



G8 ÜLKELERİNDE VE TÜRKİYE'DE EKONOMİK KARMAŞIKLIK VE EKOLOJİK AYAK İZİ İLİŞKİSİ: TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK TESTİ ANALİZİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC COMPLEXITY AND ECOLOGICAL FOOTPRINT IN G8 COUNTRIES AND TURKEY: TODA-YAMAMOTO CAUSALITY TEST ANALYSIS

Çağla BUCAK^a

^aArş. Gör., Ege Üniversitesi,
İktisat Bölümü, İzmir,
Türkiye.

ORCID:
0000-0003-3169-110X

E-posta:
cagla.bucak@ege.edu.tr

Sorumlu Yazar:
Çağla Bucak

Makale Türü
Araştırma Makalesi

Makale Geliş Tarihi
23.09.2021

Makale Kabul Tarihi
14.12.2021

ÖZ

Amaç – Çalışmada G8 ülkeleri ve Türkiye için ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişki incelenmektedir.

Yöntem – 1995-2017 dönemi ekonomik karmaşıklık endeksi ve ekolojik ayak izi verileri kullanılmış, Toda-Yamamoto nedensellik testinden faydalanılmıştır.

Bulgular – Kanada ve Japonya için çift yönlü nedensellik; Fransa ve İtalya için ekonomik karmaşıklıktan ekolojik ayak izine doğru nedensellik; Almanya, Rusya, İngiltere ve ABD için ekolojik ayak izinden ekonomik karmaşıklığa doğru nedensellik söz konusudur. Türkiye için nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Sonuç – İki değişken arasında nedensellik ilişkilerinin bulunuyor olması, ülkelerin ekonomik karmaşıklıklarını, ekonomik gelişmişliklerini artırmaları ve çevreyi kirletmeleri konusunda bir ilişki olduğunu göstermektedir. Çevreyi kirleterek ekonomik gelişmişliğe erişmek ülkelerin refah ve kalkınmalarına zarar verecek ve sürdürülebilir kalkınmaya sahip olmaları mümkün olmayacaktır. Bu nedenle bu ülkelerin karmaşık ürünler üretirken yenilenebilir enerji kullanmaları ve temiz teknolojiler benimsemeleri gereklidir. Bu ülkelerin hükümetlerinin ise firmaların çevreye zarar verecek üretim süreci gerçekleştirmelerini engelleyecek kanunlar koymaları, çevreye ve doğaya gereken önemi veren firma ve sektörlerle ise teşvikler vermesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Karmaşıklık, Ekolojik Ayak İzi, Nedensellik Analizi

JEL Kodları: C01, Q56, Q57.

ABSTRACT

Purpose – In this paper, the relationship between economic complexity and the ecological footprint in G8 countries and Turkey is analyzed.

Methodology – Economic complexity index and ecological footprint are investigated by using Toda-Yamamoto causality test during 1995-2017.

Findings – It is found a bi-directional causality in Canada and Japan, a unidirectional causality from economic complexity to ecological footprint in France and Italy, a unidirectional causality from ecological footprint to economic complexity in Germany, Russia, the UK, and the USA. There is no causal relationship in Turkey.

Conclusions – Increasing complexity, growth and development by polluting the environment will prevent countries from achieving sustainable development. For this reason, these countries must use renewable energy and adopt clean technologies while producing complex products. These countries' governments should adopt laws that would prohibit firms from a production process that is harmful to the environment and must give incentives to sectors and firms that care about environment and nature.

Keywords: Economic Complexity, Ecological Footprint, Causality Analysis

JEL Codes: C01, Q56, Q57.

1. GİRİŞ

Bugün ülkeler aşırı yoksullukla, artan eşitsizlikler ve adaletsizliklerle, iklim kriziyle mücadele etmek adına küresel iş birliği yapmakta ve büyük çabalar sarf etmektedir. Bu mücadelede başarılı olabilmek adına sürdürülebilir kalkınma amaçlarına erişmek hedeflenmiştir (UNDP, 2021). Ülkelerin bu sorunlarla mücadele etmelerinin arkasında yatan neden, tarihsel süreç içerisinde ekonomik büyümelerini artırmak adına girmiş oldukları rekabet ve büyük kârlar elde etme arayışlarıdır. Bu arayışın gerçekleştirilmesi adına küreselleşme politikaları izlenmiştir. Nicel olarak gelişmek, yüksek büyüme oranlarına ve milli gelirlere erişmek isteyen ülkeler nitel olarak gelişip gelişmedikleriyle ilgilenmemiş, özellikle çevreyi geri plana atan stratejilerle havayı, suyu ve doğayı kirletmekten imtina etmemiş, artan milli gelir hem ülke vatandaşları arasında hem de ülkeler arasında eşitsiz bir biçimde dağılmış, zenginler daha zengin yoksullar daha yoksul hâle gelmiş, yoksulluk ve yoksunlukta büyük artışlar yaşanmıştır. Bu süreçte çevrede görülen tahribatlarla ve yaşanan iklim kriziyle baş edebilmek adına bazı göstergelerin incelenmesi önem kazanmıştır. Bu göstergelerden biri ekolojik ayak izidir. Ekolojik ayak izi, var olan teknoloji düzeyi ve kaynakların yönetimiyle tek tek bireylerin, toplumun veya bir faaliyetin tüketmiş olduğu kaynakları üretmek veyahut tüketimi esnasında ortaya çıkan atığı gidermek için gerekli, biyolojik olarak verimli toprak ve su alanını ifade etmekte, küresel hektar (kha) cinsinden ölçülmektedir. Bu kavramla ilişkili başka bir kavram ise biyolojik kapasitedir. Biyolojik kapasite, bir coğrafi bölgenin sınırları içinde bulunan tarım arazisi, otlak, balıkçılık sahası, ormanların yüzölçümü ve toprağın/suyun ne ölçüde üretken olduğu tarafından belirlenen, yenilenebilir doğal kaynak üretiminin göstergesi olan bir kavramdır ve kha cinsinden ölçülmektedir. Toplam ekolojik ayak izinin toplam biyolojik kapasiteden düşük olması, ekolojik sürdürülebilirliğin -gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kapasitelerine zarar vermeksizin bugünkü neslin ihtiyaçlarını karşılayabilme-ve kalkınmanın sağlanması için gereklidir (WWF, 2012, s. 6, 12). Tüketim ve üretim kalıplarının çevre üzerinde böylesine olumsuz etkilerinin olması, ülkelerin ekonomik olarak gelişmelerinin önemli bir göstergesi olan ekonomik karmaşıklık endeksinin ekolojik ayak izi ile olan ilişkisinin incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Ekonomik karmaşıklık, iktisattaki geleneksel yaklaşımlarda olduğu gibi girdi ve çıktılar arasındaki dualiteyi dikkate almaktadır. Ancak toplam GSYİH veya sermaye, emek, bilgi gibi girdileri dikkate alan geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak bu kavram, üretim faktörlerinin bileşiminin binlerce çıktı düzeyi meydana getirecek şekilde nasıl bir araya getirildiğini anlamak için küçük parçalardan oluşan verileri kapsamaktadır (Hidalgo, 2021, s. 92). Ekonomik karmaşıklık, bir toplumun ürettiği ürünlerin içerdiği bilginin ölçüsüdür ve ülkenin üretip ihraç ettiği ürünlerin çeşitliliğine, bu ürünleri üreten diğer ülkelerin sayısına ve bu ülkelerin karmaşıklıklarına dayanılarak ölçülmektedir. Bu ölçüm neticesinde ortaya çıkan değer ekonomik karmaşıklık endeksi olarak adlandırılmaktadır. Bir ülkenin üretip ihraç ettiği ürünler yüksek derecede know-how içeriyorsa, ülke daha sofistike ürünler üretebilmektedir ve ekonomik olarak daha karmaşık bir yapıya sahip haldedir (Atlas Media, 2021a). Zengin ülkeler yoksul ülkelere nazaran daha fazla çalışan başına çıktı üretmektedir. Daha fazla üretilen bu çıktılar yoksul ülkelerin ürettiğine göre daha farklı, üretimi daha zor bir durumdadır. Ekonomik olarak gelişmiş toplumlar basit ürünler üretmekten karmaşık ve zengin ülkelere has çıktılar üretmeye geçerek yapısal dönüşümü geçirmiş ülkelerdir (Hausmann & Klinger, 2006, s. 1). Karmaşık ürünler üretip ihraç eden zengin ülkeler, bu ürünlerin know-how içermesi, her ülkenin bu ürünleri üretip ihraç edememesi nedeniyle daha yüksek gelirler elde etmekte, ekonomik gelişmeleri yüksek derecede artmaktadır.

