

# ULUSLARARASI SOSYAL ARAŞTIRMALAR DERGİSİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Cilt: 12 Sayı: 68 Yıl: 2019  
www.sosyalarastirmalar.com  
Issn: 1307-9581



Doi Number:  
<http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2019.3888>

Volume: 12 Issue: 68 Year: 2019  
www.sosyalarastirmalar.com  
Issn: 1307-9581

## TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR VE YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARINDAN ELEKTRİK TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ\*

### ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICITY CONSUMPTION FROM RENEWABLE AND NON-RENEWABLE ENERGY SOURCES AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY

Şerife ANATÜRK\*\*  
Erkan ÖZATA\*\*\*

#### Öz

Enerji bir ülkenin sosyal, kültürel ve ekonomik alanda ilerleme kaydetmesi için son derece önemli bir yere sahiptir. Enerjinin ve enerji tüketimi içerisinde en büyük paya sahip olan elektrik enerjisinin ülkelerin gelişmişlik düzeyini belirlemedeki rolü göz önünde bulundurulduğunda bu alandaki uygulanacak politikalar son derece önemlidir. 1990-2017 verileri kullanılarak Türkiye için yapmış olduğumuz bu çalışmanın temel amacı, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi sermaye (K) ve emeğin (L) ilave değişkenler olarak dahil edildiği çok değişkenli bir model yardımıyla hem kısa hem de uzun dönem için ortaya koymaktır. Bu sayede iktisadi açıdan etkili ve uygulanabilir enerji politikaları önerilerinde bulunmak hedeflenmektedir. Elde edilen bulgular ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisini savunan Koruma(Saklama) Hipotezini doğrular niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik Tüketimi, Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Kaynaklar, Ekonomik Büyüme, ARDL.

#### Abstract

Energy is crucial for a country to make progress in the social, cultural and economic field. Considering the role of energy and electrical energy, which has the largest share in energy consumption, in determining the level of development of countries, the policies to be implemented in this field are extremely important. The main objective of this study that we have made using 1990-2017 data, is to analyze the short and long run relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources for Turkey in a multivariate model where capital (K) and labor (L) are included as additional variables. In this way, it is aimed to propose economically effective and applicable energy policies. The findings confirm the Preservation Hypothesis, which advocates a one-way causality relationship from economic growth to electricity consumption from renewable energy sources.

**Keywords:** Electricity Consumption, Renewable and Non-Renewable Sources, Economic Growth, ARDL.

#### GİRİŞ

Enerji, insanoğlunun varoluşundan bu yana varlığını sürdürmektedir ve önemi her geçen gün artmaktadır. Enerjinin ne kadar önemli olduğunu gösteren kıstaslardan biri ülkelerin gelişmişlik düzeyini belirlemede önemli bir role sahip olmasıdır. Üretim ve tüketiminin oldukça fazla olması ve kaynaklarının

\* Bu çalışma Şerife Anatürk'ün, Doç. Dr. Erkan Özata danışmanlığında yazdığı "Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği" başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

\*\* Anadolu Üniversitesi Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi, ORCID ID: 0000-0003-3563-9763

\*\*\*Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ORCID ID: 0000-0001-6468-4040



çok çeşitlilik göstermesi nedeniyle enerji ekonomik faaliyet olarak ele alınmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile çok yakından ilgili olmasından dolayı gelişmiş ülkeler buldukları konumu korumak, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler ise gelişimlerini sağlamak amacıyla enerji konusunda büyük titizlik göstermektedirler.

Ekonomik büyüme ile birlikte toplam enerji tüketimi içerisinde elektrik enerjisinin payının fazla olması ekonomik büyüme üzerinde elektrik enerjisinin diğer enerji kaynaklarına göre daha etkili olduğu anlamına gelmektedir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra elektrik sektörünün önemi daha çok artmış ve hakim olan Keynesyen politikalar sonucu kamu kesiminin sektördeki payı artmıştır. Devlet sayesinde yaygın kullanım alanı bulan elektrik kamu hizmeti sınıfına dahil olmuştur. Ancak 1970'li yıllara kadar sorunsuz bir şekilde tüketicilere ulaştırılan elektrik enerjisi yaşanan petrol şokları neticesinde aksaklıklara neden olmuş, alternatif enerji kaynakları ile elektrik üretimi çalışmaları hız kazanmıştır. Bunun sonucunda ise devletin varlığı tartışma konusu olmuş ve Klasik iktisat tekrar gündeme gelmiştir. Yaşanan bu gelişmeler, elektrik piyasasında karar verme mekanizmasının kamu kesiminden serbest piyasaya geçmesine neden olmuştur.

Çalışmanın temel amacı Türkiye'de ekonomik büyüme ile yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi sermaye ve işgücünün ek değişkenler olarak dahil edildiği çok değişkenli model yardımıyla ortaya koyarak iktisadi olarak etkin ve uygulanabilir enerji politikaları önerebilmektir. Çalışmada sermaye ve işgücünün ek değişkenler olarak modele dahil edildiği çok değişkenli model kullanılması çalışmayı çoğu çalışmadan farklı kılmaktadır. Çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekilde planlanmıştır: Öncelikle enerji kaynaklarının iktisadi açıdan öneminden ve Türkiye'nin temel enerji politikasından bahsedilmiş, daha sonra enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar özetlenmiştir. Uygulanacak ekonometrik yöntemler kısaca tanıttıldıktan sonra sırasıyla birim kök testleri ile serilerin durağanlığı araştırılmış, seriler arasında uzun dönemli eşbütünlük ilişkisinin varlığını belirlemek amacıyla Otoresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) Modeline başvurulmuş ve son olarak nedensellik ilişkisinin analizi için de Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuç ve değerlendirme kısmında ise elde edilen sonuçlar doğrultusunda Türkiye'de uygulanması planlanan enerji politikalarına yönelik önerilere yer verilmiştir.

## 1. ENERJİNİN GENEL İKTİSADİ YAPIDAKİ ÖNEMİ

İş yapabilme kapasitesi olarak ifade edilen enerjiye her zaman ve her alanda ihtiyaç duyulmuştur. Ulusların mevcut durumunu koruyabilmesi, geleceğe güvenle bakabilmeleri için güçlü bir sanayi sektörüne sahip olmaları gerekmektedir. Güçlü bir sanayi ise enerji unsuruna bağlıdır. Gelişmekte olan ülkelerin kalkınabilmesi için sanayilerini geliştirmeye devam etmeleri ve GSYİH içindeki sanayi payının artırılması gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmenin yolu ise enerjiden geçmektedir (Başol, 1994, 110-111).

Özellikle ikincil enerji türü olarak bilinen elektrik enerjisinin kullanım alanlarının çeşitli olması, kullanımının kolay olması ve yüksek verimliliğe sahip olmasından dolayı genel enerji talebi artışıyla kıyaslandığında dünya elektrik talebindeki artış hızı daha fazla olmaktadır (Yiğitgüden, 1999, 28).

Enerji elde etme konusu ise sosyal, kültürel, ekonomik ve de stratejik bakımdan son derece önem arz etmektedir. Çünkü bir ülkenin güçlü bir ekonomi, sosyal ve kültürel yapıya ulaşmasını sağlayan en önemli faktörlerden birisi de enerji temin etme sorunudur. Bu nedenle ülkeler gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun hem döviz kaybetmemek hem de sanayide dışa bağlı olmamak için ihtiyaç duydukları enerjiyi kendi pazarlarındaki her türlü imkânı kullanarak karşılamaya çalışmaktadırlar (Alptekin, 1973, 9).

