

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi Kapsamında Türkiye’de Çevre Kalitesinin Değerlendirilmesi

Hüseyin Ünal
Muhammet Aktuğ

Öz: Küresel iklim değişikliğinin hız kazanması ve etkilerinin her geçen gün daha fazla hissedilmesi, araştırmacıların beşeri faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerine odaklanmasına yol açmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’nin çevresel kalitesini değerlendirmek amacıyla ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve doğurganlık oranının ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerindeki etkisi ARDL modeli ile incelenmiştir. 1970-2016 döneminin ele alındığı çalışmada, ekonomik büyüme ve çevresel kalite arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması için Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve) hipotezi test edilmiş ve hipotezin Türkiye için geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. ARDL modeli ile seriler arasında eşbütünlüme ilişkisi tespit edildikten sonra uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Uzun dönem katsayı sonuçlarına göre enerji kullanımının ekolojik ayak izini pozitif, biyolojik kapasiteyi negatif etkilediği saptanmıştır. Bu durum, enerji kullanımının çevresel bozulmalara sebep olduğunu göstermektedir. Doğurganlık oranının ise ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Uzun dönem katsayıların tahmininin ardından hata düzeltme modelleri tahmin edilmiş ve bu modellerin sonuçlarına göre seriler arasında kısa dönemde ortaya çıkan dengeden sapmaların uzun dönemde denge noktasına yakınsadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik büyüme, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi, ekolojik ayak izi, biyolojik kapasite, ARDL modeli.

Abstract: The acceleration of global climate change has led researchers to focus on the effects of human activities on the environment. This study investigates the possible impact of economic growth, energy use, and fertility rate on ecological footprint and biocapacity by the ARDL model to evaluate the environmental quality of Turkey for the period 1970-2016. Therefore, the paper tests the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis to reveal the relationship between economic growth and environmental quality. The findings point that the EKC hypothesis is valid for Turkey. After determining the cointegration relationship between the ARDL model and series, the long-term coefficients are estimated. The results show that energy use positively affects ecological footprint, while it negatively affects biocapacity. This means that energy use causes environmental degradation in terms of both ecological footprint and biocapacity. Besides, the study reaches that fertility rate positively affects both ecological footprint and biocapacity. The error correction results of the model indicate that the deviations from the equilibrium between the series in the short run converge to the equilibrium point in the long run.

Keywords: Economic growth, Environmental Kuznets Curve hypothesis, ecological footprint, biological capacity, ARDL model.

@ Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi. huseyin.unal@ktu.edu.tr
Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi. maktug@ktu.edu.tr

id <https://orcid.org/0000-0001-6323-1322>
<https://orcid.org/0000-0001-8106-365X>

© İlmi Etüdler Derneği
DOI: 10.12658/M0647
insan & toplum, 2022; 12(1): 113-136.
insanvetoplum.org

Başvuru: 31.05.2021
Revizyon: 01.08.2021
Kabul: 22.08.2021
Online Basım: 5.10.2021

Giriş

Son dönemlerde iktisadi faaliyetlerin çevre üzerindeki etkisi araştırmacıların yoğun ilgisine maruz kalmaktadır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında kalkınma iktisadının popülerite kazanmasıyla ülkelerin iktisadi büyüme ve gelişme yarışına girmesi, doğal kaynakların ölçsüzce tüketilmesine yol açmıştır. Bir taraftan doğal kaynakların (özellikle kömür, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının) yoğun kullanımı diğer taraftan kirlilik yaratan faaliyetlerin meydana getirdiği çevresel tahribat iktisadi kalkınmanın sürdürülebilirliği tehdit etmektedir.

Bu çalışmada ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve doğurganlık oranının Türkiye ölçeğinde ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerindeki etkisi incelenmiştir. Mevcut şartlar içerisinde gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ekonomileri genel olarak enerji yoğun üretim teknolojilerine bağımlı haldedir. Ekonomik büyüme ve enerji arasındaki derin ilişki, çevre kalitesinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda bu iki değişkenin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Diğer taraftan söz konusu değişkenler arasındaki ilişkinin farklı gelir düzeylerindeki seyrini gözlemleyebilmek için Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin test edilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Üçüncü değişken olarak kullanılan doğurganlık oranının, beşerî faaliyetlerin çevre üzerindeki etkisinin ortaya çıkarılmasında mühim bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Çalışmada bu değişkenin tercih edilmesinin sebeplerinden biri de doğurganlık oranı ve çevresel kalite bağlantısına yönelik araştırmaların hem miktar hem de kapsam itibarıyla sınırlı olmasıdır. Birleşmiş Milletler tahminlerine göre küresel nüfus her yıl yaklaşık olarak 80 milyonluk bir artış göstermektedir. Doğurganlık oranlarının dünyanın birçok bölgesinde gerilemiş olmasına rağmen bilhassa Asya ve Afrika’da yükselmesi, küresel nüfus artışını desteklemektedir. Az gelişmiş bölgelerdeki yüksek doğurganlık oranı, küresel nüfusun yaklaşık %80’inin gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşmasına neden olmaktadır (FEW Resources, 2020). Dolayısıyla çevre üzerindeki insan kaynaklı sorunların, küresel nüfusun gezegenin taşıma kapasitesinin üzerinde olmasından mı yoksa nüfusun sınırlı alanlarda kümelenmiş olmasından mı kaynaklandığı tartışma konusudur.

Çevre kalitesinin bozulması ve küresel iklim değişikliği, çok sayıda değişkenin etkilediği kompleks konulardır. Aynı şekilde ülkelerin nüfus politikaları da çevrenin yanında birbirinden oldukça farklı iktisadi, mali, coğrafi, siyasi, sosyokültürel hatta dinî sebeplere bağlı olabilmektedir. Bu bakımdan meseleye dar çerçevede yaklaşılarak “nüfus artışı, ekolojik ayak izinin büyümesine yol açtığı için doğurganlık oranları düşürülmelidir” şeklinde bir mantık benimsemek hatalı sonuçlar ortaya çıkaracaktır.

Teorik Çerçeve

Literatürde kirlilik kaynağı olarak N_2O , CH_4 ve SF_6 gibi sera gazları baz alınmakla beraber en çok kullanılan değişken CO_2 'dir. Bu durum kısmen CO_2 'nin sera gazları içerisindeki baskın karakterinden kısmen de ilgili verilere kolaylıkla erişilebilmesinden kaynaklanmaktadır. Ancak CO_2 sadece hava kirliliği açısından bir anlam ifade ettiği için tek başına çevresel tahribat indeksi olarak kullanılması kâfi gelmemektedir. Çünkü çevresel tahribat havanın yanında toprakta, ormanlarda, madenlerde ve su kaynaklarında meydana gelen bozulmayı da kapsamaktadır (Solarin ve Bello, 2018). Bu nedenle daha kapsamlı bir gösterge olması itibarıyla çevresel kalitenin değerlendirilmesinde, ekolojik ayak izinin kullanılması tercih edilmektedir (Destek ve Sarkodie, 2019; Baz vd., 2020).

