



BİYOYAKIT ÜRETİMİ, KARBON EMİSYONU VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: AMERİKA, BREZİLYA VE ALMANYA ÖRNEKLERİ

Mustafa Güllü*

Hüseyin Naci Bayraç**

Öz

Enerji kaynaklarının sınırlı olması ve fosil kaynaklı yakıtların CO₂ gibi sera gazı emisyonlarının artmasına sebep olduğundan biyoyakıt gibi alternatif enerji kaynaklarına yönelimin artmasına sebep olmuştur. Bu çalışmada, Biyoyakıt üretiminde dünyada lider konumda olan üç ülke; Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya ve Almanya'nın ülkelerinde biyoyakıt üretimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin test edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 1991-2013 dönemi için, biyoyakıt üretimi, kişi başına düşen karbondioksit emisyonu, ve kişi başına düşen Gayrisafi Yurt İçi Hasıla yıllık verilerine, önce Birim kök testi, daha sonra Johansen Eşbütünlük testi ve son olarak da Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Amerika'da büyüme ile karbon emisyonu arasında çift yönlü ve uzun dönemli bir nedensellik ilişkisi, biyoyakıt üretiminden büyümeye doğru tek yönlü ve biyoyakıt üretiminden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Brezilya'da büyümeye doğru biyoyakıt üretiminde doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiş olup, ters yöndeki ilişkiler de dahil olmak üzere büyüme, karbon emisyonu arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Almanya'da karbon emisyonundan büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi ve karbon emisyonu ile biyoyakıt üretimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoyakıt Üretimi, Karbon Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Eşbütünlük testi, Nedensellik Analizi.

THE RELATIONSHIP BETWEEN BIOFUELS PRODUCTION, CO₂ EMISSION AND ECONOMIC GROWTH: EVIDENCES FROM THE UNITED STATES, BRAZIL AND GERMANY

Abstract: Due to limited energy resources and fossil fuels leading to increased greenhouse gas emissions such as CO₂, it has led to an increase in the orientation towards alternative energy sources such as biofuels. In this study, three countries, which are the leading countries in the world in biofuel production, It is aimed to test the causality relationship between biofuels production, carbon emissions and economic growth in the countries of the United States, Brazil and Germany. For this purpose, Unit root test, Johansen Cointegration test and finally Granger Causality Test were applied to annual data of biofuel production, per capita carbon dioxide emissions, and per capita Gross Domestic Product for the period 1991-2013. According to the results of the study, a bilateral and long-run causality relationship between growth and carbon emissions in the US has been identified, and a one-way relationship from biofuel production to growth and a one-way relationship from biofuel production to carbon emissions has been identified. In Brazil, a one-way causality relationship toward growth in biofuel production has been identified, and no correlation has been found between growth and carbon emissions in the reverse direction. In Germany, a one-way causality relationship from carbon emissions to growth and a bi-directional causality relationship between carbon emissions and biofuel production have been identified.

Keywords: Biofuels Production, Carbon Emission, Cointegration Test, Economic Growth, Causality Analysis.

* Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Doktora Öğrencisi, mustafagullu@hotmail.com

** Yrd. Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, nbayrac@ogu.edu.tr



1. Giriş

Fosil yakıtların dünyadaki ekonomik gelişme ve nüfus artışına bağlı olarak giderek artan oranda kullanımı, atmosferdeki karbon emisyonunu çoğaltarak doğal yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir.

Birincil fosil yakıtlar olarak adlandırılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi yakıtların bileşiminde mevcut olan karbon, yanma sonucu oksijenle birleşerek birincil sera gazı olan CO₂'yi oluşturmaktadır. Sera gazı emisyonunun en önemli olumsuz etkisi, iklim değişikliğinde ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliği ve küresel ısınmanın zararlarından kurtulmak ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amacıyla fosil yakıtları kullanmak yerine biyoyakıt, rüzgâr, güneş, jeotermal, nükleer ve hidrolik enerji gibi CO₂ yaymayan alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir.

Fosil yakıtlarından kaynaklı karbon salınımı, doğaya geri dönüşü zor olan çeşitli hasarlar vermektedir. Biyoyakıtların doğaya zarar vermemesi, istihdam yaratma imkanı, çevre dostu niteliği ve yerel yetiştirilme olanağı geniş bir alternatif enerji kaynağı olması, son yıllarda araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Bu çalışmada, biyoyakıt üretiminde dünyada lider konumda olan üç ülke; Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya ve Almanya'da biyoyakıt üretimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmaktadır. Bu amaçla 1991-2013 dönemi için, biyoyakıt üretimi, kişi başına düşen CO₂ emisyonu ve kişi başına düşen Gayrisafi Yurt İçi Hasıla yıllık verilerine, önce Birim Kök Testi, daha sonra Johansen Eşbütünleşme Testi ve son olarak da Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır.

2. Biyoyakıt Üretimi ve Çeşitleri

Dünya nüfusunun hızlı artışı, sanayileşme ve fosil yakıtların aşırı kullanımına bağlı olarak yaşanan çevresel sorunların zaman içerisinde küresel bir sorun haline gelmesi, hükümetlerin yenilenebilir enerji kaynaklarına bakış açısını değiştirmiştir. Enerjide dışa bağımlı olmak istemeyen ve enerji arzında sorun yaşayan ülkeler, fosil kaynaklara bağlı olarak artan çevresel sorunların da etkisiyle, sahip oldukları alternatif enerji kaynaklarını artırmaya ve çeşitlendirmeye çalışmaktadırlar. Özellikle enerjide dışa bağımlı olan ülkeler için önemli bir fırsat olan yenilenebilir enerji kaynakları, yakalanan maliyet avantajlarıyla birlikte, ülkelerin gelişmesinde önemli bir itici unsur niteliğindedir (Sabancı vd., 2010).

AB Yenilenebilir Enerji Mevzuatı konusunda çıkardığı 2003/30/EC direktifinde, üyelerin yenilenebilir yakıt kullanımında oran ve gösterge hedeflerini belirlemek zorunda olduklarını ifade etmiştir. AB Enerji Komisyonunda 2020 yılında AB'nin toplam enerjisinin % 20'si yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi temel hedef olarak belirlenmiştir. Bunu gerçekleştirmek için ulaşım sektöründe biyoyakıtların üretim ve tüketiminin desteklenmesi istenmektedir (Bayraç, 2010: 249). Yenilenebilir enerji kaynakları içinde yer alan biyoyakıtlar; tükenme riskinin olmaması, yerli kaynak niteliğini taşıması, kolay elde edilebilirliği, yüksek ısı değeri vb. üstünlükleri nedeniyle küresel ölçekte kabul edilebilir yakıt konumuna gelmiştir. Biyoyakıtlar, tarımsal kalkınmanın artırılması, üretici gelirlerinin yükseltilmesi ve kırsal ekonomik girişimlerin çeşitlendirilmesi gibi amaçlar için de kullanılmaktadır.



