

Makale Gönderim Tarihi: 09.06.2018

Makale Kabul Tarihi: 16.10.2018

Araştırma Makalesi

Biyokütle Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örneği¹Hüseyin Naci BAYRAÇ²
Başak ÖZARSLAN³**Özet**

Dünya nüfusundaki artışla beraber çoğalan enerji ihtiyacını karşılamada, fosil yakıtların yetersiz kalması dikkatleri yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmektedir. Biyokütle enerjisi ise son yıllarda dünyada en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin enerji konusunda yaşadığı sorunlar ve enerji ithalatında yüksek oranda dışa bağımlı olması, alternatif enerji kaynaklarının önemini daha da artırmaktadır. Türkiye'de tarımsal potansiyelin yüksek olmasından dolayı, biyokütle enerjisinin söz konusu enerji sorunlarına bir çözüm getireceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, çalışmada ekonomik büyüme ile biyokütle enerjisi arasındaki ilişkinin varlığı, 1991-2015 yılları verilerini kapsayan ARDL modeli ile sınımlanmaktadır. Çalışmada, biyokütle enerjisi, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücü değişikliklerin reel GSYH üzerindeki etkisi incelenmektedir. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre, Türkiye'de, biyokütle enerjisi, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücünün ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Biyokütle, Enerji, Türkiye, ARDL.

An Empirical Analysis of Relationship Between Biomass Energy and Economic Growth: The Turkey Case**Abstract**

The inadequacy of fossil fuels to meet the growing energy need with the increase in the world population is turning attention to renewable energy sources. Biomass energy is among the most widely used renewable energy sources in the world in recent years. Turkey to be highly dependent on foreign energy imports and the difficulties in the field of energy, further increases the importance of alternative energy sources. Due to the high agricultural potential in Turkey is thought of biomass energy will bring a solution to the energy problem. In this context, the existence of relationship between economic growth and biomass energy is tested in this study with ARDL model which contains data between 1991-2015. This study examines the effects of changes in biomass energy, real fixed capital investments and labor force on real GDP. In respect of empirical findings, indicate that biomass energy, real fixed capital investments and labor force have turned out to significant and positive impact on real GDP of Turkey.

Keywords: Renewable Energy, Biomass, Energy, Turkey, ARDL.

¹ Bu çalışma Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi tarafından 26-28 Nisan 2018 tarihleri arasında düzenlenen I. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Finansal Analiz Kongresi – 2018” (PEFA-2018)’de sunulan “Türkiye’de Biyokütle Enerjisinin Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri” başlıklı bildirinin yeniden gözden geçirilmiş ve düzenlenmiş halidir.

² Dr. Öğretim Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, nbayrac@ogu.edu.tr.

³ Doktora Öğrencisi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat ABD, basakozarslan05@hotmail.com.

Giriş

Dünya ekonomisinde yaşanan hızlı nüfus artışı; ülkelerin tarım, sanayi ve hizmet sektörlerinin hemen her alanında enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır. Söz konusu talep artışı büyük oranda fosil kökenli enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Enerji talebinde oluşan artışın karşılanmasında; fosil kaynak rezervlerinin dünya coğrafyasında düzensiz dağılmasına bağlı olarak üretim ve dağıtım konularında bazı problemler yaşanmaktadır. Bunun yanı sıra, fosil enerji kaynaklarının iklim değişikliği, küresel ısınma ve CO₂ emisyonunu artırması gibi çevresel sorunlara da neden olduğu görülmektedir.

İklim değişikliği, fosil yakıt kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının atmosferde hapsedilmesi ve yeryüzünün sıcaklık değerini artırmasıyla iklimler arasında görülen sürekli değişimi ifade etmektedir. Bu açıdan fosil kökenli enerji kaynaklarının yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması büyük önem taşımaktadır.

Dünya’da enerji ihtiyacının yüksek oranda kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarından elde edilmesi, bu kaynakları elinde bulduran ülkelerin lehine bir durum yaratırken, bu kaynakları ithal eden ülkelerin aleyhine bir durum ortaya çıkarmaktadır. Birçok gelişmiş ülke enerji politikalarını güneş, rüzgâr, hidroelektrik, dalga, biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde yoğunlaştırmışken, gelişmekte olan ülkeler bu konuya daha yeni önem vermektedirler.

Yenilenebilir enerjiler arasında bulunan ve son yıllarda oldukça dikkat çekici bir enerji kaynağı da hammaddesini tarımsal ürünler ve atıkların oluşturduğu biyokütle enerjisidir. Tarımsal ürün ve atıklar belirli aşamalardan geçerek enerji açığa çıkarmakta ve bunun sonucunda biyoyakıtlar ortaya çıkmaktadır. Biyoyakıtların atık kontrolü sağlanması, bölgesel gelişmişlik ve kalkınma düzeyini artırması, enerjinin ihtiyaca göre ayarlanabilmesi ve enerji alternatiflerini çeşitlendirmeye yardımcı olması gibi sebeplerden dolayı önemi giderek artmaktadır.

Çalışmada Türkiye’de, biyokütle enerjisi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, 1991-2015 yılları verilerini kapsayan ARDL modeli ile araştırılmaktadır. Biyokütle enerjisi, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücü değişikliklerinin reel GSYH üzerindeki etkisi incelenmektedir. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre; Türkiye’de biyokütle enerjisinin, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücü, ekonomik büyümeyi pozitif ve anlamlı bir şekilde etkilemektedir.

1. Biyokütle Tanımı ve Kaynakları

Genel anlamı ile biyokütle enerjisi, 100 yıldan daha az zamanda kendini yenileyebilen, karada veya suda yetişen her türlü bitkiyi içeren, kentsel, ormansal ve besin endüstrisi tarafından ortaya çıkarılan atıkların oluşturduğu organik maddelerin işlenmesiyle ortaya çıkan enerjiyi ifade etmektedir(Acaroğlu vd., 2015: 1166). Biyokütle kavramı, genel olarak canlı organizmalardan üretilen maddeyi ifade etmektedir.

Dünya ekonomisinde giderek çoğalan nüfus, kentleşme ve sanayileşme sonucu, sürekli artan enerji ihtiyacını çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir biçimde

sağlayacak kaynaklar arasında en önemli yeri biyokütle almaktadır. Biyokütleden enerji üretiminde, doğal enerji kaynağı olan rüzgâr ve güneş enerjisi gibi hava koşullarına bağlı bir üretim dalgalanması yaşanmamaktadır. Biyokütle, yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olması ve ülkenin her coğrafyasında üretilebilmesi nedeniyle kırsal bölgelerdeki ekonomik kalkınmaya büyük oranda katkı sağlayan bir enerji kaynağıdır.

Yeryüzündeki yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturan biyokütle (biomass), enerji üretmek için kullanılan bitkisel, hayvansal ve organik kökenli kentsel atıklardan oluşan canlı ya da cansız biyolojik maddelerden oluşmaktadır (BAKA, 2012: 6). Biyokütle enerjisi; yeşil bitkilerin güneşten aldıkları enerjiyi, fotosentez aracılığı ile kimyasal enerji biçiminde depolamalarıyla oluşmaktadır. Biyokütle kaynakları ülkelerin coğrafi konumları, iklim ve bitki örtülerine göre farklılıklar göstermektedir.

