

Sürdürülebilir Büyümede Enerjinin Rolü: Türkiye'nin Kaynak Bolluğu-Enerji Kıtlığı Paradoksu¹

Rabia Aktaş ŞENKARDEŞLER²

Makale Gönderim Tarihi: 20 Aralık 2020

Makale Kabul Tarihi: 20 Ocak 2021

Öz

Dünya üzerinde orantısız dağılmış olan fosil yakıtların bir gün tükenecek olması ve çevreye verdikleri zararlar sebebiyle yenilenebilir enerji kaynakları tüm ülkeler için önemli hale gelmiştir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin kendi enerji potansiyelinden yeterince faydalanmadığını ve bu sebeple atıl kapasiteyle üretime devam ettiği için büyümesinin sürdürülebilir olamayacağını ampirik olarak ispatlamaktır. Bu amaçla elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Granger Nedensellik Testi sonucuna göre incelenen dönemde Türkiye'de net elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme oranları arasında nedensellik ilişkisi olmadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Büyüme, Yenilenebilir Enerji, Elektrik, Hata Düzeltme Modeli, Nedensellik

JEL Sınıflandırması: E00, F43, O44, O47, O43

¹ Bu makale 15-17 Ekim 2020 tarihleri arasında Konya'da düzenlenen 4. Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve kongre bildiri kitabında özeti yayınlanmış bildirinin genişletilmiş halidir.

² Dr. Öğr. Üyesi, Beykoz Üniversitesi, rabiasenkardesler@beykoz.edu.tr, Orcid ID:0000-0003-4198-5101

The Role Of Energy In Sustainable Growth: Turkey's Resource Abundance-Energy Scarcity Paradox

Abstract

Renewable energy resources have become important for all countries due to the fact that fossil fuels, which are disproportionately distributed around the world, will one day run out and they cause damage to the environment. The aim of this study is to prove empirically that Turkey does not make enough use of its own energy potential and therefore its growth can not be sustainable because it continues to produce with inert capacity. For this purpose, the causal relationship between electricity consumption and economic growth was investigated. According to the results of the Granger causality test, it was found that there was no causal relationship between net electricity consumption and economic growth rates in Turkey during the period studied.

Key Words: Sustainable Growth, Renewable Energy, Electricity, Error Correction Model, Causality

JEL Classification: E00,F43,O44,O47,O43

1. Giriş

Türkiye birincil enerji kaynakları bakımından zengin bir ülke değildir. Faktör donatımındaki bu dezavantaj Türkiye'yi enerjide dışa bağımlı kılmaktadır. Bu durum ithal girdi sebebiyle döviz rezervlerinde azalma, döviz kurlarındaki artışa bağlı olarak maliyet enflasyonu ve ithal girdi talebindeki artış sebebiyle cari açık sorununa sebep olmaktadır. Tüm bunlara ek olarak birincil enerji kaynağı kullanımının çevreye verdiği zararlar da hesaba katıldığında ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması pek muhtemel gözükmemektedir. Tüm bu olumsuzluklara rağmen, Türkiye güneş, rüzgâr, su gibi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça zengindir. Bu kadar kaynak bolluğuna rağmen enerji kıtlığı çekiyor olması Türkiye için paradoksal bir durumdur. Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin sahip olduğu doğal kaynaklardan yeterince faydalanmadığını ve bu sebeple sürdürülebilir büyüme hedefine ulaşmasının zor olduğunu ampirik olarak ortaya koymaktır.

2. Sürdürülebilir Büyümede Enerji Faktörü

Sürdürülebilirliğin ortak kabul görmüş tanımı, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama imkânlarını tüketmeden bugünün ihtiyaçlarını karşı-

lamaktır. Sürdürülebilir büyüme birbirinin tamamlayıcısı olan ekonomik, sosyal ve çevresel sorunların bir bütün olarak değerlendirilip aralarında ki dengenin korunmasını hedefler.

Sanayi devrimi ekonomi tarihi açısından bir dönüm noktasıdır. Buhar gücünün keşfi üretim yapısında köklü değişimlere sebep olmuş ve üretimde enerjinin önemi anlaşılmıştır. Üretimin kolaylaşması ve hızlanması teknolojik gelişmeleri de hızlandırmıştır. Batılı ülkeler teknolojik yenilikler sayesinde zenginleşmiş, zenginleştikçe yeni teknolojiler için daha çok kaynak yaratabilmişlerdir. Teknolojik yeniliklere sahip olan ve olmayan ülkeler arasında gelişmişlik farkı daha da belirgin hale gelmiştir. Bu sebepten enerji ülkelerin gelişmişlik düzeylerinde oldukça etkilidir. Uluslararası analizlerde kişi başına düşen birincil enerji kaynaklarının tüketim oranı, ülkelerin refah seviyelerinin tespit edilmesinde belirleyici bir faktördür.

Kapitalist sistemde bireyler satın alma gücündeki artışla yaşam standardı artışını aynı görmektedirler. Daha fazla tüketme isteği ise daha fazla üretmenin motivasyonu olmaktadır. Üretim artışı ekonomik büyümeyi tetiklese de kaynakların plansız tüketimi bir sonraki dönemin üretimini riske atmaktadır. Enerji büyümenin, büyüme hırsı da çevre sorunlarının sebebi olmaktadır. En önemli çevre sorunları fosil enerji kaynaklı küresel ısınma ve iklim değişikliğidir. Çevre kirliliğinin sebep olduğu hastalıklardaki artış yaşam standardını ve sosyal hayatı olumsuz etkilemektedir.

Büyüme kaynaklı gelir artışı ithal ürün talebini de artırmaktadır. Buna ilaveten birçok ülke üretimde temel girdi olan enerjiyi ithalat yoluyla karşılamak zorundadır. İthalata bağımlı büyüyen ekonomiler cari açık, enflasyon ve kur sarmalından kurtulamamaktadırlar. Diğer makroekonomik göstergelerde bozulmalara yol açan büyümenin sürdürülebilir olması imkânsızdır.

19. yüzyılın başından itibaren maliyet avantajından dolayı üretimde fosil yakıtlar tercih edilmiştir ancak 1973'te yaşanan petrol krizi ile enerji arz güvenliğinin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi anlaşılmıştır. Petrol fiyatlarındaki hızlı artış sonucu petrol üreten ülkeler önemli gelirler elde ederken petrol ithal eden ülkelerin ekonomileri büyük zarar görmüştür. Enerji fiyatlarındaki artış maliyet enflasyonuna, yeterli enerjiye ulaşamamak ise üretimin ciddi miktarlarda azalmasına sebep olmuş ve stagflasyon yaşanmıştır. Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki teori olmaktan çıkıp realiteye dönüşmüştür.

Sanayileşme, şehirleşme ve nüfus artışına paralel olarak sürekli artan enerji talebine karşılık enerji kaynaklarının sürekli azalıyor olması büyümenin devamlılığını tehlikeye sokacağından yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmıştır. Üretimde fosil yakıtlar yerine yenilenebilir kaynaklara dönüşümü zamanında tamamlayamayan ülkeler sanayi devrimini kaçıran ülkelerle aynı kaderi yaşayacaklardır.

2.1. Enerji Ve Ekonomik Büyüme Üzerine Teorik Tartışmalar

Enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ait literatürde birbirine zıt iki görüş bulunmaktadır. Birinci görüş enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi olmadığını, enerji maliyetlerinin üretim maliyetleri içindeki payının düşük olduğunu savunmaktadır. Diğer görüş ise enerji olmadan emek ve sermayenin kullanılamayacağından değeri yaratan kaynak olarak enerjiyi görmektedir.

Neo-klasik iktisadın üretim fonksiyonu emek ve sermaye faktörleriyle sınırlıdır. Ekonomik büyüme ise bu faktörlerin sayısında veya verimliliklerindeki artış oranıyla ölçülmektedir. Verimlilik artışına sebep olabilecek enerjiyi ve doğal kaynakların üretimdeki rolünü ihmal eden bu görüş çevre iktisatçıları tarafından eleştirilmiştir.