İlk defa 1996 yılında ortaya atılan ekolojik ayak izi (EFP) belirli bir nüfusun yaşamını sürdürebilmesi için gereken biyöretim alanını ölçmektedir (Wackernagel ve Rees, 1996). Ekolojik ayak izi kavramına arz ve talep olmak üzere iki noktadan yaklaşmak mümkündür. Talep tarafından bakıldığında EFP, insanların ne kadar doğal kaynak tükettiklerini ve bu tüketimden ne kadar atık ortaya çıktığını dikkate almaktadır. Arz cephesinden bakıldığında ise EFP, insan kaynaklı atık miktarının doğa tarafından ne kadar sürede absorbe edilebileceğini ve tüketilen kaynakların yerine yeni kaynakların ne kadar sürede oluşabileceğini ölçmektedir (Nathaniel, 2020). Özetle ekolojik ayak izi, insanlar tarafından tüketilen doğal kaynakların yeniden üretilebilmesi ve tüketimden kaynaklı atıkların yok edilebilmesi için gerekli olan biyolojik kapasite miktarını hesaplamaktadır.

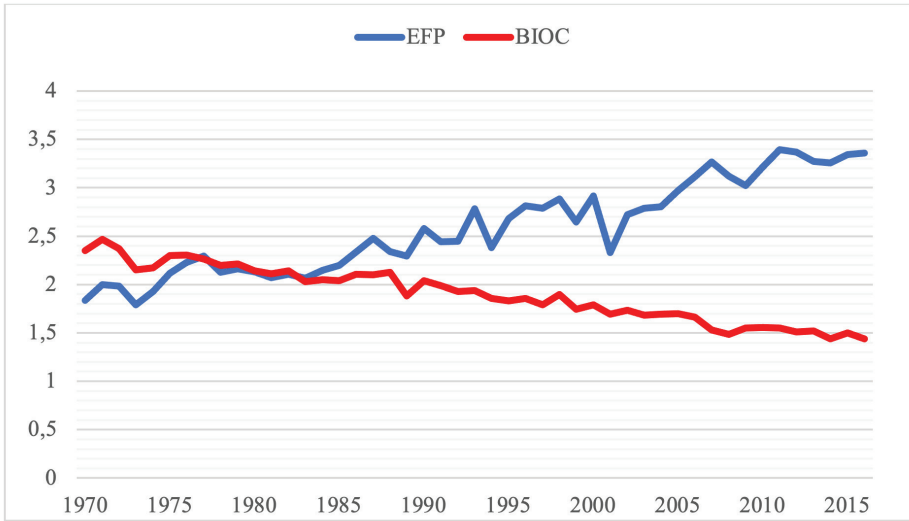
Biyolojik kapasite ya da biyokapasite, ekosistemlerin insanlar tarafından tüketilen yenilenebilir biyolojik materyalleri üretme ve insan kaynaklı atıkları absorbe etme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Belirli bir coğrafi alanın biyolojik kapasitesi, o bölgedeki yenilenebilir doğal kaynakların üretilebilme kapasitesini ifade etmektedir. Dünyanın 2019 yılındaki biyolojik olarak verimli toprak ve su alanı toplam 12,2 milyar hektardır. Bu miktarın dünya nüfusuna bölünmesi ile kişi başına düşen biyolojik kapasite miktarı 1,58 hektar olduğu anlaşılmaktadır (GFN, 2020).

Bir ülkenin ekolojik ayak izi, içinde yaşanılan coğrafyanın biyolojik kapasitesini aştığında ekolojik açık meydana gelmektedir. Ekolojik açık söz konusu ülkenin diğer ülkelerden biyolojik kapasite ithal ettiğini, ekolojik millî varlıklarını yok ettiğini veya atmosfere karbondioksit yaydığını göstermektedir (GFN, 2020). Ekolojik ayak izinin biyolojik kapasitenin altında kaldığı durumda ise ekolojik rezerv oluşmaktadır. Şekil 1’de görüleceği üzere Türkiye’de 1980’lerden itibaren gittikçe derinleşen bir ekolojik

açık mevcuttur. Türkiye'nin biyolojik kapasitesini oluşturan unsurlar içerisinde en büyük pay tarım alanları, ormanlar ve otlaklara ait iken en küçük katkı yapılaşmış alanlardan gelmektedir. Bu sebeple biyolojik olarak yüksek verimliliğe sahip tarım, orman ve otlak alanlarının korunması ve zenginleştirilmesine yönelik politikalara öncelik verilmesi, ekolojik açığın kapanmasına yardımcı olacaktır (Başoğlu, 2020).

Şekil 1

Türkiye'de Ekolojik Ayak İzi ve Biyolojik Kapasite İlişkisi



Sera gazı emisyonlarının yol açtığı kirlilik, küresel ölçekte sürdürülebilir kalkınmanın önündeki en büyük tehdit konumundadır. Küresel iklim değişikliğinin hız kazanması ve etkilerinin iyiden iyiye hissedilmeye başlaması, araştırmacıların beşerî faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerine odaklanmasına yol açmıştır. Ekonomistlerin çevre ve iktisadi kalkınma bağlantısı çerçevesinde en çok üzerinde durdukları konulardan biri, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezidir. EKC hipotezi, ekonomik büyüme ile çevresel tahribat arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu öne sürmektedir. Buna göre ekonomik büyümenin ilk evrelerinde yaşanan kirlilik artışı çevresel kaliteyi bozarken yüksek milli gelir seviyelerine ulaşıldığında durum tersine dönmekte ve çevre kalitesi iyileşmektedir (Stern, 2004).

Gelişmiş veya gelişmekte olan tüm ülkeler açısından enerji kullanımı, ekonomik büyümenin en önemli yapı taşlarından biridir. Sanayi Devrimi'nden sonra bilhassa imalat sektörü enerji yoğun girdilerin hâkim olduğu bir yapıya bürünmüştür. Ancak

doğal kaynakların aşırı kullanımı bir yandan çevre kalitesini tahrip ederken diğer taraftan enerji arzının geleceğini tehlikeye atmaktadır. Ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması için enerji kaynaklarının dengeli kullanılması ve ortaya çıkacak atık miktarının çevrenin taşıma kapasitesini aşmamasına özen gösterilmelidir.

Doğurganlık oranları, uygulanan iktisadi, mali ve sosyokültürel politikalarla yakından ilgilidir. Doğurganlık oranı ve çevresel kalite bağlantısını araştıran çalışmalar çoğunlukla nüfus artışı ve kentsel arazi kullanımı gibi doğurganlık oranının dolaylı olarak etkilediği değişkenleri baz almaktadır. Nüfus artışının tarım politikalarındaki değişimler ve zirai ürün ticaretinin küreselleşmesine bağlı olarak gelecek dönemlerde arazi kullanımında kayda değer değişiklikler meydana getireceği öngörülmektedir (Schulp vd., 2008). Diğer taraftan yapılan çalışmalar, arazi kullanımının küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Feddema vd., 2005). Yüksek doğurganlık oranının nüfusu ve kentsel arazi kullanımını artıracığına dolayısıyla ekolojik ayak izinin büyümesine yol açacağına ilişkin yaygın bir görüşe rastlanmaktadır (Başoğlu, 2018). Ancak doğurganlık oranının biyolojik kapasite üzerindeki etkisini dikkate almadan sadece ekolojik ayak izine odaklanmak eksik sonuçlar verebilmektedir. Çünkü doğurganlık oranının ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasiteyi aynı anda pozitif etkilemesi mümkündür. Bu durum, nüfus artışıyla birlikte söz konusu ülkenin doğal kaynaklarının efektif kullanılmaya başladığını ve yeni biyolojik alanların oluştuğunu göstermektedir.

