environmental Thinking in Economics. *Environmental Values*, 8:413-435

- Stern, D. I. & Cleveland, C. J. (2004). Energy and Economic Growth, Rensselaer Working Papers in Economics, No. 0410, 1-41. (09.09.2015), <http://www.economics.rpi.edu/workingpapers/rpi0410.pdf>
- Şentürk, İ. (2012). Kaynaklarına Göre Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkileri. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi, Ankara.
- Tang, C. F. & Tan, B. W. & Ozturk, I. (2016). Energy Consumption and Economic Growth in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (54):1506-1514.
- Tezel, S. (1995). İktisadi Büyüme. İmaj Yayıncılık, Ankara.
- Usta, C. (2015). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel ve Sektörel Analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora tezi, Trabzon.
- Uzun, A. (2013). Toplam Elektrik Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2010). *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 17 (3):327-344.
- Uzunöz, M. ve Akçay, Y. (2012). Türkiye’deki Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (2), 1-16.
- Van den Bergh, J. C. J. M. (1996). *Ecological Economics and Sustainable Development: Theory, Methods and Applications*. Aldershot, U.K.: Edward Elgar.
- Wolde-Rufael, Y. (2010). Bounds Test Approach to Cointegration and Causality between Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in India. *Energy Policy*, 38 (1):52-58.
- Yanar, R. & Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2):191-201.
- Yapraklı, S. (2013). Enerjiye Dayalı Büyüme: Türk Sanayi Sektörü Üzerine Uygulamalar. Beta Kitabevi.1. Basım. İstanbul.
- Yıldırım, H. H. & Sakarya, Ş. (2016). Economic Growth and CO2 Emissions in Turkey, 8th International Ege Energy Symposium, May 11-13, Afyonkarahisar, 294-304.
- Yıldırım, H. H. (2017). Economic Growth and CO2 Emissions for OECD Countries. *International Journal of Management Science and Business Administration*, 3(5):30-37.
- Yoo, Seung-Hoon (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea. *Energy Policy*, 33 (12):1627–1632.
- Yoo, Seung-Hoon (2006). The Causal Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in The ASEAN Countries. *Energy Policy*, 34 (18):3573–3582.
- Zon, A. V. & Yetkiner, I. H. (2003). An Endogenous Growth Model with Embodied Energy-Saving Technical Change. *Resource and Energy Economics*, (25):81–10.

İnternet kaynakları:

<https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>, Erişim:14.02.2019.

EXTENDED ABSTRACT

ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY: GRANGER CAUSALITY APPROACH

Background:

Energy has been one of the most important needs from the existence of humanity to the present day. Today, with its increasing importance, energy has become an indispensable element of our lives. Demand elasticity of energy goods is low. If countries do not have enough energy resources, they become foreign-dependent countries. Turkey, both the underground and aboveground, has rich energy resources. Turkey has superiority in terms of energy, however, it is insufficient to use their energy resources. For this reason, Turkey does not have an adequate energy economy in terms of energy production and supply. Turkey is engaged in energy imports as well in excess of domestic production of energy consumption. Continuous supply of energy is important for growth, which is one of the main goals of countries. For countries that want to grow economically, the supply of energy from renewable and non-renewable energy sources is the case. Economic growth of countries that supply energy from non-renewable energy sources is slowing down due to the increase in environmental costs. For this reason, countries have started to provide the energy they need from renewable energy.

Research Purpose:

In this study, the relationship between economic growth, energy consumption and carbon emission was investigated. Gross Domestic Product (GDP) per capita is the indicator of economic growth, and Per Capita Carbon Emission is used to determine the energy use and carbon emission (CO₂) per capita as the indicator of energy consumption. Per capita GDP, the unit measure value is selected in real terms in US \$. The energy consumption is the amount of oil equivalent (kg of oil equivalent per capita). When determining carbon emissions, CO₂ per capita is determined as metric tons.

Methodology:

Time series approach is used as econometric method. Descriptive test statistics were calculated for the data before proceeding to the analysis process. Then, stationarity tests of the variables were performed. The time path graph for the stability of the series was examined in terms of a trend in shape. In order to test the stability of time series, firstly, correlogram test was used for variables. However, the most common parametric tests were Dickey-Fuller and Augmented Dickey-Fuller (ADF-1979) tests and Philips-Perron (PP-1988) tests, which took into consideration the possible structural breaks and trends in time series. In the next stage, the cointegration test was conducted by Johansen and Juselius (1990) to investigate the existence of the relationship between time series. Finally, Granger (1969) Causality test was conducted to determine the presence and direction of causality between variables.

Findings:

As a result of the study, a one-way relationship from per capita GDP to per capita energy consumption was determined. However, a one-way relationship has been identified from per capita energy use to per capita carbon emissions.

Conclusions:

When the results of the analysis are examined, two results are obtained.

Result 1: As one of the developing countries is increasing need for energy in Turkey by economic growth increases accordingly. Turkey, as a source of energy is a country that is dependence on foreign, that can not

be supplied from domestic sources of energy to ensure energy demand through imports. This increases the share of energy in imports. Finally, it has a negative impact on the foreign trade deficit. While trying to achieve economic growth, foreign trade deficit is given and the desired growth is not realized.

Result 2: The increase in energy consumption in Turkey is increasing carbon emissions. The main reason for this is that the majority of the energy sources used as input are fossil fuels. The use of fossil fuels increases carbon emissions. In this case, the environmental costs are increasing and being an obstacle to sustainable development for Turkey. Both results when reviewed in conjunction emerging Turkey, increases the energy consumption while maintaining economic growth, brings about an increase in the emission of carbon in increased energy consumption. In this case, there are two dilemmas for Turkey: A further reduction of Turkey growth in the use of fossil energy sources is mainly a result of increasing environmental costs of energy consumption while providing real growth by providing a sustainable economic growth can not import.

It is natural for developing countries to achieve economic growth while increasing energy use. One of the emerging countries, energy use while ensuring economic growth in Turkey is increasing. Considering the conclusions solution for Turkey can be explained as follows; the energy needed to achieve sustainable economic growth is not through imports, but through existing domestic and renewable energy sources. It should make use of solar and wind energy, which is a renewable energy field within the domestic energy sources, at the highest levels. The average sunshine hours taking advantage of the diversity in both stable wind power because of Turkey's geographical position this year should be translated into profit opportunities. As a result of the active use of domestic energy resources, our dependence on energy will decrease. It will also reduce carbon emissions through the use of renewable energy.