Georgescu-Roegen(1971, 1975) üretim teorisinde enerjinin de bir üretim faktörü olarak dahil edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Neoklasiklerce üretim faktörü yerine ara girdi olarak görülen enerji ekolojik üretim modelinde üretim faktörü olarak görülmektedir. Beaudreau(1998) ve Kummel v.d.(2000)'e göre üretim enerji tüketiminin sonucunda ortaya çıkmaktadır ve temel üretim faktörleri emek, sermaye ve enerjidir. Ayres ve Warr(2005) enerji yerine enerji verimliliğini kullanmışlardır.

Enerji kaynakları ve ekonomik büyüme ilişkisi ilk olarak Roshe ve Tatom(1977) tarafından üretim fonksiyonları kullanılarak incelenmiştir. Kraft ve Kraft(1978)'in çalışması ise enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik araştırması yaparak inceleyen öncü çalışmadır. Kraft ve Kraft(1978) Amerika için GSMH ve enerji tüketimi ilişkisini Sims(1972)'in nedensellik testini kullanarak 1947-1974 yılları için incelemişler ve çalışmanın sonucunda GSMH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi saptamışlardır. Akarca ve Long(1980) sadece iki yıl sonra aynı yöntem ve verileri kullanıp incelenen periyodu iki yıl kısaltarak tekrar test etmişler ve iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir. Bu çelişki literatürün devamında da görülmektedir.

Enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine oldukça geniş bir literatür olmasına rağmen konuyu elektrik tüketimi özelinde inceleyen çalışmalar nispeten sınırlıdır. İncelenen dönem, ülke ve metodolojiye bağlı olarak farklı sonuçlar elde edildiği elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalarda da görülmektedir. Bu konuda literatürde bir görüş birliği olmadığını söylemek mümkündür. Aşağıda elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini önce sadece Türkiye, ardından da çeşitli ülke ve ülke grupları için yapılmış ampirik çalışmalara ait literatür sunulmuştur.

3. Literatür Araştırması

Bu bölümde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar kronolojik olarak özetlendikten sonra, aynı ilişkiyi çeşitli ülke ve ülke grupları için inceleyen literatür özeti tablo olarak sunulmuştur.

3.1. Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Türkiye Özelinde Ampirik Olarak İnceleyen Literatür Özeti:

1950-1991 yıllarına ait verilere Hata Düzeltme Modeli çerçevesinde uyguladığı nedensellik testi sonucuna göre elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit eden Terzi (1998), elektrik arzını artırıcı politika izlenmesini tavsiye etmiştir.

Elektrik tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi saptayan Nişancı (2005), 1970-2003 dönemi verilerine eş bütünleşme ve vektör hata modeli uyguladığı çalışmasında nüfus artışının elektrik talebini de artıracığına dikkat çekmiş ve elektrik üretim yatırımlarının artması gerektiğini belirtmiştir.

Altınay ve Karagöl(2005), 1950-2000 dönemini kapsayan dataya uyguladıkları Granger nedensellik testi sonucunda elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik saptayarak ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması için elektrik arzının hayati rol oynadığını öne sürmüşlerdir.

Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul (2007), sınır testi yaklaşımıyla 1974-2004 yıllarının verileri ile çalışmışlar ve elektrik tüketimi ve büyüme arasında kısa dönemde pozitif, uzun dönemde ise negatif ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Kar ve Kınık (2008), 1975-2005 dönemini kapsayan çalışmalarda uzun dönemli ilişkinin varlığını Johansen Eşbütünleşme yardımıyla

belirlemişlerdir. Vektör Hata Düzeltme mekanizmasını kullanarak elektrik tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi buldukları çalışmalarında enerji arzının önemine vurgu yapmışlardır.

Kısa dönemde çift yönlü, uzun dönemde ise büyümeden elektrik tüketimine tek yönlü nedensellik ilişkisi saptayan Aktaş ve Yılmaz (2008), 1970-2004 yıllarına ait verilere uyguladıkları Granger nedensellik testi bulgularına göre elektrik üretim kapasitesinin artırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Aktaş (2009), Granger nedensellik testi yardımıyla 1970-2006 dönemini inceleyerek kısa ve uzun dönemde ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiştir.

1975-2006 dönemi için Johansen Eşbütünleşme testi uygulayarak elektrik tüketimi ve GSYH arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit eden Kapusuzoğlu ve Karan (2010), VHDM'ne dayanan Granger Nedensellik analizi sonucunda ise GSYH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığını saptamışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre elektrik enerjisinin elde edilmesinde kullanılan birincil kaynakların temin edilmesinin ekonomik faaliyetlerin aksamaması için önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Polat, Uslu ve San (2011), 1950-2006 dönemi için yaptıkları çalışmada ARDL sınır testine göre uzun dönemde istihdam, elektrik tüketimi ve GSMH arasında uzun dönemde eşbütünleşme tespit etmişlerdir. Kısa dönem araştırması için kullandıkları Granger nedensellik testi sonucuna göre ise, istihdam ve elektrik tüketiminden GSMH 'ya yönelik uzun dönem bir nedensellik olmadığını tespit ettikleri çalışmalarında elektrik tüketimini teşvik edici politikaların yalnız uzun dönemde büyümeye olumlu katkısı olacağını ortaya koymuşlardır.

1998-2011 dönemini inceleyen Ertuğrul (2011), Johansen Eşbütünleşme analizi bulgularına dayanarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Dataları Kalman Filtresi yaklaşımıyla incelediğinde ise Elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde incelenen dönem boyunca giderek artan bir etkisi olduğunu tespit ettiğinden enerji arz güvenliğinin önemine dikkat çekmiştir.

Bayraktutan, Uçak ve Bicil (2012), aralarında Türkiye'nin de bulunduğu on iki ülkenin 1980-2008 verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada Granger nedensellik testine göre şu sonuçlara ulaşmışlardır:

Arjantin, Güney Kore, Portekiz ve Türkiye’de elektrik tüketimi ile büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Meksika ve Filipinler’de elektrik tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Çin, Hindistan ve Şili’de büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Macaristan da ise bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Akbaş ve Şentürk (2013), aralarında Türkiye’nin de bulunduğu dokuz Mena ülkesi için 1978-2009 dönemine ait elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemişlerdir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını Pedroni ve panel CUSUM eşbütünleşme testleriyle ortaya koymuşlardır. Hata Düzeltme Modeline dayalı Granger nedensellik testi sonucuna dayanarak elektrik tüketimi ve GSYH arasında çift yönlü ilişki tespit etmişler ve karar vericilerin elektrik tüketimini koruyucu politikalarının ekonomik büyümeyi yavaşlatabileceğini ifade etmişlerdir.

Saatçi ve Dumrul(2013)’un 1960-2008 verilerini kullanarak FMOLS ve DOLS yöntemiyle yürüttükleri çalışmanın sonucuna göre uzun dönemde her %1’lik elektrik tüketimi artışı büyümeyi % 0,33 – 0,37 oranında artırmaktadır.

Nazlıoğlu, Kayhan ve Adıgüzel (2014), 1967-2007 dönemini kapsayan çalışmalarında eşbütünleşmeyi ARDL sınır yaklaşımıyla, nedenselliği ise doğrusal ve doğrusal olmayan Granger yöntemiyle test etmişlerdir. Hata Düzeltme Modeline dayalı doğrusal Granger testine göre hem kısa hem de uzun dönemde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Doğrusal olmayan nedensellik test sonucuna göre elektrik koruma politikasının Türkiye’de ekonomik büyümeye zarar vermeyeceği sonucuna varmışlardır.