Enerji üretim ve tüketiminin çok büyük boyutlarda olması ve enerji kaynaklarının oldukça çeşitlilik göstermesi onun önemli bir ekonomik faaliyet olarak ele alınmasına neden olmuştur. Ekonomik faaliyetlerin gerçekleşmesi ve devamlılığının sağlanması için artan enerji talebi ile sınırlı olan enerji kaynakları arasında bir dengenin kurulması gerekmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile bu kadar yakından ilgili olması nedeniyle enerji üretimi, tüketimi ve dağılımı, ekonomik gelişme gibi günümüzün en önemli sorunu ile ilişkilendirilmektedir. Buna bağlı olarak günümüz gelişmiş ülkeleri mevcut durumlarını korumak, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler ise gelişmelerini sağlayabilmek için enerji konusu üzerinde durulması ve bu konu da gerekli çalışmaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Berberoğlu, 1982, 10-11).

1960 sonrası dönemde sanayileşmenin çevreye verdiği zarar anlaşılmaya başlanmış, petrol atıklarının ve yakılmasının çevre kirliliğine neden olduğu kabul edilmiştir. 1970'li dönemlerde ortaya çıkan petrol krizi ile birlikte meydana gelen ekonomik sıkıntının üzerine bir de yenilenemez enerji kaynağı olarak bilinen fosil kaynakların tükenme tehlikesi ve doğada sınırlı rezervinin olma sorunsalı eklenince var olan enerji kaynaklarının nasıl daha verimli kullanılabileceği hususu gündeme gelirken; güneş, rüzgâr ve su enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması da söz konusu olmuştur (Şen, 2002, 12-18).



Yenilenebilir enerji kaynaklarının sonsuz bir kaynak olması, yenilenemez enerji kaynaklarına kıyasla daha az çevre kirliliğine neden olması, kapsamlı taşıma sistemi olmadan uzak bölgelere enerji temin edilebilir olması ve yerli bir kaynak olduğu için elektrik üretiminde dışa olan bağımlılığın azaltılmasında etkin role sahip olması gibi bir takım üstünlüklerden dolayı yenilenemez enerji kaynaklarına iyi bir alternatif olarak görülmektedir.

Yenilenebilir teknolojiler günümüzde her geçen gün sayısı artan ülke ve bölgeler için en ekonomik çözümdür. Elektrik üretiminin petrole dayalı olduğu yerlerde, günümüzde düşük maliyetli yenilenebilir çözüm hemen hemen her zaman bulunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin maliyeti düştükçe ekonomik açıdan uygun uygulamaların kapsamı daha da artacaktır. Yenilenebilir enerji teknolojileri, ülkelerin güvenilir, düşük maliyetli ve herkesin erişebileceği enerji imkânı sunarak fiyat dalgalanmalarını azaltmakta, ekonomik ve sosyal kalkınmaya yardım etmektedir (Irena, 2013).

Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişki genel olarak "içsel büyüme modelleri" ile açıklanmaktadır (Taban, 2008, 90). Bir bölgedeki ekonomik büyüme ve enerji talebi arasındaki bağ, o bölgedeki ekonomik kalkınma düzeyi ve fertlerin yaşam standartları tarafından önemli derecede etkilenmektedir. Hane halklarının yüksek hayat standartlarına sahip olduğu gelişmiş ülke ekonomilerinde kişi başına düşen enerji tüketimi göreceli olarak daha fazladır. Fakat bu ekonomilerde fert başına düşen enerji tüketimi miktar olarak sabittir ya da çok az değişme eğilimi sergilemektedir. Gelirde meydana gelen hızlı artışlar genelde enerji yoğunluğu oranında hızlı bir düşüşe neden olurken; yavaş ekonomik büyüme enerji yoğunluğunda yavaş düşüşe neden olmaktadır (Ersoy, 2010).

Ekonomik büyümeye paralel olarak toplam enerji tüketimi içerisinde elektrik enerjisinin payının artış göstermesi ekonomik büyüme üzerinde elektrik enerjisinin diğer enerji kaynaklarına göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca birçok ülkede olduğu gibi ekonomik büyümede en önemli role sahip olan sanayi sektörünün en fazla elektrik enerjisi kullanan sektör olması elektrik enerjisinin büyüme üzerindeki önemini açıkça göstermektedir (Terzi, 1998, 63).

Bu denli önemli olması, elektriğin temelde ekonominin diğer sektörleri ile olan yapısal bağlılığından kaynaklanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde elektrik talebi ile ekonomik büyüme arasında var olan güçlü ilişkinin gelişmiş ülkelerde daha zayıf olduğu görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde elektrik kullanımının uluslararası standartların epey gerisinde kalmasının yanında, bu ülkelerdeki sanayileşme çabaları, gelirdeki artış ve elektrikli ev aletlerinin kullanımındaki yaygınlık elektriğe olan talebin artmasına neden olmuştur (Glen, 1992).

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiye yönelik bir takım politikalar geliştirilmektedir. Uygulanması planlanan enerji politikalarının etkili olabilmesi için değişkenler arasındaki ilişkinin yönü oldukça önemlidir. Literatürde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişki; büyüme(growth), koruma(conservation), geri besleme(feedback) ve yansızlık(nötrality) olmak üzere dört hipoteze göre test edilmektedir (Durğun ve Durğun, 2018).

Büyüme hipotezi, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliği ifade etmektedir. Bu hipoteze göre, enerji kullanımındaki bir artış ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilerken; enerjide bir kısıtlama olduğu durumda ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Büyüme hipotezi, enerji tüketiminin doğrudan veya dolaylı bir şekilde üretim sürecindeki emek ve sermayenin bir tamamlayıcısı olmasından dolayı ekonomik büyümede önemli bir rolünün olduğunu savunmaktadır. Dolayısı ile enerjinin büyümede kısıtlayıcı faktör olduğu ve bu yüzden enerji arzındaki bir şokun ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkisinin olacağı sonucu çıkarılabilir (Öztürk, 2010).

Saklama hipotezi de denilen Koruma hipotezi, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliği ifade etmektedir. Bu hipotezde enerjiye az bağımlı olan ülkelerde enerji tüketimini koruma politikalarının büyüme üzerinde az olumsuz etkisinin olacağı veya hiçbir olumsuz etkisinin olmayacağı savunulmaktadır. Koruma hipotezi, reel GSYİH'daki bir artış enerji tüketiminde bir artışa neden oluyorsa desteklenmektedir.

Çift yönlü nedensellik de denilen Geri Besleme hipotezi, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin birbirleriyle ilişkili ve birbirini tamamlayan iki farklı değişken olduğunu savunmaktadır. Bu hipoteze göre enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Bu durumda, enerji tüketimi verimliliğindeki iyileştirmelere yönelik enerji politikaları reel GSYİH'yı olumsuz yönde etkilemeyecektir (Apergis ve Payne, 2009).

Yansızlık hipotezi ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını savunmaktadır. Yani enerji tüketimi ile ilgili korumacı ya da genişletici politikaların ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi olmayacaktır. Apergis ve Payne (2009)'a göre bu hipotez, enerji tüketiminin



toplam çıktının küçük bileşeni olduğunu varsaymaktadır. Bu yüzden enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ya çok küçük bir ilişki vardır ya da herhangi bir nedensel ilişki yoktur.

## 2. LİTERATÜR

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalardan ilki Kraft ve Kraft (1978)'in 1947-1974 yılları arasındaki dönem için ABD'nin enerji tüketimi ile Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)'sı arasındaki ilişkiyi Sims'in Nedensellik analizini kullanılarak inceledikleri çalışmadır. Bu çalışmada GSMH' dan enerji tüketimine doğru Koruma Hipotezi'ni destekleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi belirlemişlerdir. Kar ve Kınık (2008), Türkiye için yapmış oldukları çalışmalarında 1975-2005 dönemi için, elektrik tüketimi içerisinde toplam elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi ve mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişler; toplam, sanayi ve mesken elektrik tüketimleri ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ve nedenselliğin yönünün ise elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu saptamışlardır. Ayrıca sadece mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Karagöl vd., (2007), Türkiye'de elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1974-2004 dönemini için inceledikleri çalışmalarında Pesaran vd.'nin geliştirmiş olduğu sınır testi yaklaşımını kullanmışlardır. Analiz sonuçları değişkenler arasında kısa dönemde pozitif bir ilişki olmasına rağmen uzun dönemde negatif bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Özata (2010), Türkiye'de 1970-2008 dönemi için enerji tüketimi ile GSMH arasındaki nedensellik ilişkisini incelediği çalışmada değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi olduğunu ve reel GSMH' dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını tespit etmiştir.

