

# Türkiye Açısından Elektrik Enerjisi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Granger Nedensellik Analizi-ARDL Sınır Testi Karşılaştırması

Güldenur ÇETİN<sup>1</sup>

**Makale Gönderim Tarihi:** 24 Nisan 2020

**Makale Kabul Tarihi:** 17 Eylül 2020

## ÖZ

Sürdürülebilir ekonomik büyüme hedefi politika yapıcıların ulaşmak istedikleri temel hedeflerdendir. Bu hedefe ulaşma yolunda tüm kaynakların etkin ve optimal kullanımı konusu büyük önem taşımaktadır. Bir ülkenin hemen hemen tüm bireyleri tarafından kullanılan enerji biçimlerinden bir tanesi olan elektrik enerjisi ile ekonomik büyümenin Türkiye açısından ilişkili olup olmaması konusu bu çalışmanın ana sorusunu oluşturmaktadır. Çalışmada ekonomik büyüme-elektrik enerjisi kullanımı Granger Nedensellik Analizi yöntemi ile sınanarak ve ARDL testi uygulanarak konu değerlendirilecektir. Analizlerde Türkiye için 1961-2018 dönemi Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri (WDI) ve Uluslararası Enerji Ajansı'ndan elde edilen yıllık veriler kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Nedensellik, ARDL

**Jel Sınıflandırması:** F43, Q43

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, İşletme Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul Ticaret Üniversitesi, ORCID: 0000-0003-3341-7016, gadiguzel@ticaret.edu.tr

## Turkey in terms of Electrical Energy and Economic Growth Relationship: Granger Causality Analysis ARDL-Bound Test Comparison

### ABSTRACT

Sustainable economic growth target is the main goal that policy makers want to achieve. Effective and optimal use of all resources is crucial for achieving this goal. The absence of a country with almost electrical energy used by all forms of energy, one of the individuals is related to economic growth in Turkey is the main question of this study. In the study, the subject will be evaluated by testing with Granger Causality Analysis method and by applying ARDL test. Analysis for Turkey in the period 1961-2018 World Bank Development Indicators (WDI) and annual data were used obtained from the International Energy Agency.

**Keywords:** Electricity Consumption, Economic Growth, Causality, ARDL

**Jel Classification:** F43, Q43

### 1. Giriş

Enerji ekonomik büyümenin itici güçlerinden olan üretimin tüm aşamalarında kullanılması gereken bir girdi olmakla birlikte bireylerin yaşam döngüsünü sürdürmesi içinde zorunlu olarak gereksinim duydukları kaynaklardır. Hem bireysel hem de kümülatif kullanım alanları açısından değerlendirildiğinde ekonomi bilimiyle ilgili olanların ekonomik büyüme açısından olmazsa olmaz kalemler arasında gördüğü enerji kavramı, siyasi ve askeri açıdan da ülkelerin politikalarını belirlemesinde etkili görülmektedir.

Enerjinin öneminden hareketle, bugün en çok kullanılan enerji biçimi olan elektrik enerjisi hane halklarının hemen hemen tamamına yakını tarafından süreklilik arz eder biçimde kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi de diğer tüm enerji biçimleri gibi bir ülkenin bireylerinin enerjiye ulaşımı ve kullanımı noktasında ülke politikalarından tam anlamı ile etkilenmektedir. Ülkelerin enerji kaynaklarına ve biçimlerine olan yaklaşımları, ekonomik, askeri, siyasi ve çevre politikaları doğrultusunda şekillenirken, kullanım düzeyleri de bu politikaların uygulanması ile ilişkilendirilebilir.

Ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınma hedeflerinde enerjiye kolay ulaşabilmek ve bu ulaşılabilirlik yanında mümkün olduğunca ucuza

temin etmek son derece önemlidir. Bugün belirtilen bu hususların yanı sıra enerjinin "temiz" olarak nitelenmesi ile birlikte petrol enerjisinden elektrik enerjisine doğru ivmenin kaydırılabilmesi yönünde çalışmalar başlatılmıştır. Özellikle otomobillerde petrol enerjisinden faydalanılması ile oluşan kirliliğin önüne geçebilmek için elektrik enerjisi ile çalışan otomobillerin üretimine yönelik faaliyetler hız kazanmıştır. Sadece nihai ürün olan otomobillerde değil, bireysel tüketim ya da üretim anlamında da enerji kaynağı olarak elektrik enerjisinin çevreci ekonomiler oluşturmada etkisinin değerlendirilmesi ve ortaya konması gerekmektedir.

Çok sayıda değişkene bağlı olan ekonomik büyüme için çıktı artışının sonucunda milli gelirin artması ve bu artış sağlanırken kullanılan enerji türü ya da miktarının büyümeye etkisinin olup olmadığı bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Literatürde enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini ele alan çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların bir kısmı petrole bağlı enerjiyi değerlendirirken, bir kısmı ise elektrik enerjisi kullanımının etkisini araştırmaktadır. Bu çalışmada kullanım açısından bireysel olarak da daha fazla hane halkı tarafından tüketimi söz konusu olan elektrik enerjisi ekonomik büyüme ilişkisi değerlendirilecektir. Değerlendirme yapmak üzere, Türkiye için 1961-2018 dönemi Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri (WDI) ve Uluslararası Enerji Ajansı'ndan elde edilen yıllık verileri kullanılmıştır.