Shahbaz, Öztürk ve Ali (2015), 1971-2009 verileriyle elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi finansal gelişme, emek ve sermaye faktörleri ile birleştirerek ARDL sınır testi yaklaşımıyla incelemişlerdir. Uzun dönemde tüm değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilerinin olduğunu tespit ettikleri çalışmada enerji sektörüne yapılacak yatırımlardaki artışın büyümeyi hızlandıracağını savunmuşlardır.

Otuz OECD ülkesi için 1980-2010 yıllarını Panel Vektör Hata Düzeltme Modeli ile inceleyerek GSYH ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit eden Ergun ve Polat (2015), fosil kaynak tüketiminin çevre sorunları yarattığını belirterek yenilenebilir enerji kaynaklarını önermişlerdir.

İsmiç (2015), aralarında Türkiye'nin de bulunduğu sekiz ülkenin 1990-2012 dönemi üzerine Tesadüfî Katsayılar Modeli ve Görünüşte İlişkisiz Regresyon Modeli ile yaptığı araştırmasında ekonomik büyümenin elektrik tüketiminde artışa sebep olduğunu saptamıştır. Elektriğin üretildiği birincil kaynakların sınırlı olduğunu ve yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması gerektiğini ifade etmiştir.

Acaravcı, Erdoğan ve Akalın (2015), 1974-2013 dönemi için elektrik tüketiminden kişi başına Gayri Safi Milli Hâsıla'ya doğru tek yönlü ilişkinin hem kısa hem de uzun dönem için geçerli olduğunu Granger Nedensellik Testi kullanarak tespit etmişlerdir. Elektrik tüketimindeki artışın büyümeyi artıracığından yeni elektrik santrallerinin planlanması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Eren, Polat ve Aydın (2016), 1975-2013 dönemine ilişkin elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini yapısal kırılmalı yöntemle incelemişler ve uzun dönemde elektrik tüketimindeki % 1'lik artışın ekonomik büyümeyi %0,06 oranında artıracığını tespit etmişlerdir.

Savaş ve Durğun (2016), 1980-2010 yılları için elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını sorgulamak için Johansen Eşbütünleşme, ilişkinin yönünü saptamak içinse Granger Nedensellik testini kullanmışlardır. Büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit ettikleri çalışmalarında, elektrik piyasasına uygulanacak koruma politikalarının büyüme üzerinde olumsuz bir etki yaratmayacağını öne sürmüşlerdir.

Yıldırım ve Dağdemir (2018), 1991-2015 verilerini Granger nedensellik testi ile ölçerek elektrik tüketiminden GSYH' ya doğru tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir.

Aydın ve Bozdağ (2018)'in yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi önerdikleri çalışmaları 1977-2014 dönemini kapsamaktadır. Çalışmalarında Johansen eşbütünleşme analizine göre elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin uzun dönemde birlikte dengeye geldiğini, Granger nedensellik analizine göre ise elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu gözlemlemişlerdir.

3.2 Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişisini Çeşitli Ülke Ve Ülke Grupları İçin Ampirik Olarak İnceleyen Literatür Özeti:

Yazarlar	Dönem	Örneklem	Yöntem	Sonuç
Murray ve Nan (1994)	1970 - 1990	Almanya, İsrail, Portekiz, Amerika, İngiltere, Zambiya, Fransa ve Norveç	Granger Nedensellik	ELT~Y
Yang (2000)	1954 - 1997	Tayvan	EngleGranger	ELY \leftrightarrow Y
Ghosh (2002)	1950 - 1997	Hindistan	Granger Nedensellik	Y@ELT
Stern ve Enflo (2003)	1850 - 2000	İsveç	Granger Nedensellik	Y@ELT
Ghali ve El Sakka (2004)	1961 - 1997	Kanada	Vektör Hata Düzeltme Modeli	ELT \leftrightarrow Y
Shiu ve Lam (2004)	1971 - 2000	Çin	Hata Düzeltme Modeli	ELT@Y
Lee (2005)	1975 - 2001	18 Gelişmekte olan ülke	Panel Eşbütünleşme Testi	ELT@Y
Narayan ve Smith (2005)	1966 - 1999	Avustralya	ARDL Sınır Testi	Y@ELT
Mozumder ve Marathe (2007)	1971 - 1999	Bangladeş	Vektör Hata Düzeltme Modeli	Y@ELT
Ho ve Siu (2007)	1966 - 2002	Hong - Kong	Vektör Hata Düzeltme Modeli	ELT@Y
Narayan ve Prasad (2008)	1960 - 2002	30 OECD Ülkesi	Granger Nedensellik	ELT@Y(Avustralya,İtalya, Slovak Cumhuriyeti, Çek Cumhuriyeti, Portkeiz) Y@ELT (Finlandiya, Macaristan, Hollanda) ELT \leftrightarrow Y(İzlanda, Kore, BirleşikKrallık) ELT~Y(Almanya, Avusturya, Belçika,Kanada, Danimarka, Fransa, Yunanistan, Japonya,Lüksemburg, Meksika, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Amerika) ELT \leftrightarrow Y (Mısır, Gabon, Morokko)
WoldeRufael (2006)	1971 - 2001	17 Afrika Ülkesi	ARDL Sınır Testi	ELT~Y (Cezayir, Kongo Cumhuriyeti, Kenya, Sudan ve Güney Afrika) ELT@Y(Benin, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Tunus) Y@ELT (Kamerin, Gana, Nijerya, Senegal, Zambiya, Zimbabve)
Zhang ve Chang (2009)	1960 - 2007	Çin	Toda -Yamamoto Testi	Y@ELT
Belloumi (2009)	1971 - 2004	Tunus	Vektör Hata Düzeltme Modeli	ELT@Y
Tsani (2010)	1960 - 2006	Yunanistan	Toda -Yamamoto Testi	ELT@Y
Zhang (2011)	1970 - 2008	Rusya	Toda -Yamamoto Testi	Y@ELT
Öztürk ve Acaravcı (2011)	1971 - 2006	MENA Ülkeleri	Hata Düzeltme ve ARDL Sınır Testi	ELT~Y
Dogher ve Yacoubian (2012)	1980 - 2009	Lübnan	TodaYamamoto Testi	Y@ELT
Dergiades vd. (2013)	1960 - 2008	Yunanistan	Parametrik Olan ve Olmayan Sınır Testleri	ELT@Y
Iyke ve Odhiambo (2014)	1971 - 2012	Gana	ARDL Sınır Testi	Y@ELT

Ampirik bulgulara dayanan farklılıkları açıklayabilmek için dört temel hipotez geliştirilmiştir. Bu hipotezler büyüme, muhafaza, geri besleme ve yansızlık kuramlarıdır.

Büyüme kuramı ekonomik büyüme ile enerji kullanımı arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığını ve nedenselliğin yönünün enerji kullanımından ekonomik büyümeye doğru olduğunu kabul eder. Bu kurama göre enerji tüketimindeki artış ekonomik büyümeyi olumlu yönde desteklemektedir(Öztürk,2010). Bu bilgi politika yapıcılara elektrik tüketimini azaltmaya yönelik enerji tasarrufu politikası uygulamamaları gerektiği sinyali vermektedir(Şenkardeşler,2019).

Büyümeden enerji kullanıma doğru tek yönlü nedenselliğin varlığı muhafaza hipotezini desteklemektedir. Ekonomik büyümedeki artış enerji tüketiminin artmasına sebep olmaktadır(Squalli,2007). Bu durumda enerji arzının, artan gelire paralel olarak artacak enerji talebini karşılayacak düzeyde olması önemlidir (Şenkardeşler,2019).

Geri besleme kuramında iki yönlü nedensellik vardır. Kuram enerji kullanımı ve ekonomik büyümenin birlikte belirlendiğini ve birbirini aynı yönde etkilediğini belirtmektedir.

Enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığı durum yansızlık kuramı ile açıklanmaktadır. Bu koşulda enerji kullanımını artıran veya enerji tasarrufu sağlayan politikalar ekonomik büyüme üzerinde bir etki yaratmayacaktır. Ayrıca büyüme de enerji kullanımında artışa ya da azalışa sebep olmamaktadır. Bu kurama göre enerji büyümeyi destekleyen temel üretim faktörü olamaz.

4. Türkiye’de Elektrik Enerjisi: 1975-2017 Dönemi

Tablo-1: Net elektrik tüketiminin sektörlere göre dağılımı

Distribution of net electricity consumption by sectors

Yıl	Toplam	Mesken	Ticaret	Resmi daire	Sanayi	Aydınlatma	Diğer ⁽¹⁾
Year	Total	Household	Commercial	Government	Industrial	Illumination	Other ⁽¹⁾
	(GWh)	(%)					
1975	13.492	17,5	4,9	3,7	64,8	1,9	7,2
1985	29.709	19,0	5,5	3,0	66,0	1,4	5,1
1995	67.394	21,5	6,2	4,5	56,4	4,6	6,8
2005	130.263	23,7	14,2	3,6	47,8	3,2	7,5
2015	217.312	22,0	19,1	3,7	47,6	1,9	5,7
2016	231.204	22,2	18,8	3,9	46,9	1,8	6,4
2017	249.023	21,8	19,8	4,1	46,8	1,8	5,7

Kaynak: TEDAŞ, Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri

İkincil enerji kaynağı olan elektrik tüm birincil kaynaklardan üretilebilmekte ve hayatın her alanında kullanılmaktadır.

Net elektrik tüketiminin sektörlere göre dağılımı incelendiğinde en büyük paya sahip olan sektörün sanayi sektörü olduğu görülmektedir. Fakat yıllar itibariyle incelendiğinde sanayide elektrik kullanım oranının sürekli azaldığı görülmektedir. Bu durum sanayide ithal enerji kullanımının giderek arttığını göstermektedir. Evlerde kullanılan birçok alet elektrikle tamamlayıcılık ilişkisi içinde olduğundan elektrik tüketiminde mesken de önemli bir yer tutmaktadır. Ticari kesimin ise elektrik tüketimi sürekli artış göstermiştir.

Kurulu güç bir elektrik üretim tesisinin üretebileceği enerji miktarını göstermektedir. Aşağıdaki grafikte Türkiye’de Kurulu gücün yıllar itibariyle gelişimi gösterilmektedir.



Kaynak: TEİAŞ,Türkiye Elektrik Kurumu

İncelenen dönem içerisinde kurulu gücün sürekli arttığı görülmektedir fakat Türkiye’nin elektrik üretebilme potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda bu düzey çok yetersizdir. Aşağıdaki tabloda elektrik santrallerinin brüt üretimi ve Türkiye’nin net elektrik tüketimi gösterilmektedir.

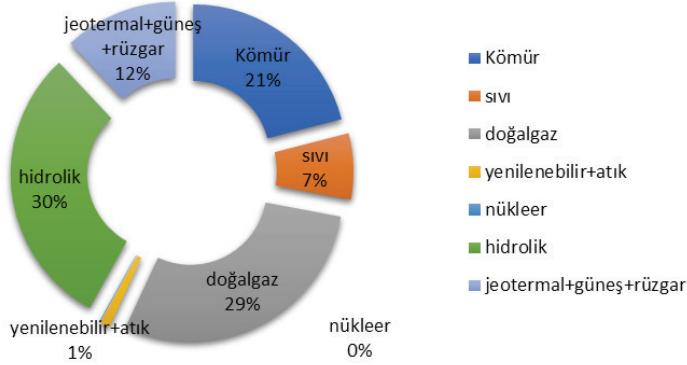
Tablo-2: Elektrik santrallerinin toplam kurulu gücü, brüt üretimi, net elektrik tüketimi

Power installed of power plants, gross generation and net consumption of electricity			
Yıl	Toplam kurulu güç	Brüt Üretim	Net tüketim
Year	Total power installed	Gross generation	Net consumption
	(MW)	(GWh)	
1975	4 186,6	15 622,8	13 491,7
1985	9 121,6	34 218,9	29 708,6
1995	20 954,3	86 247,4	67 393,9
2005	38 843,5	161 956,2	130 262,9
2010	49 524,1	211 207,7	172 050,6
2015	73 146,7	261 783,3	217 312,3
2016	78 497,4	274 407,7	231 203,7
2017	85 200,0	297 277,5	249 022,6

Kaynak: TEDAŞ

1975-2017 yılları arasında toplam kurulu güçteki artışa bağlı olarak brüt elektrik üretimi ve net elektrik tüketimi de artmıştır. Net üretim ve tüketimin neredeyse eşit olmasının sebebi elektrik enerjisinin depolanma özelliğinin olmamasıdır, elektrik üretildiği anda tüketilmesi gereken bir enerji kaynağıdır. Bu tablodan elektrik talebinin arzına eşit olduğu anlaşılmaktadır. Elektrik arzının artırılmasıyla talebin de artması beklenebilir. Elektrik kullanımının diğer enerji kaynaklarına göre sınırlı olmasının sebebi tüketicinin tercihi değil, arzının kısıtlı olmasıdır. Yerli kaynaklardan elde edilecek kurulu gücün artırılması Türkiye açısından faydalı olacaktır.

Doğal kaynakların dünya üzerinde orantısız dağılımı sonucu Türkiye birincil enerji kaynaklarına yeterli oranda sahip değildir. Buna karşın coğrafi konumu sebebiyle oldukça avantajlı bir durumdadır. Fakat aşağıdaki grafikten de açıkça görüldüğü gibi, bu avantajını değerlendirilmemektedir.

Grafik 2: Türkiye Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı

Kaynak: OECD

Elektrik enerjisini elde edildiği fosil kaynaklara göre incelediğimizde doğalgaz birinci kömür ikinci sıradadır. Maliyet avantajından dolayı tercih edilen kömür de tıpkı doğalgaz gibi ithal üründür ve her ikisi de çevreye ciddi zararlar vermektedirler.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında teknolojik gelişim bakımından en ileri düzeyde olan enerji çeşidi hidrolik enerjidir. Türkiye’de yenilenebilir enerji üretiminde en önemli paya sahip olan hidrolik enerji, işletme bakım giderlerinin az olması ve yakıt giderinin olmaması sebebiyle verimli bir enerji kaynağıdır.

Türkiye iklim koşulları bakımından birçok ülkeye oranla avantajlı durumdadır. Türkiye’nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat ve günlük 7.2 saattir (MGM,2017). Buna rağmen 2017 yılı itibarıyla güneş enerjisi kurulu güç kapasitesi 2246 megavattır. Bu kapasitesiyle dünyada 15. Sırada yer almaktadır. Güneşlenme saati olarak Türkiye’ye göre dezavantajlı konumda bulunan Çin, Japonya ve Almanya ilk üç sırayı paylaşmaktadırlar(Enerji Atlası,2017).

Elektrik üretim tesisleri içerisinde rüzgâr enerjisi santralleri, çevre kirliliğine sebep olmaması, kurulum süreçlerinin kısa ve kolay oluşu, yatırım maliyetlerinin nispeten az olması ve elektrik enerjisine kolaylıkla dönüştürülebilir enerji çeşidi olması sebepleriyle birçok ülkede tercih edilmektedir. Türkiye rüzgâr potansiyeli bakımından zengin ülkeler arasındadır. 2017 yılı itibarıyla Türkiye’nin rüzgâr enerjisi santralleri kurulu gücü 37785 megavattır. (TÜREB,2017).

Grafik bir bütün olarak değerlendirildiğinde Türkiye'nin elektrik üretiminde nükleer enerjiden hiç faydalanmadığı, avantajlı olabilecek yenilenebilir kaynaklarından potansiyelinin altında yararlanarak kaynaklarını etkin kullanmadığı, ithalat yoluyla karşıladığı ve çevreye zararlı olan fosil yakıtlardan elektrik üretmeye devam ettiği anlaşılmaktadır.