Biyokütle enerji kaynakları; genellikle heterojen yapıda, yüksek su ve oksijen içeren, düşük yoğunluk ve ısıl değere sahip olduklarından, yakıt kalitesi de bu niteliklerden olumsuz yönde etkilenmektedir (Kaplukan, 2014: 103). Biyokütlenin bu olumsuz nitelikleri, çeşitli fiziksel ve dönüşüm süreçleri aracılığı ile giderilmektedir. Biyokütleden, kırma, boyut küçültme, pelletleme, birikletme, öğütme, filtrasyon ve ekstraksiyon gibi fiziksel süreçlerin yanı sıra biyokimyasal ve termokimyasal dönüşüm süreçleri aracılığı ile biyoyakıt üretilmektedir (Bayraç, 2011: 185).

Biyokütle enerji kullanıldığı sektöre göre geleneksel ve modern formları olarak başlıca iki ana gruba ayrılmaktadır. Geleneksel biyokütle; genellikle gelişmekte olan ülkelerde ve kırsal alanlardaki evlerde, ısınma ve yemek yapma amaçlı kullanılan hayvansal ve tarımsal atıklardan üretilmekte ve düşük verimlilikte enerji sağlayan doğrudan yakma yöntemi kullanılmaktadır. Modern biyokütle ise, ileri kimyasal dönüşüm teknikleri aracılığı ile meydana getirilen, elektrik üretimi ve akaryakıt amacıyla kullanılan biyoetanol, biyodizel, çöp gazı, sentetik yağ ve biyogaz gibi biyoyakıtları oluşturmaktadır (Yılmaz, 2012: 46).

Geleneksel biyokütle, emek yoğun ve yoğunlukla hane halkı tarafından yapılan üretimi ifade ederken, modern biyokütleden sermaye yoğun bir üretimle, yüksek verimlilikte ısıl ve elektriksel enerji elde edilmektedir. Günümüzde enerji tarımı olarak adlandırılan, yeni ortaya çıkan bir tarım türünde C4 olarak adlandırılan enerji bitkileri (şeker kamışı, şeker pancarı, mısır, tatlı darı, sorgum, aspir, kolza vs.) yetiştirilmektedir (http://www.emo.org.tr/ekler/d72907230afa546_ek.pdf). Verimi az olan arazilerde bile hızla yetiştirilebilen, mevsimsel kuraklıklara dayanıklı ve yüksek verimliliğe sahip olan C4 enerji bitkileri, modern biyokütle enerjisinin temel hammaddelerini oluşturmaktadır.

Modern biyokütle sektörünün gelişimi, ülkeler arasında çeşitli farklılıklar göstermektedir. Biyokütle enerjisinde alt yapıya sahip olan ve teşvik politikaları uygulayan Finlandiya, İsveç, Fransa, Almanya, Avusturya, Çin, Hindistan, Brezilya ve ABD'nin içinde bulunduğu az sayıdaki ülke, ormansal ve tarımsal kaynaklara dayalı biyokütle enerjisi sektörüne sahiptir. Bu ülkelerin uyguladığı politikalar, küresel biyokütle piyasalarının işleyişinde önemli rol oynamaktadır (Saraçoğlu, 2017: 142).

2. Dünya’da ve Türkiye’de Biyokütle

WEC’e (Dünya Enerji Konseyi) göre, 2014 yılında biyokütle, dünya birincil yenilenebilir enerji arzı içinde sahip olduğu % 73’lük pay ile en büyük paya sahip enerji kaynağıdır. Dünya toplam birincil enerji arzında ise, 59.3 EJ (Eksajul) ile % 10.3’lük bir paya sahip olmuştur (WEC, 2016: 2).

2000 ile 2014 yılları arasındaki dünya birincil biyokütle arzı Tablo 1’de yer almaktadır. Dünya toplam biyokütle üretimi sürekli artarak 43.0 EJ’den 59.2 EJ’e yükselmiştir. 2000 yılından itibaren biyokütle arzı yıllık ortalama % 2,3 oranında artış göstermiş ve bu artışın önemli bir kısmı sıvı biyoyakıtlardan kaynaklanmıştır.

Tablo 1: Dünya Toplam Biyokütle Arzı (EJ)

Yıllar	Toplam	Belediye Atıkları	Sanayi Atıkları	Katı Biyokütle	Sıvı Biyokütle	Biyogaz
2000	43.0	0.74	0.47	41.1	0.42	0.28
2005	47.4	0.94	0.40	44.7	0.85	0.50
2010	54.2	1.15	0.68	49.1	2.44	0.84
2014	59.2	1.32	0.80	52.6	3.21	1.27

Kaynak: WBA, 2017; 30.

Dünya toplam enerji tüketiminin % 14’ünü biyokütle enerjisi karşılamaktadır. Bunun % 4’ü işlenmiş bitkisel yağlar, % 22’si biyodizel ve % 74’ü etanol’dan oluşmaktadır. Dünya biyokütle enerjisi üretiminde, ABD % 46 ile ilk sırayı alırken bunu % 24 ile Brezilya izlemektedir (Karagöl ve Tavas, 2017: 18).

IEA’nın yaptığı projeksiyonlara göre; 2050 yılına kadar biyokütle talebinin hızlı bir şekilde artacağı ve elektrik üretimi için bu kaynaklara olan talebin yaklaşık 3 kat artacağı tahmin edilmektedir. Biyokütlenin dünya elektrik üretiminin % 7.5’ini ve ulaşımda kullanılan yakıtın da % 27’sini karşılama potansiyeline sahip olabileceği beklenmektedir (IEA, 2012).

Türkiye, güneşlenme süresi, tarım arazisi potansiyeli, su kaynakları ve iklim koşulları gibi nitelikleri ile biyokütle üretimine uygun bir ülkedir. Türkiye’de geleneksel yöntemle bağlı olarak biyokütle enerjisi ticari olmayan yakıt biçiminde kullanılmaktadır. Ancak, son yıllarda giderek artan miktarlarda modern biyokütlenin kullanılmaya başlanması, yerel kalkınmanın sağlanması, istihdam yaratılması ve küresel ısınmanın azaltılması açılarından önemli bir gelişmedir. Türkiye için biyokütle enerjisi kullanımı, dışa olan enerji bağımlılığının azaltılmasının yanı sıra, tarımsal ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirliliğin de önlenmesine yardımcı olmaktadır.