Buradaki esas mesele gelişmiş ve sanayileşmiş ülkelerin daha çeşitli ve sofistike ürünler üretip ihraç etmelerinin çevreye daha fazla zarar verebilmesi, ekonomileri karmaşık olmayan ülkelerin tarımsal üretim, işlenmemiş hammadde gibi faaliyetlerde bulunarak çevreye daha az zarar vermesinden kaynaklanmaktadır (Swart & Brinkman, 2020, s. 5; Yılancı & Pata, 2020, s. 32684). Bu yüzden ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin incelenmesi, gerekli politikaların anlaşılıp hayata geçirilmesi, dünyanın daha fazla kirletilmemesi, var olan kirliliğin giderilmesi ve gelecek nesillere kirli bir gezegenin bırakılmaması açısından oldukça önemlidir. Hem ekonomik olarak gelişmek hem de temiz bir çevreye, doğaya, suya ve havaya sahip olmak için ekolojik ayak izinin azaltılması, ekonomik karmaşıklığın ise artırılması gerekmektedir. Kalkınmak isteyen ve bunu sürdürülebilir kılmayı amaçlayan ülkelerin çevreyi ve doğayı ön plana koyan politikalar izlemeleri gereklidir. Bu nedenle bu çalışmada G8 ülkelerinde ve Türkiye’de ekonomik karmaşıklık endeksi ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Bu ülkelerin dünyanın en gelişmiş ekonomilerinin arasında yer alıyor oluşu, bu gelişmeyi sağlarken ihraç ettikleri ürünlerin karmaşık olup olmadığının ve bu süreçte çevreyi kirletip kirletmediklerinin anlaşılmasını önemli kılmaktadır. Bunlara ek olarak, Türkçe iktisat literatürüne bakıldığında ekonomik

karmaşıklık-ekolojik ayak izi ilişkisini ele alan çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma ile bu anlamda özellikle Türkçe iktisat literatürüne bir katkı sağlamak ve oldukça güncel olan literatüre yeni bir analiz dahil etmek amaçlanmaktadır. Çalışmayı izleyen bölümde ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi ilişkisine dair literatür taramasına yer verilecek, üçüncü bölümde ekonomik yöntem, veri ve bulgular yer alacak, sonuç bölümünde ise ekonometrik analiz sonuçlarından hareketle gerekli politika önerileri tartışılacaktır.

2. LİTERATÜR

Literatürde özellikle küreselleşmenin etkisiyle çevresel bozulmanın artıp artmadığına ilişkin analizlerin yapılmış olduğu görülmektedir. Çevresel bozulmanın önemli bir göstergesi olan ekolojik ayak izinin bu durumdan ne yönde etkilendiği önemli bir araştırma konusu olmuştur. Bu çerçevede küreselleşme sonucu iktisadi büyümede görülen iyileşmelerin çevreye ne yönde etki ettiğinin anlaşılması gerekmektedir. Zira, ekonomik karmaşıklığın iktisadi büyüme ile yakın bir ilişkiye sahip olması, küreselleşme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin de bu çalışmanın konusuyla yakından ilişkili olmasına neden olmaktadır. Bu konuya ilişkin olarak Figge vd. (2017), 171 ülkenin verilerini kullanarak yaptığı analizde küreselleşmenin tüketim, ihracat ve ithalatın ekolojik ayak izini artırdığı sonucuna varmıştır. Rudolph & Figge (2017), 1981-2009 dönemi için 146 ülke özelinde küreselleşme ve ekolojik ayak izi ilişkisini incelemiş, ampirik olarak ekonomik küreselleşmenin üretimin, tüketimin, ithalatın ve ihracatın ekolojik ayak izini artırdığını bulmuştur. Sosyal küreselleşmenin üretimin ve tüketimin ekolojik ayak izi ile negatif yönde ilişkili, ihracatın ve ithalatın ekolojik ayak izi ile pozitif şekilde ilişkili olduğunu bulmuştur. Sharif vd. (2019), 1970-2016 yılları arasında 15 ülkenin küreselleşmeleri ile ekolojik ayak izleri arasındaki ilişkiyi incelemiş, Belçika, Hollanda, İsveç, İsviçre, Danimarka, Norveç, Kanada ve Portekiz için iki değişken arasında uzun dönemli ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu, Fransa, Almanya, İngiltere ve Macaristan için ise negatif yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna varmıştır. Apaydın (2020), ARDL, FMOLS ve DOLS yöntemlerini ve Türkiye’nin 1980-2014 dönemi değişkenlerini kullanarak yaptığı çalışmada küreselleşmenin ekolojik ayak izini ve ekolojik sistemi olumsuz şekilde etkilediği sonucuna varmıştır. Kirikkaleli vd. (2020), Türkiye için yaptığı ekonometrik analizde uzun dönemde küreselleşmenin ekolojik ayak izini artırdığı sonucuna varmıştır. Usman vd. (2020), ABD’nin 1985Q1-2014Q4 dönemine ilişkin ARDL yöntemiyle yaptığı analizde küreselleşmenin ekolojik ayak izini pozitif şekilde etkilediğini, kısa dönemde küreselleşmenin ekolojik ayak izine neden olduğunu ortaya koymuştur. Yılancı & Gorus (2020), 1981-2016 döneminde 14 MENA ülkesinin değişkenlerini kullanarak panel Fourier Toda-Yamamoto nedensellik analizi gerçekleştirmiş, ekolojik ayak izinin ekonomik, ticari ve finansal küreselleşmeye neden olduğu sonucuna varmıştır. Apaydın vd. (2021), 1980-2016 dönemi 130 ülke için CCE-MG ve AMG yöntemleriyle yaptıkları analizde ekolojik ayak izi ile küreselleşme arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını, iktisadi büyümenin ekolojik ayak izi ile pozitif şekilde ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Karasoy (2021), 1980-2016 dönemi Türkiye için yaptığı ve genişletilmiş ARDL metodu kullandığı çalışmada küreselleşmenin uzun dönemde ekolojik ayak izini azalttığı sonucuna varmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalar genel olarak küreselleşmenin çevresel bozulmayı artırdığını ortaya koymuş olsa da kullanılan yöntem, dönem ve ülke bağlamında sonuçların farklılık gösterdiği, bu anlamda analizlerin yapılmaya devam edildiği ve edileceği görülmektedir.