Terzi (1998), Türkiye için 1950-1991 dönemine ait yıllık verilerle yapmış olduğu çalışmada Engle-Granger eş-bütünleşme yöntemiyle elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ticaret ve sanayi sektörleri için incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre kısa ve uzun dönemde gelir ve fiyat esnekliklerinin inelastik olduğu belirlenmiştir. Hata düzeltme modeli çerçevesinde uygulanan nedensellik testine göre GSYİH ile toplam elektrik tüketimi arasında çift yönlü bir nedensel ilişkinin olduğu tespit edilirken; sektörel seviyede ise sanayi ve ticari elektrik tüketimi ile GSYİH arasında anlamlı ve çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Şengül ve Tuncer (2006), Türkiye için yapmış oldukları çalışmada 1960-2000 dönemi yıllık veriler kullanarak ticari enerji kullanımı, reel enerji fiyatları endeksi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkilerini analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre ticari enerji kullanımından GSYİH' ya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunurken, reel enerji fiyatları ile GSYİH arasında çift yönlü ve reel enerji fiyatları endeksinden ticari enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Soyaş vd. (2001), 1960-1995 yılları arasındaki yıllık enerji tüketimi ve GSYİH veri setiyle Türkiye için yapmış oldukları nedensellik analizinde enerji tüketimi ile GSYİH arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca enerji tüketiminden gelire doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı saptanmıştır. Mucuk ve Uysal (2009), Türkiye için 1960-2006 dönemine ait yıllık reel GSMH ve enerji tüketim verilerini kullanarak enerji tüketimi ve büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi inceledikleri çalışmada, birinci farklarında durağan olan serilerin uzun dönemde eşbütünleşik yani birlikte hareket etmekte olduğunu; Granger nedensellik test sonuçları da değişkenler arasındaki var olan ilişkinin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru gerçekleştiğini ve enerji tüketiminin büyümeyi pozitif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.

Apergis ve Payne (2011), 16 gelişmekte olan ülke ekonomisi için yaptıkları çalışmada 1990-2007 dönemine ait yıllık verilerle yenilenebilir ve yenilenemez elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi çok değişkenli panel çerçevesinde incelemişlerdir. Test sonuçlarına göre reel GSYİH, yenilenebilir elektrik tüketimi, yenilenemez elektrik tüketimi, reel brüt sabit sermaye oluşumu ve işgücü arasında uzun dönem denge ilişkisi tespit edilmiştir. Fakat yenilenebilir elektrik tüketimi uzun dönem esneklik tahmini pozitif iken istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Panel hata düzeltme sonuçlarına göre kısa dönemde ekonomik büyümeden yenilenebilir elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik gözlemlenmişken uzun dönemde çift yönlü nedensellik gözlemlenmiştir. Ayrıca hem kısa dönemde hem de uzun dönemde yenilenemez elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Alper ve Oğuz (2015), yeni AB üyesi olmuş bir grup ülke (Bulgaristan, Macaristan, Romanya, Estonya, Polonya, Slovenya, Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti) için 1990-2009 dönemine ait veriler kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında ele alınan ülkelerin tümü için yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu fakat istatistiksel olarak ekonomik büyüme üzerindeki önemli etkinin sadece Bulgaristan, Estonya, Polonya ve Slovenya için olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Kıbrıs, Macaristan, Polonya ve Slovenya için nedensellik ilişkisi bulunamamış; Çek Cumhuriyeti için koruma hipotezini destekleyen ekonomik büyümeden yenilenebilir





enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki saptanmış, Bulgaristan için ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik saptanmıştır.

Görüldüğü üzere enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda farklı ekonometrik yöntemlerin kullanılması, veri setinin farklı olması ve ele alınan ülkelerin karakteristik özelliklerinden dolayı elde edilen sonuçlar da farklılık göstermektedir.

### 3. EKONOMETRİK YÖNTEM

Zaman serisine dayanan çalışmalarda genel olarak kullanılan zaman serileri durağan olarak varsayılmaktadır. Durağanlık terimi teknik olarak "bir zaman serisinin ortalamasıyla varyansı zamanla düzenli bir biçimde değişmiyorsa o seri durağandır" şeklinde tanımlanmaktadır (Gujarati ve Porter, 2012, 22). Durağan zaman serileri oldukça önemlidir. Çünkü bir zaman serisi durağan değilse, onun davranışı yalnızca ele alınan dönem için incelenebilmektedir. Böyle bir durumda gelecek zaman dilimlerine genelleme yapılamaz. Dolayısıyla durağan olmayan zaman serileri uygulamada kestirim yapmaya elverişli değildir (Gujarati ve Porter, 2012, 741).

Yapılan birçok ekonomik analizle ekonomik değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin veya bir denge ilişkisinin varlığı tespit edilebilmektedir. Eşbütünleşme, iki veya daha fazla durağan olmayan değişken arasında uzun dönemli birlikte hareket ettikleri bir denge ilişkisini ortaya koymaktadır. İki veya daha fazla durağan olmayan değişken arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığına yönelik yapılacak bir araştırma değişkenlerin eşbütünleşik olmalarına bağlıdır. İki veya daha fazla durağan olmayan değişken arasında uzun dönemli bir ilişki yoksa bu durumda tahmin edilen regresyon modeli sahte regresyon modeli olabilir. Genellikle sahte regresyon durumunda tahmin edilen modelden iyi sonuçlar elde edilmektedir. Fakat bu sonuçların ekonomik olarak yorumlanması zordur. Temel sebep ise değişkenlerin birbiriyle ilişkili olması değil, bu iki veya daha fazla durağan dışı değişkenin tesadüfi olarak aynı yönde hareket etmesidir (Sevüktekin ve Çınar, 2014, 557-560).

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkileri ile ilgilenmektedir. Regresyon analizinde değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkisi araştırıldığı zaman, bağımlı ve açıklayıcı değişken ayrımı ile başlangıçta ilişkilerin yönü ile ilgili ön koşul bulunurken; nedensellik analizinde bu tür bir ön koşul olmaksızın ilişkilerin yönü analiz edilmektedir. İktisadi değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisi ve bu ilişkilerin yönü nedensellik testleri ile analiz edilmektedir (Tarı, 2011, 436)

#### 3.1. Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) Modeli

Zaman serisi verileri barındıran regresyon analizinde, regresyon modeli bağımsız değişkenlerin sadece cari dönem değerlerini değil aynı zamanda gecikmeli değerlerini de bulunduruyorsa bu model dağıtılmış gecikme modeli (distributed lag model) olarak adlandırılmaktadır. Eğer model bağımlı değişkenin de bir veya daha fazla gecikmeli değerini bulunduruyorsa bu model otoregresif model olarak adlandırılmaktadır (Gujarati ve Porter, 2009, 617).

Genellikle iktisadi zaman serileri, durağan olmayan süreçlere sahiplerdir (Johansen ve Juselius, 1990, 170). Durağan olmayan zaman serileriyle yapılan analizlerde sahte regresyon sorunuyla karşılaşmaktadır (Granger ve Newbold, 1974). Serilerde durağanlığın sağlanması için fark alma işlemi uygulanmaktadır. Fakat fark alma işlemi sonucunda serilerde bilgi kaybı olurken, seriler arasında var olan ilişkinin ortadan kalkması sorunuyla karşılaşabilmektedir (Tarı ve Yıldırım, 2009). Bundan dolayı düzeyde durağan olmayan en az iki serinin durağan bir bileşimi olduğunu ifade eden eşbütünleşme analizine başvurulmaktadır (Eriçok ve Yılancı, 2013, 95).