Günümüzde biyoyakıtların üretimi, hammadde açısından biyokütle ve çeşitli tarımsal ürünlere, üretim süreci açısından da, biyoteknolojik (biyokimyasal ve termokimyasal) yöntemlere bağlıdır. Biyoyakıtların üretiminde kullanılan tarımsal hammaddelerden nişastalı (mısır, buğday, arpa, çavdar, patates, maniok vb.) ve selülozik (çayır, çimen, ot, söğüt, kavak vb.) bitkiler önce şekere dönüştürülüp daha sonra fermantasyon ve damıtma yöntemleriyle, şekerli (şeker pancarı, şeker kamışı, tatlı sorgum vb.) bitkiler ise, doğrudan fermantasyon ve damıtma yöntemi kullanılarak biyoetanol elde edilmektedir. Yağlı tohumlar ise, esterleştirme ve ekstraksiyon işlemi sonucu biyodizele dönüştürülmektedir (Bayraç, 2011, 185).

Biyoyakıtlar sıvı, katı ya da gaz biçiminde üretilebilmektedir. Sıvı biyoyakıtlar; biyoetanol, biyodizel, biyometanol, biyodimetiler, biyoiltersiyerbutiler ve bitkisel yağlardan oluşmaktadır. Katı biyoyakıtlar; odun kömürü, biyokömür, biyopelet ve biyobriketlerden meydana gelmektedir. Gaz biyoyakıtlar ise, biyohidrojen, biyogaz, singaz denilen sentetik gazlardan oluşmaktadır (Ar, 2007: 195).

Biyoyakıtlar yakıtın elde edildiği kaynağa göre de birinci, ikinci ve üçüncü nesil olarak başlıca üç şekilde sınıflandırılmaktadır.

- i. Birinci Nesil Biyoyakıtlar; tarımsal üretim sonucu elde edilmiş ve gıda olarak kullanılabilen bitkisel ürünlerin hammadde olarak kullanıldığı biyoyakıtlardır. Mısır, buğday ve şeker kamışı birinci nesil biyoyakıt olarak en fazla kullanılan ürünlerdir. Bu nedenle gıda ve yakıt rekabetine neden olmaktadır. Birinci nesil biyoyakıtlar, etanol, biyodizel, metanol, butanol, biyoeter, biyogaz, bitkisel ağ, sentez gazı ve katı biyoyakıtlardır.
- ii. İkinci Nesil Biyoyakıtlar; odunsu ve karbonlu bitkiler olan lignoselülozik materyaller, tarım ve ormancılık atıkları vb. gıda amaçlı kullanılmayan çok çeşitli biyokütleden elde edilebilmektedir.
- iii. Üçüncü Nesil Biyoyakıtlar; gıda maddeleri ile rekabet etmeyen, genellikle yosun (alg) bazlı biyoyakıtlar bu kategoriye girmektedir.

İkinci ve üçüncü nesil biyoyakıtlar üretim maliyetlerini önemli ölçüde düşürmesine rağmen, dönüşüm aşamasında kullanılan tekniklerin ve işletme maliyetlerinin günümüzde pahalı olması, bu tür yakıt üretiminin ekonomik ve rekabetçi olmasını engellemektedir. Gelecekte sektördeki ilerlemelere bağlı olarak, maliyetlerin düşmesi ve yeni biyoyakıt kaynaklarının yaygın kullanımı sonucu bu yakıtların ticarileşmesi mümkün olabilecektir.

AB Enerji Komisyonu petrol bağımlılığını azaltmak ve iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlamak amacıyla, ulaştırma sektöründe biyoyakıt kullanım hedeflerini 2020 yılında % 10 olarak belirlemiş ve yeni nesil biyoyakıt üretim ve kullanımının artırılmasını öngörmektedir.

Günümüz teknolojileriyle üretilen birinci kuşak biyoyakıtlar arasında biyoetanol (biyobenzin) ve biyodizel ağırlıklı olarak yer almaktadır. Biyoetanol, hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Karışım oranına göre, E2= % 2 Biyoetanol+% 98 Benzin, E5=% 5 Biyoetanol+% 95 Benzin, E85= % 85 Biyoetanol+% 15 Benzin gibifarklı adlar almaktadır.

Ulaştırma sektöründe benzin ile karıştırılarak kullanılan biyoetanol, yakıtın oksijen seviyesini artırarak yakıtın daha verimli yanmasını sağlamakta, egzoz çıkışındaki zararlı gazları



AKADEMİK BAKIŞ DERGİSİ

Sayı: 64 Kasım – Aralık 2017

Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi

ISSN:1694-528X Calal-Abad Uluslararası Üniversitesi,

Türk Dünyası Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü

Calal-Abad – KIRGIZİSTAN

<http://www.akademikbakis.org>



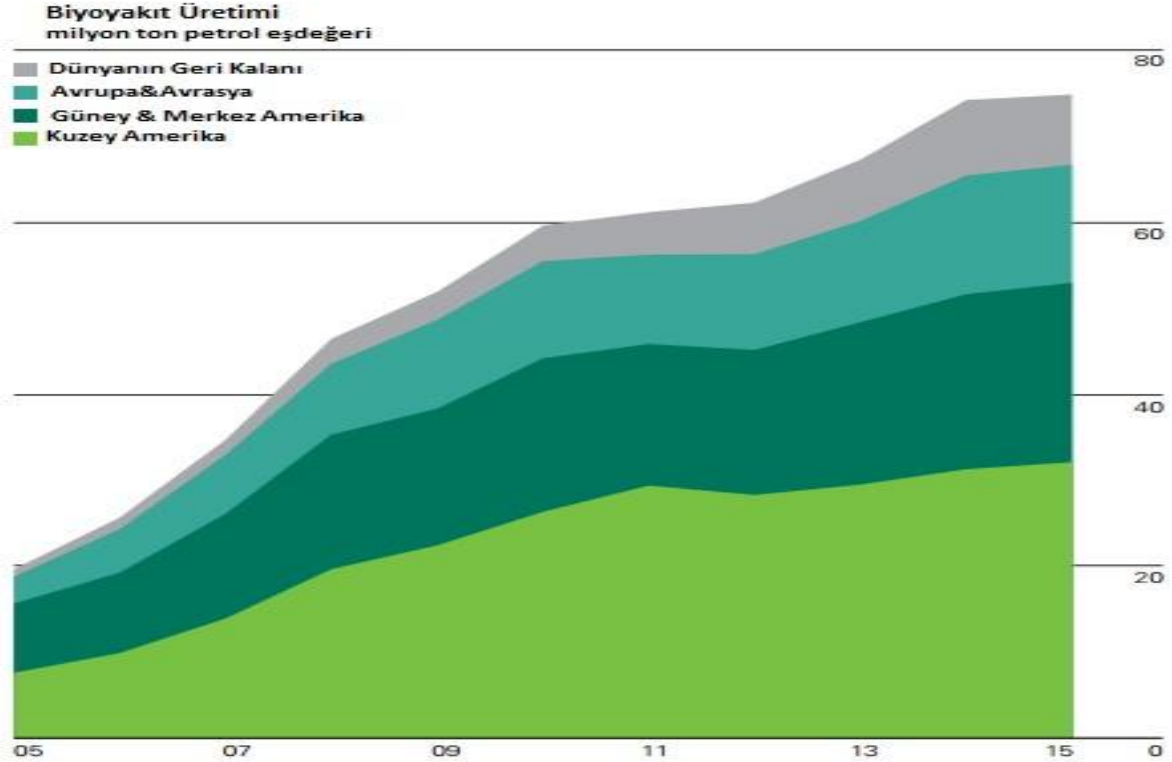
düşürmekte ve kanserojen maddelerin çevreci alternatifi olarak egzoz emisyonlarını azaltmaktadır (<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyoyakit>, Erişim Tarihi: 15.10.2016). Biyoetanol ulaştırma sektörünün yanısıra; elektrik üretiminde, kojenerasyon ve uygulamalarında, küçük ev aletlerinde ve kimyasal madde üretiminde de kullanılmaktadır (Bayraç, 2011, 187). Biyodizel; kanola (kolza), ayçiçeği, yer fıstığı, hint yağı, palm yağı, pamuk, mısır, kolza, soya, aspir, çığit ve jatrofa vb. yağlı tohum bitkilerinden elde edilmektedir. Bitkisel yağlar ve bunların atıklarının yanında hayvansal yağlardan da (mezbaha, balık, tavuk vb.) kimyasal yöntemler aracılığı ile biyodizel üretimi yapılmaktadır. Biyodizel saf biçimde veya petrol kökenli dizel ile karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Yapılan karışım oranına göre; B5= %5 Biyodizel+% 95 Dizel, B20= %20 Biyodizel+% 80 Dizel, B100=%100 Biyodizel, şeklinde adlandırılmaktadır. Biyodizel, tarımsal bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, fotosentez yolu ile CO₂'i dönüştürüp karbon döngüsünü sağladığı için, sera etkisini artırıcı yönde etki göstermediği için yeşil enerji, yeşil dizel olarak da adlandırılmaktadır.