5. Metodoloji

Ampirik analizin amacı Türkiye için 1974-2017 dönemine ait elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme oranları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

1973'te yaşanan petrol krizi sebebiyle Türkiye'nin ekonomik büyüme oranı bir önceki yıla göre %4.22 azalmış ve petrol ithal eden bir ülke olduğu için dış ticaret açığı yaklaşık %13 artmıştır. 1974 yılı Türkiye'nin enerji politikalarını revize etmeye ve alternatif enerji kaynağı olan elektrik tüketimini artırmaya başladığı yıldır. Bu sebeple analiz döneminin başlangıç yılı 1974 olarak seçilmiştir.

Araştırmada kullanılan değişkenler net elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme oranlarıdır. Enerji kaynakları arasından elektrik enerjisinin değişken olarak seçilmesinin sebepleri şunlardır: Elektrik enerjisi tüm enerji kaynaklarından üretilebildiği için arz güvenliği olan, hayatın her alanında ihtiyaç duyulduğu için kullanımı yaygın ve çevreye zararsız bir enerji kaynağıdır. Ekonomik büyüme ise Türkiye'nin temel hedefi olduğu için değişken olarak seçilmiştir. İncelenen literatürün tamamında ekonomik büyümeyi temsilen GSYH verilerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada GSYH verileri değil, GSYH' daki değişim oranlarıyla ölçülen ekonomik büyüme oranları kullanılmıştır, çünkü incelenen seride negatif büyümenin yaşandığı yıllar da mevcuttur.

Çalışmada kullanılan datalar OECD, TÜİK ve TEİAŞ tarafından sunulan istatistiklerden elde edilmiştir.

Ampirik analiz Eviews paket programı kullanılarak yapılmıştır.

İncelenen dönem için oluşturulan seriler zaman içerisinde sistematik bir değişim gösteriyorsa yapılacak testler anlamsız olacağından analize birim kök testi yapılarak başlanmıştır. Serilerin durağanlığı ADF yöntemiyle sınanmıştır. Ardından değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı Johansen Eş bütünleşme Testi ile sınanmıştır. Eş bütünleşmenin test edilebilmesinin ön koşulu serilerin aynı düzeyde durağan olmalarıdır. Bu amaçla yapılan fark alma işlemi sırasında uzun dönem bilgisinde kayıplar oluşmakta ve bu kayıplar dengesizliklere sebep ol-

maktadır. Kayıplardan kaynaklanan dengesizlikleri gidermek için Hata Düzeltme Modeli uygulanmıştır. Son olarak değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığını anlamak ve böyle bir ilişki varsa yönünü tespit etmek amacıyla Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Bu çalışmada Granger Nedensellik Testi hem VAR hem de Pairwise metotlarıyla uygulanmıştır.

5.1. Ampirik Analiz

Geçmiş dönem verilerinden etkilenme eğiliminde olan zaman serileri ardışık bir şekilde gözlemlenen sayısal değerlerdir (Sevüktekin ve Nargeleçeken, 2007:41). İncelenen seriler eğer zaman içerisinde sistematik bir değişim gösteriyorsa seri üzerinde yapılan çalışmalar anlamlılığını yitirecektir. Bu sebeple zaman serisi analizlerinde en önemli konulardan biri durağanlıktır.

Bir zaman serisinin ortalaması ve varyansı zaman içerisinde değişmiyorsa ve bu iki dönem arasındaki kovaryans hesaplandığı döneme değil de yalnızca iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı ise o zaman serisi durağandır (Gujarati,1999:713).

Durağan olmayan serilerle çalışmak iki temel soruna sebep olur. Bunlardan ilki elde edilen regresyon modelleri ile yapılacak tahminler güvenilir olmaz. Diğeri ise sahte regresyon sorunudur (Yıldıratan,2010:244). Sahte regresyon iki değişken arasındaki ilişkinin gerçek derecesini değil, içlerinde bulunan ortak eğilimi yansıtır.

Bu çalışmada durağanlık sınaması Birim Kök Testi kullanılarak yapılmıştır.

5.1.1. Birim Kök Testi

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

(1)Nolu denklemde u_t stokastik bir hata terimi olup, $E(u_t)=0$, $Var(u_t)=\sigma^2$ ve $Kov(u_t, u_{t-s})=0$, $s \neq 0$ için. Zaman serisi analizlerinde ortalaması ve kovaryansı sıfır, varyansı sabit olan hata terimi beyaz gürültü hata terimi olarak adlandırılır. Bu model 1. Dereceden otoregresif model olup AR(1) diye belirtilir. (1) nolu denklemde Y_{t-1} 'in katsayısı 1'e eşitse ($\rho=1$), birim kök sorunu vardır yani Y değişkeni kendisinin bir dönem önceki değerleri ile ilişkili olması sebebiyle seri durağan değildir. Bu durumda (1)nolu denklem

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

şeklini alır. Bu çalışmada Birim Kök Sınaması Dickey-Fuller (1979) yöntemiyle yapılmıştır. Dickey-Fuller (1979) testinde $H_0: \rho = 1$ hipotezinin %1, %5 ve %10 düzeylerine göre kabul-red sınırları MacKinnon (1991,1996) kritik değerleri tarafından belirlenmiştir. Tau istatistiğinin olasılık değeri 0.05'ten büyük ise H_0 kabul edilir ve serinin birim kökten arındırılması gerekmektedir.

Dickey-Fuller (1979) testine güvenilebilmesi için hata terimlerinin otokorelasyonsuz ve sabit varyanslı olması gerekmektedir. DF denkleminde otokorelasyonu ortadan kaldırmak için ADF denklemlerinin tahmin edilmesi gerekmektedir.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 + \delta Y_{t-1} + \sum \Delta y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

(3)nolu denkleme DF sınaması uygulanırsa ADF sınaması yapılmış olur. Bu denkleme $\delta=0$ ise H_0 hipotezi kabul edilir.

Null Hypothesis: NETCONS has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 0 (Automatic – based on SIC, maxlag=9)				
		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey - Fuller Test Statistic		11.45900	1.0000	
Test critical values	1% level	-2.621185		
	5% level	-1.948886		
	10% level	-1.611932		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
NETCONS(-1)	0.058058	0.005067	11.45900	0.0000
R-squared	0.430551	Mean dependent var		5607.819
Adjusted R-squared	0.430551	S.D. dependent var		4808.618
S.E. of regression	3628.673	Akaike info criterion		19.25464
Sum squared resid	5.40E+08	Schwarz criterion		19.29602
Log likelihood	-403.3475	Hannan-Quinn criter		19.26981
Durbin-Watson stat	1.783419			

ADF birim kök testi için uygun gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi ADF test istatistiğinin olasılık değeri 0.05' ten büyük olduğundan H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Seride birim kök problemi olduğundan seriye fark alma işlemi uygulanmadır.