Türkiye nüfusunun % 35’inin tarım sektöründe istihdam edilmesi, tarım alanlarının % 55.6’sının ekilebilir nitelikte olması ve % 15’inin ormanlarla kaplı olması sonucunda, 77 milyon ton’luk tarımsal biyokütle potansiyeline sahiptir

(<https://enerjienstitusu.org>). Biyokütle enerjisi üretim teknolojileri devreye alınmasına bağlı olarak üretilecek katı, sıvı ve gaz biyoyakıtlar, fosil yakıt tüketen mevcut enerji yapılarında ya olduğu gibi ya da küçük değişikliklerle kullanılabilir. Bu durum, mevcut yapının tümünden tasfiye edilmesini zorunlu kılan teknolojilerle karşılaştırıldığında, biyokütle enerjisinin ekonomik olarak daha avantajlı ve kısa vadede etkili bir çözüm olduğunu ortaya koymaktadır. Biyokütle enerjisinin başka bir avantajı da, Türkiye'nin tarım ve sanayi altyapısına uygun süreçlere sahip olmasıdır. Biyoyakıt üretimiyle ilgili üretim sistem gereksinimlerinin halen mevcut olan tarım, makine ve kimya endüstrilerinin altyapısıyla karşılanması mümkündür.

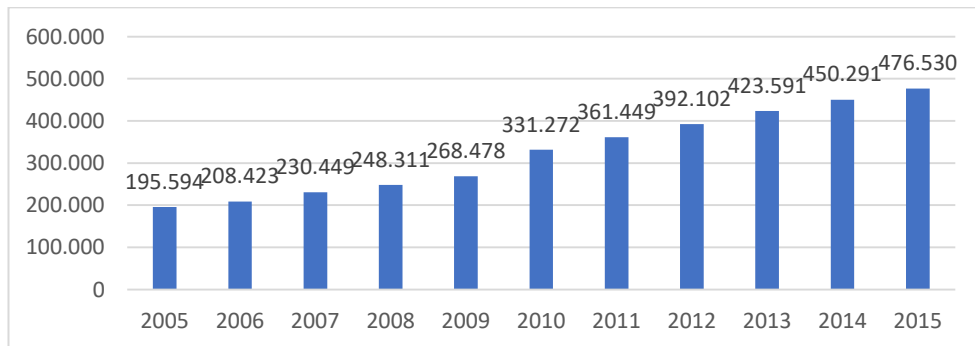
3. Biyokütle Enerjisinden Elektrik Üretimi

Küresel enerji kaynaklarının büyük bir bölümü, enerjinin en fazla kullanılan formu olan, elektrik enerjisi üretimi için harcanmaktadır. Biyoyakıtlardan ulaştırma sektöründe taşıt yakıtı olarak yararlanıldığı gibi, elektrik üretimi ve ısı elde edilmesinde de kullanılmaktadır (Dağdelen, 2015: 5). Modern yaşamın temel bir unsuru olan elektriğin yakın gelecekteki talep miktarının kesintisiz olarak karşılanabilmesine yönelik araştırmalar sonucu, biyokütleyle dayalı elektrik üretiminin (biyoelektrik) bu alanda büyük katkı sağlayacağı görülmüştür (IEA and FAO, 2017: 8).

IEA'na göre, 2035 yılına kadar küresel elektrik talebinin % 70'den fazla artarak 32000 TWh'e ulaşacağı beklenmektedir. Bu artışın önemli bir bölümünün başta Çin ve Hindistan olmak üzere, OECD dışındaki ülkelere kaynaklanacağı düşünülmektedir. OECD ülkelerinde ise, kömür kökenli elektrik üretimi giderek azalmaktadır. 2035 yılına kadar doğalgaz ve yenilenebilir enerjilere dayalı elektrik üretiminin 2010 yılına göre üç kat artarak, % 20'den % 31'e yükseleceği öngörülmektedir. OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları payının yükselmesinde, rüzgârın % 47, biyoenerjinin % 16, güneşin % 15 ve hidrolik enerjinin ise, % 11 dolayında katkı yapacağı ifade edilmektedir (IEA, 2012: 4).

Çin'in dünyada en büyük petrol tüketicisi olarak 2030 yılında ABD'yi geride bırakacağı, Ortadoğu ülkelerindeki tüketimin AB'ni geçeceği, Hindistan'ın petrol talebinin en hızlı arttığı ülke haline geleceği tahmin edilmektedir. Buna karşılık; artan petrol fiyatlarına bağlı olarak, ikamenin olanaklı olduğu sektörlerde biyoyakıt ve doğalgazın, petrolünü yerine tercih edileceği düşünülmektedir (IEA, 2013: 5).

Şekil 1: Dünya'da Biyokütle Enerjisi Elektrik Üretimi (2005-2015) (GWh)

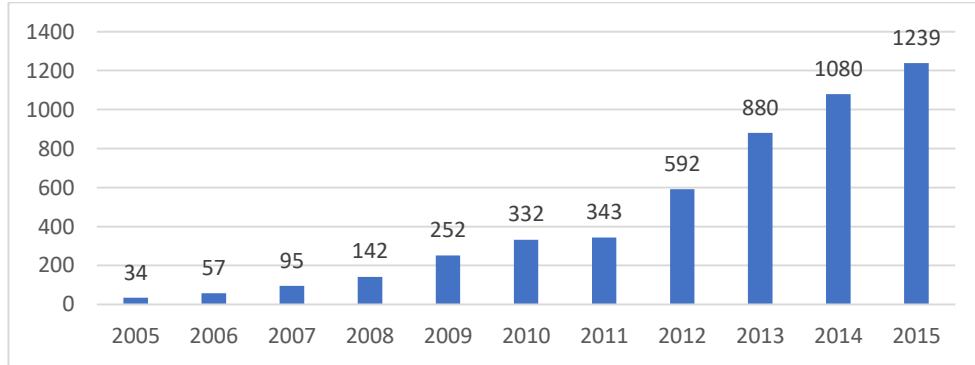


Kaynak: IRENA (<http://www.irena.org/bioenergy>).

Şekil 1’de büyük ölçüde odun yongaları, odun peletleri, tarım ve orman artıkları vb. katı biyokütle kaynaklarına dayalı biyoelektrik üretim miktarlarının 2005-2015 yılları arasında dünyadaki gelişimi yer almaktadır. Şekil 1’e göre, dünyada 2005 yılında biyokütleden yaklaşık 195 bin GWh elektrik üretimi yapılırken, 2015 yılında bu rakam yaklaşık 480 bin GWh’a ulaşmıştır. Biyokütle dünyada en çok kullanılan enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Özellikle ABD, İsveç ve Finlandiya gibi gelişmiş ülkelerde biyokütle, geleceğin ana enerji girdisi olarak kabul edilmektedir. Biyoelektrik üretimi çoğunlukla OECD ülkelerinde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca son yıllarda Çin ve Brezilya gibi enerji talebinin giderek arttığı ülkelerde de özellikle tarımsal atıklara dayalı biyoelektrik üretimi giderek çoğalmaktadır.

Türkiye, coğrafi konumu nedeni ile birçok yenilenebilir enerji çeşidinin bir arada bulunduğu bir ülkedir. 2017 yılı üçüncü çeyrek sonu verilerine göre, Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak üretilen elektrik enerjisi, miktarı toplam elektrik üretiminin yaklaşık % 31’lik bölümünü oluşturmaktadır (ETKB, 2018). Coğrafi konumunun avantajını yenilenebilir enerji alanında özellikle de biyokütle enerjisi için sınırlı ölçüde kullanan Türkiye’de, toplam elektrik üretiminin yaklaşık % 0,95’i biyokütle kaynaklarından elde edilmektedir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/>). Türkiye’de biyokütle enerjisinden elde edilen elektriğin yıllar itibariyle durumu Şekil 2’de ifade edilmektedir.