İktisat literatürüne bakıldığında ekonomik karmaşıklık ve çevresel bozulmanın bir göstergesi olarak ekolojik ayak izinin birlikte ele alındığı çalışmaların da son yıllarda artmış olduğu ve güncelliğini koruyan bir konu olduğu görülmektedir. Özellikle ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izi üzerinde bıraktığı etkiyi ele alan ve bunu yaparken EKC hipotezinin geçerliliğini sıyanan çalışmalar söz konusudur. Kosifakis vd. (2020), ilgili çalışmada 126 ülkeye ait ekonomik karmaşıklık endeksi, kişi başına gelir, çevre performans endeksi, tüketim ve üretimin kişi başına düşen ekolojik ayak izi değişkenleriyle parametrik olmayan istatistik metodu gerçekleştirmiş, kişi başına gelir ile ekonomik karmaşıklık arasında pozitif bir ilişki olduğunu, ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izi ile pozitif şekilde ilişkili olduğunu saptamıştır. Neagu (2020), 1995-2014 periyodunda 48 ülkeye ait ekonomik karmaşıklık endeksi, fosil yakıt tüketimi, kişi başına gelir ve ekolojik ayak izi değişkenlerini kullanarak ekonometrik analiz gerçekleştirmiştir. FMOLS ve DOLS yöntemlerine ait modeller ekolojik ayak izi, ekonomik karmaşıklık, gelir ve fosil yakıt tüketimi arasında uzun dönemli ve pozitif bir ilişkinin mevcut olduğunu göstermektedir. Pata (2020), ekonomik karmaşıklık, küreselleşme, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin karbon salınımı ve ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini ABD için EKC hipotezinin geçerliliğini sıyanarak test etmiştir. Çalışmada 1980-2016 dönemi ele alınmış olup EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varılmış, belli bir noktadan sonra ekonomik karmaşıklığın çevresel bozulmayı minimize etmeye yardımcı olduğu saptanmıştır. Ayrıca uzun dönemde ekonomik

karmaşıklıkta ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu bulunmuştur. Yilanci & Pata (2020), Çin'in 1965-2016 dönemine ait ekonomik büyüme, ekonomik karmaşıklık, enerji tüketimi ve ekolojik ayak izi değişkenlerini kullanarak EKC hipotezinin geçerliliğini Fourier ARDL yöntemi kullanarak sınamış; enerji tüketimi ve ekonomik karmaşıklığın kısa ve uzun dönemde ekolojik ayak izini artırdığı, EKC hipotezinin geçerli olmadığı, ekonomik büyümenin çevre sorunlarını çözmede etkili olmadığı sonucuna varmıştır. Ayrıca belli dönemlerde ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izine neden olduğunu bulmuşlardır. Ahmad vd. (2021), çalışmalarında ekonomik karmaşıklık, kurumsal kalite, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkisini 1984-2017 döneminde yükselen ülkeler için CS-ARDL yöntemi kullanarak analiz etmiş, ekonomik karmaşıklık ve yenilenemeyen enerji kullanımının ekolojik ayak izini artırdığı, kurumsal iyileşme ve yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izini azalttığı, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca ekonomik karmaşıklıktan ekolojik ayak izine doğru tek yönü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Alvarado vd. (2021), Latin Amerika'da ekolojik ayak izi, ekonomik karmaşıklık ve doğal kaynak rantı arasındaki ilişkiyi kantil regresyon yaklaşımı kullanarak analiz etmiş, ekonomik karmaşıklığın yüksek ve orta-yüksek gelirli ülkelerde ekolojik ayak izini artırdığı, düşük-orta gelirli ülkelerde ise azalttığı sonucuna varmıştır. Ikram vd. (2021), 1965Q1-2017Q4 dönemi için Japonya'ya ait değişkenleri ve kantil ARDL, kantil Granger nedensellik testi metodlarını kullanarak yaptıkları çalışmada ekonomik büyüme, ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi arasında çift yönlü bir nedenselliğin olduğu, ekonomik büyüme ve ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izi üzerinde asimetrik pozitif bir etkisinin olduğu sonucuna varmışlardır. Rafique vd. (2021), 1980-2017 döneminde Avusturya, İrlanda, Finlandiya, İngiltere, Japonya, Singapur, Güney Kore, İsveç, İsviçre ve ABD'nin ekonomik karmaşıklık, beşerî sermaye, yenilenebilir enerji üretimi, şehirleşme, ekonomik büyüme, ihracat kalitesi, ticaret ve ekolojik ayak izi değişkenlerini kullanarak ekonometrik analiz gerçekleştirmiş, analizde FMOLS, DOLS ve sistem GMM metodlarını kullanmıştır. Çalışmaya ait uzun dönem katsayıları ekonomik karmaşıklık, ekonomik büyüme, ihracat kalitesi, ticaret ve şehirleşmenin ekolojik ayak izini artırdığı sonucunu göstermektedir. Shahzad vd. (2021), çalışmalarında ABD'de ekonomik karmaşıklık, fosil yakıt enerjisi ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi 1965Q1-2017Q4 dönemi için incelemiştir. Çalışmada yöntem olarak kantil birim kök testi, kantil ARDL ve kantil Granger nedensellik testi kullanılmış olup ekonomik karmaşıklık ve fosil yakıtların ekolojik ayak izini artırdığı ve değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında nedensellikten ziyade ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izine bıraktığı etkinin daha fazla incelenmiş olduğu görülmektedir. Çalışmalar ekolojik ayak izi ile ekonomik karmaşıklık arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğunu, ancak kullanılan yöntem, ülke ve dönem bazında sonuçların değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Durum ne olursa olsun iki değişken arasındaki nedenselliğin yönünü belirlemek, gerekli politika önerilerini ortaya koymak bakımından hayattır. Bu çalışma hem değişkenlerin nedenselliğini bulunabilir en geniş ve en güncel dönem için analiz etmeyi amaçlamakta, hem de Türkçe literatürde bu konuya ilişkin bir çalışmanın olmaması nedeniyle bu anlamda literatüre bir katkı yapmayı amaçlamaktadır.