ARDL sınır testinde üç aşamadan bahsetmek mümkündür. İlk aşama olarak eşitlikteki değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin olup olmadığı analiz edilir. Daha sonra eşbütünleşme ilişkisinin varlığı koşulu altında, sonraki adımlarda kısa ve uzun dönem katsayılar tahmin edilerek yorumlanmaktadır (Narayan ve Smyth, 2006, 337).

Peseran vd.(2001) tarafından kazandırılan ARDL sınır testi yaklaşımının diğer eşbütünleşme testlerine göre sahip olduğu üstünlük; küçük örneklerle ve farklı bütünleşme derecelerine sahip değişkenlerle çalışılabilir olmasıdır. Ancak kısıtlayıcı bir koşul olarak hiçbir değişkenin I(2) olmaması şartı aranmaktadır. ARDL modelinde kısıtsız hata düzeltme modeli kullanıldığı için, iki aşamalı Engle Granger testine göre daha iyi istatistiksel özelliklere sahiptir. Aynı zamanda küçük örneklem büyüklüğüne sahip çalışmalarda Johansen ve Engle-Granger testlerine göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir (Narayan ve Narayan, 2005, 429).



#### 4. AMPİRİK ANALİZ

Veri seti ve model tanıtıldıktan sonra tahmin sonuçlarına yer verilmiştir.

##### 4.1. Veri Seti

Çalışmada 1990–2017 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi değişkeni (Relc) ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik üretimi değişkeni (Urelc) GWh cinsinden ifade edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları jeotermal, rüzgâr, katı biokütle, güneş, biyogaz, hidroelektrik ve atık kaynaklar iken yenilenemeyen enerji kaynakları kömür, sıvı yakıtlar ve doğal gazdır. Ekonomik büyüme değişkeni olarak Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın(Gsyih) 2010 baz yıllı ABD Doları cinsinden verileri, sabit sermaye oluşumu değişkeni olarak K'nın 2010 baz yıllı ABD Doları cinsinden ve milyar olarak belirtilen verileri, toplam işgücü değişkeni olarak L'nin milyar cinsinden ifade edilen verileri kullanılmıştır. Değişkenlerden Gsyih, K ve L World Development Indicators (2018) sayfasından; Relc ve Urelc değişkenleri ise TÜİK(2018) sayfasından temin edilmiştir. Analizde bütün değişkenlerin doğal logaritmaları kullanılmıştır. Bu çalışmada Ohler ve Fetters (2014), Lean ve Smyth (2010) ve Doğan (2015)'nin yapmış oldukları çalışmaların mantığından yola çıkarak birçok çalışmadan farklı olarak elektrik tüketimini temsilen elektrik üretimi verisini kullanılmıştır. Gsyih, Relc ve Urelc değişkenlerinin arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmalar teknik olmayan iletim ve dağıtım kayıplarının gelişmekte olan ülkelerde yüksek olduğuna dikkat çekmektedir. Türkiye'nin 2018 yılındaki kaybı yaklaşık olarak %12'dir (2018 yılında net elektrik üretimi yaklaşık 290 milyar kWh iken iletim ve dağıtım kaybı yaklaşık 35 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir). Teknik kayıplar hariç tüm elektrik üretiminin ekonomik büyümeye bağlı olduğu gerçeğinden dolayı, Gsyih, Relc ve Urelc değişkenleri arasındaki ilişkiyi analiz etmek için elektrik tüketimi verilerine güvenmek, muhtemelen yanıltıcı ampirik sonuçlar vereceğinden güvenilir bulunmamaktadır.

##### 4.2. Model ve Eşitlikler

Sermaye ve toplam işgücü değişkenlerinin yanısıra yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik tüketiminin açıklayıcı değişken olduğu log-log model,

$$\text{LogGsyih}_t = C + \alpha \text{LogK}_t + \beta \text{LogL}_t + \delta \text{LogRelc}_t + \gamma \text{LogUrelc}_t + \varepsilon_t \quad (1) \quad \text{şeklinindedir.}$$

Burada  $\alpha$  gayri safi yurtiçi hasılanın sabit sermaye oluşumuna göre esneklik değerini,  $\beta$  gayri safi yurtiçi hasılanın toplam işgücüne göre esneklik değerini,  $\delta$  gayri safi yurtiçi hasılanın yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimine göre esneklik değerini ve  $\gamma$  gayri safi yurtiçi hasılanın yenilenemez enerji kaynaklarından elektrik tüketimine göre esneklik değerini vermektedir.

Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkinin yönü ile ilgili ön bilgiye sahip olmadan sınırsız hata düzeltme modeli oluşturulmaktadır. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik tüketiminin açıklayıcı değişken olduğu hata düzeltme modeli şu şekildedir:

$$\begin{aligned} \Delta \text{LogGSYİH}_t &= a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \Delta \text{LogGSYİH}_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} \Delta \text{LogK}_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{3i} \Delta \text{LogL}_{t-i} + \\ &\sum_{i=0}^m a_{4i} \Delta \text{LogRelc}_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{5i} \Delta \text{LogUrelc}_{t-i} + \beta_1 \text{LogGSYİH}_{t-1} + \beta_2 \text{LogK}_{t-1} + \beta_3 \text{LogL}_{t-1} + \\ &\beta_4 \text{LogRelc}_{t-1} + \beta_5 \text{LogUrelc}_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (2)$$

$\Delta$  birinci fark işlemcisi olup,  $m$  gecikme uzunluğunu ifade etmektedir.

Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkiyi incelemek için ARDL Modelimiz;

$$\begin{aligned} \text{LogGSYİH}_t &= a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \text{LogGSYİH}_{t-i} + \sum_{i=0}^n a_{2i} \text{LogK}_{t-i} + \sum_{i=0}^p a_{3i} \text{LogL}_{t-i} + \\ &\sum_{i=0}^r a_{4i} \text{LogRelc}_{t-i} + \sum_{i=0}^s a_{5i} \text{LogUrelc}_{t-i} + u_t \end{aligned} \quad (3)$$

biçimindedir.

Değişkenler arasındaki kısa dönem ilişki ise ARDL yaklaşımına dayanan hata düzeltme modeli yardımı ile analiz edilmekte olup (4) nolu modelle ifade edilmiştir.

$$\Delta \text{LogGSYİH}_t = a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \Delta \text{LogGSYİH}_{t-i} + \sum_{i=0}^n a_{2i} \Delta \text{LogK}_{t-i} + \sum_{i=0}^p a_{3i} \Delta \text{LogL}_{t-i} + \sum_{i=0}^r a_{4i} \Delta \text{LogRelc}_{t-i} + \sum_{i=0}^s a_{5i} \Delta \text{LogUrelc}_{t-i} + \lambda \text{HDT}_{t-1} + u_t \quad (4)$$



Hata düzeltme terimi uzun dönem ilişkinin elde edildiği modelin kalıntıların bir gecikmeli değerini ifade etmektedir (Esen vd., 2012, 258). Bu değişkenin katsayısı ( $\lambda$ ), kısa dönemde meydana gelen bir dengesizliğin ne kadarının uzun dönemde düzeltileceğini belirtmektedir. Hata düzeltme modelinin kararlılığının sağlanması için hata düzeltme değişkeninin katsayısının negatif işaretli ve anlamlı olması beklenmektedir (Çağlayan, 2006, 427).

ARDL eşbütünleşme analizinin sınır testi F veya Wald istatistiğine dayanmaktadır. Sıfır hipotezi ve alternatif hipotez (2) nolu eşitlikten yararlanarak şu şekilde kurulmaktadır:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0 \quad (\text{Eş Bütünleşme Yoktur})$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq 0 \quad (\text{Eş Bütünleşme Vardır})$$

### 4.3. Birim Kök Testleri

Değişkenlerin durağanlığını araştırmak için başvurulan ADF, PP ve Zivot -Andrews yapısal kırılmalı birim kök test sonuçları aşağıda tablolar halinde sunulmaktadır.