Biyodizel motor yakıtı olarak dizel araçlarda, kalorifer kazanı, soba vb. ısıtıcılarda, yapışkan ve boyaların temizlenmesinde, motor parçalarının temizliğinde, tuğla ve çömlek üretiminde ve hidrolik sıvısı olarak kullanılmaktadır. Dünya’da modern biyoyakıt piyasaları 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizlerinden sonra ortaya çıkmıştır. Birçok ülke tarafından petrole alternatif olabilecek yakıtlar teklif edilmiş, ancak bu dönemde etanol piyasasının oluşturan Brezilya ve ABD ön plana çıkmıştır. Bu ülkeler tarımsal üretim kapasitelerinin sağladığı avantajı kullanarak hammadde olarak şeker kamışı ve mısır gibi ürünlerden yakıt üretimini gerçekleştirmişlerdir.

Ülkelere göre günlük biyoyakıt üretimi incelendiğinde ilk sıralarda ABD, Brezilya ve AB’nin yer aldığı görülmektedir. OECD-FAO verilerine göre 2011 yılı itibariyle dünya biyoyakıt üretimi 127.5 milyar litre olup, bu üretimin 104 milyar litresini biyoetanol, 23.5 milyar litresini ise biyodizel oluşturmaktadır. Diğer bir deyişle dünya biyoyakıt üretiminin %81.6’sını biyoetanol üretimi oluşturmaktadır. ABD 50.5 milyar litre (%48.6) biyoetanol üretimi ile birinci sırada yer almakta, bunu 29 milyar litre (%27.9) ile Brezilya izlemektedir. AB ise, biyoetanol üretiminde ABD ve Brezilyanın ardından üçüncü sırada gelmektedir (Acar, 2014:280).



Şekil 1. Dünyada Biyoyakıt Üretimi (Milyon ton petrol eşdeğeri)



Kaynak: BP, Statistical Review of World Energy 2016.

Şekil 1’de dünyada biyoyakıt üretiminde Amerika’nın büyük bir payı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte dünya biyoyakıt üretimi, 2015 yılında % 0,9 oranında artarken bu hız, 2000 yılındaki üretim düşüşünden beri en yavaş büyüme hızı olmuştur. Global etanol üretimi, üçüncü çeyrek büyüme yılına göre % 4,1 artış göstererek Asya Pasifik, Güney, Orta ve Kuzey Amerika’dan gelen artışlar bu artışa öncülük etmiştir. 2015 yılında biyodizel üretimi önemli üretim bölgelerinde % 4,9 oranında azalmıştır (BP,2016: 39).

3.Karbon Emisyonu

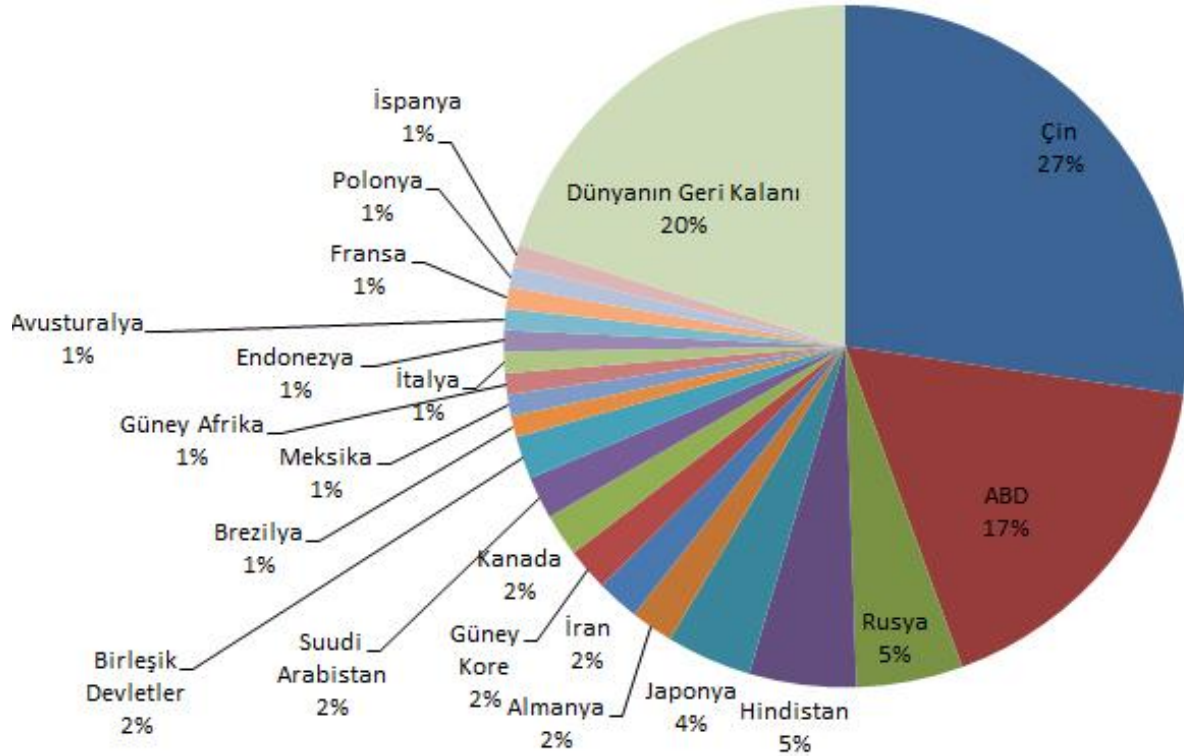
Karbon emisyonu (Carbon Emission), karbon içerikli fosil yakıtların yanması sonucu CO₂ oluşarak atmosfere karışmasıdır. Karbon Emisyonu kavramı, çok büyük bir kısmını CO₂ oluşturduğundan ve diğer sera gazları da karbon eş değeri olarak çevrildiğinden literatürde genellikle sera gazları emisyonu olarak da yer almaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2011:1). Sera gazları (Greenhouse Gases) kısaca, atmosferde bulunan ve sera etkisi yaratan kimyasal gaz bileşikleridir. Bu kimyasal gazlar atmosferde sera etkisi oluşturur şekilde davranış gösterdiği için “sera gazları” ismini almıştır (Yamanoğlu, 2006: 4).