3. EKONOMETRİK ANALİZ

3.1. Veri Seti

Bu çalışmada G8 ülkeleri (Kanada, Fransa, Almanya, Japonya, İtalya, Rusya, İngiltere, ABD) ve Türkiye'nin 1995-2017 dönemine ait ekonomik karmaşıklık endeksi (ECI) ve kişi başına ekolojik ayak izi (EF) değişkenleri kullanılarak ayrı ayrı her bir ülke için nedensellik analizi gerçekleştirilecektir. Bu yıl aralığının seçilme nedeni, ECI değerlerinin 1995 yılından itibaren başlaması ve EF değişkenine ait değerlerin en güncel olarak 2017 yılına kadar hesaplanmış olmasından kaynaklanmaktadır. G8, tüm küresel ekonominin yaklaşık yarısına tekabül eden kaynaklara ve servete sahip olması bakımından iktisadi olarak oldukça güçlü bir ülke grubudur ve bu ülke grubunca alınan kararlar dünyanın önemli bir kısmını etkileme kabiliyetine sahip durumdadır (Sezgin & Karaçoban, 2021: 110). Bu nedenle bu ülkelerin ekonomik büyümelerini ve ekonomik karmaşıklıklarını artıracak politikalar izlerken ekolojik ayak izinin artmasına yol açmaları sadece bu ülkeleri olumsuz etkilemekle kalmayacak, tüm dünyaya bu olumsuz etkiler yayılarak tüm ülkelerin refahını azaltacaktır. Bu nedenle bu ülkelerde ve Türkiye'de ECI ve EF arasındaki nedenselliğin yönünün iyi anlaşılması gerekli politikaların ortaya konması, hayata geçirilmesi ve tüm gezegenin daha fazla zarar görmemesi bakımından gerekli adımların atılması için hayattır. Ekonomik karmaşıklık endeksi değerleri Atlas Medya veri tabanından, ekolojik ayak izi değerleri Global Footprint Network veri tabanından alınmıştır. Ekonometrik analiz yapılırken E-Views 12 programından faydalanılacaktır.

3.2. Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

Çalışmada yöntem olarak Toda-Yamamoto (1995) nedensellik yöntemi kullanılacaktır. Bu yöntem, değişkenlerin durağan olmasını gerektirmemesi nedeniyle veri kaybının oluşmasını engellemektedir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için öncelikle değişkenlerin birim kök testleriyle sınanması ve maksimum bütünleşme derecesinin (d_{max}) belirlenmesi gerekmektedir. Bütünleşme derecesi belirlenirken en yüksek durağanlık derecesine sahip değişkenin derecesi dikkate alınmaktadır. Daha sonrasında bir VAR modeli kurularak uygun gecikme sayısı (k) belirlenmelidir. Belirlenen d_{max} ve k toplanarak yeniden VAR modeli kurulmalıdır. Kurulan yeni VAR modelinden SUR (Seemingly Unrelated Regression) modeline geçilip Wald testi uygulanarak, nedenselliğin olup olmadığı belirlenmektedir. Toda-Yamamoto nedensellik testine ait modeller, boş ve alternatif hipotezler şu şekildedir (Meçik & Koyuncu, 2020, s. 2626):

$$Y_t = \varphi + \sum_{i=1}^{\rho+dmax} \alpha_{1i} Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho+dmax} \alpha_{2i} X_{t-1} + \mu_{1t} \quad (1)$$

H_0 = X, Y'nin Granger nedeni değildir.

H_1 = X, Y'nin Granger nedenidir.

$$X_t = \varphi + \sum_{i=1}^{\rho+dmax} \beta_{1i} X_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho+dmax} \beta_{2i} Y_{t-1} + \mu_{1t} \quad (2)$$

H_0 = Y, X'in Granger nedeni değildir.

H_1 = Y, X'in Granger nedenidir.

Testlere ait boş hipotezin reddedilmesi, ilgili değişkenden diğerine doğru Granger nedenselliğinin olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada ilk olarak serilerin durağan olup olmadıkları ADF (1981) birim kök testi kullanılarak sınanacaktır. Bu teste ait eşitlik denklem 3'te verilmiştir (Gülmez, 2015: 144):

$$\Delta Y = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \alpha \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_i \quad (3)$$

Burada δ katsayısının istatistiksel olarak sıfıra eşit olup olmadığı sınanmaktadır. Boş hipotez, bu katsayının sıfır olduğunu, serinin birim kök içerdiğini ifade etmektedir. Bu teste ait sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Birim Kök Testi Sonuçları (Seviyede)

	ECI		EF	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Kanada	-0.588133	0.8525	-2.144604	0.2305
Fransa	-3.1034	0.041**	0.734089	0.9899
Almanya	-1.542015	0.4942	-0.334816	0.9030
Japonya	-1.319813	0.6015	-1.74694	0.3952
İtalya	-2.937724	0.0571***	-0.382147	0.8962
Rusya	-0.728087	0.8185	-1.420759	0.5535
İngiltere	-0.121746	0.9347	-3.476501	0.0194**
ABD	-1.844227	0.6484	0.186364	0.9635
Türkiye	-0.827462	0.7913	-0.448589	0.8831

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 1’de görüldüğü üzere Fransa ve İtalya için ECI değişkenleri düzeyde durağandır. İngiltere hariç diğer ülkelere ait EF değişkenleri ise düzeyde birim kök içermektedir. Düzeyde durağan olanlar hariç serilerin birinci farkları alınarak tekrar yapılan birim kök testi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkı Alınmış)

	ECI		EF	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Kanada	-4.930738	0.0009*	-5.184647	0.0005*
Fransa	-	-	-7.26067	0.0000*
Almanya	-3.612449	0.0146**	-5.020043	0.0007*
Japonya	-5.060202	0.0006*	-4.458331	0.0025*
İtalya	-	-	-3.464712	0.0205**
Rusya	-6.276187	0.0000*	-3.935782	0.0076*
İngiltere	-5.716297	0.0001*	-	-
ABD	-3.905745	0.0078*	-2.763094	0.0833***
Türkiye	-4.950127	0.0008*	-7.36092	0.0000*

Tablo 2'de görüldüğü gibi seriler birinci farkları alındığında durağan hâle gelmiştir. Her bir ülkeye ait d_{max} değeri 1 olarak belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra uygun gecikme sayısının belirlenebilmesi adına VAR modeli kurulmuştur. Her bir ülkeye ait bilgi kriterlerine bakıldığında uygun gecikme değerlerinin sırasıyla 5, 5, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 olduğu tespit edilmiştir.¹

Bu gecikme sayıları tek tek alınarak kurulan VAR modellerinin istikrar koşulunu sağlayıp sağlamadığı ve otokorelasyon sorununa sahip olup olmadığı sınıanmıştır². Bir modelin istikrar koşulunu sağlaması için ters köklerin birim çember içerisinde yer alması ve bu köklere ait değerlerin 1'den küçük olması gerekmektedir. Sınama neticesinde her ülke için ters köklerin birim çember içinde yer aldığı görülmüştür. Ters köklere ait tüm değerlerin 1'den küçük olması nedeniyle modellerin tek tek istikrar koşulunu sağladığı saptanmıştır. Çalışmada otokorelasyon sorununun var olup olmadığı otokorelasyon LM testi kullanılarak sınıanmıştır. Otokorelasyon LM testine ait boş hipotez otokorelasyonun olmadığını, alternatif hipotez ise otokorelasyon sorununun olduğunu ifade etmektedir. Boş hipotezin reddedilememesi durumunda Toda-Yamamoto nedensellik testine geçilecektir. Otokorelasyon sınıaması neticesinde tüm ülkeler için boş hipotez kabul edilmiştir. Her ülke için kurulan modelde otokorelasyon sorununun olmadığı³ görülmüştür.