Literatür İncelemesi

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve doğurganlık oranının ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerindeki etkilerine yönelik literatür Tablo 1’de özetlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalardan bazıları tek bir bölgeyi kapsama alırken bazıları G7, IEA ve AB ülkeleri gibi birden fazla bölgeyi incelemektedir. Ulaşılan sonuçlar ise kullanılan değişkenlere, zaman aralığına ve yönteme göre farklılaşmaktadır. Tablo 1’de de görüleceği üzere ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur. Doğurganlık oranı ile çevresel kalite arasındaki ilişkiyi konu alan çalışmalar ise miktar itibarıyla sınırlıdır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, genel olarak ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin pozitif olduğuna yani bu değişkenlerin çevresel tahribata yol açtığına işaret etmektedir. Destek ve Sarkodie (2019) tarafından yapılan ve EKC hipotezinin geçerliliğini test eden çalışmalar ise

ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasında ters U şeklinin gerçekleştiğini ve çift yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Tablo 1

Çevresel Kalitenin Değerlendirilmesine Yönelik Ampirik Çalışmalar

Yazar	Dönem	Bölge	Yöntem	Bulgular
Bilgili (2012)	1990-2011	ABD	Hatemi-J Nedensellik	FC [®] CO ₂ (+) BIO [®] CO ₂ (-)
Katircioglu (2015)	1980-2010	Türkiye	ARDL	FC [®] CO ₂ (+) BIO [®] CO ₂ (-)
Wang vd. (2016)	1990-2012	Çin	VECM, Granger Nedensellik	EC [®] CO ₂ (+) GDP [®] CO ₂ (+)
Charfeddine (2017)	1970-2015	Katar	QARDL, Granger Nedensellik	GDP [®] EFP (+) ELC [®] EFP (+)
Charfeddine ve Mrabet (2017)	1975-2015	MENA Ülkeleri	Panel Granger Nedensellik	EC [®] EFP (+) FR [®] EFP (-)
Weber ve Sciuabba (2019)	1990-2006	22 AB Ülkesi	Panel Regresyon	PG [®] ULU (+) PG [®] CO ₂ (+)
Destek ve Sarkodie (2019)	1977-2013	11 Ülke	AMG, DH Nedensellik	EC [®] EFP (+) GDP [®] EFP (+)
Alola vd. (2019)	1997-2014	16 AB Ülkesi	ARDL-PMG	GDP [®] EFP (+) FR [®] EFP (-)
Alola vd. (2020)	1990-2014	ABD, Kanada	ARDL	EC [®] BIOC (-) FR [®] BIOC (+) FR [®] BIOC (-)
Khan ve Hou (2020)	1995-2018	IEA Ülkeleri	FMSOLS, Granger Nedensellik	EC [®] EFP (+) EC [®] GDP (+)
Wang vd. (2020)	1980-2016	G7 Ülkeleri	DSUR	BIOP [®] EFP (+)
Ünal ve Polat (2020)	2006-2018	OECD Ülkeleri	Panel Regresyon	GDP [®] EPI (+) URB [®] EPI (-)
Baz vd. (2020)	1971-2014	Pakistan	NARDL, Granger Nedensellik	EC [®] EFP (+)

Nathaniel (2020)	1971-2014	Endonezya	ARDL	EC® EFP(+) GDP®EFP (+)
Al-mulali vd. (2015)	1980-2008	29 Ülke	Panel Regresyon	EC®EFP (+) URB®EFP (+)
Ali vd. (2017)	1971-2012	Malezya	ARDL	EC®CO ₂ (+) GDP®CO ₂ (-)
Notlar: ®: İlişki var; (+): Pozitif; (-): Negatif; EFP: Ekolojik ayak izi; BIOC: Biyolojik kapasite; EPI: Çevresel performans endeksi; GDP: Ekonomik büyüme; EC: Enerji tüketimi; CO ₂ : Karbondioksit salımı; FR: Doğurganlık oranı; BIOP: Biokütle enerji üretimi; FC: Fosil yakıt tüketimi; BIO: Biokütle tüketim; ELC: Elektrik tüketimi; PG: Nüfus artışı; ULU: Kentsel arazi kullanımı; URB: Kentleşme oranı				

Literatürde, doğurganlık oranının ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerindeki etkisine yönelik farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları bağımsız değişken olarak doğurganlık oranını kullanırken bazıları nüfus artışı ve kentsel arazi kullanımı gibi doğurganlığın dolaylı olarak etkilediği değişkenleri baz almaktadır. Alola vd. (2020), doğurganlık oranının biyolojik kapasite üzerindeki etkisinin Kanada’da negatif iken ABD’de beklenenin aksine pozitif olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca Charfeddine ve Mrabet (2017) de doğurganlık oranının çevresel kalitenin artırılmasında olumlu rol oynayabileceğine ilişkin iyimser sonuçlara ulaşmıştır. Buna karşılık Weber ve Sciubba (2019), doğurganlık oranına bağlı olarak gerçekleşen nüfus artışının karbondioksit salımı ve kentsel arazi kullanımını çoğaltacağı için çevrenin daha fazla tahrip edileceği iddiasındadır.

Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmada, Türkiye’nin çevresel kalitesini değerlendirmek amacı ile enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve doğurganlık oranının ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerindeki etkileri Pesaran ve arkadaşları (2001) tarafından geliştirilmiş ARDL sınır testi yaklaşımı ile incelenmiştir. Bütün değişkenlerin verilerinin mevcut olduğu 1970-2016 dönemi ele alınmış ve seçilmiş bağımsız değişkenlerin ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite üzerindeki etkisini araştırmak için aşağıdaki ampirik modeller kurulmuştur.

$$\text{Model 1: EFP} = f(\text{GDP}, \text{GDP}^2, \text{EU}, \text{FR})$$

$$\text{Model 2: BIOC} = f(\text{GDP}, \text{GDP}^2, \text{EU}, \text{FR})$$

Burada EFP, ekolojik ayak izini; BIOC, biyolojik kapasiteyi; GDP, kişi başına milli geliri; EU, enerji kullanımını ve FR, doğurganlık oranını göstermektedir. Bu değişkenlerden EFP ve BIOC değişkenlerine ait veriler, Global Footprint Network (GFN,

2020) adresinden diğer değişkenlerin verileri ise World Development Indicators (WDI) web adreslerinden temin edilmiştir. Logaritmik dönüşümü yapılmış veriler basit formdaki verilerden daha etkin ve tutarlı sonuçlar üretmektedir (Solarin vd., 2019; Sinha ve Shahbaz, 2018). Dolayısıyla çalışmada, ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite ile ekonomik büyüme ve seçilmiş değişkenler arasında EKC hipotezini test etmek için aşağıdaki logaritmik modeller kurulmuştur.

$$\ln EFF_t = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln(GDP)_t^2 + \beta_3 \ln EU_t + \beta_4 \ln FR_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\ln BIOC_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_t + \alpha_2 \ln(GDP)_t^2 + \alpha_3 \ln EU_t + \alpha_4 \ln FR_t + \mu_t \quad (2)$$

Burada β_0 (ve α_0) sabit terimi; $\beta_1, \beta_3, \beta_4$ (ve $\alpha_1, \alpha_3, \alpha_4$) sırası ile kişi başı millî gelirin, enerji kullanımının ve doğurganlık oranının katsayısını ε_t (ve μ_t) ise hata terimini göstermektedir. Ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite ile ekonomik büyüme arasında nonliner bir ilişkinin olup olmadığını dolayısıyla EKC hipotezini test etmek için $\ln(GDP)_t^2$ terimi modellere eklenmiştir. Bu kuadratik terimlerinin katsayıları ise β_2 ve α_2 ile ifade edilmiştir.