Atmosferdeki mevcut sera gazlarının % 58,8’ini CO₂ oluşturmakta olup, sera gazı emisyonuna en önemli katkıyı sağlayan ve kömür, petrol gibi fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan karbon emisyonu ciddi iklim değişikliklerine sebep olmaktadır (Altıntaş, 2013: 264).



Dünya’da enerji tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonunun ülkeler açısından durumu, 2015 yılı sonunda aşağıdaki oranlarda gerçekleşmiştir.

Şekil 2. Dünyada Karbon Emisyon Durumu (%)



Kaynak: Union of Concerned Scientist, (2015)

Şekil 2’ye göre enerji tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonu % 27 ile en fazla Çin’de daha sonra ise %17 ile Amerika Birleşik Devletleri’nde gerçekleşmektedir. Rusya Federasyonu ve Hindistan’ın payı % 5 iken diğer ülkeler için oran % 1-2 civarında gerçekleşmiştir.

4.Literatür İncelenmesi

Literatürde karbon emisyonunun büyüme üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıda araştırma olmasına karşın biyoyakıt üretimi ile karbon salınımı ve büyüme ilişkisini inceleyen araştırma bulunmamaktadır. Konuyla ilgili yapılan çalışmaların bir bölümünde ekonometrik analiz yapılmış olup bazılarında zaman serisi, bazılarında panel veri kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda Çevresel Kuznets Hipotezinin gerçekleşip gerçekleşmediği test edilmiştir. Genel olarak çoğu çalışmada, Eş-bütünleşme ve Granger Nedensellik testleri yapılarak değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve süreleri araştırılmıştır.

Biyoyakıt teknolojisini kısaca tanıtan Üstün ve Genç (2015), dünya için önemli biyoyakıtların (biyodizel, biyoetanol, biyogaz) potansiyel ve gelecekleri açısından değerlendirmiştir.



Özertan (2007), ise Türkiye'nin biyoyakıtlara yönelik karar alabilmesi için detaylı planlama yapması ve sonrasında enerji, çevre, tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik entegre ve dinamik politikalar üretmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Kızılaslan ve Ünal (2014) dünyada ve AB'de çevre politikaları ve destekler kapsamında sektörde önemli gelişmeler kaydedilmiş olduğunu ancak Türkiye'nin biyoyakıt konusunda önemli ve ayrıcalıklı potansiyeline rağmen sektörün gelişemediği ve yeterli teşvik ve desteklemelerden de yoksun olduğunu ifade etmişlerdir.

Zhang ve Cheng (2009), Çin'in 1960-2007 yılları arasında ekonomik büyüme, biyoyakıt üretimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişkisini incelemiştir. Granger Nedensellik yöntemi ile karbon emisyonu ve enerji tüketiminin ekonomik büyümeye sebep olmadığını tespit etmiştir. Ayrıca uzun vadede enerji tüketiminden karbon emisyonuna tek yönlü Granger nedensellik olduğunu tespit etmiştir.

Menyah ve Wolde-Rufael (2010), 1965-2006 yılları arasında Güney Afrika'nın Enerji Tüketimi, Kirletici Emisyonlar, Ekonomik Büyüme verileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bounds Test, Koentegrasyon ve Granger Nedensellik ile yapılan testler sonucunda; tek yönlü olarak, kısa ve uzun vadede kömür tüketiminden büyümeye, kömür tüketimi ile karbon emisyonu arasında da çok güçlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmiştir.

Loganathan vd. (2014) çevre vergisi ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerindeki etkisini Malezya örneğinde incelemişlerdir. 1974-2010 arası verilerden zaman serisi uygulanarak yapılan analizlere göre; Malezya'da Kuznets Eğrisi teorisi geçerli olup, karbon vergisi politikasının karbon emisyonunun kontrolü üzerinde etkisiz olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra karbon emisyonunun, ekonomik büyümenin Granger nedeni olduğu sonucuna varılmıştır.

Lotfalipour (2010) ise İran'da ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve fosil yakıtların tüketimi verilerini 1967-2007 yılları arasında zaman serisi ve Toda-Yamamoto metodu ile incelemiştir. İnceleme sonucunda, büyüme ve enerji tüketiminden karbon emisyonuna yönelik tek yönlü Granger nedensellik tespit edilmiştir. Ayrıca uzun vadede fosil yakıt tüketiminden karbon emisyonuna yönelik herhangi bir Granger nedenselliğe rastlanmamıştır.

5.1. Yöntem

Bu çalışmada Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya ve Almanya için, 1991-2013 yılları arasındaki verilerden yararlanılarak, biyoyakıt üretimi karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilecektir. Bu ülkelerin seçilme amacı, dünyadabiyoyakıt üretiminde ilk üç sıradaki ülke olmalarıdır. Bu amaçla ülkelerin yıllık verilerine, önce Birim Kök Testi, daha sonra Johansen Eşbütünlük Testi ve son olarak da Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır.

5.2. Veri ve Ampirik Sonuçlar

Bu ülkeler ile ilgili veriler Dünya Bankası'nın World Development Indicators (WDI) online veri tabanından ve BP, Statistical Review of World Energy 2016' dan ve International Energy Agency'danelde edilmiş olup bu veriler Eviews 8.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir.