Null Hypothesis: D(NETCONS) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 8 (Automatic – based on SIC, maxlag=9)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey - Fuller Test Statistic			-5.588227	0.0003
Test critical values		1% level	-4.262735	
		5% level	-3.552973	
		10% level	-3.209642	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
D(NETCONS(-1))	-7.121567	1.274388	-5.588227	0.0000
D(NETCONS(-1),2)	5.950112	1.209203	4.920687	0.0001
D(NETCONS(-2),2)	5.230174	1.116301	4.685270	0.0001
D(NETCONS(-3),2)	4.318577	0.973817	4.434690	0.0002
D(NETCONS(-4),2)	3.646536	0.822109	4.435587	0.0002
D(NETCONS(-5),2)	2.812430	0.672936	4.179344	0.0004
D(NETCONS(-6),2)	2.128292	0.515999	4.124606	0.0004
D(NETCONS(-7),2)	1.585453	0.380268	4.169308	0.0004
D(NETCONS(-8),2)	1.224046	0.325303	3.762792	0.0011
C	-9788.131	2424.353	-4.037419	0.0006
@TREND("1975")	1846.715	326.6456	5.653573	0.0000
R-squared	0.780628	Mean dependent var	443.8273	
Adjusted R-squared	0.680913	S.D. dependent var	5322.151	
S.E. of regression	3006.364	Akaike info criterion	19.11605	
Sum squared resid	1.99E+08	Schwarz criterion	19.61489	
Log likelihood	-304.4149	Hannan-Quinn criter	19.28389	
F-statistic	7.828622	Durbin-Watson stat	1.627428	
Prob(F-statistic)	0.000032			

Fark alma işleminde uygun gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. ADF test istatistiği olasılık değeri 0.05 ten küçük, ADF test istatistiği kritik değerlerden büyük ve ADF test istatistiği mutlak değer olarak en büyük olduğundan H_0 reddedilir. Sabit ve trend eklenmiş olan seriye 1. fark alma işlemi uygulandıktan sonra serinin durağan hale geldiği görüldüğünden başlangıçtaki rastsal yürüyüş serisinin 1. Dereceden bütünleşik olduğu anlaşılmaktadır.

Seriler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı eş bütünleşme analizi kullanarak belirlenebilir. Eş bütünleşme analizi durağanlık özelliğine sahip olmayan zaman serilerine ait değişkenlerin tümleşme derecelerinin aynı olması durumunda, söz konusu değişkenlerin doğrusal bileşenlerinin durağan olup olmadığının incelenmesini sağlar. Bu araştırmada

değişkenler arasındaki eş bütünleşmenin varlığı Johansen Eşbütünleşme Testi yardımıyla incelenmiştir.

5.1.2. Johansen Eşbütünleşme Testi

Johansen ve Juselius (1990), eşbütünleşme hipotezini test etmek için en çok benzerlik yöntemi ve Benzerlik Oranı Testlerini geliştirmişlerdir. Johansen Eşbütünleşme Testi birinci farkların Hata Düzeltme Modeli formu şöyledir;

$$\Delta X_t = \Gamma_t \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k+1} \Delta X_{t-k} + \Pi X_{t-k} + \mu + \varepsilon_t \text{ ve } \varepsilon_t \sim N(0, \Lambda) \quad t = 1, \dots, T.$$

Burada Π , $(n \times n)$ matris, $\Gamma_t, \dots, \Gamma_{k+1}$ parametrelerin matrisi, X_t $(n \times n)$ birinci derece birim kök vektörü, μ $(n \times 1)$ vektör sabit değer, ε_t hata terimi vektörü ve Λ $(n \times n)$ kovaryans matrisini göstermektedir. Eşitlikte $\Delta X_t \sim I(0)$ olduğundan sağ tarafın durağan olması ancak ΠX_{t-k} 'nin durağan olmasıyla gerçekleşir.

Eş bütünleşme testinde Johansen yaklaşımı Benzerlik Oranı Testine dayalıdır ve n-r hipotezine karşı n-r-1 alternatif hipotezine göre test edilir. Trace ve max statistic testi olmak üzere iki ayrı test kullanılmaktadır.

$$\Lambda_{\max} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \Lambda_i), \quad r = 0, \dots, n-1.$$

Burada Λ_i en yüksek Öz değerdir.

Max statistic testi ise,

$$\Lambda_{\max} = -T \ln(1 - \Lambda_i) \text{ şeklindedir.}$$

Date: 01/06/19 Time: 14:16
 Sample (adjusted): 1981 2017
 Included observations: 37 after adjustments
 Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
 Series: GROWTH DNETCONS
 Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. Of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None*	0.484352	37.97202	25.87211	0.0010
At most 1*	0.305067	13.46578	12.51798	0.0346

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
 * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
 ** MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. Of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.484352	24.50623	19.38704	0.0082
At most 1*	0.305067	13.46578	12.51798	0.0346

Max- eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
 * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
 ** MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'*S11*B=I):

GROWTH	DNETCONS	@TREND(76)
-0.321518	-0.000754	0.198429
-0.741835	0.001091	-0.258340

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D (GROWTH)	3.106903	0.455921
D (DNETCONS)	2118.117	-1316.254

1 Cointegrating Equation (s): Log likelihood -443.6656

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

GROWTH	DNETCONS	@TREND(76)
1.000000	0.002344	-0.617163
	(0.00070)	(0.18000)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D (GROWTH)	-0.998924
	(0.00070)
D (DNETCONS)	-681.0120
	(200.076)

Yukarıda sunulan Eş bütünlüşme analizi sonuçlarına göre, İz ve Maksimum Öz değer istatistikleri iki eştümleştirici denklem saptamışlardır. Seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu anlaşılmıştır.

5.2.3. Hata Düzeltme Modeli

Hata düzeltme modeli uzun dönemdeki dengeden sapmayı gösterir. Bu nedenle sadece değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunda kullanılabilir. Uzun dönemli ilişkinin varlığı Johansen Eşbütünlüşme Analizi ile ortaya konmuştur. Eşbütünlüşmenin olabilmesi için serilerin durağan olması gerektiğinden serilere fark alma işlemi uygulanmıştır. Fark alma işlemi sırasında uzun dönem bilgisinde kayıplar

oluşmaktadır. Kayıplardan kaynaklanan dengesizlikler hata düzeltme modelleri kullanılarak ortadan kaldırılmaya çalışılır. Bu sebeple ampirik analize dahil edilen HDM'ne ait bulgular aşağıda verilmiştir.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
DNETCONS	0.000758	0.000154	4.912503	0.0000
C	3.604498	1.090888	3.304187	0.0020
@TREND	-0.153219	0.060460	-2.534234	0.0154
R-squared	0.394285	Mean dependent var		4.559524
Adjusted R-squared	0.363223	S.D. dependent var		4.349996
S.E. of regression	3.471224	Akaike info criterion		5.395641
Sum squared resid	469.9265	Schwarz criterion		5.519760
Log likelihood	-110.3085	Hannan-Quinn criter		5.441136
F-statistic	12.69336	Durbin-Watson stat		2.016244
Prob(F-statistic)	0.000057			

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi tüm değişkenlere ait istatistiklerin olasılık değerleri ve F istatistiğinin olasılık değeri 0.05 ten küçüktür. Değişkenlerin tamamının anlamlı olduğu anlaşıldığından hata terimlerinin düzey değerde durağan olup olmadıklarını sınama aşamasına geçilebilir.

Null Hypothesis: HATATERIMLERI has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 0 (Automatic – based on SIC, maxlag=9)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey - Fuller Test Statistic			-6.603832	0.0000
Test critical values	1% level		-4.198503	
	5% level		-3.523623	
	10% level		-3.192902	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
HATATERIMLERI(-1)	-1.050155	0.159022	-6.603832	0.0000
C	-0.542851	1.122657	-0.483541	0.6315
@TREND("1975")	0.019216	0.044967	0.427326	0.6716
R-squared	0.534499	Mean dependent var		-0.203846
Adjusted R-squared	0.509999	S.D. dependent var		4.862568
S.E. of regression	3.403800	Akaike info criterion		5.358017
Sum squared resid	440.2624	Schwarz criterion		5.483401
Log likelihood	-106.8394	Hannan-Quinn criter		5.403675
F-statistic	21.81627	Durbin-Watson stat		1.946857
Prob(F-statistic)	0.000000			

Hata terimlerinin olasılık değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Hata terimleri düzey değerinde durağanlık şartını sağlamaktadır. Bu aşamadan sonra HDM kurulabilir.