Eğer $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 > 0$ ise ekolojik ayak izi ile ekonomik büyüme arasında U şeklinde bir ilişki mevcut demektir. Fakat $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ olması, ekolojik ayak izi ile ekonomik büyüme arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğu anlamını taşımaktadır (EKC geçerlidir). Benzer şekilde $\alpha_1 < 0$ ve $\alpha_2 > 0$ ise ekonomik büyüme ile biyolojik kapasite arasında U şeklinde bir ilişki vardır. Fakat $\alpha_1 > 0$ ve $\alpha_2 < 0$ olması, ekonomik büyüme ile biyolojik kapasite arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olacağı anlamına gelmektedir (EKC geçerlidir).

ARDL Modeli

Zaman serilerinin ekonometrik analizinin ilk adımlarından biri, literatürde farklı testlerin tanımlandığı serinin durağanlığının test edilmesidir. Serilerin durağanlığının test edilmesi, sahte regresyondan kaçınmak için önemlidir (Granger ve Newbold, 1974). Bu bağlamda Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri ile serilerin durağanlık seviyeleri belirlenmiştir.

Pesaran ve arkadaşları (2001) tarafından geliştirilen ARDL modeli, farklı durağanlık seviyelerindeki I (0) ve I (1)) değişkenler arasında uzun ve kısa dinamikleri tahmin etmek için kullanılan etkin bir tekniktir. Serilerin ikinci farkında durağan olması durumunda bu tekniğin kullanımı uygun değildir (Bekhet vd., 2017). ARDL yaklaşımı; farklı gecikme uzunluğuna izin verme, indirgenmiş tek bir denklem üzerinden tahmin etme ve küçük örneklemelerde etkili sonuçlar verme gibi önemli avantajlara sahiptir (Ozturk ve Acaravci, 2011). Ayrıca ARDL yaklaşımı uygulanma-

dan önce uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi, değişkenlerin içsellik sorununu ortadan kaldırmaktadır. Çalışmada ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite için seçilen değişkenlerin ARDL gösterimi aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir.

$$\begin{aligned} \Delta \ln EFP_t = & \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln EFP_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln (GDP)^2_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^q \beta_{4i} \Delta \ln EU_{t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{5i} \Delta \ln FR_{t-i} + \beta_6 \ln EFP_{t-1} + \beta_7 \ln GDP_{t-1} \\ & + \beta_8 \ln (GDP)^2_{t-1} + \beta_9 \ln EU_{t-1} \end{aligned}$$

$$+ \beta_{10} \ln FR_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln BIOC_t = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta \ln BIOC_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \alpha_{3i} \Delta \ln (GDP)^2_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^q \alpha_{4i} \Delta \ln EU_{t-i} + \sum_{i=0}^r \alpha_{5i} \Delta \ln FR_{t-i} + \alpha_6 \ln BIOC_{t-1} + \alpha_7 \ln GDP_{t-1} \\ & + \alpha_8 \ln (GDP)^2_{t-1} + \alpha_9 \ln EU_{t-1} \end{aligned}$$

$$+ \alpha_{10} \ln FR_{t-1} + \mu_t$$

Burada t, serilerin zaman boyutunu; β ve α , sabit terimleri; β ve α kısa dönem katsayılarını; β ve α uzun dönem katsayılarını; ε ve μ , beyaz gürültülü hata terimlerini; Δ ise birinci devresel fark operatörünü ve m, n, p, q, r ise optimal gecikme uzunluklarını göstermektedir.

ARDL modellerinde F-testi kullanılarak seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi tespit edilmektedir. F-testi için sıfır hipotezi “seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisi yoktur”, alternatif hipotez ise “seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisi vardır” şeklinde kurulmaktadır. Hesaplanan F istatistik değeri Pesaran ve arkadaşları (2001) tarafından geliştirilen tablo kritik değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Eğer F istatistik değeri tablo kritik üst sınır değerinden büyük ise sıfır hipotezi reddedilerek seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisi olduğuna karar verilmektedir. Eğer F istatistik değeri tablo kritik alt sınır değerinden küçük ise sıfır hipotezi reddedilememekte ve eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

F testi ile eşbütünlüşme ilişkisine karar verildikten sonra uzun dönem katsayıları tahmin edilmekte ve daha sonra hata düzeltme modelleri aşağıdaki şekilde kurulmaktadır.

$$\Delta \ln EFP_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln EFP_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln (GDP)^2_{t-i} \\ + \sum_{i=0}^q \beta_{4i} \Delta \ln EU_{t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{5i} \Delta \ln FR_{t-i} + \lambda ECT_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta \ln BIOC_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta \ln BIOC_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \alpha_{3i} \Delta \ln (GDP)^2_{t-i} \\ + \sum_{i=0}^q \alpha_{4i} \Delta \ln EU_{t-i} + \sum_{i=0}^r \alpha_{5i} \Delta \ln FR_{t-i} + \gamma ECT_{t-1} + \mu_t$$

Burada , her bir model için hata düzeltme terimini; ve ise hata düzeltme terimi katsayılarını; ve , durağan hata terimini göstermektedir. Hata düzeltme modellerinin çalışması için ve katsayılarının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir.

Ampirik Bulgular

Bu çalışmada çevresel performansın belirleyicileri olan ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite ile bu değişkenlerle ilişkili olan kişi başına milli gelir, kişi başına enerji kullanımı ve kadın başına doğurganlık oranı 1970-2016 dönemi için analiz edilmiştir. Söz konusu değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2’de ve ardından ADF ve PP birim kök testlerin sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2

Tanımlayıcı İstatistikler

	EFP	BIOC	EU	GDP	FR
Ortalama	2,582	1,902	1039,626	7668,596	3,299
Ortanca	2,476	1,895	977,663	6932,116	2,868
Maksimum	3,393	2,468	1653,957	14062,730	5,619
Minimum	1,792	1,438	522,199	4221,154	2,092
Std. Sapma	0,476	0,287	323,604	2730,863	1,145
Eğiklik	0,222	0,017	0,345	0,812	0,672
Basıklık	1,807	1,882	2,015	2,675	2,051
Jarque-Bera	3,176	2,449	2,832	5,372	5,299
Olasılık	0,204	0,294	0,243	0,068	0,071

Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde 1970-2016 döneminde Türkiye’de ortalama ekolojik ayak izi kişi başı 2,582 küresel hektar (*global hectares per person*), biyolojik kapasite kişi başı 1,902 küresel hektar, enerji kullanımı kişi başı 1039,626 kg petrol eşdeğeri (*kg of oil equivalent per capita*), kişi başına millî gelir 7.668,596 Amerikan doları (constant 2.010 US\$) ve kadın başına doğurganlık oranı 3,299 (*births per woman*) olduğu görülmektedir.

Tablo 3

Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF		PP	
	Sabitli	Sabitli Trendli	Sabitli	Sabitli Trendli
lnEFP	-0,800	-5,542***	-1,282	-5,543***
lnBIOC	-0,641	-5,574***	0,013	-5,554***
lnGDP	0,443	-1,923	0,473	-2,0419
lnGDP ²	0,929	-1,714	0,672	-1,820
lnEU	-1,154	-3,666**	-1,170	-3,744**
lnFR	-5,915***	-1,950	-4,0983***	-2,968
Δ lnEFP	-10,668***	-10,541***	-15,698***	-15,476***
Δ lnBIOC	-10,470***	-10,347***	-31,190***	-29,906***
Δ lnGDP	-6,431***	-6,461***	-6,432***	-6,456***
Δ lnGDP ²	-6,688***	-6,462***	-6,389***	-6,457***
Δ lnEU	-6,365***	-6,325***	-6,375***	-6,326***
Δ lnFR	-4,688***	-4,426***	-8,228***	-4,202***

Not: ** ve *** sırası ile %5 ve %1 anlamlılık düzeyini, Δ notasyonu birinci farkı ifade etmektedir.