5.2.1. Değişken Tanımlamaları

Biyoyakıt üretimi BY ile, kişi başına düşen karbondioksit emisyonu CO₂ ileve kişi başına düşen gayrisafi yurt içi hasıla GDP (current US\$) ile gösterilmiş olup, ayrıca serilerin varyansındaki değişmeyi yumuşatmak ve otokorelasyon olasılığına karşı koruyabilmek amacıyla serilerin logaritmik dönüşümleri alınacaktır. Son durumda değişkenler arasındaki ilişki (1)'deki modelle incelenmiştir.

$$LCO2_t = \beta_0 + \beta_1 BY_t + \beta_2 LGDP_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Tablo 1'de ekonometrik analizde kullanılacak değişkenler ve kısaltmaları verilmiştir:

Tablo 1. Ekonometrik Analizde Kullanılan Değişkenler

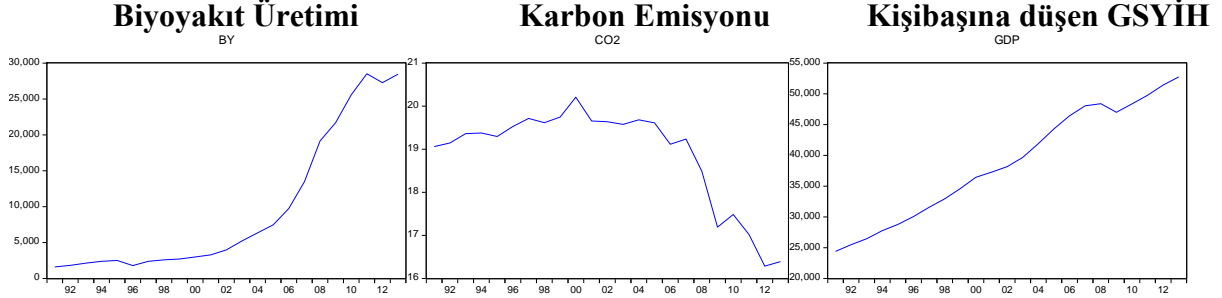
Değişkenler	Kısaltma	Birim
Amerika'nın kişi başına düşen karbondioksit emisyonu	LACO2	Metrik Ton
Amerika'nın kişi başına düşen biyoyakıt üretimi	LABY	Bin ton Petrol Eşdeğeri
Amerika'nın kişi başına Gayrisafi yurt içi hasıla (ABD Doları)	LAGDP	Amerikan Doları
Brezilya'nın kişi başına düşen karbondioksit emisyonu	LBCO2	Metrik Ton
Brezilya'nın kişi başına düşen biyoyakıt üretimi	LBBY	Bin ton Petrol Eşdeğeri
Brezilya'nın kişi başına Gayrisafi yurt içi hasıla (ABD Doları)	LBGDP	Amerikan Doları
Almanya'nın kişi başına düşen karbondioksit emisyonu	LGCO2	Metrik Ton
Almanya'nın kişi başına düşen biyoyakıt üretimi	LGEU	Bin ton Petrol Eşdeğeri
Almanya'nın kişi başına Gayrisafi yurt içi hasıla (ABD Doları)	LGGDP	Amerikan Doları

Ülkelerin kişi başına düşen karbon emisyonları CO₂ ile kişi başına düşen biyoyakıt üretimleri BY ile ve kişi başına gayri safi yurt içi hasıla verileri GDP ile gösterilmiştir.

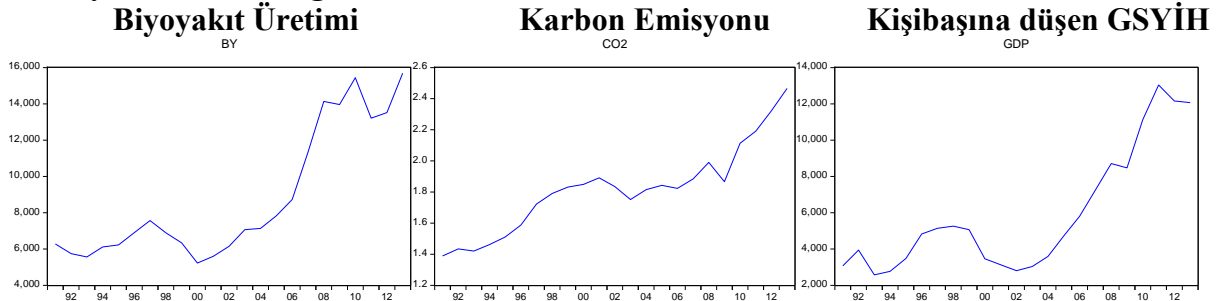


Tablo 2. Ülkelerin değişkenlerinin grafiklerle gösterimi

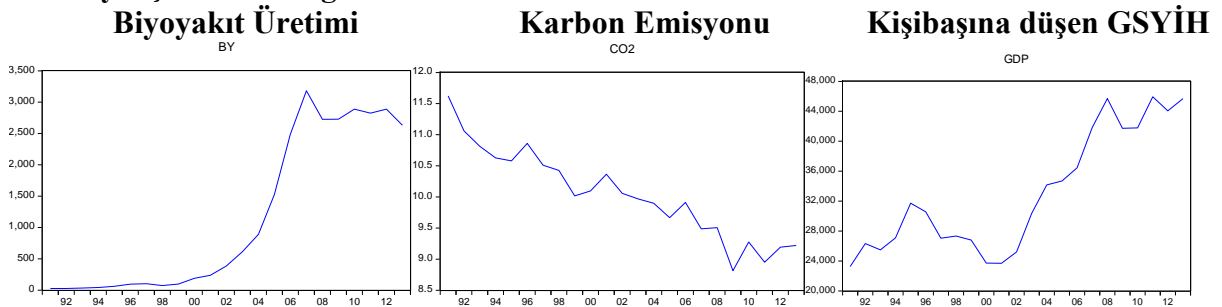
Amerika için serilerin grafikleri



Brezilya için serilerin grafikleri



Almanya için serilerin grafikleri



Amerika ve Almanya’da biyoyakıt üretimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla verileri yıllara göre artarken, karbon emisyonu değerleri azalmaktadır. Brezilya’da biyoyakıt üretimi, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla ve karbon emisyonu değerleri yıllara göre sürekli artış trendine sahiptir.

5.2.2. Ekonometrik Analiz Sonuçları

Çalışmada öncelikle yapısal kırılmaların dikkate alınmadığı Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Testi, ardından Phillips Perron (PP) Testi kullanılmıştır. Birim kökler araştırıldıktan sonra seriler arasında uzun dönemde karşılıklı bir ilişkinin bulunup bulunmadığını incelemek amacıyla Johansen-Juselius (1990) tarafından geliştirilmiş Johansen Eşbütünleşme Testi yapılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün belirlenmesinde Granger Nedensellik Testi kullanılmıştır.