Bu aşamadan sonra Toda-Yamamoto nedensellik test analizine geçilmiştir. Bu test için VAR modeli VAR ($d_{maz}+k$) olarak kurulmaktadır; d_{maz} değerinin her bir ülke için 1, k değerlerinin sırasıyla 5, 5, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 olarak bulunması sebebiyle sırasıyla VAR (6), VAR (6), VAR (2), VAR (2), VAR (2), VAR (2), VAR (2), VAR (2), VAR (2) modelleri kurulmuş, Seemingly Unrelated Regression yöntemine geçilmiş ve Wald testi sınıaması yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3'te görüldüğü üzere Kanada ve Japonya için değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi söz konusudur. Ekonomik karmaşıklıktan ekolojik ayak izine doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler Fransa ve İtalya'dır. Ekolojik ayak izinden ekonomik karmaşıklığa doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler ise Almanya, Rusya, İngiltere ve ABD'dir. Türkiye için ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

¹ Fransa'ya ait AIC dışındaki bilgi kriterleri 2 gecikmenin uygun olduğunu gösterse de bu gecikmede modelin istikrar koşulunu sağlamaması nedeniyle AIC bilgi kriterinin işaret ettiği 5 gecikme uygun görülmüştür. Her ülkeye ait bilgi kriterlerini görmek için Bkz. Ekler.

² Bkz. Ekler: Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9.

³ Bkz. Ekler.

Tablo 3. Toda-Yamamoto Nedensellik Test Sonuçları

		Kikare Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Sonuç
Kanada	EF->ECI	416.9063	0.0000*	Nedensellik Var.
	ECI->EF	74.08643	0.0000*	Nedensellik Var.
Fransa	EF->ECI	2.173676	0.9031	Nedensellik Yok.
	ECI->EF	36.96518	0.0000*	Nedensellik Var.
Almanya	EF->ECI	7.202693	0.0273**	Nedensellik Var.
	ECI->EF	3.30971	0.1911	Nedensellik Yok.
Japonya	EF->ECI	7.758148	0.0207**	Nedensellik Var.
	ECI->EF	9.918213	0.0070*	Nedensellik Var.
İtalya	EF->ECI	3.434299	0.1796	Nedensellik Yok.
	ECI->EF	4.927228	0.0851***	Nedensellik Var.
Rusya	EF->ECI	11.2911	0.0035*	Nedensellik Var.
	ECI->EF	0.845764	0.6552	Nedensellik Yok.
İngiltere	EF->ECI	10.77694	0.0046*	Nedensellik Var.
	ECI->EF	3.711063	0.1564	Nedensellik Yok.
ABD	EF->ECI	4.747717	0.0931***	Nedensellik Var.
	ECI->EF	0.081016	0.9603	Nedensellik Yok.
Türkiye	EF->ECI	3.565806	0.1681	Nedensellik Yok.
	ECI->EF	3.186426	0.2033	Nedensellik Yok.

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeyini ifade etmektedir.

4. SONUÇ

Günümüz dünyasının içine girmiş olduğu iklim krizi, ülkelerin yaptığı iş birliği ve amaçladığı sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle aşılmaya çalışılmaktadır. Çevresel bozulmanın önemli bir göstergesi olan ekolojik ayak izinin azaltılıp biyolojik kapasitenin artırılması, gezegenin sürdürülebilirliği için büyük önem arz etmektedir. Ekonomik karmaşıklığın artırılması ise ekonomik gelişmişliğin ve gelirin artması adına önemlidir. Zira karmaşık ürünler üreten ülkeler, her ülkenin üretmediği ürünleri üretip ihraç ettiğinden bu yolla büyük gelirler elde etmektedir. Ancak karmaşık ürünlerin üretimi, karmaşık olmayan ürünlere nazaran çevreyi daha fazla kirletme durumuna sahip olduğundan ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada 1995-2017 dönemi için G8 ülkeleri ve Türkiye’ye ait ekonomik karmaşıklık endeksi ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişki Toda-Yamamoto (1995) nedensellik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre Kanada ve Japonya’da değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Ekonomik karmaşıklıktan ekolojik ayak izine doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler Fransa ve İtalya iken ekolojik ayak izinden ekonomik karmaşıklığa doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler Almanya, Rusya, İngiltere ve ABD olmuştur. Türkiye için ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisi söz konusu değildir. Japonya’ya ait değişkenler arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu sonucu İbrahim vd. (2021)’in Japonya özelinde yaptıkları çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Pata (2020), yaptığı çalışmada ABD için ekonomik karmaşıklıktan ekolojik ayak izine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu saptamıştır. Shahzad vd. (2021) ise ABD için yaptıkları analizde ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuştur. Bu çalışmada ise ABD için tek yönlü bir nedenselliğin olduğu, bu ilişkinin yönünün ekolojik ayak izinden ekonomik karmaşıklığa doğru olduğu tespit elde edilmiştir. ABD özelindeki bu üç sonuç, iki değişken arasında bir nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Ahmad vd. (2021) yaptıkları panel veri analizinde ekonomik karmaşıklıktan ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuştur. Bu sonuç, Fransa ve İtalya’ya ait sonuçlarla örtüşmektedir.

Ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izine neden olduğu ülkelerde, ekonomik karmaşıklığı ilgilendiren herhangi bir politika ekolojik ayak izini önemli derecede etkileyecektir (Ahmad vd., 2021, s. 7). Ekonomik karmaşıklık ile ekolojik ayak izi arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu ülkelerde ise yeni ürünler ve mevcut becerileri geliştirmenin önemi öne çıkmaktadır (Shahzad vd., 2021, s. 12). Ekolojik ayak izinin ekonomik karmaşıklığa neden olduğu ülkeler açısından ekolojik ayak izini ilgilendiren politikaların ekonomik karmaşıklığa da etki edeceği anlaşılmaktadır. Kanada ve Japonya açısından bakılırsa hem ekolojik ayak izini düşürecek hem de ekonomik karmaşıklığı artıracak politikaların izlenmesi, bu ülkelerin iktisadi gelişmelerinin ve kalkınmalarının artmasını sağlayacaktır. Bu bağlamda karmaşık ürünler üretmelerini ve bunu yaparken çevreyi ön plana koymayı teşvik edecek devlet politikalarının uygulanması gerekmektedir. Karmaşık ürünlerin üretimi yüksek teknolojilerin kullanımını gerektirdiğinden kullanılan teknolojilerin çevre dostu olması, temiz teknolojilerden faydalanılarak üretimin gerçekleştirilmesi, karmaşıklığın artmasını da mümkün kılacaktır.