Tablo 3'te sunulan birim kök test sonuçları incelendiğinde, çalışmada kullanılan serilerin genellikle birinci farkında durağan olduğu görülmektedir. Farklı durağanlık seviyesindeki seriler için ARDL modelinin kullanılması daha etkin sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Durağanlık analizinin ardından seriler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisi F testi ile sınanmış ve sonuçları Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4*Eşbütünlüşme İlişkisi için F-Sınır Testi*

	k	F-istatistik	Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır
Model 1	4	20,0264	10%	2,2	3,09
Model 2	4	7,9181	5%	2,56	3,49
			1%	3,29	4,37

Tablo 4 ele alındığında, F istatistik değeri her iki modelde kritik tablo üst sınır değerinden büyük olduğu için seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Eş bütünlüşme ilişkisinin tespitinden sonra ARDL uzun dönem katsayıları tahmin edilmiş ve tahmin sonuçları ile söz konusu modellerin tanısal testleri Tablo 5'te verilmiştir. Uzun dönem katsayıların tahmininden sonra hata düzeltme modelleri tahmin edilmiş ve sonuçları Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 5*ARDL Uzun Dönem Tahmin Sonuçları*

Bağımlı Değişken	lnEFP	lnBIOC		
Değişkenler	Katsayı	Olasılık	Katsayı	Olasılık
lnEU	0,3129*	0,070	-0,5575**	0,020
lnGDP	14,5698***	0,000	9,0286***	0,002
lnGDP ²	-0,7717***	0,000	-0,4777***	0,002
lnFR	0,6019***	0,000	0,4131***	0,000
C	-70,3633***	0,000	-38,4818***	0,003
Tanısal Testler				
	Test İstatistiği	Olasılık	Test İstatistiği	Olasılık
Otokorelasyon	2,0921	0,1096	1,1390	0,5658

Fonk. form	0,4269	0,5185	0,0451	0,8329
Normallik	2,5359	0,2814	0,4737	0,7891
Değişen varyans	15,7410	0,2034	0,9210	0,9960

Not: *, ** ve *** sırası ile %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 5’te yer alan tanınan test istatistiklerine göre ardışık bağımlılık, fonksiyonel form, normallik ve değişen varyans açısından ARDL modellerinin etkin olduğu görülmektedir. Tahmin edilen uzun dönem katsayıları incelendiğinde, lnGDP ve lnGDP2 değişkenlerinin katsayıları %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ekonomik büyüme ile hem ekolojik ayak izi hem de biyolojik kapasite arasında kuadratik bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Kuadratik modellerden ekolojik ayak izi için tahmin edilen modelde GDP dönüm noktası 12.582,5 US\$, biyolojik kapasite için tahmin edilen modelde GDP dönüm noktası ise 12.709,1 US\$ olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla her iki model için EKC hipotezinin geçerli olduğu yani dönüm noktasına kadar ekonomik büyümedeki bir artışın ekolojik ayak izini ve biyolojik kapasiteyi arttırdığı, dönüm noktasından sonra ise ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite arasında zıt yönlü bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara göre kişi başına düşen millî gelir baz alındığında her iki modelde de Türkiye 2013 yılından itibaren tepe noktasının sağında yer almaktadır.

Modellerde kullanılan kadın doğurganlık oranının katsayısı her iki model için pozitif ve %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu ise doğurganlık oranının hem ekolojik ayak izi hem de biyolojik kapasite üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Yani doğurganlık oranındaki artış, ekolojik ayak izi açısından çevre kalitesini bozarken biyolojik kapasite açısından çevre kalitesini iyileştirmektedir. Modellerde yer alan bir diğer değişken olan enerji kullanımının ekolojik ayak izini %10 anlamlılık düzeyinde pozitif, biyolojik kapasiteyi ise %5 anlamlılık seviyesinde negatif etkilediği ortaya konulmuştur.

Tablo 6

ARDL Hata Düzeltme Modelleri Tahmin Sonuçları

(1,1,3,3,0)				
Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
$\Delta \ln EU$	0,7067***	0,1110	6,3680	0,000
$\Delta \ln GDP$	9,3138***	2,5407	3,6658	0,001

$\Delta \ln \text{GDP}(-1)$	-9,5272***	2,8651	-3,3253	0,002
$\Delta \ln \text{GDP}(-2)$	-13,2998***	2,6691	-4,9830	0,000
$\Delta \ln \text{GDP}^2$	-0,4782***	0,1417	-3,3754	0,002
$\Delta \ln \text{GDP}^2 (-1)$	0,5240***	0,1605	3,2646	0,002
$\Delta \ln \text{GDP}^2 (-2)$	0,7271***	0,1490	4,8800	0,000
ECT (-1)	-1,2092***	0,1024	-11,8126	0,000
<hr/>				
$R^2 = 0,9364 \quad R^2_{\text{adj}} = 0,9240 \quad \text{Durbin-Watson istatistiği} = 1,4466$				
<hr/>				
$\text{InBIOC} = f(\text{InGDP}, \text{InGDP}^2, \text{InEU}, \text{InFR}) (1,0,0,1,1)$				
<hr/>				
$\Delta \ln \text{GDP}^2$	-0,3706***	0,0529	-7,0107	0,000
$\Delta \ln \text{FR}$	-0,6976**	0,2628	-2,6547	0,011
ECT (-1)	-0,8035***	0,1096	-7,3320	0,000
<hr/>				
$R^2 = 0,5807 \quad R^2_{\text{adj}} = 0,5612 \quad \text{Durbin-Watson istatistiği} = 2,0636$				
<hr/>				

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

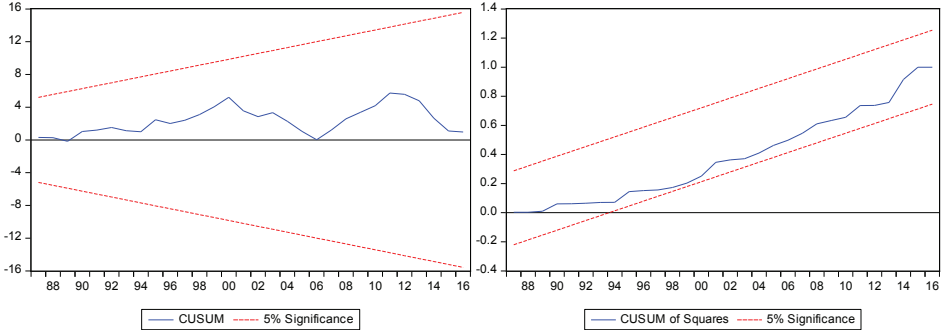
Tablo 6 ile verilen hata düzeltme modelleri tahmin sonuçlarına göre enerji kullanımının kısa dönemde ekolojik ayak izini pozitif etkilediği, biyolojik kapasiteyi ise etkilemediği görülmektedir. Benzer şekilde doğurganlık oranının ekolojik ayak izi üzerinde kısa dönemde bir etkiye sahip olmadığı ancak biyolojik kapasite üzerinde negatif bir etki yarattığı anlaşılmaktadır. Ekonomik büyüme ise kısa dönemde sadece ekolojik ayak izi üzerinde pozitif etki yaratmaktadır. Düzeltme hızını ölçen hata düzeltme terimleri beklenildiği gibi negatif ve %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu ise serilerde uzun dönemde dengenin sağlanacağını göstermektedir. Ekolojik ayak izi için tahmin edilen modelde hata düzeltme terimi (ECT) -1,2092 olarak elde edilmiştir. Narayan ve Smyth'e (2006) göre EC teriminin -1 ile -2 arasında yer alması, kısa dönemde meydana gelen dengeden sapmaların uzun dönem denge noktasına dalgalanarak geleceğini göstermektedir. Aynı şekilde biyolojik kapasite için tahmin edilen modelde ise ECT, -0,8035 olarak elde edilmiştir. Bu durum, kısa dönemde meydana gelen dengeden sapmaların %80,35'nin bir dönemde düzeldiğini göstermektedir.