Modelin tahminine geçmeden önce modelde kullanılacak değişkenlerin zaman serisi özelliklerinin anlamlılık düzeylerinin ortaya konulması gerekmektedir. Değişkenlerin



Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök test sonuçları Tablo 3 ve Tablo 4’de yer almaktadır. Araştırma bulgularından Eşbütünleşme gecikme uzunluğu test sonuçları Tablo 5’de, Johansen Eşbütünleşme test sonuçları Tablo 6’da ve Granger Nedensellik test sonuçları Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 3. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzy			Birinci Farklar		
	Sabitsiz	Sabitli	Sabitli/ Trendli	Sabitsiz	Sabitli	Sabitli/ Trendli
LACO2	-1.154 (3)	0.736 (0)	-0.959 (0)	-0.641 (2)	-1.084 (2)	-5.274 (1)
LABY	4.319 (0)	0.375 (0)	-1.541 (0)	-1.110 (2)	-3.594 (0)	-3.598 (0)
LAGDP	2.046 (1)	-0.391 (0)	-2.871 (1)	-1.276 (0)	-2.928 (0)	-2.863 (0)
LBCO2	2.822 (0)	-0.016 (0)	-2.790 (3)	-3.523 (0)	-4.712 (0)	-4.667 (0)
LBBY	1.698 (0)	0.221 (0)	-1.790 (1)	-2.909 (0)	-3.289 (0)	-3.306 (0)
LBGDP	0.819 (1)	-0.539 (1)	-2.167 (1)	-3.508 (0)	-3.576 (0)	-3.670 (0)
LGCO2	-3.690 (4)	-0.040(4)	-4.780 (0)	-6.890 (0)	-7.969 (0)	-7.964 (0)
LGBY	1.014 (1)	-1.550 (1)	-1.207 (1)	-1.924 (0)	-2.631 (0)	-2.853 (0)
LGGDP	1.638 (0)	-0.739 (0)	-2.925 (3)	-3.610 (0)	-3.755 (0)	-3.565 (0)
% 1 Kritik Değeri	-2.679	-3.769	-4.467	-2.679	-3.788	-4.467
% 5 Kritik Değeri	-1.958	-3.004	-3.644	-1.958	-3.012	-3.644
% 10 Kritik Değeri	-1.607	-2.642	-3.261	-1.607	-2.646	-3.261

Not:ADF testi için parantez içindeki gecikme uzunlukları Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiş olup, kritik değerler MacKinnon’dan (1996) alınmıştır. Maksimum gecikme uzunluğu 4 olarak alınmıştır.

ADF birim kök test sonuçlarına göre tüm seriler entegre seviyede I(1) durağandır. Değişkenlerin tümü istatistiki açıdan % 1 ve % 5 önem düzeylerinde durağan çıkmışlardır.



Tablo 4. PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzy			Birinci Farklar		
	Sabitsiz	Sabitli	Sabitli/ Trendli	Sabitsiz	Sabitli	Sabitli/ Trendli
LACO2	-1.371 (1)	0.754 (3)	-0.14 (18)	-4.006 (0)	-4.278 (1)	-10.3 (17)
LABY	4.016 (1)	0.300 (1)	-1.596 (1)	-2.282 (1)	-3.585 (1)	-3.598 (0)
LAGDP	6.462 (2)	-2.015 (1)	-0.856 (1)	-1.171 (3)	-2.629 (1)	-2.980 (1)
LBCO2	3.005 (1)	0.048 (1)	-1.537 (2)	-3.570 (2)	-4.712 (1)	-4.666 (1)
LBBY	1.501 (1)	0.019 (1)	-1.834 (2)	-2.899 (1)	-3.281 (1)	-3.310 (1)
LBGDP	1.298 (1)	-0.520 (1)	-1.687 (2)	-3.558 (1)	-3.633 (1)	-3.737 (1)
LGCO2	-2.234 (2)	-1.944 (2)	-4.780 (0)	-6.682 (2)	-8.223 (2)	-7.998 (1)
LGBY	2.277 (2)	-1.089 (1)	-0.827 (1)	-1.883 (5)	-2.623 (3)	-2.767 (5)
LGGDP	1.589 (2)	-0.837 (1)	-1.583 (0)	-3.612 (5)	-3.704 (6)	-3.699 (7)
% 1 Kritik Değeri	-2.674	-3.769	-4.440	-2.679	-3.788	-4.467
% 5 Kritik Değeri	-1.957	-3.004	-3.632	-1.958	-3.012	-3.644
% 10 Kritik Değeri	-1.608	-2.642	-3.254	-1.607	-2.646	-3.261

Not:PP testi için parantez içindeki gecikme uzunlukları Newey-West Kriterine göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.

PP birim kök test sonuçlarına göre tüm seriler entegre seviyede I(1) durağandır. Değişkenlerin tümü istatistiki açıdan % 1 ve % 5 önem düzeylerinde durağan çıkmışlardır. Buna göre çalışmada ele alınan verilerin hepsinin birinci farklarında I(1) durağan hale geldikleri veya birim kök içermedikleri gözlenmektedir. Ayrıca uygun gecikme uzunluğu test istatistiğinin yanındaki parantez içindeki değerler ile gösterilmiştir. Eşbütünleşme testini uygulamadan önce hipotezleri tespit edip, VAR modeli oluşturularak uygun gecikme sayısı belirlenmiştir.

Hipotezler;

H_0 = Seriler arasında eşbütünleşme yoktur.

H_1 = Seriler arasında eşbütünleşme vardır.



Tablo 5. Gecikme Uzunluğu Sonuçları

	Gecikme	LR	FPE	AIC	SC	HQ
Amerika	0	NA	3.27e-06	-4.118.694	-3.969.572	-4.093.457
	1	1.275.458	1.74e-09	-1.167.438	-1.107.789	-1.157.343
	2	8.026.556	2.52e-09	-1.139.589	-1.035.204	-1.121.923
	3	1.661.995	1.31e-09	-1.229.518	-1.080.396	-1.204.281
	4	29.49362*	4.34e-11*	-16.26342*	-14.32483*	-15.93533*
Brezilya	0	NA	3.57e-05	-1.726.539	-1.577.417	-1.701.302
	1	8.466.137	3.32e-07	-6.423.262	-5.826.774	-6.322.313
	2	19.81209*	1.80e-07*	-7.126901*	-6.083047*	-6.950239*
	3	8.173.412	2.38e-07	-7.087.689	-5.596.470	-6.835.316
	4	4.890.424	4.79e-07	-6.955.392	-5.016.806	-6.627.306
Almanya	0	NA	3.36e-05	-1.786.740	-1.637.618	-1.761.503
	1	7.717.824	5.15e-07	-5.984.587	-5.388.100	-5.883.638
	2	2.407.119	1.95e-07	-7.043.151	-5.999.298	-6.866.490
	3	1.074.434	1.95e-07	-7.289.599	-5.798.379	-7.037.225
	4	21.60638*	2.41e-08*	-9.943293*	-8.004708*	-9.615207*

Not: Kriterlere göre en uygun seçim * ile gösterilmiştir. LR: Ardışık Değiştirilmiş, LR test istatistiği, FPE: Final Tahmin Hatası, AIC: Akaike Bilgi Kriteri, SC: Schwarz Bilgi Kriteri, HQ: Hannan-Quinn Bilgi Kriteri

Model için gecikme sayısı 4 gecikmeye kadar alınıp en uygun gecikme uzunluğu Amerika için 4, Brezilya için 2, Almanya için 4 olarak belirlenerek gecikme sayıları gösterilmiştir. Dolayısıyla eşbütünleşme analizi yapılırken her ülke için ayrı ayrı gecikme uzunluğu üzerinden işlem yapılacaktır.