Şekil 2: Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Elektrik Üretimi (2005-2015) (GWh)



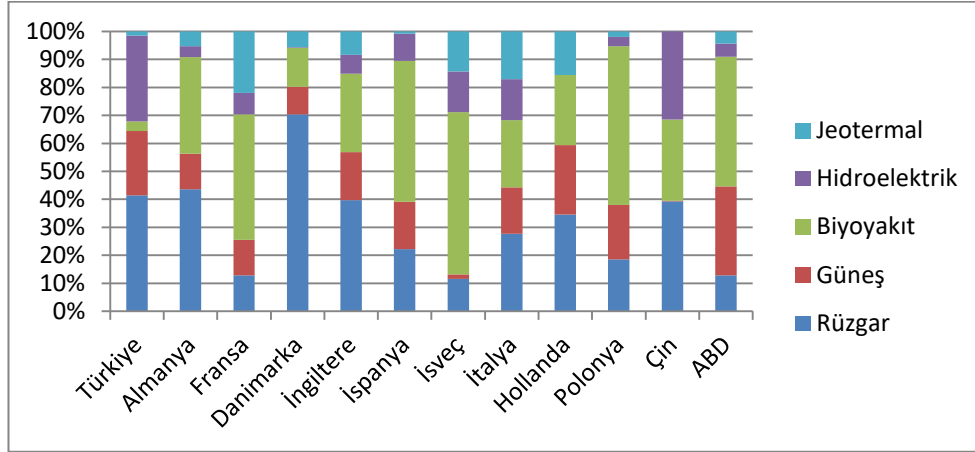
Kaynak: IRENA (<http://www.irena.org/bioenergy>).

Şekil 2’ye göre, biyokütle enerjisinden üretilen elektrik 2005 yılında 34 GWh olarak ifade edilirken, 2015 yılına gelindiğinde 1239 GWh olarak belirtilmiştir. Bu artışın sebebi, yenilenebilir enerjinin farkındalığının artmasıyla beraber 2005 yılından sonra yürürlüğe giren 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerjiden Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” olarak gösterilebilir. Ayrıca, 2009 yılında fosil enerji kaynakları kullanımının zararlı etkilerini minimize etmek için, BMİDÇS’ne taraf olunmuş ve Kyoto Protokolü imzalanmıştır (Bayraç vd., 2018: 60). Özellikle çevre ve hava kirliliğinin bertaraf edilmesi amacıyla 2010 yılından itibaren, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması, biyoenerji kaynaklarının kullanımının

artırılması ve çevre dostu teknolojilere yatırım yapılması için bir dizi önlemler alınmıştır.

Dünyada biyokütle enerjisi kullanımının artmasına bağlı olarak yarattığı işgücü potansiyeli de oldukça yüksektir. Şekil 3’de biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji çeşitlerinin seçili ülkelerdeki işgücü dağılımı yer almaktadır.

Şekil 3: 2012-2015 Yılları Arası Yenilenebilir Enerjinin İşgücü Dağılımı (Bin Kişi)



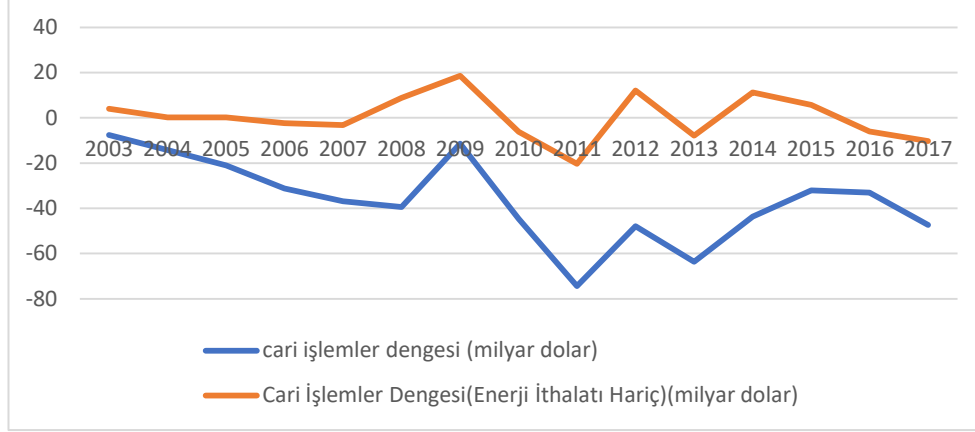
Kaynak: IRENA, (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=7&subTopic=10>).

Şekil 3’de görüldüğü üzere, seçilen ülkelerde en fazla işgücü biyoyakıt sektöründe ortaya çıkmaktadır. Buna karşın Türkiye’de, biyokütle potansiyelinin yüksek olmasına rağmen seçili ülkelerin oldukça altında seyretmektedir.

Türkiye’de enerjiye ulaşma ile cari açık arasında paralel bir ilişki söz konusudur. Enerji ithalatında büyük oranda dışa bağımlı olan ülkemiz, günlük hayatını devam ettirmek için kullanılan enerjiden sanayi üretiminde kullanılan enerjiye kadar hayatın tüm alanında kullanımına ihtiyaç duyulan enerjiyi dünya ülkelerinden ithal etmektedir. Çoğunlukla ithal edilen enerjiyi ise petrol ve doğalgaz gibi fosil kökenli enerji kaynakları oluşturmaktadır.

Türkiye’nin en önemli makroekonomik sorunlarının başında cari açık gelmekte ve bu açık, büyük oranda enerji ithalatından kaynaklanmaktadır. Türkiye’de 2017 yılı itibarıyla elektrik üretiminin % 37’si doğalgazdan, % 33’ü kömürden, % 20’si hidrolik enerjiden ve geri kalan % 10’luk kısım ise diğer yenilenebilir enerjilerden üretilmektedir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>). Türkiye’de üretilen enerjinin % 70 oranında dışarıdan ithal edilen enerji kaynaklarına bağlı olması, cari açığı her yıl artırmaktadır. Şekil 4’de, Türkiye’de cari işlemler dengesi ve enerji ithalatı hariç cari işlemler dengesi ifade edilmektedir.

Şekil 4’de, 2003-2017 yılları arası cari işlemler dengesi büyük oranda açık vermekte ve enerji ithalatı çıkarıldığında bu etki tersine dönmektedir. Bu sonuç, Türkiye’nin kalkınmasındaki en önemli sorunların başında enerji ithalatının yer aldığını göstermektedir.

Şekil 4: Türkiye’de Enerji İthalatının Cari Denge Üzerindeki Etkileri (2003-2017)

Kaynak: TCMB (<https://evds2.tcmb.gov.tr/>) ve TÜİK (http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=631).