ARDL modelinin son aşaması, kurulan modellerin kararlı bir yapı gösterip göstermediğini test etmektir. Bunun için modellerin CUSUM ve CUSUMSQ grafiklerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu grafiklerde yer alan hata terimine ait eğrilerin %5 önem düzeyindeki sınırlar içinde kalması, modellerin kararlı yapıda olduğu anlamını

taşımaktadır. Model 1 ve Model 2 için CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri sırası ile Şekil 2 ve Şekil 3’te verilmiştir.

Şekil 2

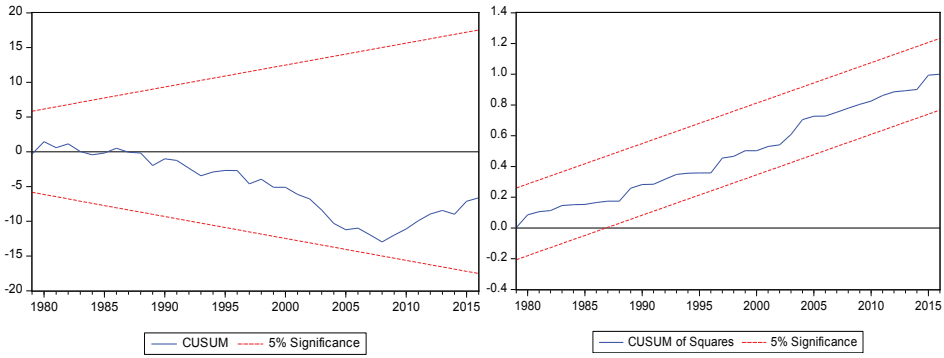
Model 1 İçin CUSUM ve CUSUMSQ Grafikleri



Model 1 için verilen CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri incelendiğinde hata terimine ait eğrilerin %5 önem bandının içinde kaldığı görülmektedir. Bu ise ekolojik ayak izi için kurulan ARDL modelinin kararlı bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 3

Model 2 İçin CUSUM ve CUSUMSQ Grafikleri



Şekil 3’te CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri ele alındığında hata terimine ait eğrilerin %5 önem sınırlarının içinde kaldığını dolayısıyla biyolojik kapasite için kurulan ARDL modelinin kararlı bir yapıda olduğunu göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Türkiye'nin 1970-2016 dönemi ele alınarak ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite için EKC hipotezi ARDL modeli ile test edilmiştir. EKC hipotezini test etmek için kullanılan ekonomik büyüme oranı, enerji kullanımı ve doğurganlık oranı değişkenleri öncelikle ADF ve PP birim kök testleri ile durağanlık analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonuçlarına göre serilerin ARDL modeli için uygun seviyelerde durağan olduğu görülmüştür. Birim kök testlerinden sonra ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite için ARDL modelleri kurulmuş ve eşbütünleşme ilişkisi için F-testi uygulanmıştır. F-testi sonuçlarına göre her iki modelde seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu tespit edilmiş ardından ARDL modelleri uzun dönem tahmin sonuçları elde edilmiştir. Tahmin sonuçlarına göre ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite modellerinde EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, Türkiye'de refah düzeyindeki artışların çevre kalitesinin iyileşmesine katkı sağladığı anlamına gelmektedir. Diğer taraftan enerji kullanımının ekolojik ayak izinin büyümesine yol açması nedeniyle çevre kalitesini olumsuz etkilemesi beklenen bir sonucu yansıtmaktadır. Enerji kullanımının aynı zamanda ekonomik büyümeyi de pozitif etkilediği, ekonomik büyümenin ise bir noktadan sonra çevre kalitesinin iyileşmesini sağladığı gözden kaçırılmamalıdır.

Modellerde kullanılan bir diğer değişken olan kadın başına doğurganlık oranının ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasiteyi aynı anda pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yani doğurganlık oranındaki artış, ekolojik ayak izi açısından çevre kalitesini negatif etkilerken biyolojik kapasite açısından çevre kalitesine olumlu etki etmektedir. Bu durum, doğurganlık oranı veya dolaylı olarak nüfus artışının çevre kalitesini mutlaka olumsuz etkileyeceğine ilişkin bir ön kabulün her zaman doğru olmadığını göstermektedir. Zira nüfus artışıyla birlikte yeni biyolojik alanların ortaya çıkması veya mevcut biyolojik alanların verimliliğinin artması da mümkündür. Seriler arasındaki uzun dönem ilişkiden sonra hata düzeltme modelleri tahmin edilmiş ve elde edilen sonuçlara göre her iki modelde kısa dönemde ortaya çıkacak dengeden sapmaların uzun dönemde düzeleceği tespit edilmiştir. Bu bakımdan doğurganlık oranı kısa dönemde biyolojik kapasiteyi negatif etkilese de bu etkinin uzun dönemde pozitif döneceği ve çevre kalitesinin iyileşmesine hizmet edeceği ortaya konulmuştur.

Türkiye'de 1980'lerden itibaren derinleşmeye başlayan bir ekolojik açık mevcuttur. Bu açığın kapatılabilmesi için doğal kaynakların dengeli kullanımı ve biyolojik olarak verimliliği yüksek alanların korunması ve çoğaltılmasına yönelik politikalar takip edilmelidir. Bilhassa maliye politikası araçlarının davranışları etkileme gücünün

yüksek olması nedeniyle çevresel kalitenin artırılmasında önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Örneğin;

- Enerji kaynaklarının israfının önlenmesi,
- Çevre dostu teknolojilerin yaygınlaştırılması,
- Tarım alanları, ormanlar, otlaklar ve meralar gibi biyolojik olarak yüksek verimliliğe sahip kaynakların korunması ve çoğaltılması,
- Âtıl durumdaki arazilerin tarıma kazandırılması,
- Çölleşmenin önüne geçmek için su kaynaklarının optimal idaresi,
- Büyük kentlerde yoğunlaşan kalabalıkların düşük nüfuslu bölgelere dağılması,
- Yangınlar neticesinde yok olan yeşil alanlara, arazinin yapısına ve iklim koşullarına uygun ağaçların dikilmesi vb. biyolojik kapasitenin artırılmasını sağlayacak faaliyetlerin vergi teşvikleri ve kamu harcamalarıyla desteklenmesi ekolojik açığın kapamasına yardımcı olacaktır.

Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ekonominin fosil yakıtlara bağımlı olması, ekolojik açığın enerji tüketiminden fedakârlıkta bulunularak düşürülmesini oldukça zorlaştırmaktadır. Bu çerçevede ekolojik ayak izinin küçültülmesinden ziyade biyolojik kapasitenin artırılmasına yönelik düzenlemelere ağırlık verilmesinin daha gerçekçi bir çözüm olacağı değerlendirilmektedir.