Tablo 1: Düzey Değerleri İçin ADF ve PP Test Sonuçları

| Değişkenler                   | ADF TESTİ KRİTİK DEĞERLER |                 |                  | ADF(t)<br>ADF(prob) | PP TESTİ KRİTİK DEĞERLER |                 |                  | PP(t)<br>PP(prob) |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                               | %1 Anlam Düzeyi           | %5 Anlam Düzeyi | %10 Anlam Düzeyi |                     | %1 Anlam Düzeyi          | %5 Anlam Düzeyi | %10 Anlam Düzeyi |                   |
| LOGGSYİH (sabitli)            | -3.699                    | -2.976          | -2.627           | 0.732<br>0.9907     | -3.699                   | -2.976          | -2.627           | 0.793<br>0.9920   |
| LOGSYİH (sabitli ve trendli)  | -4.339                    | -3.587          | -3.229           | -2.068<br>0.5393    | -4.339                   | -3.587          | -3.229           | -2.120<br>0.5121  |
| LOGK (sabitli)                | -3.699                    | -2.976          | -2.627           | -0.616<br>0.8510    | -3.699                   | -2.976          | -2.627           | -0.301<br>0.9124  |
| LOGK (sabitli ve trendli)     | -4.339                    | -3.587          | -3.229           | -3.597<br>0.0490    | -4.339                   | -3.587          | -3.229           | -3.590<br>0.0497  |
| LOGL (sabitli)                | -3.699                    | -2.976          | -2.627           | 1.536<br>0.9990     | -3.699                   | -2.976          | -2.627           | 1.909<br>0.9997   |
| LOGL (sabitli ve trendli)     | -4.339                    | -3.587          | -3.229           | -0.683<br>0.9642    | -4.339                   | -3.587          | -3.229           | -0.450<br>0.9798  |
| LOGRELC (sabitli)             | -3.699                    | -2.976          | -2.627           | -1.012<br>0.7340    | -3.699                   | -2.976          | -2.627           | -1.012<br>0.7340  |
| LOGRELC (sabitli ve trendli)  | -4.339                    | -3.587          | -3.229           | -2.412<br>0.3654    | -4.339                   | -3.587          | -3.229           | -2.419<br>0.3619  |
| LOGURELC (sabitli)            | -3.699                    | -2.976          | -2.627           | -1.631<br>0.4536    | -3.699                   | -2.976          | -2.627           | -2.037<br>0.2702  |
| LOGURELC (sabitli ve trendli) | -4.339                    | -3.587          | -3.229           | -1.318<br>0.8612    | -4.339                   | -3.587          | -3.229           | -1.214<br>0.8871  |

Gecikme sayıları Schwarz Bilgi Kriterine (SIC) göre belirlenmiştir.

Tablo 2: Birinci Farklar İçin ADF ve PP Test Sonuçları

| Değişkenler                            | ADF TESTİ KRİTİK DEĞERLER |                 |                  | ADF(t)<br>ADF(prob) | PP TESTİ KRİTİK DEĞERLER |                 |                  | PP(t)<br>PP(prob) |
|--|---------------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|  | %1 Anlam Düzeyi           | %5 Anlam Düzeyi | %10 Anlam Düzeyi |                     | %1 Anlam Düzeyi          | %5 Anlam Düzeyi | %10 Anlam Düzeyi |                   |
| $\Delta$ LOGGSYİH (sabitli)            | -3.711                    | -2.981          | -2.629           | -5.184<br>0.0003    | -3.711                   | -2.981          | -2.629           | -5.184<br>0.0003  |
| $\Delta$ LOGGSYİH (sabitli ve trendli) | -4.467                    | -3.644          | -3.261           | -4.375<br>0.0121    | -4.356                   | -3.595          | -3.233           | -5.231<br>0.0014  |
| $\Delta$ LOGL (sabitli)                | -3.737                    | -2.991          | -2.635           | -2.397<br>0.1527    | -3.711                   | -2.981          | -2.629           | -5.116<br>0.0003  |
| $\Delta$ LOGL (sabitli ve trendli)     | -4.356                    | -3.595          | -3.233           | -6.070<br>0.0002    | -4.356                   | -3.595          | -3.233           | -6.070<br>0.0002  |
| $\Delta$ LOGRELC (sabitli)             | -3.711                    | -2.981          | -2.629           | -6.055<br>0.0000    | -3.711                   | -2.981          | -2.629           | -6.055<br>0.0000  |
| $\Delta$ LOGRELC (sabitli ve trendli)  | -4.356                    | -3.595          | -3.233           | -5.935<br>0.0003    | -4.356                   | -3.595          | -3.233           | -5.935<br>0.0003  |
| $\Delta$ LOGURELC (sabitli)            | -3.711                    | -2.981          | -2.629           | -5.561<br>0.0001    | -3.711                   | -2.981          | -2.629           | -5.561<br>0.0001  |



|   |        |        |        |                  |        |        |        |                  |
|---|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|------------------|
| <b>ΔLOGURELC<br/>(sabitli ve trendli)</b> | -4.356 | -3.595 | -3.233 | -5.980<br>0.0002 | -4.356 | -3.595 | -3.233 | -6.105<br>0.0002 |
|---|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|------------------|

Δ Birinci fark işlemcisidir.

Serilerin durağan olup olmadığını anlamak için hesaplanan kritik değer ile test istatistiğinin örnek değeri mutlak değer olarak karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan test istatistiğinin örnek değeri kritik değerden büyük ise seri durağandır; tersi durumunda ise seri durağan değildir şeklinde yorumlanmaktadır. Tablo 1’de yer alan test sonuçlarına göre LOGK dışındaki seriler düzey değerlerinde durağan değildir. Ancak birinci farkları alındığında tüm serilerin durağan hale geldikleri Tablo 2’de görülmektedir. Buna göre LOGK serisinin düzeyde durağan I(0) olduğu; diğer serilerin ise birinci farklarında durağan I(1) oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3: Zivot -Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonuçları

| Değişkenler | Model | Kırılma Dönemi | t İstatistik Değeri | Seçilen Gecikme Uzunluğu | Değişkenler | Model | Kırılma Dönemi | t İstatistik Değeri | Seçilen Gecikme Uzunluğu |
|-------------|-------|----------------|---------------------|--------------------------|-------------|-------|----------------|---------------------|--------------------------|
| LOGGSYİH    | A     | 1999           | -3.741              | 2                        | ΔLOGGSYİH   | A     | 2003           | -5.497              | 2                        |
|             | C     | 2001           | -3.764              | 2                        |             | C     | 2003           | -5.488              | 2                        |
| LOGK        | A     | 2004           | -4.563              | 2                        | ΔLOGK       | A     | 2003           | -7.868              | 2                        |
|             | C     | 2004           | -4.736              | 2                        |             | C     | 2003           | -7.711              | 2                        |
| LOGL        | A     | 2000           | -2.567              | 2                        | ΔLOGL       | A     | 2008           | -7.185              | 2                        |
|             | C     | 2006           | -4.246              | 2                        |             | C     | 2000           | -6.966              | 2                        |
| LOGRELC     | A     | 1999           | -4.077              | 2                        | ΔLOGRELC    | A     | 2009           | -6.491              | 2                        |
|             | C     | 1999           | -3.996              | 2                        |             | C     | 2002           | -7.113              | 2                        |
| LOGURELC    | A     | 1997           | -2.725              | 2                        | ΔLOGURELC   | A     | 2009           | -6.633              | 2                        |
|             | C     | 2007           | -3.759              | 2                        |             | C     | 2001           | -6.612              | 2                        |

Kritik Değerler: Model A için %5 anlamlılık düzeyinde -4.80; Model C için %5 anlamlılık düzeyinde - 5.08

Not: Kritik Değerler Zivot ve Andrews (1992)’den alınmıştır.