Johansen Eşbütünleşme testi değişkenlerin birinci farklarına uygulandıktan sonra sonuçlar Tablo 6'daki gibidir:

Tablo 6. Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotezde Eşbütünleşik Vektör Sayısı	Ülke	Özdeğer (Eigenvalue)	İz İstatistiği (TraceStatistic)	0.05 Değeri	Kritik	Olasılık Değeri
Hiç Yok	Amerika	0.776497	49.9968	35.01089		0.0006
	Brezilya	0.795224	63.2121	42.91524		0.0001
	Almanya	0.858186	54.4494	42.91524		0.0024
En Fazla 1	Amerika	0.560135	20.03026	18.39771		0.0293
	Brezilya	0.683313	31.49536	25.87210		0.0089
	Almanya	0.45840	15.38452	25.87210		0.5427



Hipotezde Eşbütünleşik Vektör Sayısı	Ülke	Özdeğer (Eigenvalue)	Maksimum İstatistiği	Özdeğer	0.05 Kritik Değeri	Olasılık Değeri
Hiç Yok	Amerika	0.776497	29.9666		24.25201	0.0078
	Brezilya	0.795224	31.7168		25.82321	0.0074
	Almanya	0.858186	39.06491		25.82321	0.0005
En Fazla 1	Amerika	0.560133	16.4257		17.1476	0.0630
	Brezilya	0.683313	22.99686		19.38704	0.0142
	Almanya	0.458402	12.264653		19.38704	0.3909

Johansen eşbütünleşme testine göre, Amerika, Brezilya ve Almanya verileri için Öz istatistiği ve Maximum Öz Değer İstatistiği sonuçlarının kritik değerden büyük olması sonucu boş hipotezin reddedilip alternatif hipotezin kabulünü gerekli kılmıştır. Seriler arasında en az bir eşbütünleşme vektörü bulunduğu her iki istatistik tarafından da ortaya konulmaktadır. Amerika, Brezilya ve Almanya’da ekonomik büyüme, biyoyakıt üretimi ve karbon emisyonu arasında uzun dönemli bir ilişki mevcuttur.

Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Granger nedensellik testi yapılmıştır. Granger nedensellik testi için önce seriler durağanlaştırılmış, yani birinci dereceden farkı alınmış, daha sonra test uygulanmıştır. Granger (1969) nedenselliği “Y’nin öngörüsü, X’in geçmiş değerleri kullanıldığında, X’in geçmiş değerlerinin kullanılmadığı duruma göre daha başarılı ise, X, Y’nin Granger nedenidir” şeklinde tanımlanmıştır. Bu ifadenin doğruluğu sınıandıktan sonra ilişki, $X \rightarrow Y$ şeklinde gösterilir (Gökçe, 2002: 45) Granger nedensellik için kurulan model, yapısal bir ekonometrik model değildir. Bu model, geleceğin tahminini değil nedensellik sınamalarının gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır. Bu nedenle modeldeki değişkenler önceden durağanlaştırılmalıdır (Granger, 1988).

Granger nedensellik testinde gecikme sayıları genellikle araştırmacılar tarafından belirlenmekte olup test yapılırken gecikme uzunluğunun belirlenebilmesi için bir ön bilgi bulunmamaktadır. Literatürde gecikme değerleri, mevsimsel veriler kullanılarak yapılan çalışmalarda 4, 8 veya 12, aylık veriler kullanılarak yapılan çalışmalarda ise 12 ya da 24 değerleri alınmaktadır (Kadılar, 2000: 54). Bu çalışmada nedensellik analizinde ki gecikme uzunlukları, Akaike Bilgi Kriteri kullanılarak belirlenmiştir. Akaike Bilgi Kriteri kullanılarak yapılan nedensellik analizinin sonuçları ve hipotezleri aşağıda verilmiştir:



Tablo 7. Granger Nedensellik Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Ülke	F-istat.	Olasılık	Karar	Sonuç
LCO2 Granger Nedeni Değildir LGDP	Amerika	59.836	0.000	RET	LACO2 → LAGDP
	Brezilya	0.853	0.652	KABUL	
	Almanya	30.123	0.000	RET	LGCO2 → LGGDP
LGDP Granger Nedeni Değildir LCO2	Amerika	68.129	0.000	RET	LAGDP → LACO2
	Brezilya	0.0263	0.986	KABUL	
	Almanya	2.634	0.620	KABUL	
LBY Granger Nedeni Değildir LGDP	Amerika	15.064	0.0045	RET	LABY → LAGDP
	Brezilya	0.369	0.831	KABUL	
	Almanya	7.910	0.094	KABUL	
LGDP Granger Nedeni Değildir LBY	Amerika	3.036	0.551	KABUL	
	Brezilya	10.478	0.005	RET	LBGDP → LBBY
	Almanya	2.349	0.671	KABUL	
LBY Granger Nedeni Değildir LCO2	Amerika	36.342	0.000	RET	LABY → LACO2
	Brezilya	4.608	0.099	KABUL	
	Almanya	10.808	0.028	RET	LGBY → LGCO2
LCO2 Granger Nedeni Değildir LBY	Amerika	2.794	0.592	KABUL	
	Brezilya	0.222	0.894	KABUL	
	Almanya	97.970	0.000	RET	LGCO2 → LGBY

Granger Nedensellik analizinin sonuçları, Amerika’da GDP ile CO₂ arasında, çift yönlü bir nedensellik ilişkisi, BY ile GDP arasında, BY’den GDP’ye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu, BY ile CO₂ arasında, BY’den CO₂’ye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Brezilya’da sadece BY ile GDP arasında, GDP’den BY’ye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu, diğer nedenselliklerin olmadığı tespit edilmiştir. Almanya’da GDP ile CO₂ arasında, CO₂’den GDP’ye doğru tek yönlü bir nedensellik ve CO₂ ile BY arasında, çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

6.Sonuç

ABD biyoyakıt politikası, enerji bağımsızlığı, tarımsal avantajlar ve iklim değişikliği konusundaki kaygılar üzerine şekillenmiştir. Biyoyakıt kullanımının dışa bağımlılığı



azaltacağı, azaltılmış sera gazı emisyonlarıyla sonuçlanacağı ve kırsal gelirleri artıracacağı varsayımıyla biyoyakıt üretimi ve kullanımı teşvik edilmiştir (Tyner,2008). İncelenen dönemde (1991-2013), %5 anlamlılık düzeyinde,ABD’nde büyüme ile karbon emisyonu arasında çift yönlü ve uzun dönemli bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Biyoyakıt üretiminden büyümeye doğru tek yönlü ve biyoyakıt üretiminden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuç ABD’nin politika hedeflerini gerçekleştirme yönünde yaptığı çalışmaların sonuçlarının pozitif olduğunu göstermektedir.