Evaluating Environmental Quality in Turkey Using the Environmental Kuznets Curve Hypothesis

Hüseyin Ünal
Muhammet Aktuğ

Introduction

Recently, the effects of economic activities on the environment have been a subject of great interest to researchers. While development economics was gaining popularity after World War II, countries fell into a race for economic growth and development, which has led to the excessive depletion of natural resources. Uncontrolled use of natural resources and the environmental damage caused by pollutive activities have threatened the sustainability of economic development.

This study investigates the effects of economic growth, energy use, and fertility rates on Turkey's ecological footprint and biocapacity. Under present conditions, economies are generally dependent on energy-intensive production technologies. The deep relationship between economic growth and energy obliges the use of these two variables in studies that aim to evaluate environmental quality. Meanwhile, testing the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis has been considered useful in clarifying the link between economic growth and environmental quality at different



Research Assitant, Karadeniz Technical University. huseyin.unal@ktu.edu.tr
Research Assitant, Karadeniz Technical University. maktug@ktu.edu.tr



<https://orcid.org/0000-0001-6323-1322>
<https://orcid.org/0000-0001-8106-365X>



© Scientific Studies Association
DOI: 10.12658/M0647
insan & toplum, 2022; 12(1): 113-136.
insanvetoplum.org



Received: 31.05.2021
Revision: 01.08.2021
Accepted: 22.08.2021
Online First: 5.10.2021

welfare levels. As a third independent variable, fertility rates are thought to be able to play an important role in revealing the impact human activities have on the environment. One of the reasons this study prefers this variable is that studies on the connection between fertility rates and environmental quality have been limited in both number and scope.

According to estimates from the United Nations, the global population grows by approximately 80 million each year. Increased fertility rates, especially in Asia and Africa, support this growth. High fertility rates in underdeveloped regions have led to about 80% of the global population being concentrated in poor countries (Food Energy & Water [FEW] Resources). In this context, the matter is a discussion about whether the anthropogenic problems in the environment are caused by the global population exceeding the planet's carrying capacity or by populations being clustered in limited areas.

Climate change and degradation of environmental quality are complex issues affected by many variables. Likewise, the population policies of countries may depend on economic, financial, political, socio-cultural, geographical, and even religious reasons that differ quite a bit from one another. Therefore, approaching the issue using a narrow framework and adopting the logic that fertility rates should be reduced because growing populations lead to ecological deficits will lead to erroneous results.

In the literature, greenhouse gases such as N_2O , CH_4 , and SF_6 are also accepted as sources of pollution; however, the most commonly used variable is CO_2 . This is partly due to the dominant characteristic CO_2 has in greenhouse gases and partly to the ease in accessing its data. However, because CO_2 is significant only in terms of air pollution, accepting CO_2 on its own as an indicator of environmental deterioration is not enough. This is because environmental degradation includes the deterioration of soils, forests, mines, and water resources as well as air (Solarin & Bello, 2018). For this reason, using the ecological footprint is preferred as a more comprehensive indicator in evaluating environmental quality (Destek & Sarkodie, 2019; Baz et al., 2020). Ecological footprint (EFP) is a concept first introduced in 1996 and measures the biologically productive area required for a given population to sustain a particular lifestyle (Wackernagel & Rees, 1996). EFP calculates the amount of biological capacity required to regenerate the natural resources humans consume and to eliminate the wastes caused by that consumption.

Biocapacity is the capacity ecosystems have to produce the renewable biological materials humans consume and to absorb man-made wastes. The biocapacity of a

geographical area refers to the capacity an area has to produce renewable resources. Ecological deficit occurs when a country's ecological footprint exceeds its biocapacity, which indicates that country to be importing biocapacity from other countries, destroying its ecological assets, or emitting carbon dioxide into the atmosphere (Global Footprint Network [GFN], 2020). A deepening ecological deficit has been present in Turkey since the 1980s. The largest share among the elements constituting Turkey's biocapacity respectively belongs to agricultural lands, forests, and grasslands, while the smallest contribution comes from built-up areas. Hence, giving priority to policies for protecting and enriching biologically productive areas will help eliminate the ecological deficit (Başoğlu, 2020).

The pollution induced by greenhouse gas emissions is the biggest threat to globally sustainable development. One of the topics economists focus on most in the context of the environment and economic development is the EKC hypothesis, which suggests an inverted U-shaped relationship to exist between economic growth and environmental degradation. Accordingly, while pollution increases in the first stages of economic development deteriorate environmental quality, the situation reverses once high national income levels are reached.

Energy use is one of the most important factors of economic growth for all countries. After the Industrial Revolution, the manufacturing sector in particular gained a structure dominated by energy-intensive inputs. However, the excessive depletion of natural resources in this process has damaged the environment and jeopardized the future of the energy supply. For sustainable economic growth, energy resources should be used in a balanced way and waste amounts must not be allowed to exceed the carrying capacity of the environment.

Fertility rates are closely related to economic, financial, and socio-cultural policies. Studies researching the link between fertility rates and environmental quality have mostly been based on indirect variables such as population growth and urban land use. Population growth is predicted will cause significant diversifications in land use depending on changes in agricultural policies and globalization of the trade of agricultural products (Schulp et al., 2008). Meanwhile, studies have also shown land use to have significant effects on global warming and climate change (Feddema et al., 2005). The literature reveals the widespread opinion that high fertility rates will increase the population and urban land use, thereby leading to a growth in the ecological footprint. Yet focusing only on the ecological footprint without considering the impact fertility rates have on biocapacity may produce defective results, as fertility rates may also positively affect both the ecological footprint and biocapacity. Such a

result shows natural resources to be used more effectively with increased populations and the formation of new biological areas.

Data and Methods

This study aims to evaluate Turkey's environmental quality for the 1970-2016 period. Environmental quality is determined by the difference between ecological footprint and biocapacity. The data on the variables of ecological footprint and biocapacity have been obtained from the GFN database. The impact of Turkey's economic growth, fertility rate, and energy use on its ecological footprint and biocapacity (i.e., the EKC hypothesis for Turkey) has been analyzed using the autoregressive distributed lag (ARDL) bounds test approach. The data on the variables of economic growth, fertility rate, and energy use have been obtained from the World Development Indicators database. The ARDL model developed by Pesaran et al. (2001) is an efficient technique used to predict long- and short-term dynamics between variables at different stability levels (I_0 and I_1). The use of this technique is not appropriate if the series are stationary at the second difference (Bekhet et al., 2017). The ARDL boundary test approach has important advantages such as allowing for different lag lengths, estimates over a single reduced equation, and providing effective results over small samples (Öztürk & Acaravcı, 2011). In this study, the augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) unit root test have been first used to determine whether the series are stationary. Secondly, the ARDL cointegration test has been performed to decide the long-term relationships among the variables. Thirdly, a diagnostic test has been conducted to determine the appropriateness of the ARDL model. The diagnostic test examines the serial correlation, functional form, normality, and heteroscedasticity associated with the model. Finally, the error correction model (ECM) is used to examine the temporal dynamic relationships among the series.

Results and Discussions

According to the analysis results, the series are seen to be stationary at appropriate levels for the ARDL model. The F-test results show a cointegration relationship to exist between the series in both models. With respect to the long-term estimation results, the EKC hypothesis is concluded to be valid with regard to the ecological footprint and biocapacity models. This means that increases in welfare in Turkey will contribute to improving environmental quality. On the other hand, energy use as expected negatively affects the environment and leads to an increased ecological

footprint. However, energy use's positive effects on economic growth should not be overlooked as this leads to improved environmental quality after a point.