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça yüksek potansiyele sahip bir ülke konumundadır. Ancak, enerji yatırımlarında yaşanan istikrarsızlık nedeniyle, enerji üretiminde özellikle yenilenebilir kaynaklar açısından atıl kapasite ile karşı karşıya kalmaktadır (Kapluhan, 2014: 15). Türkiye zengin tarımsal potansiyele sahip bir ülkedir ancak, yüksek oranda enerji üretimi için gerekli olan bitkiler üretilememektedir. Türkiye’de biyokütle kaynaklı atık potansiyeli yaklaşık 8,6 milyon TEP (Ton Eşdeğer Petrol) olup, üretimi sağlanacak biyogaz miktarının ise yaklaşık 1.5-2 milyon TEP olduğu tahmin edilmektedir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de biyokütle enerjisinin ekonomik büyüme üzerindeki olası etkilerini ARDL modeli ile istatistiki olarak incelemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada ilk olarak konuya ait literatür incelemesi yapılacaktır. Daha sonra araştırmada kullanılacak veri seti ve yöntem tanıtılacak ve son olarak da araştırma sonucunda elde edilen bulgular açıklanacaktır.

4. Literatür İncelemesi

Payne (2011), 1949-2007 yılları veri setiyle Amerika için yaptığı çalışmada, biyokütle enerjisi tüketiminden GSYİH’ya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını ifade etmiştir.

Yıldırım vd. (2012), 1960-2010 dönemi verileriyle Amerika için yaptıkları çalışmalarında, biyokütle enerjisinin % 6 kullanım oranının olmasına rağmen, biyokütle atıklarından elde edilen enerjiden GSYİH’ya doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu çalışmalarında ifade etmişlerdir.

Bildirici (2013), 1980-2013 yıllarını kapsayan veri setini kullanarak Arjantin, Bolivya, Küba, Kosta Rika, El Salvador, Jamaika, Nikaragua, Panama, Paraguay ve Peru ülkeleri için yaptığı çalışmada, gözlem yapılan on ülkeden sadece birinde biyokütle enerjisi kullanımı ile GSYİH arasında eşbütünleşme ilişkisi mevcut olmadığını, geri kalan 9 ülkede biyokütle enerjisi kullanımı ile GSYİH arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bilgili ve Öztürk (2015), 1980-2009 dönemi verilerini kullanarak G7 Ülkeleri için yaptıkları çalışmalarında, biyokütle enerjisi kullanımının büyüme hipotezini doğrulayarak, ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Aslan (2016), Amerika için 1961-2011 yılları veri setini kullanarak yaptığı çalışmada, uzun ve kısa dönemde biyokütle enerjisi tüketiminin GSYİH'yı pozitif etkilemekle beraber, Büyüme Hipotezinin geçerli olduğu sonucunu çalışmalarında elde etmişlerdir.

Ali vd. (2017), 1980-2012 yılları verilerini kullanarak Sahraaltı Afrika Ülkeleri için yaptıkları çalışmalarında, biyokütle enerjisinin kullanımı, sabit sermaye yatırımları ve beşeri sermayedeki artış, GSYİH'yı pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Shahbaz vd. (2016), BRICS Bölgesi için, 1991Q1-2015Q4 dönemini kapsayan veri setini kullanarak yaptığı çalışmada, biyokütle enerjisi kullanımı ile GSYİH arasında çift yönlü ilişkinin mevcut olduğunu ifade etmiştir.

Shahbaz vd. (2017), ABD için yaptıkları çalışmalarında Çevresel Kuznets Eğrisinde biyokütle enerjisinin rolünü Bound Test yaklaşımı ile araştırmışlardır. 1960-2016 yılları döneminin incelendiği çalışmada, biyokütle enerjisinin CO₂ emisyonlarını azaltıcı etki yaptığı bulunmuştur.

Toklu (2017), Türkiye'nin biyokütle enerjisi potansiyelini araştırdığı çalışmada, Türkiye'de yaklaşık 33 MTEP biyokütle enerjisinin bulunduğunu, bunun 17 MTEP' sinin kullanılabilir düzeyde olduğunu ve bu potansiyel, yaklaşık 280.000 kişiye istihdam olanağı sağlayacağını çalışmada ifade etmiştir.

Adewuyi ve Awodumi (2017), 11 Batı Afrika ülkesi için 1980-2010 yılları veri setini kullanarak yaptıkları çalışmada, Gana, Senegal, Benin, Burkina Faso, Gambiya, Mali ve Togo için biyokütle enerjisi kullanımı GSYİH'yı pozitif etkilediğini, Nijerya'yı negatif etkilediğini ve Fildişi Sahili, Nijer ve Sierra Leone'de ise katsayının istatistiki olarak anlamsız olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır.

5. Model, Veri Seti ve Yöntem

Biyokütle enerjisinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen bu çalışmada, Pesaran vd. (2001)'nin ortaya koymuş olduğu ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model) modeli ekonometrik yöntem olarak tercih edilmiştir. Söz konusu model, diğer modellerle karşılaştırıldığında birtakım avantajlara sahiptir. Bu avantajlardan birisi, ARDL Modelinde değişkenlerin durağanlık derecelerine bakılmaksızın model analiz edilebilir. Yani söz konusu modelde kullanılan değişkenler I(2) olması durumu dışında I(0) veya I(1) olması durumuna bakılmaksızın eşbütünleşme analizine dahil olabilmektedir (Pesaran vd., 2001: 290; Pamuk ve Bektaş, 2014: 82). ARDL Modelinin bir diğer avantajı ise, modelde UECM (Unrestricted Error Correction Model) kullanıldığından istatistiki açıdan Engle-Granger'a göre daha anlamlı ve kullanışlı sonuçlar elde edebilmesidir (Narayan ve Narayan, 2005: 429). Bunların yanı sıra gözlem sayılarının kısıtlı olduğu modellerde de yine Engle-Granger'dan daha anlamlı sonuçlar çıkarmaktadır (Narayan ve Smyth, 2005: 103).

Çalışmada kullanılan zaman serisi verileri, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Dünya Bankası (WB) veri tabanından elde edilmiş olup 1991-2015 dönemini kapsamaktadır. Bu bağlamda çalışmada biyokütle enerjisini temsilen biyoyakıt kullanımının yanı sıra büyümenin temel dinamiklerini oluşturan reel sabit sermaye yatırımları, işgücü ve reel GSYİH değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak model 1 no'lu eşitlikte gösterilmektedir:

$$\text{LNGDP} = \beta_0 + \beta_1 \text{LNBİO} + \beta_2 \text{LNİNVEST} + \beta_3 \text{LNLABOR} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Eşitlik 1'de ifade edilen GDP; kişi başına düşen reel GSYİH'yı, BİO; biyoyakıt kullanımını, İNVEST; reel sabit sermaye yatırımlarını ve LABOR ise işgücünü temsil etmektedir. Model, Solow (1956) tarafından geliştirilen Neoklasik Büyüme Modeline dayanmaktadır. Solow (1956)'a göre, ekonomik büyümenin en temel belirleyicilerini reel sabit sermaye yatırımları ve işgücü oluşturmaktadır. Bu bağlamda modelde biyoyakıt kullanımına ek olarak işgücü değişkeninin yer almasındaki amaç; verimli bir işgücünü artışının ekonomik büyümeye olumlu katkı yapacağı beklentisidir. Bu durum iktisat literatüründe genişçe yer bulmaktadır. Reel sabit sermaye yatırımlarının modele dâhil edilme sebebi ise, bu değişkenin ekonomik büyüme düzeyinin en önemli ölçütlerinden biri olarak kabul edilmesidir. Ülkedeki reel sabit sermaye miktarındaki artış, ekonomik büyümede de artış sağlayacaktır.