Fransa ve İtalya'da ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izine neden olması bu ülkelerin karmaşık ürünler üretip yüksek gelirler elde ederken çevreyi kirlettiklerine işaret etmektedir. Bu nedenle bu iki ülke açısından da çevreyi ve doğayı korumayı ön plana koyan devlet politikalarının uygulanması gerekmektedir. Zira çevreyi düşünmeksizin karmaşık ürün üretip ihraç etmek ve bu yolla büyük gelirler elde etmek bir noktadan sonra bireylerin refahını çevresel bozulmalar vasıtasıyla azaltacağından bu sürecin sürdürülebilir olması beklenemeyecektir. Bu nedenle sürdürülebilir bir büyüme ve kalkınma için sadece karmaşıklığa odaklanan politikalar yetersiz kalacaktır.

Almanya, Rusya, İngiltere ve ABD'de ekolojik ayak izinin ekonomik karmaşıklığa neden olması ise ekolojik ayak izini düşürücü politikaların ekonomik karmaşıklığı da olumsuz şekilde etkileyeceğine işaret etmektedir. Ülkelerin ekonomik karmaşıklıklarını artırması, ekonomik olarak gelişmeleri ve daha sonrasında yüksek teknolojiye ve çevreye yapılacak yatırımlarını finanse edebilmeleri için hayatidir. Bu nedenle bu ülkelerin ekonomik karmaşıklığı sağlamaktan vazgeçmemeleri ama bunu yaparken doğa dostu teknolojilerden, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmaları gerekmektedir. Bu bağlamda bu ülkelerde devlet, bu teknolojilere ve yenilenebilir enerji tüketimine geçişi sağlayacak teşvikler ve sübvansiyonlar vermelidir. Ayrıca temiz enerji kullanan şirketlere ve AR-GE faaliyetlerini bu alana kanalize etmiş şirketlere vergi muafiyeti tanınması, diğer firmaları da bu şekilde davranmaya teşvik etmek için gerekmektedir.

Kısacası, Türkiye haricinde diğer ülkelerde iki değişken arasında nedensellik ilişkilerinin bulunuyor olması, ülkelerin ekonomik karmaşıklıklarını dolayısıyla ekonomik büyüme ve gelişmişliklerini artırmaları ve çevreyi kirletmeleri konusunda sıkı sıkıya bir ilişki olduğunu göstermektedir. Çevreyi kirleterek ekonomik gelişmişliğe erişmek, ülkelerin refahlarına ve kalkınmalarına zarar verecektir. Zira ekonomik büyümelerini artırırken çevresel bozulmalara neden olan ülkelerin sürdürülebilir kalkınmaya sahip olmaları mümkün olmayacaktır. Bu nedenle bu ülkelerin karmaşık ürünler üretirken yenilenebilir enerji kullanmaları ve temiz teknolojiler benimsemeleri gerekmektedir. Bu ülkelerin hükümetlerinin ise firmaların çevreye zarar verecek üretim süreci gerçekleştirmelerini engelleyecek kanunlar koymaları, çevre ve doğaya gereken önemi veren firma ve sektörler teşvikler vermesi gerekmektedir. Bu politikalar izlendiği taktirde ülkeler hem ekonomik olarak büyümüş hem de kalkınmış olacaklardır.

Literatürde yer alan çalışmalarda elde edilen nedensellik ilişkilerinin ABD, Japonya ya da genel olarak panel üzerinden yorumlandığı görülmüştür. Bu çalışmada tek tek G8 ülkelerine ve Türkiye'ye ait sonuçlar ortaya konmuştur. Özellikle G8 ülkelerinin aldığı kararların dünya ülkelerinin büyük kısmının refahını etkileyecek bir güce sahip olması, bu ülkelerin tek tek hangi politikaları uygulaması gerektiğiyle ilgili araştırma sorusuna yol açmış ve bu ülkelerin ve gezegenin sürdürülebilirliği için politika önerilerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu bakımdan çalışma hem ülkelerin hem de dolaylı olarak tüm dünyanın refahını sağlayacak politikaları tartışmaya açmıştır. Bu çalışmanın yeni değişkenler eklenerek, yeni ülkeler analize dahil ederek ya da ekonometrik yöntemde farklılığa gidilerek geliştirilmesi mümkündür. Ayrıca, ileriki yıllarda veri setinin genişlemesi nedeniyle daha geniş ve daha güncel yıl aralığı için analizin yapılması da mümkün olacaktır.

Etik Beyan: Bu çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir. Aksi bir durumun tespiti halinde Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarına aittir.

Yazar Katkı Beyanı: 1. Yazarın katkı oranı %100'dür.

Çıkar Beyanı: Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahmad, M., Ahmed, Z., Majeed, A., & Huang, B. (2021). An environmental impact assessment of economic complexity and energy consumption: Does institutional quality make a difference? *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106603. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106603>
- Alvarado, R., Tillaguango, B., Dagar, V., Ahmad, M., Işık, C., Mendez, P., & Toledo, E. (2021). Ecological footprint, economic complexity and natural resources rents in. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128585. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128585>
- Apaydın, Ş. (2020). Küreselleşmenin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 23-42.
- Apaydin, Ş., Ursavaş, U., & Koç, Ü. (2021). The impact of globalization on the ecological footprint: do convergence clubs matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15.
- Atlas Media. (2021a). *Atlas of Economic Complexity*. Eylül 20, 2021 tarihinde Glossary: <https://atlas.cid.harvard.edu/glossary> adresinden alındı
- Atlas Media. (2021b). *Atlas of Complexity*. Ağustos 31, 2021 tarihinde Country & Product Complexity Rankings: <https://atlas.cid.harvard.edu/rankings> adresinden alındı
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for an. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Figge L, Oebels K, & A., O. (2017). The effects of globalization on Ecological Footprints: an empirical analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 19, 863–876.
- Global Footprint Network. (2021). Ağustos 31, 2021 tarihinde Country Trends: <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=223> adresinden alındı
- Gülmez, A. (2015). Türkiye’de Dış Finansman Kaynakları Ekonomik Büyüme İlişkisi: Ardl Sınır Testi Yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 139-152.
- Hausmann, R., & Klinger, B. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in. *Center for International Development at Harvard University, No:128*, 1-35.
- Hidalgo, C. A. (2021). Economic complexity theory and applications. *Nature Reviews Physics*, 3(2), 92-113. doi:<https://doi.org/10.1038/s42254-020-00275-1>
- Ikram, M., Xia, W., Fareed, Z., Shahzad, U., & Rafique, M. (2021). Exploring the nexus between economic complexity, economic growth and. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101460>
- Karasoy, A. (2021). Küreselleşme, sanayileşme ve şehirleşmenin Türkiye’nin ekolojik ayak izine etkisinin genişletilmiş ARDL yöntemiyle incelenmesi. *Hittit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 208-231.
- Kırıkkaleli, D., Adebayo, T. S., Khan, Z., & Ali, S. (2020). Does globalization matter for ecological footprint in Turkey? Evidence from dual adjustment approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(11), 14009-14017.
- Kosifakis, G., Kampas, A., & Papadas, C. T. (2020). Economic complexity and the environment: some estimates on their links. *Int. J. Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 6(3), 261-271.
- Meçik, O., & Koyuncu, T. (2020). Türkiye’de Göç ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: TodaYamamoto Nedensellik Testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 2618-2635.
- Neagu, O. (2020). Economic Complexity and Ecological Footprint: Evidence from the Most Complex Economies in the World. *Sustainability*, 12, 1-18. doi:<https://doi.org/10.3390/su12219031>
- Pata, U. K. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: testing the EKC hypothesis with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 846–861. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-020-10446-3>
- Rafique, M., Nadeem, A., Xia, W., Ikram, M., Shoaib, H., & Shahzad, U. (2021). Does economic complexity matter for environmental. *Environment, Development and Sustainability*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10668-021-01625-4>