## 2. Teorik Yapı

İnsanlar enerji kaynaklarını aldıkları besinlerle sınırlı tutmayıp, farklı kaynaklardan da faydalanmış ve mevcut kaynakları enerjiye çevirmeyi başararak diğer canlılardan ayrılmışlardır(Aslan ve Yamak, 2006:53). İnsani ihtiyaçlar olarak nitelenen ihtiyaçların yanı sıra enerjiyi birçok alanda kullanarak ekonomik yapı içerisine dahil eden ve sistemin ayrılmaz parçası haline getiren de yine insanoğludur. Ekonomik büyümenin etkin dinamikleri arasında olup olmamasının sorgulanması da enerjinin üretime koşulsuz dahil olmasından kaynaklanmaktadır. Ekonomik büyümenin gerekliliği enerji kullanımı konusunda da planlar oluşturulması ve uygulamaya yönelik politikalar belirlenmesine sebep olmaktadır.

Ekonomik büyüme tüm yönleriyle ve etkilendiği tüm faktörlerle inceleme konusu olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Geçmişte büyümenin kaynakları ve bu kaynakların etkin kullanımı konusunda araştırmalar yapılarak ekonomik büyüme modelleri oluşturulmuş ve teoriler geliştirilmiştir. Büyüme modellerini bugün Klasik, Keynesyen Neo-Klasik ve İçsel Büyüme Modelleri olarak sınıflandırmamız mümkündür.

Klasik büyüme teorisi öncesi dönem incelendiğinde, Merkantilizm ve Fizyokrazi dikkat çeken büyüme görüşlerine sahiptir. Arzın artırılması temelli büyüme görüşü merkantilizme aitken, Fizyokratlar ise ekonomik büyüme ve zenginleşmenin kaynağını tarımsal üretim artışı olarak görmüşlerdir (Günay, Türkmen ve Özbek, 2018: 59). Klasik iktisadi düşüncede ise büyümeye dair farklı fikirler mevcuttur. İktisadi büyümeye dair ilk bilimsel yaklaşım Smith, Malthus ve Ricardo tarafından 18. yüzyılda geliştirilmiştir (Taban, 2011: 27). Adam Smith'e göre üretimde işbölümü yapılmadan verimliliği artırmak ve dolayısıyla da zenginleşmek mümkün değildir. (Gürak, 2006: 72-73). Smith bu düşüncesiyle büyümenin kaynağı olarak iş bölümünü işaret etmiştir. David Ricardo ise büyüme kavramını, azalan verimler ve fonksiyonel gelir dağılımı-gelirin işçiler, toprak sahipleri ve kapitalistler arasındaki dağılımı ile açıklamıştır (Ünsal, 2007: 60).

Keynes'in büyüme yaklaşımına bakıldığında, Genel Teori adlı eserinde tam istihdam dengesinin özel bir durum olduğunu ifade ettiği ve iktisat politikasındaki asıl amacın ekonominin büyümesi değil, ekonominin durgunluktan kurtarılıp işsizliğin önlenmesi olduğu görülmektedir (Göktaş Yılmaz, 2005: 66).

Harrod-Domar büyüme modeli, Roy F. Harrod (1939) ve Evsey D. Domar (1946)'ın yaptığı birbirinden bağımsız iki çalışmayı temel almaktadır. Bu modele göre, tek mallı iki faktörlü bir piyasada tüketim ve yatırımda kullanılabilen tek mal üretilmektedir. Paranın mevcut olmadığı bir yapı söz konusudur ve devlet, ekonomik faaliyetlere dahil olmamaktadır. Ekonomik kararların alınmasında özel karar birimlerinin yetkili olduğu kapalı bir ekonomi vardır (Özel, 2012: s.65.). Ekonomik büyümenin artması tasarruf oranı ya da sermaye verimliliğinin arttırılmasıyla mümkün olacaktır (Yülek, 1997: s. 4).

Neoklasik Büyüme Teorisi'ne bakıldığında ise neoklasik piyasa koşulları dahilinde, sermaye ve emek girdisi tarafından belirlenen çıktı düzeyinin geçerliliği ve azalan verimler ile ölçüğe göre sabit getirinin varlığı kabul edilmektedir (Demir, 2002: s. 2). Bu bağlamda Solow modeli değerlendirildiğinde enerji girdi olarak ekonomik büyümede etkili denmiştir ancak kullanımının büyüme üzerindeki rolü açıklanmamıştır.

İçsel büyüme modelleri incelendiğinde ise önemli ölçüde Romer (1986) ve Lucas'ın (1988) çalışmalarına dayandığı görülmektedir. İçsel büyüme modellerinde ekonomik büyüme sistemin kendi iç dinamiklerinde bazı faktörlerin etkileşimi sonucunda içsel olarak gerçekleşmektedir.

Bu açıdan Neoklasik Büyüme Teorisi ile farklılık göstermektedir (Ercan Yener, 2002: s. 130).

Büyüme teorileri detaylı olarak değerlendirildiğinde, enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini diğerlerine göre daha kapsamlı konu edinen teorilerin İçsel Büyüme Teorileri olduğu görülmektedir. Bugünün dünyasında finansal ve reel sermaye yetersizliğini az gelişmişliğin sebebi olarak açıklayan yaklaşımların geçerliliği söz konusu değildir. Güncel bilgiye ulaşamama, yeterli beşeri sermayenin olmaması, mevcut teknolojiyi kullanamama ve benzeri faktörler az gelişmişliğin temel nedenleri olarak görülmektedir. Tüm bu değişkenlerin modele dahil edildiği büyüme teorileri ise İçsel Büyüme Teorileridir. (Taban, 2008: 90). Enerji yoğunluğu, ülkeler için ekonomik gelişme dönemleri süresince önce artıp, sonra azalmaktadır (Medlock ve Soligo, 2001: 82). Buna göre ülkelerin büyüme sürecinde enerji kullanımı özellikle de etkin enerji kullanımı büyüme sürecinin zamansal boyutunu da etkilemektedir.