Biyokütle enerjisinin GSYİH üzerindeki ekonomik etkisinin incelendiği çalışmada, eşbütünleşme ilişkisine ait model 2 no'lu eşitlikte ifade edilmektedir.

$$\begin{aligned} \Delta \text{LNGDP} = & \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta \text{LNGDP}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_2 \Delta \text{LNBİO}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_3 \Delta \text{LNİNVEST}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_4 \Delta \text{LNLABOR}_{t-p} \\ & + \beta_5 \text{LNGDP}_{t-1} + \beta_6 \text{LNBİO}_{t-1} + \beta_7 \text{LNİNVEST}_{t-1} + \beta_8 \text{LNLABOR}_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

2 no'lu eşitlikte, Δ terimi denklemdeki değişkenlerin birinci farkını, β_0 eğim katsayısını, β_1 , β_2 , β_3 ve β_4 kısa dönem dinamik ilişkiyi, β_5 , β_6 , β_7 ve β_8 ise uzun dönemli dinamik ilişkileri ifade etmektedir.

Sınır testi yaklaşımının uygulanabilmesi için, 2 no'lu eşitlikte ifade edilen gecikme uzunluğunun (p) belirlenmesi gerekmektedir. Uygun gecikme uzunluğu belirlendikten sonraki aşamada, eşbütünleşme ilişkisinin varlığını sınamak amacıyla modelde kullanılan değişkenlerin birinci gecikmeleri elde edilerek F istatistik değeri elde edilmektedir. Söz konusu F istatistik değeri elde edilirken kullanılan hipotezler ise şu şekildedir;

$$H_0: \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$$

$$H_1: \beta_5 \neq \beta_6 \neq \beta_7 \neq \beta_8 \neq 0$$

ARDL Sınır Testi Yönteminde iki tane kritik sınır değeri kullanılmaktadır. Hesaplanan F istatistik değeri, Pesaran vd. (2001) tarafından hesaplanan alt ve üst kritik değerleri ile karşılaştırılır. Eğer hesaplanan F istatistik değeri kritik alt değerden düşükse boş hipotez reddedilemez ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığından söz edilemez. Eğer hesaplanan F istatistik değeri üst kritik değerden yüksekse, boş hipotez reddedilerek seriler arasında eşbütünleşme

ilişkisinin mevcut olduğuna karar verilir. Eğer F istatistik değeri alt ve üst kritik değer olarak hesaplanan iki kritik değer arasında ise, eşbütünleşme hakkında yorum yapabilmek için başka testler uygulanmaktadır.

2 no'lu eşitlik yoluyla hesaplanan F istatistiğine göre boş hipotez reddedilir ve eşbütünlemenin varlığı bulunursa, 3 ve 4 nolu eşitlikler tahmin edilerek değişkenlerin uzun ve kısa dönem katsayı analizleri yapılabilmektedir.

$$\Delta \text{LNGDP} = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta \text{LNGDP}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \Delta \text{LNBİO}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} \Delta \text{LNİNVEST}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{4i} \Delta \text{LNLABOR}_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta \text{LNGDP} = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta \text{LNGDP}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \Delta \text{LNBİO}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} \Delta \text{LNİNVEST}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{4i} \Delta \text{LNLABOR}_{t-p} + \beta_5 \text{ECT}_{t-1} \quad (4)$$

6. Ampirik Bulgular

ARDL yaklaşımında, değişkenlerden birinin durağanlık seviyesi I(2) olması diğer bir anlatımla değişkenlerin durağanlık derecelerinin I(0) ya da I(1) olmaması durumunda, Pesaran vd. (2001) ve Narayan (2005) tarafından hesaplanan alt ve üst kritik değerler kullanılamamaktadır (Öztürk ve Acaravcı, 2013). Bu nedenle kritik değerlerin kullanılması için değişkenlerin durağanlık derecelerinin I(1) ve I(0) olması gerekmektedir. Bu sebeple analizin ilk kısmında, değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada serilerin durağanlıklarının belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) (1981) ve Philips-Perron (PP) (1988) birim kök testleri uygulanmış olup ulaşılan sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: ADF ve PP Test İstatistiği Sonuçları

Değişkenler	ADF	%1	%5	%10	PP	%1	%5	%10
LNGDP	-1.92	-4.39	-3.61	-3.24	-2.00	-4.39	-3.61	-3.24
Δ LNGDP	-4.81	-4.14	-3.62	-3.24	-4.81	-4.41	-3.62	-3.24
LNBİO	-1.25	-4.39	-3.61	-3.24	-1.43	-4.39	-3.61	-3.24
Δ LNBİO	-4.67	-4.41	-3.62	-3.24	-4.69	-4.41	-3.62	-3.24
LNİNVEST	-3.26	-4.39	-3.61	-3.24	-3.25	-4.39	-3.61	-3.24
Δ LNİNVEST	-6.64	-4.41	-3.62	-3.24	-6.68	-4.41	-3.62	-3.24
LNLABOR	-0.61	-4.39	-3.61	-3.24	-0.61	-4.39	-3.61	-3.24
Δ LNLABOR	-5.74	-4.41	-3.62	-3.24	-5.73	-4.41	-3.62	-3.24

Tablo 2'de değişkenlere ait birim kök test sonuçları belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre, kişi başına düşen GSYİH (GDP), biyoyakıt kullanımı (BİO), reel sabit sermaye yatırımları (İNVEST) ve işgücü (LABOR) değişkenlerinin seviyede durağan olmadığı ve birinci farklarında durağanlaştığı görülmektedir. Bu sebepten dolayı değişkenlerin durağanlık düzeyleri I(1) olarak belirlenmiştir.

Tablo 3: Eşbütünleşme Test Sonuçları

K	F-İstatistiği	Alt Sınır (%5)	Üst Sınır (%5)
3	11.25	3.23	4.35

Tablo 3'e göre hesaplanan F-istatistik değeri, Pesaran vd. (2001) tarafından hesaplanan kritik alt ve üst değerden büyüktür. Bundan dolayı değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu kabul edilmektedir. Bir sonraki aşamada, değişkenler arasında uzun dönem katsayılarını ve kısa dönem ilişkiyi ortaya koyabilmek için ARDL Modeli kurulmaktadır. Bu doğrultuda değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiler tahmin edilebilecektir.

Değişkenlere ait uzun dönem katsayılarının ifade edilebilmesi için, öncelikle değişkenlerin en büyük gecikme uzunluklarına karar verilmelidir. Bu doğrultuda en uygun gecikme düzeylerine göre hesaplanan ARDL uzun dönem katsayıları Tablo 4'de ifade edilmektedir.