Dependent Variable: GROWTH Method: Least Squares				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
DNETCONS	0.000517	0.000117	4.412796	0.0001
HATATERIMLERI(-1)	-0.056802	0.167539	-0.339037	0.7364
C	1.482008	0.869631	1.704181	0.0965
R-squared	0.339140	Mean dependent var		4.414634
Adjusted R-squared	0.304358	S.D. dependent var		4.300207
S.E. of regression	3.586595	Akaike info criterion		5.462639
Sum squared resid	488.8194	Schwarz criterion		5.588023
Log likelihood	-108.9841	Hannan-Quinn criter		5.508297
F-statistic	9.750403	Durbin-Watson stat		1.894663
Prob(F-statistic)	0.000382			

Bu aşamada kontrol edilmesi gereken bir kısıt vardır. Birinci farkı alınmış hata terimlerinin katsayısının -1 ile 0 aralığında olması gerekmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi hataterimleri(-1)'in katsayısı -0,056802'dir. Hata düzeltme mekanizmasının çalıştığı anlaşılmaktadır. Geçen yıl dengedeki bozulmanın bu yıl yaklaşık %0.57'si düzeltilmektedir.

5.2.4. Granger Nedensellik Testi

Nedenselliğin varlığını ve yönünü istatistiksel açıdan belirleyen nedensellik analizi Granger(1969) tarafından geliştirilmiştir. Granger (1969)'a göre değişkenler arasında bir ilişkinin varlığı, aralarında bir nedensellik ilişkisi olduğunu garanti etmez.

Bu çalışmada nedensellik analizi için hem VAR hem de Pairwise Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. İki yöntemde de aynı sonuca ulaşılmıştır.

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Dependent variable: DNETCONS			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
GROWTH	3.219102	4	0.5219
All	3.219102	4	0.5219
Dependent variable: GROWTH			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
GROWTH	4.118741	4	0.3902
All	4.118741	4	0.3902

Bağımlı değişken olarak önce net elektrik tüketimi sonra ekonomik büyüme oranı kullanılmıştır. Değişkenlere ait olasılık değerleri 0.05 ten büyük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Tabloya göre büyüme oranı net elektrik tüketiminin nedeni değildir ve net elektrik tüketimi büyüme oranının nedeni değildir. VAR yöntemine dayalı Granger Nedensellik analizi sonucuna göre değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

Pairwise Granger Causality Tests			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
GROWTH does not Granger Cause DNETCONS	38	0.80478	0.5322
DNETCONS does not Granger Cause GROWTH		1.02969	0.4087

Pairwise yöntemiyle uygulanan Granger Nedensellik Testine göre ekonomik büyüme oranları ile net elektrik tüketimi arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

6. Bulgular Sonuç Ve Öneriler

Johansen Eştümleşme Testi sonucuna göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki mevcuttur. Varyans araştırmasına dayanan Granger Nedensellik Testi sonucuna göre ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Pairwise yöntemine dayanan Granger Nedensellik Testi de bu sonucu doğrulamaktadır. Ampirik analizden elde edilen bulgular yansızlık kuramını desteklemektedir. Değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi tespit edilememesinin sebebi elektriğin diğer enerji kaynaklarından elde ediliyor olmasıdır. Aynı ilişki ekonomik büyüme ve doğalgaz, petrol, kömür arasında araştırılıyorsa veya ekonomik büyüme ve enerji tüketimi olarak genel bir yaklaşım izlenseydi sonuçlar farklı olabilirdi. Bulguları literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırdığımızda sadece Narayan ve Prasad(2008)'in 30 OECD

ülkesi için Granger Nedensellik Testi uyguladığı çalışmasında Türkiye için benzer sonuca ulaşıldığı görülmektedir. İncelenen ülke ve kullanılan metot aynı olsa da çalışılan dönem aynı olmadığı için bu benzerlik tam bir bilgi sağlamamaktadır.

Ekonomik büyüme için üretim gereklidir. Üretim ise enerji kullanımını gerektirir. Türkiye’de üretim tesislerinde en çok kullanılan enerji türleri sırasıyla doğalgaz, elektrik, kömür ve petroldür. Birincil enerji kaynaklarına yeterince sahip olmayan Türkiye enerjide dışa bağımlıdır. İthalat yoluyla karşılanan enerji cari açık sorununun en önemli sebeplerinden birisidir. Kullanılan enerji yerli kaynak olmadığı için enerji arz güvenliği Türkiye için bir tehdit oluşturmaktadır. Üstelik yeterli döviz rezervine sahip olmayan Türkiye her zaman kur riskiyle karşı karşıyadır. Artan döviz kurları enerji maliyetlerini ve dolayısıyla üretilen malları pahalılaştırmakta ve enflasyona sebep olmaktadır. Bu şekilde ekonomik büyüme sağlansa bile bunun sürdürülebilir olması mümkün değildir. Bu bilgilere dayanarak Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımlarını artırması önerilebilir. Elektrik üretimini yenilenebilir ve yerli kaynak olan güneş, rüzgâr, su enerjisi kullanarak sağlamak ekonomide enerjinin yükünü hafifletecek, diğer makroekonomik göstergelerde bozulmalara yol açmayacak, enerji arz güvenliğini tehdit olmaktan çıkaracak ve çevreye verilen zararlar en aza indirgenmiş olacaktır. Bu sayede ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği sağlanabilir.

Kaynakça

- Acaravcı, A. ve Öztürk, I. (2010), "On The Relationship Between Energy Consumption, CO2 Emissions and Economic Growth in Europe", *Energy*, 35(12), 5412-5420.
- Acaravcı, A., Erdoğan, S. ve Akalın, G. (2015) "The Electricity Consumption, Trade Openness and Foreign Direct Investment: The Empirical Evidence From Turkey", *International Energy Economics and Policy*, 5(4), s.1050-1057
- Akarca, A. ve Long, T.V. (1980) "Relationship Between Energy And GNP: A Reexamination", *Journal of Energy&Finance Development*, 5:2(2), s.326-331
- Akbaş, E.Y., ve Şentürk, M. (2013) "MENA Ülkelerinde Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Karşılıklı İlişkinin Analizi", *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Sayı:41, s.45-67*
- Aktaş, C. ve Yılmaz, V. (2008) "Causal Relationship Between Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey", *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(8), s.45-54
- Altınay, G. ve Karagöl, E. (2005) "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey", *Energy Economics*, 27, s.849-856
- Aydın, B. ve Bozdağ, E.G. (2018) "Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Avrupa Birliği ve Türkiye Örneği", *International Journal of Academic Value Studies*, 4(18), s.70-80
- Ayres, R. U. and B. Warr (2005) "Accounting For Growth; The Role of Physical Work", *Structural Change and Economic Dynamics*, 16(2), s. 181-209.
- Bayraktutan, Y., Uçak, S. ve Bici, İ.M (2012). "Yükselen Piyasalarda Elektrik Tüketimi-Büyüme İlişkisi: Nedensellik Analizi", *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), s.241-254
- Beaudreau, Bernard C. (1998) *Energy and Organization: Growth and Distribution Reexamined*. Westport, CT: Greenwood Press.
- Belloumi, M. (2009). "Energy Consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and Causality Analysis" *Energy Policy*, 37 s.2745-2753.
- Dagher, L., and T. Yacoubian (2012). "The Causal Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Lebanon". *Energy Policy* 50, s.795-801
- Dergiades, T., G. Martinopoulos, and L. Tsoulfidis (2013). "Energy Consumption and Economic Growth: Parametric and Non-Parametric Causality Testing for the Case Greece". *Energy Economics*, 36, s.686-697.
- Dickey, D. A. and W.A. Fuller (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root" *Journal of the American Statistical Association* Vol. 74, No. 366, s. 427-431
- Enerji Atlası: <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>
- Eren, M.V., Polat, M.A. ve Aydın, H.İ. (2016) "Türkiye'de Yapısal Kırımlı Testlerle Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Analizi", *Akademik Bakış Dergisi* sayı:56, s.275-289
- Ergün, S. ve Polat, M.A. (2015) "OECD Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi" *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, sayı:45, s.115-141.