Brezilya etanol programı, petrol ithalatına olan bağımlılığın azaltılmasının bir yolu olarak başlamıştır. Etanolün dönüştürülmesinin karbon emisyonlarının azaltılması, fosil yakıt girdilerine karşı yenilenebilir enerji çıkışı ve seragazı emisyonlarının etkili bir şekilde azaltılmasına yardımcı olması gibi çevresel ve sosyal faydalar da elde edilmiştir (Goldemberg, 2007). Çalışmada Brezilya’da büyümeden biyoyakıt üretiminde doğru bir nedensellik ilişkisi tespiti edilmiş olup, ters yöndeki ilişkiler de dahil olmak üzere büyüme, karbon emisyonu arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

Almanya’da 1970’lerin petrol krizi sırasında, ülkenin yükselen çevre hareketi de dahil olmak üzere, biyoyakıtlar başlangıçta fosil yakıtlara alternatif olarak teşvik edilmiştir. Düşük petrol fiyatları ve teknoloji eksikliği, biyoyakıtları sadece küçük bir tüketici grubu için bir ürün olarak ele alınmasına sebep olmuştur. Daha yakın zamanlarda, iklim değişikliği ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasının önemi konusunda artan bilinç, biyoyakıtlara yeni bir önem kazandırdı. Biyoyakıtları geliştirmek için vergi teşvikleri gibi yeni adımlar atılarakAvrupa’daki biyoyakıtların önde gelen üreticisi ve tüketici durumuna gelmiştir (Franco vd.,2010). Çalışma da Almanya’da karbon emisyonundan büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi ve karbon emisyonu ile biyoyakıt üretimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu nedenle biyoyakıt üretimi ve tüketimin artması da ülkede karbon emisyonunun azalmasına yardımcı olmaktadır.

Türkiye’de 1930’lu yıllardan itibaren biyoyakıt ve biyodizellerle ilgili çalışmalar yapılmasına karşın 2000’li yıllara kadar biyoyakıt konusunda ciddi adımlar atılamamıştır. 4 Aralık 2003 tarihli 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu’da biyoyakıtlar ilk defa petrol ile karıştırılan ürünler arasına girmiştir. Biyodizel bu kanunla ÖTV dışında tutulmasıyla biyodizel yatırımları artış göstermiştir (Dağdelen, 2015). Ancak Türkiye’de mevzuat biyodizel üreticilerinin biyodizeli doğrudan satmasına izin vermemesi, bürokratik işlemler gibi nedenlerle biyoyakıtlar avantajlı durumlarını yitirmişlerdir (Acar ve Erkut ve Nelson, 2010). Türkiye’de enerjiye bağımlılığın azalması, tarım topraklarının daha işlevsel kullanılması, sera gazı emisyonlarının, dolayısıyla çevre kirliliğinin azaltılması için biyoyakıt kullanımının artırılması, üretimin ve tüketimin önündeki bürokratik engellerin azaltılarak,biyoyakıt üretiminin ve tüketiminin teşvik edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Acar, M. (2014), “İç Anadolu Bölgesinin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Enerji Bitkileri Tarımı”. *Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı*, 28-29 Mayıs 2014, 101- 108, Samsun.



Altıntaş, H. (2013), "Türkiye'de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eş - Bütünleşme ve Nedensellik Analizi". *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8, 263-294.

Ar, F. (2007), "İkinci Kuşak Biyoyakıtlar-Biyorafineriler", Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, *TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Yayını*, 12-13 Aralık 2007, Ankara.

Bayraç, H. N. (2010), "Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 229-259.

Bayraç, H.N. (2011), "Küresel Biyoyakıt Politikaları ve Türkiye", *TMMOB Makine Mühendisleri Odası, VI. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 21-22 Ekim 2011, Kayseri, 182-196.

BP, *Statistical Review of World Energy 2011*, London: 2011.

BP, *Statistical Review of World Energy 2016*, London: 2016.

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

Goldemberg, J. (2007), "Ethanol for a Sustainable Energy Future", *Science*, 315(5813), 808-810.

Franco, J., Levidow, L., Fig, D., Goldfarb, L., Hönicke, M. ve Luisa Mendonça, M. (2010), "Assumptions in the European Union Biofuels Policy: Frictions with Experiences in Germany, Brazil and Mozambique", *The Journal of peasant studies*, 37(4), 661-698.

Gökçe, A. (2002), "İMKB'de Fiyat-Hacim İlişkisi: Granger Nedensellik Testi", *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi*, 3, 43-48.

Granger, C. W. J. (1969), "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross Spectral Methods", *Econometrica*, 37, 424-438.

Granger, C. W.J. (1988), "Causality, Cointegration, and Control". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2), 551-559.

Kızılaslan, N. ve Ünal, T. (2014), "Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Biyoyakıt, *1. Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar*, 4, 28-29.

Loganathan, N., Shahbaz, M. ve Taha, R. (2014), "The Link Between Green Taxation and Economic Growth on CO2 Emissions: Fresh Evidence from Malaysia". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 1083-1091.



Lotfalipour, M. R., Falahi, M. A. ve Ashena, M. (2010), “Economic Growth, CO₂ Emissions, and Fossil Fuels Consumption in Iran”, *Energy*, 35(12), 5115–5120.

Menyah, K. ve Wolde-Rufael, Y. (2010), "Energy Consumption, Pollutant Emissions and Economic Growth in South Africa", *Energy Economics*, 32(6), 1374-1382.

Özertan, G.(2007), “Biyoyakıtlar Türkiye İçin Ne İfade Ediyor?” Boğaziçi Üniversitesi, Araştırma Raporu, http://www.econ.boun.edu.tr/public_html/RePEc/pdf/200723.pdf, Erişim tarihi: 10.12.2016.

Sabancı, A., Ören, M.N., Yaşar, B., Öztürk, H.H.ve Atal, M., (2010), “Türkiye’de Biyodizel ve Biyoetanol Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi” *Ziraat Mühendisleri Odası 7. Teknik Kongresi*, Ankara, 2, 933-953.

Üstün, G. Ekrem, ve Genç, B. (2015), "Dünya’da ve Türkiye’de Biyoyakıtların Durumu,"*Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 157-164.

Tyner, W. E. (2008), “The U.S. Ethanol and Biofuels Boom: Its Origins, Current Status and Future Prospects”, *Bioscience*, 58(7), 646-653.

Zhang, X. P. ve Cheng, X. M. (2009), "Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth in China", *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712.

İNTERNET KAYNAKLARI

Global Carbon Atlas <http://www.globalcarbonatlas.org/>, 11 Aralık 2016

T.C. Enerji Bakanlığı <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyoyakit>, Erişim Tarihi: 15.10.2016.

US Energy Information Administration (2015), <http://www.eia.gov>, Erişim Tarihi: 15.11.2016.

Worldbank, <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> Erişim: 11.11.2016.