Tablo 4: ARDL Modeli Uzun Dönem Katsayıları

Değişkenler	Katsayılar	P Değeri
D(LNBİO)	0.018864	0.0443**
D(LNLABOR)	0.514303	0.0329**
D(LNİNVEST)	0.318379	0.0000*
C	0.016980	0.0164

Not: * ve ** sırası ile % 1 ve % 5 anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4'e göre biyoyakıt kullanımı, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücü değişkenlerinin GSYİH üzerinde istatistiki olarak anlamlı ve pozitif etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişki belirlendikten sonra, uygun gecikmenin belirlenmesiyle değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkisini ifade eden Hata Düzeltme Modeline dair ulaşılan tahmin sonuçları Tablo 5'de yer almaktadır.

Tablo 5: Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	T istatistiği	P Değeri
D(LNBİO)	0.013970	2.543117	0.0273
D(LNLABOR)	0.220844	1.444100	0.1766
D(LNLABOR)(-1)	-0.365305	-3.634168	0.0039
D(LNİNVEST)	0.292746	22.911654	0.0000

D(LNİNVEST)(-1)	0.019751	0.825493	0.4266
D(LNİNVEST)(-2)	0.028152	2.764384	0.0184
ECM(-1)	-0.740521	-7.699953	0.0000

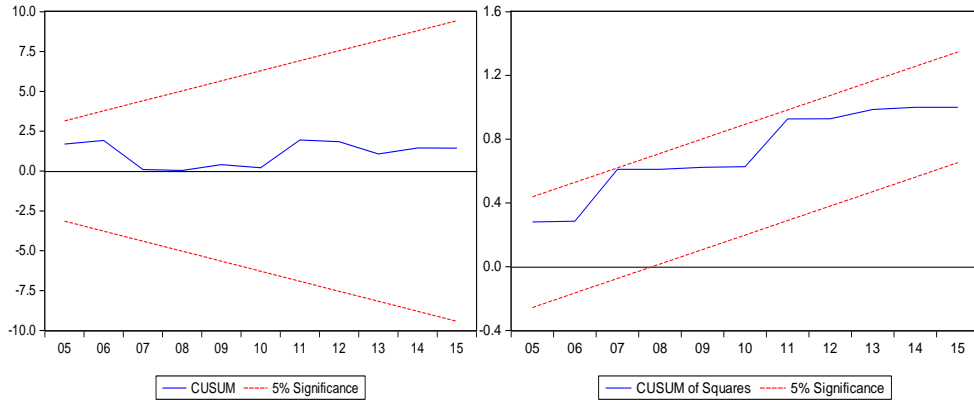
Tablo 5’de ifade edilen ECM katsayısı, kısa dönem dinamikleri ifade etmektedir. Hata düzeltme mekanizmasının çalışabilmesi için hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı çıkması gereklidir. -0.74 olarak ifade edilen ECM katsayısı beklendiği gibi istatistiksel olarak anlamlı ve negatiftir. Buna göre elde edilen bu sonuç modeldeki değişkenler arasındaki uzun dönemli sapmaların, kısa dönemde hata düzeltme mekanizmasının çalışmasıyla düzeltilerek ortadan kalkacağına işaret etmektedir.

Tablo 6: Tanısal Test İstatistikleri

R ²	0.98	AIC	-6.46
Log likelihood	77.86	SIC	-5.96
Breusch-Godfrey LM Testi	0.01 (0.91)	ARCH Testi	0.62 (0.60)
F istatistiği	68.6 (0.00)		

Çalışmada tanısal testlere yönelik olarak yapılan istatistiklere Tablo 6’da ve modelin istikrarlı olup olmadığına ilişkin CUSUM ve CUSUM of Squares Testlerine ise Şekil 5’de yer verilmiştir. Elde edilen tanısal test sonuçları kurulan modelin oldukça kabul edilebilir düzeyde olduğunu ifade etmektedir.

Şekil 5: CUSUM ve CUSUM of Squares Testi



CUSUM ve CUSUM of Squares Testleri, tıpkı Chow testindeki gibi kırılma noktasının belirlenmesine ihtiyaç duymadığı için kırılma tarihlerinin önceden belirlenmesine gerek duymamaktadır. Şekil 5’de model ait yer verilen CUSUM ve CUSUM of Squares Testleri de % 5 anlamlılık düzeyinde modelin

incelenen dönemde istikrarlı ve kabul edilebilir düzeyde olduğunu ifade etmektedir.

Sonuç

Enerji ekonomik büyüme üzerinde anahtar bir rol oynamaktadır. Bu yüzden ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin doğru bir şekilde ele alınıp incelenmesi, çalışmanın yapıldığı ülkeye oldukça önemli katkılar sunmakta fayda sağlayacaktır. Literatürde enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye ilişkin çok sayıda çalışma olmasına rağmen, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ve hatta yenilenebilir enerjinin çeşitleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Türkiye yenilenebilir enerji kullanımını son yıllarda artırmasına rağmen, bu konuda dünya ülkelerinin altında kalmaktadır. Ülkemizde 2017 yılı Temmuz ayı itibarıyla üretilen elektriğin yaklaşık % 70'i fosil kökenli enerji kaynaklarından, yaklaşık % 20'si hidrolik enerjiden ve geri kalanı ise yenilenebilir enerji kaynaklarından temin edilmektedir. Nüfus artışı, sanayileşme, küreselleşme ve teknolojik gelişmelerin her geçen gün artması sonucu, enerji harcamalarının GSYİH içindeki payı da giderek artmaktadır.

Bu çalışmada biyokütle enerjisi kullanımı, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücünün ekonomik büyüme üzerindeki etkileri 1991-2015 dönemi verileriyle ARDL yaklaşımı çerçevesinde Türkiye için incelenmiştir. Elde edilen ampirik sonuçlara göre; biyokütle enerjisi kullanımındaki artış reel sabit sermaye yatırımlarındaki artış ve işgücü artışı, GSYİH'da pozitif bir artışa neden olmaktadır. Biyokütle enerjisinin üretim ve kullanımının artması, enerjide dışa olan bağımlılığı azaltacak ve bu yolla enerji ithalat maliyetlerinde yaşanan azalış da üretimin ve dolayısıyla GSYİH'nın artmasına neden olacaktır.