Testin uygulamasında gözlem sayısı nispeten küçük sayılabileceği için, maksimum gecikme uzunluğu 5 alınmıştır. Düzey değerleri için hesaplanan test istatistiğinin örnek değerleri % 5 anlam düzeyindeki kritik değerden küçük olduğundan birim kökün varlığını ifade eden sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Buna göre tüm seriler düzeyde durağan değildir. Serilerin birinci farkları alınarak aynı testin tekrar edilmesi durumunda ise tüm seriler için hesaplanan t istatistiklerinin %5 anlam düzeyindeki tablo kritik değerinden büyük oldukları görülmektedir. Buna göre yapısal kırılmanın dikkate alınması durumunda tüm serilerin birinci dereceden bütünleşik I(1) oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.4. ARDL Sınır Testi

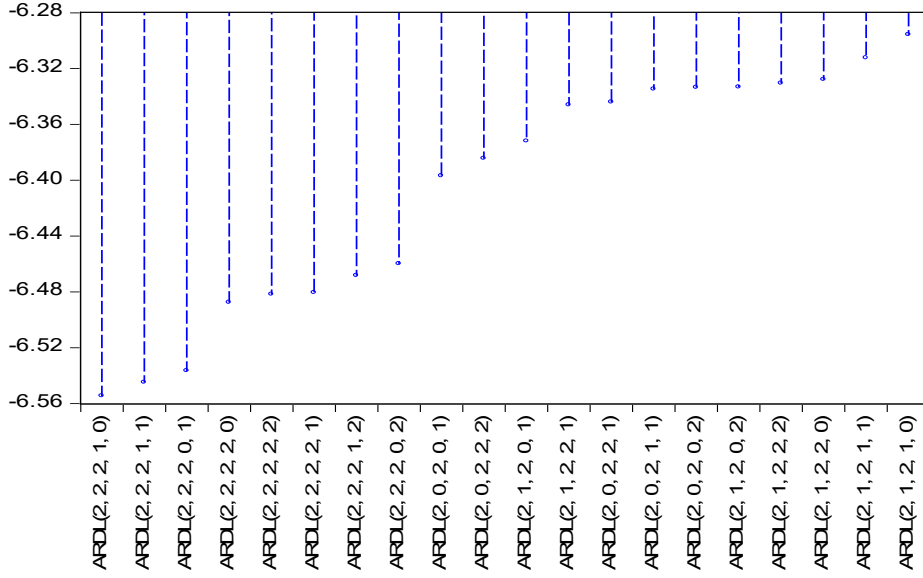
Hiçbir değişkenimiz I(2) olmadığı için ARDL modelini tahmin edebiliriz. Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılarak ARDL(2, 2, 2, 1, 0) modeli uygun model olarak belirlenmiştir. Buna göre LogGsyih’nın 2, LogK’nın 2, LogL’nin 2, LogRelc’nin 1 ve LogUrelc’nin 0 gecikmesi modele dahil edilmiştir. Akaike Bilgi Kriterine göre uygun modellerin sıralaması şekil 1’de gösterilmektedir.

Şekil 1: Akaike Bilgi Kriterine Göre En İyi 20 Model





Akaike Information Criteria (top 20 models)



Tablo 4: ARDL(2, 2, 2, 1, 0) Modeli Tahmin Sonuçları

| Değişken      | Katsayı   | t-istatistiği | Olasılık Değeri |
|---------------|-----------|---------------|-----------------|
| LOGGSYİH (-1) | 0.507537  | 3.737062      | 0.0022          |
| LOGGSYİH (-2) | -0.397726 | -3.575569     | 0.0030          |
| LOGK          | 0.311833  | 17.05722      | 0.0000          |
| LOGK(-1)      | -0.062224 | -1.652789     | 0.1206          |
| LOGK(-2)      | 0.071815  | 2.364387      | 0.0330          |
| LOGL          | 0.515389  | 4.681865      | 0.0004          |
| LOGL(-1)      | -0.099438 | -0.798185     | 0.4381          |
| LOGL(-2)      | 0.556071  | 4.581482      | 0.0004          |
| LOGRELC       | 0.022761  | 1.481032      | 0.1608          |
| LOGRELC(-1)   | -0.050308 | -3.655084     | 0.0026          |
| LOGURELC      | 0.100153  | 5.556810      | 0.0001          |
| C             | -1.438888 | -1.937186     | 0.0732          |

**Tanısal Test Sonuçları**

|                              |                      |                           |                        |
|------------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Breusch-Godfrey Testi</b> | 5.039748<br>[0.0805] | <b>Jarque-Bera Testi</b>  | 1.562769<br>[0.457772] |
| <b>ARCH Testi</b>            | 0.538300<br>[0.7640] | <b>Ramsey Reset Testi</b> | 0.933083<br>[0.3678]   |

\*Tanısal test sonuçlarında parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir

Tablo 4’de verilen tanısal test sonuçları modelde değişen varyans, otokorelasyon ve belirleme hatası sorunlarının olmadığını ayrıca kalıntıların normal dağılım sergilediğini göstermektedir.

Tablo 5: ARDL Sınır Testi Sonuçları

|                               |                       |                       |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>F-istatistiği:</b>         | 10.57177              |                       |
| <b>Kritik Değer Sınırları</b> |                       |                       |
| <b>Anlamlılık Düzeyi</b>      | <b>Alt Sınır I(0)</b> | <b>Üst Sınır I(1)</b> |
| %10                           | 2.45                  | 3.52                  |
| %5                            | 2.86                  | 4.01                  |
| %2.5                          | 3.25                  | 4.49                  |
| %1                            | 3.74                  | 5.06                  |

\*Kritik değerler ile Pesaran vd. (2001) tarafından hesaplanmıştır.

ARDL sınır testi sonuçlarına göre hesaplanan F istatistiği üst sınır değerinden büyük olduğundan değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.



Tablo 6: ARDL (2, 2, 2, 1, 0) Modeli Uzun Dönem Katsayıları (bağımlı değişken LOGGSYİH)

| Değişken | Katsayı   | t-istatistiği | Olasılık Değeri |
|----------|-----------|---------------|-----------------|
| LOGK     | 0.361074  | 21.377581     | 0.0000          |
| LOGL     | 1.091927  | 17.587428     | 0.0000          |
| LOGRELC  | -0.030946 | -1.452438     | 0.1684          |
| LOGURELC | 0.112507  | 9.457225      | 0.0000          |

ARDL modelinde değişkenler arasında tespit edilen uzun dönemli ilişkinin yönünün ve boyutunun belirlenmesi amacıyla yapılan test sonuçlarına göre uzun dönemde K, L ve Urelc değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Relc değişkeni ise ekonomik büyüme üzerinde negatif bir etkiye sahip olmasına rağmen bu etki istatistiksel olarak anlamlı değildir.

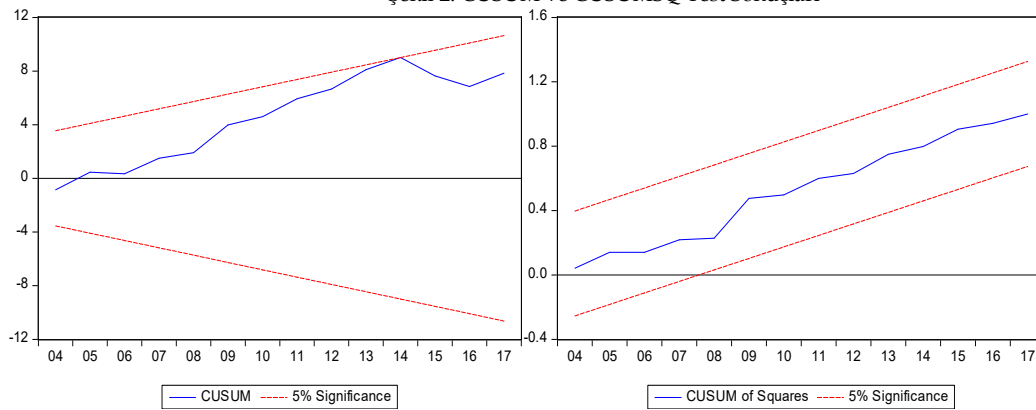
Hata düzeltme teriminin (HDT) istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olması kısa dönemde meydana gelen denge sapmalarının uzun dönemde düzeltileceğini ifade etmektedir. Uzun dönem dengesine gelme hızı hata düzeltme teriminin değerine bağlıdır. Tablo 7’de sunulan hata düzeltme modelinin sonuçlarına göre hata düzeltme terimi için hesaplanan -0,897 değeri kısa dönemde dengeden bir sapma yaşanması durumunda hızla tekrar dengeye gelineceğini göstermektedir.