Rudolph, A., & Figge, L. (2017). Determinants of ecological footprints: What is the role of globalization_. *Ecological Indicators*, 81, 348-361. doi:10.1016/j.ecolind.2017.04.060

Sezgin, A., & Sarıçoban, K. (2021). Ülkelerin İhraç Ettikleri Malların Üretim Faktör Yoğunluklarına Göre Uzmanlaşma Düzeylerinin Belirlenmesi: G8 Ve Türkiye Karşılaştırması. . XI. *Umteb International Congress On Vocational & Technical Sciences-XI* (s. 109-119). Ankara: International Association of Publishers.

Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F., & Shahzad, K. (2021). Investigating the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint for the United States: New insights from quantile methods. *Journal of Cleaner Production*, 279, 1-14.

Sharif, A. A. (2019). Idolization and ramification between globalization and ecological footprints: Evidence from quantile-on-quantile aproach. *Environmental Science and Pollution Research*, 11191-11211. doi:10.1007/s11356-019-04351-7

Swart, J., & Brinkmann, L. (2020). Economic complexity and the environment: evidence from Brazil. W. L. Filho içinde, *Universities and sustainable communities: meeting the goals of the agenda 2030* (s. 3-45). Hamburg: Springer.

Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Process. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.

UNDP. (2021). *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar*. Eylül 19, 2021 tarihinde <https://www.kureselamaclar.org/> adresinden alındı

Usman O, Akadiri S. S., & Adeshola, I. (2020). Role of renewable energy and globalization on ecological footprint in the USA: implications for environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 30681–30693.

WWF. (2012). *Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzleri Raporu*. WWF & Global Footprint Network. https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf adresinden alınmıştır

Yilanci, V., & Gorus, M. S. (2020). Does economic globalization have predictive power for ecological footprint in MENA counties? A panel causality test with a Fourier function. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(32), 40552-40562.

Yilanci, V., & Pata, U. K. (2020). Investigating the EKC hypothesis for China: the role of economic complexity on ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32683-32694. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-020-09434-4>

EKLER

Tablo 4. Kanada'nın Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	0.176943	NA	0.004199	0.202562	0.301492	0.216203
1	13.54801	22.28512*	0.001491	-0.83867	-0.54188	-0.797745
2	15.46141	2.763796	0.001925	-0.60682	-0.11217	-0.538618
3	21.71085	7.638206	0.001587	-0.85676	-0.16425	-0.761273
4	25.77027	4.059415	0.001761	-0.86336	0.027009	-0.740593
5	37.91701	9.447467	0.000871*	-1.768557*	-0.680325*	-1.618504*

Tablo 5. Kanada’ya ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	4.961613	0.2913
2	4.297155	0.3673
3	1.757646	0.7802
4	5.173035	0.270
5	3.213218	0.5228

Tablo 6. Fransa’nın Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC
0	14.98448	NA	0.00081	-1.44272	-1.34379
1	36.4322	35.74619	0.000117	-3.38136	-3.08457
2	43.8604	10.72962*	8.21e-05*	-3.76227	-3.267615*
3	45.33047	1.796758	0.000115	-3.48116	-2.78865
4	48.78278	3.45231	0.000137	-3.42031	-2.52994
5	59.1565	8.06845	8.22E-05	-4.128500*	-3.04027

Tablo 7. Fransa’ya ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	0.81622	0.9363
2	4.980527	0.2893
3	2.651648	0.6177
4	8.755838	0.0675
5	3.650097	0.4554

Tablo 8. Almanya’ya ait Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	9.806273	NA	0.00144	-0.86736	-0.76843	-0.853723
1	25.70175	26.49246*	0.000386	-2.18908	-1.892293*	-2.14816
2	31.42353	8.264786	0.000327	-2.38039	-1.88574	-2.312186
3	36.03033	5.630532	0.000323*	-2.44781	-1.7553	-2.352326*
4	38.76084	2.73051	0.000416	-2.30676	-1.41639	-2.183989
5	44.2094	4.237771	4.33E-04	-2.467711*	-1.37948	-2.317658

Tablo 9. Almanya’ya ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	11.08841	0.0256
2	0.728383	0.9478
3	2.930902	0.5695
4	2.493439	0.6458
5	1.937775	0.7472

Tablo 10. Japonya'ya ait Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	9.675629	NA	0.001461	-0.85285	-0.75392	-0.839206
1	30.74579	35.11693*	0.000221	-2.74953	-2.452741*	-2.708609
2	34.25511	5.069025	0.000239	-2.69501	-2.20036	-2.626807
3	38.23098	4.859398	0.000253	-2.69233	-1.99982	-2.596844
4	44.61898	6.387993	0.000217*	-2.957664*	-2.06729	-2.834894*
5	47.80545	2.478367	2.90E-04	-2.86727	-1.77904	-2.71722

Tablo 11. Japonya'ya ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	7.196045	0.1259
2	2.980414	0.5611
3	6.835413	0.1448
4	1.226473	0.8737
5	4.203066	0.3792

Tablo 12. İtalya'ya ait Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	19.05061	NA	0.000516	-1.89451	-1.79558	-1.880871
1	43.66909	41.03081*	5.25e-05*	-4.185455*	-3.888664*	-4.144531*
2	45.04127	1.982028	7.20E-05	-3.89347	-3.39882	-3.825268
3	49.86393	5.894362	6.95E-05	-3.98488	-3.29237	-3.889393
4	51.69753	1.833598	9.88E-05	-3.74417	-2.8538	-3.621399
5	54.24692	1.98286	1.42E-04	-3.58299	-2.49476	-3.432938

Tablo 13. İtalya'ya ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	2.446788	0.6542
2	4.420605	0.3521
3	2.247754	0.6903
4	1.388913	0.8461
5	0.559107	0.9675