Yukarıda kısaca değinilen büyüme teorilerinden hareketle, ekonomik büyümenin enerji tüketimiyle ilişkisi ekonomi bilimiyle ilgilenenler tarafından incelenen ve önem verilen konular arasında yer almaktadır. Gerek arzın artırılması temelli görüşler gerekse de içsel büyüme yaklaşımlarında üretim süreçlerinden ve süreçlerin etkin işleyişinden söz edilmektedir. Söz konusu etkin işleyişin olmazsa olmazı olan enerji kavramı bugün hammadde temininden üretim sonrası destek aşamasına kadar birçok alanda zorunlu ihtiyaç konumundadır.

Ekolojik iktisatçılar olarak sınıflandırılacak iktisatçılar tarafından yüksek kaliteli enerji, bunun kullanımı sonucu açığa çıkan atıklar ve ısı bakımından çevreye geri dönüşünün Ortodoks olarak nitelenen iktisatçılar tarafından göz ardı edildiği savunulmaktadır. Tüm bu etkilerle birlikte, enerji türlerinin depolanması, fiziksel kapasitesi ve kullanım oranlarının da denkleme dahil edilmesi görüşü bu noktada öne çıkmaktadır (Sorrel, 2010: 1789).

Enerjinin zorunlu ihtiyaç olması ve tüm üretim sistemlerinde temel faktörler arasında yer alması aynı zamanda ülke ekonomilerinin korunması noktasında da dikkati çekmektedir. Bu nedenle enerji-büyüme ilişkisi hem büyüme hem de mevcut ekonomik yapının olumsuz yönde değişiminden korunma noktasında da değerlendirilmelidir. Çünkü bir ülkenin sürdürülebilir gelişmişlik seviyesinde var olmaya devam etmesi ülke ekonomilerinin korunması gereksinimin yanı sıra ekonomik büyüme ve gelişmeyi de mutlaka gerektirmektedir (Eğri v.d., 2017:140). Bu

düşünceden hareketle ekonomi bilimi için enerji sürdürülebilir büyüme hedeflerinde bir araç mıdır? sorusuna yanıt bulmak oldukça önemlidir.

### 3. Literatür

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ekonometrik model yardımı ile inceleyen ilk çalışmalardan biri John Kraft ve Arthur Kraft tarafından 1978 yılında yapılmıştır. 1947-1974 dönemi için ABD açısından büyüme-enerji nedensellik ilişkisi sınanmıştır ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik bulunmuştur. (Kraft ve Kraft, 1978: 403).

Ali T. Akarca and Thomas Veach Long toplam istihdam ve toplam enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi zaman serisi yöntemleri kullanılarak analiz etmişlerdir. Ocak 1973 - Mart 1978 dönemi aylık verileri ile gerçekleştirdikleri inceleme sonucunda enerjiden istihdama doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Bu çalışmanın yanı sıra nedensellik ilişkisi tespit edilen bir diğer çalışma da Abul M. M. Masih ve Rumi Masih 1996 tarihli makaleleridir. Çalışmada enerji tüketimi-reel gelir ilişkisini incelemişlerdir. Endonezya, Hindistan ve Pakistan için yapılan nedensellik analizlerinde, Hindistan açısından enerjiden gelire, Endonezya için gelirden enerjiye ve Pakistan için ise çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. M. Beenstock ve P. Willcocks ise sanayileşmiş ülkelerde enerji tüketimi ve ekonomik aktivite incelemesini 1981 yılında yazdıkları çalışma ile yapmışlardır. Çalışmada 1950-1978 arasındaki uzun vadeli gelir esnekliği, değerlendirilmiştir. 1980 tarihli çalışmalarında, enerji ve GSMH ilişkisini incelemişlerdir ve Enerji tüketiminden istihdama doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Enerji kullanımından GSYİH'ya doğru nedensellik ilişkisinin varlığını tespit eden bir çalışma da David I. Stern tarafından 1993 yılında yapılmıştır. Stern çalışmasında, ABD için ekonomik büyüme ve enerji ilişkisini incelemiştir. 1947-1990 dönemi verilerinden yararlanarak yaptığı çalışmada, brüt enerji kullanımının GSYİH açısından nedensellik ilişkisine yol açmadığı fakat, nihai enerji kullanımı bakımından enerji kullanımından GSYİH'ya doğru bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Charles B. L. Jumbe 2004 yılında yayınlanan çalışmasında 1970-1999 dönemi için Malavi açısından elektrik tüketimi (kWh) ile genel GSYİH, tarımsal-GSYİH ve gayri safi milli hasılları arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik durumlarını incelemek üzere Granger nedensellik analizi ve hata düzeltme tekniklerini kullanmıştır. Granger nedensellik analizi ile elektrik ve GSYİH arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Ancak çalışmanın sonuç-