Tablo 7: Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

| Değişken                      | Katsayı   | t-istatistiği | Olasılık Değeri |
|-------------------------------|-----------|---------------|-----------------|
| $\Delta(\text{LOGGSYİH}(-1))$ | 0.381818  | 4.262743      | 0.0008          |
| $\Delta(\text{LOGK})$         | 0.317530  | 21.762395     | 0.0000          |
| $\Delta(\text{LOGK}(-1))$     | -0.067521 | -2.510190     | 0.0250          |
| $\Delta(\text{LOGL})$         | 0.532381  | 6.582911      | 0.0000          |
| $\Delta(\text{LOGL}(-1))$     | -0.567559 | -5.365770     | 0.0001          |
| $\Delta(\text{LOGRELC})$      | 0.012072  | 0.751501      | 0.4648          |
| $\Delta(\text{LOGURELC})$     | 0.073045  | 2.012781      | 0.0638          |
| C                             | -1.448244 | -8.119576     | 0.0000          |
| HDT(-1)                       | -0.897414 | -8.207497     | 0.0000          |

$\Delta$  birinci fark işlemcisidir.

Şekil 2: CUSUM ve CUSUMSQ Test Sonuçları



Tahmin edilen ARDL modelinin istikrarını incelemek amacıyla yapılan CUSUM ve CUSUM of Squares test sonuçlarına göre test istatistiklerinin %5 anlam düzeyinde kritik sınırların içerisinde kaldığı görülmektedir. Yani parametrelerin incelenen dönem içerisinde istikrarlıdır. Dolayısıyla tahmin edilen ekonomik büyüme modelinin politika belirleme amacıyla kullanılmasında bir sakınca görülmemektedir (Esen ve Özata, 2015, 54).

#### 4.5. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi



Değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin yönünü belirlemek için Toda-Yamamoto nedensellik analizi uygulanmıştır. Daha önce belirttiğimiz üzere bu analizde VAR modelinin ve uygun gecikme uzunluğu (m) ve analizde kullanılan değişkenlerin en büyük durağanlık derecesi ( $d_{max}$ ) belirlenmesinin ardından ( $m+d_{max}$ ) boyutunda bir VAR modeli tahmin edilmektedir. Testin uygulanmasında öncelikle maksimum bütünleşme derecesinin ( $d_{max}$ ) belirlenmelidir. Tahmin edilen VAR ( $m+d_{max}$ ) modeli şu şekilde oluşturulmaktadır (Gazel, 2017, 291-292):

$$Y_t = \omega + \sum_{i=1}^m a_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \delta_{1j} X_{t-j} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \theta_{1j} Y_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (5)$$

$$X_t = \varphi + \sum_{i=1}^m a_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \delta_{2j} X_{t-j} + \sum_{j=m+1}^{d_{max}} \theta_{2j} Y_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (6)$$

Yapılan birim kök testleri sonucunda LOGGSYİH, LOGL, LOGRELC VE LOGURELC serilerinin I(1), LOGK serisinin ise I(0) olarak belirlendiği için maksimum bütünleşme derecesi 1 olarak belirlenmektedir. Daha sonra serilerin düzey değerleri kullanılarak kısıtsız bir VAR modeli tahmin edilmiş ve tablo 8'de gösterildiği üzere bilgi kriterleri yardımı ile uygun gecikmenin (m) 2 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 8: Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi Amacıyla Oluşturulan İstatistik Tablosu

| Lag | LogL     | LR        | FPE       | AIC        | SC         | HQ         |
|-----|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0   |          |           |           |            |            |            |
| 1   | 108.1916 | NA        | 2.46e-10  | -7.937812  | -7.695871  | -7.868142  |
| 2   | 236.5445 | 197.4661* | 9.03e-14  | -15.88804  | -14.43639* | -15.47002  |
|     | 269.0746 | 37.53463  | 6.44e-14* | -16.46727* | -13.80592  | -15.70090* |

\*Kriterler tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir

Bu aşamalardan sonra VAR( $m + d_{max}$ ) yani VAR(2 +1) modeli tahmin edilerek VAR Granger nedensellik/Blok dışsallık testi uygulanmıştır. Testin sonuçları tablo 9'da verilmektedir.

Tablo 9: VAR Granger Nedensellik/Blok Dışsallık Testi

| VAR Granger Nedensellik / Blok Dışsallık Wald Testi |          |                     |                 |
|---|----------|---------------------|-----------------|
| Bağımlı Değişken: LOGGSYİH                          |          |                     |                 |
| Dışlanan  | Ki-Kare  | Serbestlik Derecesi | Olasılık Değeri |
| LOGK  | 2.169415 | 2                   | 0.3380          |
| LOGL  | 0.531281 | 2                   | 0.7667          |
| LOGRELC   | 0.686100 | 2                   | 0.7096          |
| LOGURELC  | 1.679748 | 2                   | 0.4318          |
| Tümü  | 13.05724 | 8                   | 0.1099          |
| Bağımlı Değişken: LOGRELC                           |          |                     |                 |
| Dışlanan  | Ki-Kare  | Serbestlik Derecesi | Olasılık Değeri |
| LOGGSYİH  | 7.224762 | 2                   | 0.0270          |
| LOGK  | 4.624265 | 2                   | 0.0990          |
| LOGL  | 2.755233 | 2                   | 0.2522          |
| LOGURELC  | 2.313549 | 2                   | 0.3145          |
| Tümü  | 32.95100 | 8                   | 0.0001          |
| Bağımlı Değişken: LOGURELC                          |          |                     |                 |
| Dışlanan  | Ki-Kare  | Serbestlik Derecesi | Olasılık Değeri |
| LOGGSYİH  | 4.125198 | 2                   | 0.1271          |
| LOGK  | 3.037821 | 2                   | 0.2190          |
| LOGL  | 3.007293 | 2                   | 0.2223          |
| LOGRELC   | 10.31795 | 2                   | 0.0057          |
| Tümü  | 40.89016 | 8                   | 0.0000          |

Toda-Yamamoto nedensellik testinde  $H_0$  hipotezi değişkenler arasında nedenselliğin olmadığını,  $H_1$  alternatif hipotezi ise nedenselliğin bulunduğunu ifade etmektedir. Test sonuçlarına göre yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisinden ekonomik büyümeye doğru nedensellik olmadığını belirten sıfır



hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir. Yani yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisinden ekonomik büyümeye doğru nedensellik yoktur. Öte yandan ekonomik büyümeyen yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisine doğru nedensellik olmadığını belirten sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir (Prob=0.0270). Yani ekonomik büyümeyen yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisine doğru nedensellik vardır. Bu durumda tek yönlü nedensellikten bahsedebiliriz. Ayrıca sabit sermaye oluşumu serisinden yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisine doğru %10 anlamlılık düzeyinde (Prob= 0.0990) tek yönlü nedensellik ilişkisi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisinden yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisine doğru %5 anlamlılık düzeyinde (Prob= 0.0057) tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

## SONUÇ

Ekonomik faaliyetlerin gelişmesi ve devamlılığının sağlanması, artan enerji talebi ile sınırlı olan enerji kaynakları arasındaki denge ilişkisini kurmaktan geçmektedir. Bunun için de gelişmiş ülkelerin mevcut durumlarını korumak, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ise gelişmelerini sağlamak amacıyla enerji konusunda dikkatli hareket etmeleri gerekmektedir. 1970'lerde yaşanan petrol krizi ile birlikte enerjideki darboğaz enerji kaynaklarının daha verimli kullanımı ve yenilenebilir kaynak kullanımını gündeme getirmiştir. Bu krizle birlikte enerji üretim maliyetlerinde artış yaşanırken elektrik talebinde azalmalar meydana gelmiş ve fiyatlar yükselmiştir. Petrole dayalı elektrik üretimi maliyetli olduğu için alternatif olarak tanımladığımız kullanılmaya hazır bir şekilde doğada sürekli bulunan enerji kaynakları ile elektrik üretimi çalışmalarına hız verilmiştir.