Tablo 14. Rusya'ya ait Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	6.573248	NA	0.002063	-0.50814	-0.40921	-0.494497
1	24.7614	30.31359*	0.000429*	-2.0846	-1.787809*	-2.043676*
2	28.24168	5.027068	4.65E-04	-2.02685	-1.5322	-1.958647
3	30.46672	2.719497	6.00E-04	-1.82964	-1.13712	-1.734148
4	31.55933	1.092614	9.26E-04	-1.50659	-0.61622	-1.383822
5	40.87028	7.241851	6.27E-04	-2.096698*	-1.00847	-1.946646

Tablo 15. Rusya’ya ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	3.700175	0.4481
2	1.943574	0.7461
3	2.91435	0.5723
4	1.665646	0.7969
5	4.058516	0.3981

Tablo 16. İngiltere’nin Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-9.282531	NA	0.012011	1.253615	1.352545	1.267256
1	28.71566	63.33031*	0.000276*	-2.523962*	-2.227171*	-2.483038*
2	31.21709	3.613176	0.000334	-2.35745	-1.8628	-2.289248
3	34.30396	3.772843	0.000392	-2.256	-1.56348	-2.160507
4	39.82367	5.519712	0.000369	-2.42485	-1.53448	-2.302082
5	41.75258	1.500266	0.000569	-2.19473	-1.1065	-2.044679

Tablo 17. İngiltere’ye ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	3.279853	0.5121
2	4.968162	0.2906
3	3.441103	0.4869
4	1.215918	0.8755
5	2.803581	0.5912

Tablo 18. ABD’ye ait Uygun Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-12.23812	NA	0.016681	1.582013	1.680943	1.595654
1	22.57859	58.02785*	0.000547*	-1.842066*	-1.545275*	-1.801142*
2	25.4021	4.078402	0.000638	-1.711345	-1.21669	-1.64314
3	28.19171	3.409517	0.000772	-1.576856	-0.88435	-1.48137
4	29.28647	1.094768	0.001191	-1.254053	-0.36368	-1.13128
5	35.66495	4.961034	0.001119	-1.518327	-0.4301	-1.36828

Tablo 19. ABD’ye ait Otokorelasyon Test Sonuçları

Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	4.644186	0.3258
2	1.688805	0.7928
3	1.829939	0.7670
4	4.976109	0.2898
5	10.04048	0.0398

Tablo 20. Türkiye'nin Uygun Gecikme Sayısı

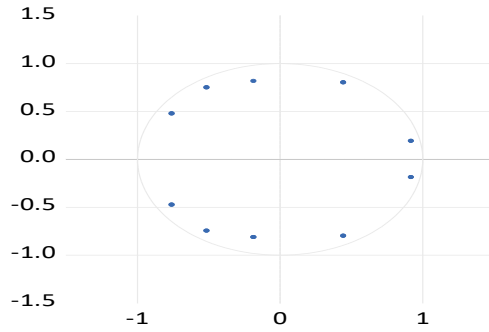
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	13.91472	NA	0.000912	-1.32386	-1.22493	-1.310216
1	34.75865	34.73989*	0.000141*	-3.195405*	-2.898615*	-3.154482*
2	35.28248	0.756641	0.000213	-2.80916	-2.31451	-2.740958
3	37.99904	3.32024	0.00026	-2.66656	-1.97405	-2.571072
4	40.77195	2.772912	0.000333	-2.53022	-1.63985	-2.407446
5	42.74729	1.536381	0.000509	-2.30526	-1.21702	-2.155202

Tablo 21. Türkiye'ye ait Otokorelasyon Test Sonuçları

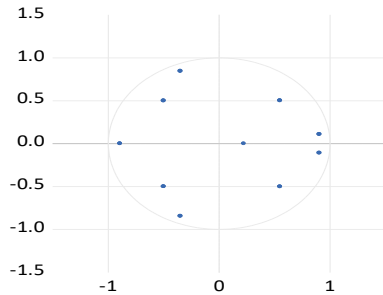
Lag	LM Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1	1.212982	0.8760
2	1.823311	0.7682
3	6.378451	0.1726
4	1.226721	0.8737
5	5.109668	0.2762

Şekil 1. Kanada'ya ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

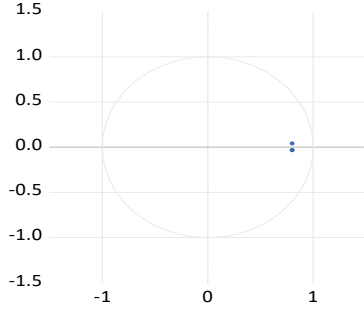
**Şekil 2.** Fransa'nın AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



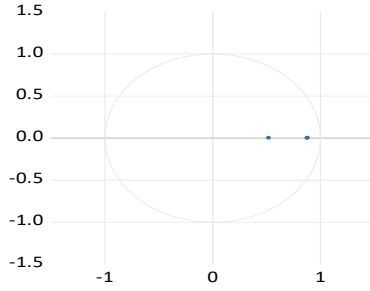
Şekil 3. Almanya’ya ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



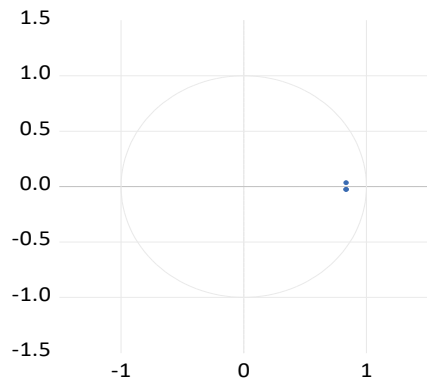
Şekil 4. Japonya’ya ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



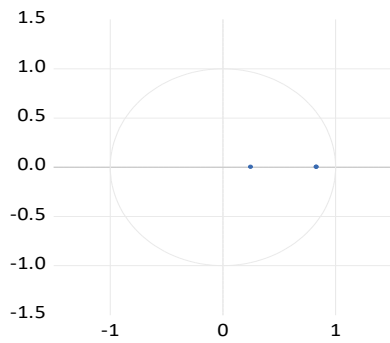
Şekil 5. İtalya’ya ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



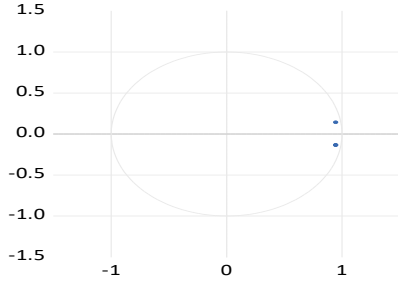
Şekil 6. Rusya’ya ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



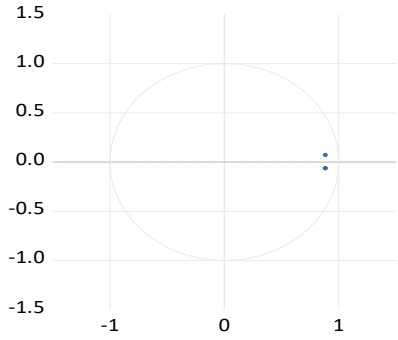
Şekil 7. İngiltere'ye ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Şekil 8. ABD'ye ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Şekil 9. Türkiye'ye ait AR Karakteristik Polinomların Ters Kökleri

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