larına göre Tarım Dışı GSYİH'dan elektriğe doğru tek yönlü nedensellik bulunmaktadır. Mehmet Mucuk ve Doğan Uysal 2009 tarihli çalışmalarında, eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini kullanarak Türkiye için enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisini incelemişlerdir. Analizler sonucunda değişkenlerin eşbütünleşik olduklarını ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Meral Uuznöz ve Yaşar Akçay 2012 tarihli çalışmalarında, 1970-2010 dönemi için Türkiye açısından birincil enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemişlerdir ve GSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Ahmet Kamacı 2019 tarihli çalışmasında, 15 gelişmiş, 15 gelişmekte olan ve de 10 az gelişmiş ülke için elektrik tüketimi, yenilenebilir enerji ve karbon emisyonunun ekonomik büyümeye etkisini 1995-2016 verileri ile analiz etmiştir. Analizler sonucunda gelişmiş ülkeler için elektrik tüketim miktarındaki artışın ve yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içerisindeki payında meydana gelen artışın ise kişi başı geliri artırdığı tespit edilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde elektrik tüketim miktarındaki artışın ve yenilenebilir enerji tüketim miktarının toplam enerji tüketimindeki payında gerçekleşen artışın kişi başı geliri artırdığı ve karbon emisyonundaki artışın ise yine kişi başı geliri artırdığı tespit edilmiştir. Az gelişmiş ülkelerde açısından analiz sonuçları yine, elektrik tüketim miktarındaki artış ve karbon emisyonundaki artış sonucunda kişi başı gelirin arttığı yönündedir. Fakat yenilenebilir enerji kullanımının total enerji kullanımındaki payının artmasıyla kişi başı gelirin azalmasına sebep olmuştur. Karşılıklı ilişkiyi politikalar bazında değerlendiren Emmanuel Samouilidis ve Costas Mitropoulo, 1984 tarihli çalışmalarında sanayileşen bir ekonomi için, ekonometrik model kullanarak, ekonomik büyüme ve enerji talebi ilişkisini ele almışlardır. Çalışmalarında, Yunanistan gibi sanayileşen bir ülkede enerji politikalarına dair uygulamaların, ekonomideki bazı yapısal değişikliklerin gerçekleşmesi için etkili olamayacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Literatürde enerji kullanımı ve makroekonomik göstergeler, özellikle de ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin varlığını doğrulayan çalışmaların yanı sıra ilişki bulunmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Yu E.S.H. ve Hwang B.K. 1984 tarihli çalışmalarında GSMH-enerji tüketimi ilişkisini incelemişlerdir ve enerji tüketimi ile gelir arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Ümit Erol ve Eden S. H. Yu 1987 tarihli çalışmalarında endüstrileşmiş ülkeler için enerji tüketimi-gelir ilişkisini test etmişlerdir. Gerçekleştirdikleri analizler sonucunda enerji ile gayri safi milli hasıla arasında kesin bir

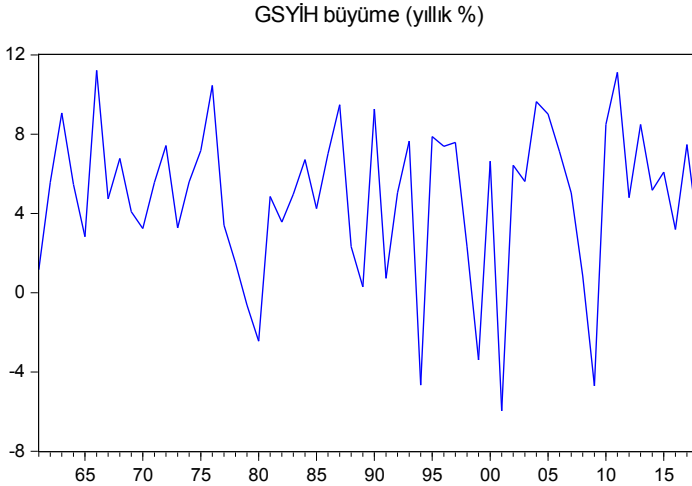
nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşırken, David Ian Stern daha önceki çalışmasında (1980) nihai enerji kullanımı açısından nedensellik ilişkisi tespit ederken, 2000 yılında yaptığı çalışmada ABD ekonomisi açısından enerjinin rolünü çok değişkenli eş bütünleşme analizi ile incelemiştir ve analizler sonucunda enerjinin ekonomik büyüme açısından sınırlayıcı bir faktör olduğunu tespit edilmiştir. Hondroyiannis G., Lolos S., Papapetrou G. ise 2002 yılındaki çalışmalarında Yunanistan açısından enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1960-1996 dönemi verileri ile vektör hata düzeltme modelinden yararlanarak incelemiştir. Chien-Chiang Lee 2006 tarihli çalışmasında, gelişmişlik düzeyi bakımından aynı olan ülkeler için enerji tasarrufu politikalarının uygulanabilirliğini araştırmıştır. 11 büyük ülke için yapılan analizlerle Birleşik Krallık, Almanya ve İsveç hariç enerji tüketimi ve gelir arasında tarafsız ilişki bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

#### 4. Veri

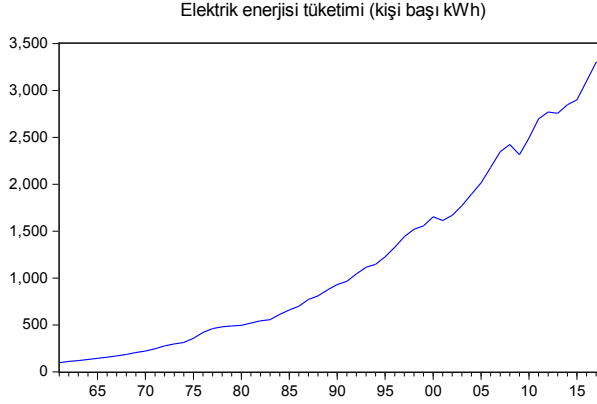
Çalışmada, Türkiye için 1961-2018 yıllarına ait Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri (WDI) ve Uluslararası Enerji Ajansı'ndan elde edilen yıllık veriler kullanılmıştır. Tahmin edilen modelde bağımlı değişken olarak GSYİH büyüme oranı ve bağımsız değişken olarak kişi başına elektrik enerjisi kullanımı alınmıştır.