Dünya nüfusundaki hızlı artışa bağlı olarak, giderek artan enerji talebini karşılamak için kullanılan fosil yakıtların neden olduğu çevresel ve enerji arz güvenliği ile ilgili sorunların çözümünde yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir yere sahiptir. Biyokütle enerjisi, son yıllarda dünyada yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Türkiye'nin enerji talebini karşılamada yaşadığı sorunlar ve enerji ithalatında yüksek oranda dışa bağımlı olması, alternatif enerji kaynaklarının önemini giderek artırmaktadır. Türkiye'de tarımsal potansiyelin yüksek olmasından dolayı, biyokütle enerjisinin söz konusu enerji sorunlarının çözümüne önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Toklu (2017)'nin çalışmasında belirttiği gibi, Türkiye'de yaklaşık 33 MTEP biyokütle enerjisi potansiyelinin bulunduğu ve bunun 17 MTEP'inin kullanılabilir düzeyde olması nedeniyle ülkemiz, biyokütle enerjisi potansiyeli bakımından birçok ülkeden daha üstün durumdadır. Söz konusu enerjiden daha fazla yararlanmak, uluslararası rekabete katılabilmek ve ekonomik açıdan gelişmiş ülkelere yaklaşabilmek için var olan biyokütle potansiyelini en iyi şekilde kullanması gerekmektedir. Türkiye çoğunlukla klasik biyokütle üretimi yapmaktadır. Klasik biyokütle üretimi yerine modern biyokütle üretimine geçmesi, bu alanda daha fazla katma değer yaratacaktır. Bunu sağlamak için devletin enerji tarımını özendirici politikaları devreye alarak, biyoyakıt üreten üreticinin gelir

kaybını önleyecek düzenlemeler yapması ve üreticiyi bu alana yönlendirmesi gerekmektedir.

Kaynakça

Adewuyi, A. O., ve Awodumi, O. B. (2017). Biomass Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions: Fresh Evidence from West Africa Using a Simultaneous Equation Model, *Energy*, 119, 453-471.

Acaroğlu, M. ve Koçar, G. ve Eryılmaz, A. ve Acar, M., ve Dok, M. (2015). Biyoyakıtların Türkiye'deki Durumu Geleceği ve Yasal Sorunlar, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı II*, 12-16 Ocak 2015, Ankara, s. 1165-1199. (www.zmo.org.tr/resimler/ekler/ccc76acbfd6b3e5_ek.pdf, Erişim Tarihi: 02.04.2018).

Ali, H. S., Law, S. H., Yusop, Z., Chin, L. (2017). Dynamic İmplication of Biomass Energy Consumption on Economic Growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from Panel Data Analysis, *GeoJournal*, 82 (3), 493-502.

Aslan, A. (2016). The Causal Relationship between Biomass Energy Use and Economic Growth in The United States, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 362-366.

BAKA, (Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı), (2012). *Biyokütle Sektör Raporu*, (<https://www.baka.org.tr/uploads/1349952570BiYOKUTLE-SEKTOR-RAPORU-11EYLUL.pdf>, Erişim Tarihi: 03. 05. 2018).

Bayraç, H. N. (2011). Küresel Biyoyakıt Politikaları ve Türkiye, 6. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, MMO Yayını No: E/2011-565, 21-22 Ekim 2011, Kayseri, s: 182-196.

Bayraç, H. N. ve Çelikay, F. ve Çildir, M. (2018). *Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Enerji Politikaları*, Ekin Yayınevi, Bursa.

Bildirici, M. E. (2013). Economic Growth and Biomass Energy, *Biomass and Bioenergy*, 50, 19-24.

Dağdelen, D. (2015). Küresel Biyoyakıt Politikalarının AB ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, AB Uzmanlık Tezi, Ankara.

ETKB, Çevrimiçi, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>. Erişim Tarihi: 06.05.2018.

ETKB, (2018). <http://www.enerji.gov.tr>, Erişim Tarihi: 06.05.2018.

IEA, (2012). Technology Roadmap-Bioenergy for Heat and Power, (http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf, Erişim Tarihi: 03.06.2018).

IEA, (2012). World Energy Outlook (WEO) Executive Summary 2012, <http://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2012sum.pdf>, Erişim Tarihi: 04.06.2018).

IEA (2013). World Energy Outlook (WEO) Executive Summary 2013, <http://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2013SUM.pdf>, Erişim Tarihi: 04.06.2018).

IEA and FAO, (2017). Technology Roadmap: How Guide for Bioenergy Roadmap-Development and Implementation, (www.iea.org, Erişim Tarihi: 03.06.2018).

Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 30, s: 97-125.

Karagöl, E. T. ve İ. Kavaz (2017). Dünya'da ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, *SETA Analiz*, Sayı: 197, Ankara.

Narayan, P. K. ve S. Narayan (2005). Estimating Income and Price Elasticities of Imports for Fiji in a Cointegration Framework, *Economic Modelling*, C: 22, 423-438.

Narayan, P. K. ve R. Smyth (2005). Trade Liberalization and Economic Growth in Fiji An Empirical Assessment Using the ARDL Approach, *Journal of The Asia Pacific Economy*, C: 10, No: 1, 96-115.

Ozturk, I. ve A. Acaravcı (2013). The Long-run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey, *Energy Economics*, 36, 262-267.

Ozturk, I., ve Bilgili, F. (2015). Economic Growth and Biomass Consumption Nexus: Dynamic Panel Analysis for Sub-Sahara African Countries, *Applied Energy*, 137, 110-116.

Pamuk, M., ve H. Bektaş, (2014). Türkiye'de Eğitim Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2 (2), s: 77-90.

Payne, J. E. (2011). On Biomass Energy Consumption and Real Output in the US, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 6 (1), 47-52.

Pesaran, M. H., ve Y. Shin ve R.J. Smith (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships, *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.

Saraçoğlu, S. (2017), Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Biyokütle Üretiminin Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu, *Fiscaeconomia*, 1 (3), s: 126-155.

Shahbaz, M., ve G. Rasool ve K. Ahmed, ve M.K.Mahalik (2016). Considering the Effect of Biomass Energy Consumption on Economic Growth: Fresh Evidence from BRICS Region, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1442-1450.

Shahbaz, M., ve S.A. Solarin ve S. Hammoudeh ve S.J.H. Shahzad (2017). Bounds Testing Approach to Analyzing the Environment Kuznets Curve Hypothesis: The Role of Biomass Energy Consumption in the United States with Structural Breaks, (https://mpr.aub.uni-muenchen.de/81840/1/MPRA_paper_81840.pdf, Erişim Tarihi: 18.05.2018).

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65-94.

Toklu, E. (2017). Biomass Energy Potential and Utilization in Turkey. *Renewable Energy*, 107, 235-244.

WBA (World Bioenergy Association), (2017). Global Bioenergy Statistics 2017, (www. worldenergy. Org, Erişim Tarihi: 18.05.2018).

WEC, (2016). World Energy Resources: Bioenergy, (www. worldbioenergy.org, Erişim Tarihi: 18.05.2018).

Yıldırım, E. ve Ş. Saraç ve A. Aslan (2012). Energy consumption and economic growth in the USA: Evidence from renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (9), 6770-6774.

Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4 (2), s. 33-45.

http://www.emo.org.tr/ekler/d72907230afa546_ek.pdf, Erişim Tarihi: 05.06.2018.

<http://enerjiinstitusu.org>, Erişim Tarihi: 04.06.2018.

<http://www.irena.org/bioenergy>, Erişim Tarihi: 04.06.2018.

<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=7&subTopic=10>, Erişim Tarihi: 04.06.2018.

<https://evds2.tcmb.gov.tr>, Erişim Tarihi: 05.06.2018.

http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=631, Erişim Tarihi: 05.06.2018.