- Ertuğrul, H.M. (2011) "Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi" Enerji Piyasa ve Düzenleme,2, s.49-73
- Georgescu-Roegen, N.(1971) The Entropy Law And The Economic Process. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Georgescu-Roegen, N." Energy And The Economic Myths". Southern Economic Journal, 41(3), s.347-381.
- Ghali, K. H., and M. I. T. El-Sakka(2004). "Energy Use and Output Growth in Canada: Multivariate Cointegration Analysis", Energy Economics, 26(2), s. 225–258
- Granger, C. W. J. (1969), "Investigating Causal Relations By Econometric Models And Cross-Spectral Methods", Econometrica, 37, s.424-438.
- Gujarati, D.N.(2011). Temel Ekonometri, (Çeviri: G. G. Şenesen/ Ü. Şenesen), Literatür Yayınları:33, İstanbul.
- Iyke,N.B. and Odhiambo N.M. (2014). "The Dynamic Causal Relationship Between Electricity Consumption And Economic Growth In Ghana: A Trivariate Causality Model". Managing Global Transitions 12 (2), s. 141–160
- İsmiç,B. (2015) "Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Nüfus İlişkisi" Çankırı Karatekin Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi,5(1),s.259-274
- Johansen,S. ve K. Juselius (1990). " Maximum Likelihood Estimation and Inference on Co-integration with Applications to The Demand For Money", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52(2), s.169-210
- Kapusuzoğlu,A. ve Karan, M.B. (2010), "Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Arasında Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma" İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 1(3), s. 57-68
- Kar,M. Ve Kınık,E.(2008), "Türkiye'de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi" Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi,10(2), s.333-353
- Karagöl,E., Erbaykal,E.ve Ertuğrul,H.M. (2007), "Türkiye'de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı" Doğuş Üniversitesi Dergisi, 8(1), s.72-80
- Kraft,J. Ve Kraft,A. (1978) "On The Relationship Between Energy And GNP" The Journal of Energy And Development,3(2),s.401-403
- Kummel, R., D. Lindenberger, and W. Eichhorn (2000) "The Productive Power of Energy and Economic Evolution," Indian Journal of Applied Economics, Special Issue on Macro and Micro Economics. S.231-262
- Lee, C. C. (2005). "Energy Consumption And GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis", Energy Economics,27 (3), s. 415–427.
- MacKinnon, J. G. (1991), "Critical Values For Cointegration Tests," Chapter 13 in Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration, ed. R. F. Engle and C. W. J. Granger. Oxford, Oxford University Press.
- MacKinnon, J. G. (1996), "Numerical Distribution Functions For Unit Root And Cointegration Tests," Journal of Applied Econometrics, 11, s.601–618.

- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü <https://www.turkiye.gov.tr/meteoroloji-genel-mudurlugu>
- Mozumder, P., Marathe, A., (2007). "Causality Relationship Between Electricity Consumption and GDP in Bangladesh". *Energy Policy* 35, s.395–402.
- Murray, D.A. ve Nan, G.D., (1994). "A Definition of The Gross Domestic Product–Electrification Interrelationship". *Journal of Energy and Development* 19(2),s. 275–283.
- Narayan, P. K., and R. Smyth(2005). "The Residential Demand for Electricity in Australia: An Application of the Bounds Testing Approach to Cointegration", *Energy Policy*,33, s.467–474
- Narayan, P.K., Prasad, A., (2008). "Electricit Consumption—Real GDP Causality Nexus: Evidence From A Bootstrapped Causality Test For 30 OECD Countries". *Energy Policy* 36, s.910–918.
- Nazlıoğlu,S., Kayhan,S. ve Adıgüzel, U. (2014) "Electricity Consumption And Economic Growth In Turkey:Cointegration, Linear and Nonlinear Granger Causality" ,*Energy Sources,PartB: Economics, Planning and Policy*, 9(4), s.315-324
- Nişancı,M. (2005) "Türkiye’de Elektrik Enerjisi Talebi ve Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki", *Sakarya Üniversitesi İ.İ.B.F. Sosyal Bilimler ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(9), s.107-121
- OECD,The Organisation for Economic Co-operation and Development <http://www.oecd.org/>
- Öztürk,I.ve A. Acaravci (2011). "Electricity Consumption and Real GDP Causality Nexus: Evidence From ARDL-Bounds Testing Approach for 11 MENA Countries", *Applied Energy*, 88 (8),s. 2885–2892
- Öztürk,I.(2010). "A Literature Survey On Energy-Growth Nexus", *Energy Policy*, 38(1), s.340-349
- Polat,Ö., Uslu,E.E. ve San,S. (2011) "Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi" *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 16(1), s.349-362
- Rashe,R.H.ve Tatom,J.A. (1977) "Energy Resources And Potential GNP", *Federal Reserv Bank of St. Louis Review*, June 1977, s.10-24
- S. Ghosh (2002). "Electricity consumption and economic growth in India" *Energy Policy*, 30, s.12-129
- Saatçi,M. Ve Dumrul,Y. (2013) "Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği", *Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*,32(2), s.1-24
- Savaş,B. ve Durğun,B. (2016) "Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasında Nedenellik İlişkisi: Türkiye Örneği", *Dicle Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 6(1), s.213-244
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi EViews Uygulamalı*. Nobel Yayım Dağıtım, Ankara. 2007
- Shahbaz,M.,Öztürk,İ.ve Ali,A. (2015) "Electricity Consumption And Economic Growth Causality Revisited: Evidence From Turkey", *Bulletin of Energy And Economics*, 3(4), s.176-193
- Shiu, A. Ve Lam, P.L., (2004). "Electricity Consumption And Economic Growth In China". *Energy Policy* 32, s.47–54.

- Sims,C.A.(1972). "Money, Income and Causality", American Economic Review,62,s.540-552
- Squalli, J. (2007), "Electricity Consumption And Economic Growth: Bounds and Causality Analysis Of OPEC Members", Energy Economics, Vol. 29, No. 6,s. 1192-1205
- Stern, D. I., and K. Enflo(2013). "Causality Between Energy and Output in the Long-Run", Energy Economics, 39, s.135–146
- Şenkardeşler Aktaş R.(2019). "Ekonomik Büyüme ve Elektrik Tüketimi Arasında Nedenellik Araştırması" ierfm.com/wp-content/uploads/2020/02/KONGRE-KİTABI-26.02.2020-2.pdf
- TEİAŞ,Türkiye Elektrik Kurumu <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/>
- Terzi,H. (1998) "Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma"İktisat, İşletme ve Finans, Mart 1998, s.62-71
- Tsani, S. Z. (2010). "Energy Consumption and Economic Growth: A Causality Analysis for Greece", Energy Economics, 32 (3), s.582–590
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu <http://tuik.gov.tr>
- TÜREB, Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği <https://www.tureb.com.tr/en/publications/turkish-wind-energy-statistics-report-january-2017>
- Wolde-Rufael, Y. (2006). "Electricity Consumption and Economic Growth: A TimeSeries Experience for 17 African Countries",Energy Policy, 34(10), s.1106–1114
- Yang, H.Y., (2000). "A Note On The Causal Relationship Between Energy And GDP In Taiwan". Energy Economics 22, s.309–317.
- Yıldırım,C. ve Dağdemir,Ö. (2018) "Türkiye’de ekonomik Büyüme ve Elektrik Tüketimi İlişkisi", Sakarya İktisat Dergisi, 7(4), s.57-76
- Yıldırım D.Ç. (2010). Eviews Uygulamalı Temel Ekonometri Makro Ekonomik Verilerle, Türkmen Kitabevi.
- Zhang, X. P., and X. M. Cheng (2009). "Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China", Ecological Economics 68 (10),s.2706–2712
- Zhang, X., ve Cheng, X. (2009). "Energy Consumption, Carbon Emissions, And Economic Growth In China". Ecological Economics, 68, s.2706–2712