**Tablo 1: Veri Seti**

Inelek	Log Kişi başı elektrik tüketimi (kWh)
gdp	GSYİH Büyüme %







## 5. Yöntem

Elektrik enerjisi kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin analiz edilmesi için aşağıdaki model test edilmiştir. Modelimizde  $\beta$  katsayısı, bağımsız değişkenlerimizin bağımlı değişken üzerindeki etki oranını ve  $u_t$  ise hata terimini ifade etmektedir.

$$gdp_t = \beta_0 + \beta_1 \ln elek_t + u_t \quad (1)$$

Zaman serisi çalışmalarında incelenen modelde uzun dönemde bir ilişkinin var olup olmadığının araştırılması için farklı eş bütünleşme yöntemleri kullanılabilir. Engle ve Granger (1987) testi, Johansen (1988, 1991) ve Johansen ve Juselius (1990) testleri, çalışmalarda sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Söz konusu yöntemler, modelde yer alan tüm değişkenlerin birinci düzeyde durağan olmasını gerektirmektedir. Yani, tüm değişkenler  $I(1)$  olmalıdır. Bunun yanı sıra düşük gözlem sayısına sahip örneklerde de bu yöntemler yetersiz sonuçlar vermektedir. Ama gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (ARDL) modeli ise bu sınırlamaları ortadan kaldırmaktadır. Pesaran, Shin ve Smith (1996) ve Pesaran ve arkadaşları (1999) tarafından ortaya konan ve Pesaran ve arkadaşlarının (2001) geliştirdiği bu yöntem sayesinde farklı durağanlık düzeyindeki değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki analiz edilebilmektedir. Bu yaklaşım, serilerin hangi düzeyden durağan olduklarına bakılmaksızın eş bütünleşme analizinin yapılmasına olanak sağlamaktadır (Pesaran, Shin & Smith, 1996).

ARDL model testi iki aşamada yapılmaktadır. İlk aşamada, değişkenler arasında eş bütünleşmenin var olup olmadığı sınır testi yöntemiyle belirlenmektedir ve değişkenler arasında bir eş bütünleşme ilişkisi mev-

cut ise ARDL modeli kullanılarak kısa ve uzun dönem denklemleri tahmin edilmektedir (Bolat, Belke & Aras, 2011:355). Sınır testi için çalışmamıza uyarlanmış model aşağıdaki gibidir.

$$\Delta(gdp_t) = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_{1i} \Delta(gdp_{t-i}) + \sum_{i=0}^q \beta_{2i} \Delta(inelek_{t-i}) + \alpha_1(gdp_{t-1}) + \alpha_2(inelek_{t-1}) \quad (2)$$

Modelde,  $\Delta$  fark operatörünü ve  $q$  ise optimal gecikme uzunluğunu göstermektedir ve  $\beta$  katsayıları kısa dönem ve  $\alpha$  katsayıları ise uzun dönem dinamiklerini ifade etmektedir (Bolat vd., 2011:357). ARDL testi-ne göre, uzun dönemli bir ilişkinin tespit edilebilmesi için model önce en küçük kareler (EKK) yöntemiyle tahmin edilmektedir. Daha sonra uzun dönemli ilişkinin olmadığını ifade eden boş hipotez test edilmektedir (Bolat vd., 2011:357).

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = \alpha_7 = 0 \quad (3)$$

Hipotez testi için F istatistiği sonuçlarına bakılmaktadır ve uygun gecikme uzunluğu için bulunan F istatistiği, Pesaran ve arkadaşları (2001) tarafından oluşturulan tablo değerleriyle kıyaslanmaktadır. Tespit edilen F istatistiğinin kritik değerlerin altında kalması eş bütünleşme olmadığını gösterirken, kriterlerden daha büyük olması eş bütünleşmenin varlığını göstermektedir. Kritik değerler arasında ise herhangi bir sonuca ulaşılamamaktadır (Pesaran vd., 2001:290). Serilerin optimal gecikme uzunluğunun tespiti için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ve değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin analizini gösteren ARDL modeli aşağıdaki gibidir:

$$\Delta(gdp_t) = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_{1i} \Delta(gdp_{t-i}) + \sum_{i=0}^q \beta_{2i} \Delta(elek_{t-i}) + u_t \quad (4)$$

Seriler arasındaki kısa dönemli ilişkinin tespiti ise ARDL yöntemine dayanan hata düzeltme modeli yoluyla incelenmektedir. Bu model şu şekildedir:

$$\Delta(gdp_t) = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_{1i} \Delta(gdp_{t-i}) + \sum_{i=0}^q \beta_{2i} \Delta(inelek_{t-i}) + \alpha_1(gdp_{t-1}) + \alpha_2(inelek_{t-1}) + \gamma EC_{t-1} + u_t \quad (5)$$

Modelde EC hata düzeltme terimidir ve  $\gamma$  katsayısı, düzeltme hızını vermektedir.

## 6. Uygulama Sonuçları

Türkiye'ye ait 1961-2018 dönemi için ele alınan verilerle ekonomik büyüme elektrik enerjisi tüketimi arasındaki ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Söz konusu döneme ait verilerin analizi için öncelikle durağanlık testleri gerçekleştirilmiştir ve bu amaçla Genişletilmiş Dickey-Fuller(ADF)

ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Test sonuçları aşağıda yer alan Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tabloda yer alan ADF ve PP birim kök test sonuçları incelendiğinde, gdp ve Inleek değişkenlerinin düzeyde durağan olduğu görülmektedir. Trend ve sabitli seride Inleek birinci farkı alındığında durağan hale gelmektedir. ARDL sınır testi için gerekli ön şart değişkenlerin I(2) olmamasıdır. Bu sonuçlara göre gerekli ön şart sağlanmaktadır.