Ekonomik büyüme ile birlikte toplam enerji tüketimi içerisinde elektrik enerjisi payının fazla olması büyüme üzerinde elektrik enerjisinin daha etkili olduğu anlamına gelmektedir. Bundan dolayı elektrik enerji tüketimi bir ülkenin gelişmişlik göstergesi olarak kabul görmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de ülke genelinde bütünlük olması gerekmektedir. Bu ise merkezi bir planlamayı zorunlu kılmaktadır. Sanayi devriminden sonra dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de enerji talebindeki artış hız kazanmıştır. Bunda nüfus ve sanayileşmedeki gelişmelerin büyük katkısı olmuştur. Bir bölgedeki ekonomik büyüme ile enerji talebi arasındaki ilişki bölgedeki kalkınma düzeyi ve fertlerin yaşam standartları tarafından önemli derecede etkilenmektedir. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiye yönelik geliştirilen politikaların etkili olabilmesi için değişkenler arasındaki ilişkinin yönü oldukça önemlidir.

Türkiye için 1990-2017 dönemine ait yıllık veriler kullanarak yapmış olduğumuz bu çalışmada Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonuçları ekonomik büyümeyen yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimi serisine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu savunan Koruma (Saklama) Hipotezi'ni doğrulamaktadır. Koruma Hipotezi, ekonomik büyümedeki bir artış enerji tüketiminde bir artışa neden oluyorsa desteklenmelidir. Elde edilen bu sonuçlar Kraft ve Kraft (1978), Alper ve Oğuz (2016) ve Özata (2010) çalışmalarıyla da tutarlılık göstermektedir.

## KAYNAKÇA

- Alptekin, A. Esin (1973). *Türkiye'de Petrol Üretim Ve Tüketimi*. Ankara: A.İ.T.İ.A. Yayınları.
- Apergis, Nicholas ve Payne, E. James (2009). Energy Consumption And Economic Growth: Evidence From The Commonwealth Of Independent States. *Energy Economics*, 31, s.641-647.
- Apergis, Nicholas ve Payne, E. James (2009). Energy Consumption And Economic Growth In Central America: Evidence From A Panel Cointegration And Error Correction Model. *Energy Economics*, 31, s.211-216.
- Apergis, Nicholas ve Payne, E. James (2011). Renewable And Non-Renewable Electricity Consumption-Growth Nexus: Evidence From Emerging Market Economies. *Applied Energy*, 88, s.5226-5230.
- Başol, Koray (1994). *Doğal Kaynaklar Ekonomisi; Doğal Kaynaklar, Enerji Ve Çevre Sorunları*. İzmir: Anadolu Matbaası.
- Berberoğlu, C. Necat (1982). *Türkiye'nin Ekonomik Gelişmesinde Enerji Sorunu*. Eskişehir: Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları.
- Çağlayan, Ebru (2006). Enflasyon, Faiz Oranı Ve Büyümenin Yurtiçi Tasarruflar Üzerindeki Etkileri. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), s.423-438.
- Doğan, Eyüp (2015). The Relationship Between Economic Growth And Electricity Consumption From Renewable And Non-Renewable Sources: A Study Of Turkey. *Elsevier, Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, s.534-546.
- Durğun, Burhan ve Durğun, Funda (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Management*, 6(1), s.1-27.
- Eriçok, R. Emre ve Yılcı, Veli (2013). Eğitim Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 8(1), s.87-101.
- Ersoy, A. Yağmur (2010). Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi. *Akademik Bakış Dergisi*, 20, s.1-11.
- Esen, Ethem ve Özata, Erkan (2015). Turizmin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Turizme Dayalı Büyüme Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin ARDL Modeli İle Analizi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s.43-58.
- Esen, Ethem, Yıldırım, Selim ve Kostakoğlu, S. Fatih (2012). Feldstein-Horioka Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Sınanması: ARDL Modeli Uygulaması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi* 7(1), s.251-267.
- Gazel, Sümeyra (2017). Bist Sınai Endeksi İle Çeşitli Metaller Arasındaki İlişki: Todayamamoto Nedensellik Testi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, s.287-299.
- Glen, D. Jack (1992). Private Sector Electricity In Developing Countries Supply And Demand. *International Finance Corporation Working Paper*, s.1-23.





- Granger, W. Clive ve Newbold, Paul (1974). Spurious Regressions In Econometrics. *Journal Of Econometrics*, s.111-120.
- Gujarati, N. Damador ve Porter, C. Dawn (2009). *Basic Econometrics*, Beşinci Baskı. Boston: Mc Graw Hill Yayınları.
- Gujarati, N. Damador ve Porter, C. Dawn (2012). *Temel Ekonometri* (Çev: Ü. Şenesen, Gülay G.Şenesen) (Eserin Orjinali 5. Baskıdan Çeviri). İstanbul : Litaretür Yayınları.
- Johansen, Soren ve Juselius, Katarina (1990). Maximum Likelihood Estimation And Inference On Cointegration- With Applications To The Demand For Money. *Oxford Bulletin of Economics And Statistics*, 52(2), s.169-210.
- Lean, H. Hooi ve Smyth, Russell (2010). Multivariate Granger Causality Between Electricity Generation, Exports, Prices And GDP In Malaysia. *Elsevier, Energy*, 35:3640-48.
- Narayan, P. Kumar ve Smyth, Russell (2006). What Determines Migration Flows From Lowincome To High-Income Countries? An Empirical Investigation Of Fiji-U.S. Migration 1972-2001. *Contemporary Economic Policy*, 24(2),s. 332-342.
- Ohler, Adrienne ve Fetters, Ian (2014). The Causal Relationship Between Renewable Electricity Generation And GDP Growth: A Study Of Energy Sources. *Energy Economics*, 43:125-39.
- Öztürk, İlhan (2010). A Literature Survey On Energy-Growth Nexus. *Energy Policy*, s.340-349.
- Pesaran, M. Hasham, Shin, Yongcheol ve Smith, J. Richard (2001). Bounds Testing Approaches To The Analysis Of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, s.289-326.
- Sevüktekin, Mustafa ve Çınar, Mehmet (2014). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi Eviews Uygulamalı*, Genişletilmiş 4. Baskı. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Şen, Zekai (2002). *Temiz Enerji Ve Kaynakları*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Taban, Sami (2008). *İktisadi Büyüme Kavram Ve Modeller*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Tarı, Recep (2011). *Ekonometri* (Gözden geçirilmiş yedinci baskı). Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Tarı, Recep ve Yıldırım, Ç. Durmuş (2009). Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye İçin Bir Uygulama . *Yönetim ve Ekonomi*, 16(2), s.95-105.
- Terzi, Harun (1998). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, s.62-71.
- Yiğitgüden, H. Yurdakul (1999). *Türkiye’de Elektrik Enerjisi Sektöründe Özelleştirme Politikaları Ve Çalışmaları*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Zivot, Eric ve Andrews, W. Donald (1992). Further Evidence On The Great Crash, The Oil-Price Shock, And The Unit Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), s.251-270.
- [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Costs/Slides/Presentation-Taylor\\_Renewable-Power-Generation-Costs-2012.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Costs/Slides/Presentation-Taylor_Renewable-Power-Generation-Costs-2012.pdf) (Erişim tarihi: 08 Ağustos 2019)