The fertility rate per female has been concluded to positively affect both the ecological footprint and biocapacity. In other words, while increases in the fertility rate negatively affect environmental quality in terms of the ecological footprint, it positively affects the environment in terms of biocapacity. This means the preconception that population growth necessarily has a negative impact on environmental quality is not always correct because increases in population can cause new biological areas to emerge or increase the productivity of existing biological areas. According to the estimation results of the long-term error correction models between series, the short-term deviations from equilibrium were identified to get corrected over the long term in both models. In this regard, although the fertility rate has a negative short-term effect on biocapacity, this effect was determined to become positive in the long term and to serve to improve environmental quality.

Turkey has had an ecological deficit that started to deepen in the 1980s. To close this gap, appropriate policies should be implemented for the controlled use of natural resources and the protection and enrichment of biologically efficient areas. Fiscal policy instruments in particular can play an important role in increasing environmental quality as they have considerable power in influencing behaviors. Supporting activities that will increase biocapacity through tax incentives and public expenditures will help eliminate the ecological deficit. From this point of view, complying with the following policy recommendations is considered beneficial:

- Prevent the waste of energy resources,
- Encourage environmentally friendly technologies,
- Preserve and enrich biologically productive areas such as agricultural lands, forests, and grazelands,
- Transform unused lands into agriculture,
- Provide optimal management of water resources to prevent desertification,
- Disperse the populations concentrated in crowded cities to sparsely populated areas,
- Reforest areas destroyed by fires.

An economic dependence on fossil fuels, particularly in developing countries such as Turkey, makes reducing the ecological deficit by reducing energy consumption

very difficult. In this context, focusing on solutions aimed at increasing biocapacity rather than decreasing the ecological footprint would be more realistic.

Kaynakça | References

- Solarin, S. A., Tiwari, A. K. ve Bello, M. O. (2019). A multi-country convergence analysis of ecological footprint and its components. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101422.
- Ali, W., Abdullah, A. ve Azam, M. (2017). Re-visiting the environmental Kuznets curve hypothesis for Malaysia: Fresh evidence from ARDL bounds testing approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 990-1000.
- Al-mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L. ve Mohammed, A. H. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological Indicators*, 48, 315-323.
- Alola, A. A., Arikewuyo, A. O., Ozad, B., Alola, U. V. ve Arikewuyo, H. O. (2020). A drain or drench on biocapacity? Environmental account of fertility, marriage, and ICT in the USA and Canada. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 4032-4043.
- Alola, A. A., Bekun, F. V. ve Sarkodie, S. A. (2019). Dynamic impact of trade policy, economic growth, fertility rate, renewable and non-renewable energy consumption on ecological footprint in Europe. *Science of the Total Environment*, 685, 702-709.
- Başoğlu, A. (2018). STIRPAT modeli kapsamında Türkiye’de ekolojik ayak izinin belirleyicileri. H. F. Erdem ve A. Başoğlu (Der.). *İktisat seçme yazılar* içinde (ss. 133-155). Celepler Matbaacılık Yayın ve Dağıtım.
- Başoğlu, A. (2020). Ekonomik büyüme sürecinde biyolojik kapasitenin rolü: Türkiye üzerine ampirik inceleme. *XI. IMCOFE Migration and Climate Change* sunulan bildiri için (ss. 148-157). St. Petersburg. <https://www.imcofe.org/dosyalar/2020/XIIMCOFE2020.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Baz, K., Xu, D., Ali, H., Ali, I., Khan, I., Khan, M. M. ve Cheng, J. (2020). Asymmetric impact of energy consumption and economic growth on ecological footprint: Using asymmetric and nonlinear approach. *Science of THE Total Environment*, 718, 1-10.
- Bekhet, H. A., Matar, A. ve Yasmin, T. (2017). CO₂ emissions, energy consumption, economic growth and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 117-132.
- Bilgili, F. (2012). The impact of biomass consumption on co2 emissions: Cointegration analysis with regime shifts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 5349-5354.
- Charfeddine, L. (2017). The impact of energy consumption and economic development on ecological footprint and CO₂ emissions: Evidence from a markov switching equilibrium correction model. *Energy Economics*, 65, 335-374.
- Charfeddine, L. ve Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138-154.
- Destek, M. A. ve Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of Total Environment*, 650, 2483-2489.
- Feddema, J. J., Oleson, K. W., Bonan, G. B., Mearns, L. O., Buja, L. E., Meehl, G. A. ve Washington, W. M. (2005). The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science*, 310(5754),1674-1678.
- FEW Resources. (2020). *Human impact on the environment & environmental impact on humans*. <https://www.fewresources.org/ecological-footprints--human-impact-factors.html> adresinden erişilmiştir.

- GFN. (2020). *Global Footprint Network*. <https://www.footprintnetwork.org/> adresinden erişilmiştir.
- Granger, C. W. ve Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2, 111-120.
- Katircioglu, S. T. (2015). The impact of biomass consumption on co2 emissions: An empirical investigation from Turkey. *International Climate Change Strategies and Management*, 7(3), 348-358.
- Khan, I. ve Hou, F. (2020). The dynamic links among energy consumption, tourism growth, and the ecological footprint: The role of environmental quality in 38 IEA countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 5049-5062.
- Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2006). What determines migration flows from low income to high-income countries? An empirical investigation of Fiji-US migration 1972-2001. *Contemporary Economic Policy*, 24(2), 332-342.
- Nathaniel, S. P. (2020). Ecological footprint, energy use, trade, and urbanization linkage in Indonesia. *Geo-Journal*, 86, 2057-2070.
- Ozturk, I. ve Acaravci, A. (2011). Electricity consumption and real GDP causality nexus: Evidence from ARDL bounds testing approach for 11 MENA countries. *Applied Energy*, 88, 2885-2892.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). Bound testing approaches to the analysis of level relationship. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Schulp, C. J. E., Nabuurs, G. J. ve Verburg, P. H. (2008). Future carbon sequestration in Europe: Effects of land use change. *Agriculture, Ecosystems, & Environment*, 127(3-4), 251-264.
- Sinha, A. ve Shahbaz, M. (2018). Estimation of environmental Kuznets curve for CO2 emission: Role of renewable energy generation in India. *Renewable Energy*, 119, 703-711.
- Solarin, S. A. ve Bello, M. O. (2018). Persistence of policy shocks to an environmental degradation index: The case of ecological footprint in 128 developed and developing countries. *Ecological Indicators*, 89, 35-44.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental kuznets curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Ünal, H. ve Polat, S. (2020). Çevresel kalite ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri için statik panel veri analizi. *Maliye Dergisi*, 177, 87-103.
- Wackernagel, M. ve Rees, W. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the Earth*. New Society Publishers,
- Wang, S., Li, Q., Fang, C. ve Zhou, C. (2016). The relationship between economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from China. *Science of the Total Environment*, 542, 360-371.
- Wang, Z., Bui, Q., Zhang, B. ve Pham, T. L. H. (2020). Biomass energy production and its impacts on the ecological footprint: An investigation of the G7 countries. *Science of the Total Environment*, 743, 1-11.
- Weber, H. ve Sciubba, J. D. (2019). The effect of population growth on the environment evidence from European regions. *European Journal of Population*, 35, 379-402.