**Tablo 2: Birim Kök Test Sonuçları**

	ADF (Augmented Dickey-Fuller) Birim Kök Testi	ADF (Augmented Dickey-Fuller) Birim Kök Testi Birinci Farklar	PP (Phillips-Perron) Birim Kök Testi	PP (Phillips-Perron) Birim Kök Testi Birinci Farklar
gdp	-7.51***		-7.51***	
Inleek	-4.82***		-5.26***	
<b>Sabit ve Trendli</b>				
gdp	-7.45***		-7.45***	
Inleek	-1.51	-6.17***	-1.51	-6.09***
Not: Tahmin edilen model sabit içermektedir. Gecikme Uzunlukları Akaike bilgi kriterine göre otomatik belirlenmiştir. ***, **, *, sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.				

**Tablo 3: Sınır Testi Sonuçları**

	Değer	k
<b>F-istatistiği</b>	30.384	1
<b>Kritik Değer</b>	<b>Alt Sınır</b>	<b>Üst Sınır</b>
10%	4.04	4.78
5%	4.94	5.73
1%	6.84	7.84

Belirlenen uygun gecikme değeri altında yapılan sınır testi sonuçları, Tablo 4’te gösterilmiştir. Bu değerleri Pesaran ve arkadaşlarının (2001) tablo değerleri ile karşılaştırdığımızda F istatistiğinin, %1 anlamlılık düzeyine ait kritik değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğu söylenebilmektedir. Yani ele alınan değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla uzun ve kısa dönem ilişkileri belirlemek için ARDL modeli kurulabilecektir.

## 7. ARDL Modeli

### Uzun Dönem Modeli

ARDL modelinde değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla (4) nolu model, test edilmiştir. AIC kriterlerine göre gecikme uzunluğu belirlenmiş ARDL model sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

**Tablo 4: ARDL Uzun Dönem Model Sonuçları**

ARDL(4,1)				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
Inelek	0.977	0.371	2.63	0.0115
C	-5.249	2.994	-1.753	0.0861

Enerji tüketiminin büyümeyi nasıl etkilediğinin tespit edilmesi amacıyla ARDL yöntemiyle test edilen modelde uzun dönem sonuçlara göre elektrik enerjisi kullanımı ve büyüme değişkeni arasında istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın temel çıkış noktası olan elektrik tüketimi değişkeni açısından ekonomik büyümenin modelde istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle ele alınan dönemde elektrik tüketiminde meydana gelen değişmelerin büyümeyi artırdığı görülmektedir.

**Tablo 5: ARDL Kısa Dönem İlişkisi ve Hata Düzeltme Modeli**

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
D(GDP(-1))	0.318407	0.175017	1.819288	0.0752
D(GDP(-2))	0.312666	0.141605	2.208011	0.0322
D(GDP(-3))	0.224149	0.100454	2.231356	0.0305
D(LNELEK)	83.336293	12.772856	6.524484	0.0000
Ect(-1)	-1.464111	0.205505	-7.124439	0.0000

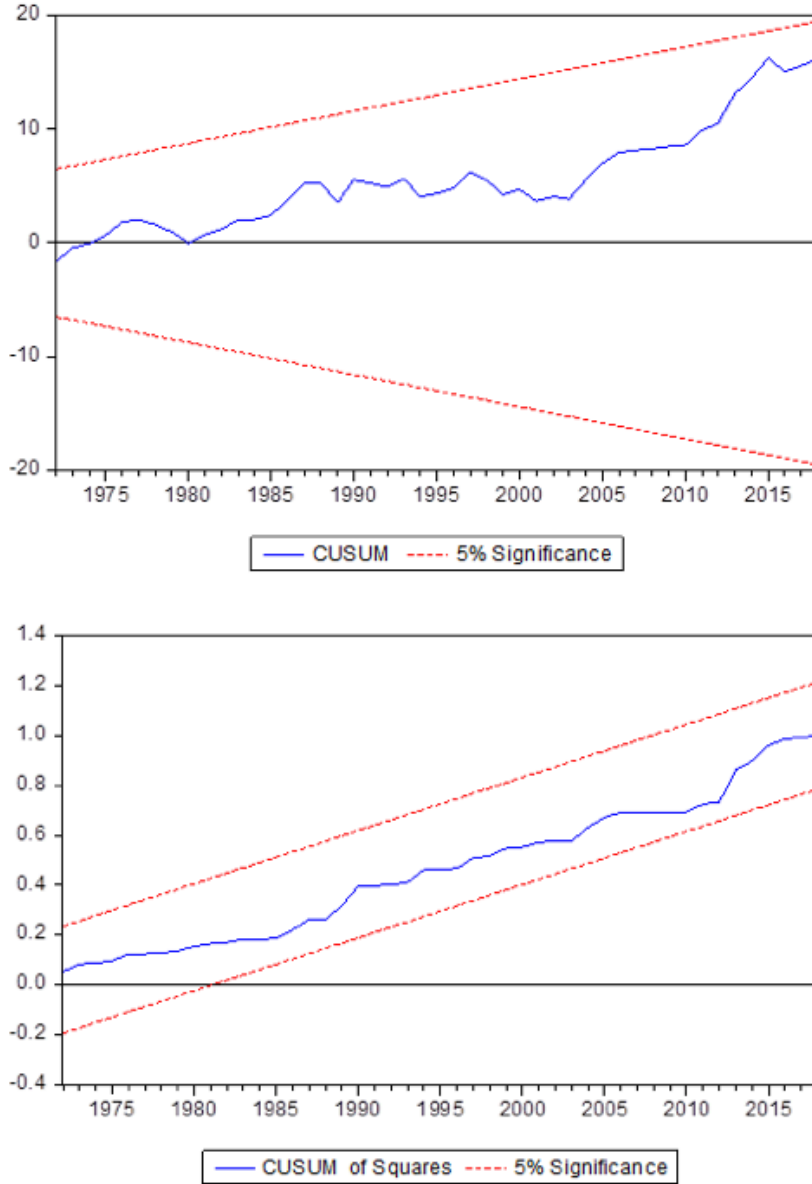
ARDL modelinin sonuçlarına göre, kısa dönemde de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki anlamlıdır. Bu bağlamda, hata düzeltme teriminin işareti beklenildiği gibi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Sistemdeki bir dalgalanmanın hızlı bir şekilde istikrara kavuştuğunu söylemek mümkündür.

**Tablo 6: Diaognistik Test Sonuçları**

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-istatistiği	0.736567	Olasılık F(2,41)	0.4844
R <sup>2</sup>	1.711725	Olasılık Ki-Kare (1)	0.4249
Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-istatistiği	0.816293	Olasılık F(8,43)	0.5628
R <sup>2</sup>	5.096155	Olasılık Ki-Kare (8)	0.5315
Jarque-Bera İstatistiği	0.138	Olasılık	0.933

Modelde herhangi bir heteroskedastisite veya serisel korelasyon olup olmadığını kontrol etmek için yapılan Lagrange-çarpmanı ve Breusch-Pagan-Godfrey ve Jarque-Bera İstatistiği test sonuçları, Tablo 6'da gösterilmiştir. Her iki tabloda da gösterilen p değerleri %5'den büyük-

tür. Buna göre sıfır hipotezleri reddedilememiş ve modelde herhangi bir heteroskedastisite veya serisel korelasyon problemi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 1: CUSUM ve CUSUM kare test Sonuçları

Model sonuçlarında otokorelasyon ve değişen varyans problemlerini araştırmak için yapılan testler sonucunda, herhangi bir sorun tespit edilememiştir. CUSUM ve CUSUMQ test sonuçları da model katsayılarının araştırma dönemi içinde durağan olduklarını belirtmektedir.

**Tablo 7: Granger Nedensellik**

Hipotezler	F-istatistiği	Sonuç
Enerji Tüketimi Büyümenin Nedeni Değildir	8.51* (0.0623)	Enerji Tüketimi, Büyümenin Granger Nedenidir (%10 anlamlılık düzeyinde)
Büyüme Enerji Tüketiminin Nedeni Değildir	2.91 (0.5719)	Büyüme, Enerji Tüketiminin Granger Nedeni Değildir.

Tablo 7’de ise ele alınan değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığı araştırılmıştır. Tablodan da görüleceği üzere elektrik enerjisi tüketiminden büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmuşken, büyümeden enerji tüketimine doğru bir ilişki tespit edilememiştir.

## 8. Sonuç

Günümüzde ekonomik büyümenin ölçülmesinde GSYİH rakamlarından faydalanılmaktadır. Bu nedenle çalışmada ölçüt olarak GSYİH kullanılmıştır. GSYİH üretim genişlemesi sonucu büyümenin ölçütü olarak kullanılmaktadır. Üretim genişlemesi için faktör arzında artış ve teknolojik yenilikler ile gelişmeler itici güç olarak değerlendirilirse, her ikisi için de enerji kullanımı büyük önem taşımaktadır. Özellikle mevcut üretim sistemlerinde üretim artışının sağlanması için üretim girdisi olan enerjinin kullanım biçim ve miktarı büyük önem taşımaktadır. Bugün petrol ve türevleri olarak tanımlanan enerji kaynaklarının çevre duyarlılığı sebebiyle kullanımının azaltılması ve elektrik enerjisine yönelimin sağlanması hem ekonomi bilimi için sürdürülebilirlik noktasında hem de diğer bilim alanları için çevre ve yaşam döngüleri hususunda çok büyük öneme sahiptir. Bu noktadan hareketle enerjinin vazgeçilmez üretim girdisi olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Enerjinin gereksinim düzeyini de göz önünde bulundurarak, büyüme açısından da vazgeçilmez mi ve enerji kullanımı büyümenin lokomotif mi ya da ekonomik büyümenin bir sonucu olarak kullanım miktarında artış olurken, büyüme enerji tüketiminin itici gücü mü sorularını cevaplamak gerekmektedir. Tüm bu sorulara yanıt verebilmek için enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmek ve nedensellik yönünden incelemek gerekmektedir. Bu görüşten hareketle çalışmada 1961-2018 dönemi verilerinden yararlanılarak Granger Nedensellik testi ile söz konusu ilişki sınanmıştır. Yapılan analiz sonuçları 1961-2018 dönemi

için Türkiye açısından elektrik enerjisi tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya koymuştur. Ayrıca söz konusu döneme ait veriler elektrik enerjisi kullanımının büyümeye etkisinin tespiti amacıyla ARDL yöntemiyle test edilmiştir. Modelde uzun dönem sonuçlara göre elektrik enerjisi kullanımı ve büyüme değişkeni arasında istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ve elektrik tüketimi değişkeni açısından ekonomik büyümenin modelde istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre, incelenen dönemde elektrik tüketiminde meydana gelen değişmelerin büyümeyi artırdığı görülmektedir. Ulaşılan analiz sonuçlarına göre elektrik enerjisi tüketimi büyümenin tetikleyicisi olarak görülebilir. Ayrıca büyüme teorilerinde üretim faktörleri içerisinde temel girdi olarak değerlendirilerek, üretim genişlemesi-ekonomik büyüme açısından incelenmesi faydalı olacaktır.

## Kaynakça

- Akarca Ali.T. & Long T. V. (1979).Energy and Employment: A Time Series Analysis Of Causal Relationship, *Resource Energy*, (2),151-162, doi: 10.1016/0165-0572(79)90027-6
- Akarca Ali.T. & Long T. V. (1980). On the Relationship Between Energy And GNP: A Re-Examination,*Journal of Energy Development*, (5),326-331.
- Aslan, N.&Yamak, T.(2006).Türkiye'nin Enerji Sorununun Alternatif Enerji Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 21(1), 53-75.
- Beenstock, M.& Willcocks, P. (1981).Energy Consumption And Economic Activity in Industrialized Countries: the Dynamic Aggregate Time Series Relationship, *Energy Economics*, 3 (4), 225-232, [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(81\)90023-2](https://doi.org/10.1016/0140-9883(81)90023-2)
- Bolat, S., Belke, M., & Aras, O. (2011). Türkiye'de İkiz Açık Hipotezinin Geçerliliği: Sınır Testi Yaklaşımı. *Maliye Dergisi*, (161), 347-364.
- Demir, O. (2002), Durgun Durum Büyümeden İçsel Büyümeye, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 3, (1), 1-16.
- Eğri, T.;Timur, B.; Eğri & C. Ö.; Bayraktar, Y.(2017). Seçilmiş Ortadoğu Ülkeleri için Ekonomik Büyüme ve Savunma Harcamaları İlişkisi: Panel Veri Analizi, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(5), 139-153.
- Ercan, Y N. (2002). İçsel Büyüme Teorisi: Genel Bir Bakış, *Planlama Dergisi*, Özel Sayı, DPT'nin Kuruluşunun 42. Yılı,129-138.
- Günay E., Türkmen, S.& Özbek, S. (2018).İktisadi Düşünce Üzerinde Doğa Bilimlerinin Etkisi, *Klasik Fiziğin İktisadi Alana İlk Uyarlaması: Fizyokrazi*, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 41-65.
- Gürak, H. (2006). *Ekonomik Büyüme ve Küresel Ekonomi*, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Göktaş Y. Ö. (2005).Türkiye Ekonomisinde Büyüme İle İşsizlik Oranları Arasındaki Nedenlilik İlişkisi, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, (2),11-29.
- Hondroyannis G., Lolos S. & Papapetrou G. (2002).Energy Consumption and Economic Growth: Assessing the Evidence From Greece, *Energy Economics*, (24), 319-336, [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(02\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(02)00006-3)
- Jumbe C.B.L., (2004). Cointegration and Causality Between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence From Malawi,*Energy Economics*, (26), 61-68, [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00058-6](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00058-6)
- Kraft J. & Kraft A. (1978).On The Relationship Between Energy and GNP, *Journal of Energy Finance & Development*, 3(2), 401-403.
- Lee C., (2006). The Causality Relationship Between Energy Consumption and GDP in G-11 Countries Revisited, *Energy Policy*, 34(9),1086-1093, DOI: 10.1016/j.enpol.2005.04.023
- Masih A.M.M. &Masih R., (1996). Energy Consumption, Real Income and Temporal Causality: Results From A Multi-Country Study Based On Cointegration And Error-Correction Modelling Techniques,*Energy Economics*, 18(3), 165-183,[https://doi.org/10.1016/0140-9883\(96\)00009-6](https://doi.org/10.1016/0140-9883(96)00009-6)



- Medlock, K. B. & Soligo, R., (2001). Economic Development and End-Use Energy Demand, *The Energy Journal*, 22(2), 77-105.
- Özel H. A., (2012). Ekonomik Büyümenin Teorik Temelleri", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* H. A. Özel, 2(1), 63-72.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (1996). Testing for the 'Existence of a Long-run Relationship', *Cambridge Working Papers in Economics*, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships, *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326, <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Stern, David I., (2000). A Multivariate Cointegration Analysis Of The Role Of Energy in the US Macroeconomy, *Energy Economics*, Elsevier, 22(2), 267-283.
- Samouilidis, J. & Mitropoulous, C.S. (1984) Energy and Economic Growth in Industrializing Countries: the Case of Greece, *Energy Economics*, 6(3), 191-206, [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(84\)90016-1](https://doi.org/10.1016/0140-9883(84)90016-1)
- Sorrel, S. (2010). Energy, Economic Growth and Environmental Sustainability: Five Propositions, *Sustainability*, 2(6), 1784-1809, <https://doi.org/10.3390/su2061784>
- Stern D.I. (1993). Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach, *Energy Economics*, 15(2), 137-150, [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(93\)90033-N](https://doi.org/10.1016/0140-9883(93)90033-N)
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels, *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621-634.
- Taban S. (2008). İktisadi Büyüme Kavram ve Modeller, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Taban, S. (2011). İktisadi Büyüme Kavram Ve Modeller, Ankara: Nobel Yayınevi.
- Uzunöz M. & Akçay Y. (2012). Türkiye'de Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Neden-sellik İlişkisi: 1970-2010, *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 1-16.
- Ümit E. & Eden S. H. Yu, (1987). On The Causal Relationship Between Energy And Income For Industrialized Countries ICEED, *The Journal of Energy and Development*, 13(1), 113-122.
- Ünsal Erdal M. (2007). İktisadi Büyüme, Ankara: İmaj Yayıncılık.
- Yu E.S.H. & Hwang B.K., (1984). The Relationship Between Energy and GNP: Further Results, *Energy Economics*, 6, 168-190.
- Yülek, A. Murat (1997), İçsel Büyüme Teorileri, Gelişmekte olan Ülkeler ve Kamu Politikaları Üzerine, *Hazine Dergisi*, 1-15.

