

Araştırma Makalesi

OECD Ülkelerinde Atık Yönetimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Panel Kantil Regresyon Yaklaşımı

The Relationship Between Waste Management and Economic Growth in OECD Countries: A Panel Quantile Regression Approach

Şükrü APAYDIN

Dr. Öğretim Üyesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

İİBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü

sukruapaydin@nevsehir.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-4640-8135>

Makale Gönderme Tarihi	Revizyon Tarihi	Kabul Tarihi
14.01.2020	16.02.2020	18.02.2020

Öz

Bu çalışmanın amacı atıkların geri dönüştürülmesi, kompost edilmesi, düzenli depolanması ve yakılması gibi atık yönetim şekillerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Bu amaçla, OECD ülkelerinin 2000-2017 dönemine ait veriler panel kantil regresyon yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada karşılaştırma yapabilmek amacıyla ayrıca sabit etkiler panel regresyon tahmini de yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, kişi başına atık miktarı ile tüm atık yönetim biçimleri ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Bununla birlikte ortaya çıkan en önemli bulgu, depolanan ve yakılan atık oranına göre, geri dönüştürülen ve kompost edilen atık oranının ekonomik büyümeyi daha fazla etkiliyor olmasıdır. Dolayısıyla sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için, dögüsel ekonomi yaklaşımının azalt-yeniden kullan-geri dönüştür şeklinde ifade edilen temel ilkesinin yaygınlaştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık Yönetimi, Dögüsel Ekonomi, Ekonomik Büyüme, Panel Kantil Regresyon

Abstract

This study aims to analyze the effects of waste management methods on economic growth, such as recycling, composting, landfilling and incineration of wastes. Following this purpose, the related data which the period of 2000-2017 of the OECD countries are analyzed using the panel quantile regression method. In the study, fixed effects panel regression estimation was also performed to make comparisons. According to the findings, the amount of waste per capita and all types of waste management positively affect economic growth. The most important finding, however, is that the rate of recycled and composted waste affects economic growth more than landfilled and incinerated. Therefore, to achieve sustainable economic growth, it is considered that the basic principle of the circular economy approach in the form of reduce-reuse-recycle should be generalized.

Keywords: Waste Management, Circular Economy, Economic Growth, Panel Quantile Regression

Giriş

İktisadi büyüme ve sosyal refahın artırılması öteden beri tüm toplumların temel amacı, sanayileşme de bu amacın temel itici gücü olmuş; uygulanan sanayileşme stratejisinin başarılı

Önerilen Atıf/Suggested Citation

Apaydın, Ş. 2020 OECD Ülkelerinde Atık Yönetimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Panel Kantil Regresyon Yaklaşımı, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(1), 300-312

olduğu pek çok ülkede hem ekonomik büyüme hem de sosyal refah düzeyi yükselmiştir. Bununla birlikte zaman içinde, özellikle son dönemlerde büyümenin sürdürülebilir sürdürülemeyeceği hatta arzu edilebilirliği de sürekli olarak tartışılmaktadır. Zira artan sanayileşmeyle birlikte hayat standartlarının yükselmesi ve nüfus artışının hızlanması pek çok çevresel sorunlarla karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır.

Sanayileşme sürecinde ortaya çıkan ve belki de sera gazı emisyonu, iklim değişikliği, hava kirliliği gibi çevresel sorunları da besleyen bir başka önemli sorun atıklardır. Zira sanayileşme, yüksek büyüme hızlarıyla birlikte ‘*al-kullan-at*’ (*take-make-dispose*) döngüsüne uygun olarak önemli miktarlarda atık üreten bir yapıya sahiptir. *Doğrusal ekonomi* olarak adlandırılan bu model çerçevesinde kaynaklar doğadan alınmakta, üretim sürecinde kullanılarak ürünler üretilmekte, üretilen ürünler tüketilmekte ve nihayet atılmaktadır (Akerman, 2016; Ellen MacArthur Foundation, 2014). Süreç içinde atık miktarının giderek artması, eko-sistemin, kaynakların belirli döngülerle yeniden doğaya dönmelerini sağlayan fonksiyonel kapasitesini azaltmaktadır. Bu noktada sürdürülebilir büyümenin sağlanması açısından ortaya çıkan alternatif ise ‘*azalt-yeniden kullan-geri dönüştür*’ (*reduce-reuse-recycle*) ilkesi çerçevesinde özetlenebilen ve *döngüsel ekonomi modeli* olarak adlandırılan yaklaşım olmuştur. Temelde atıkların toplanması, geri kazanılması, yeniden kullanılması veya bertaraf edilmesi gibi atık yönetimi aşamalarını içeren yaklaşıma göre, atıklar değer üreten bir kaynaktır ve uygun bir şekilde değerlendirilirse ekonomik büyümeye katkı sağlayan önemli bir faktör olabilmektedir (George, Lin, & Chen, 2015). Böylelikle nihai hedefi sıfır atık olan döngüsel ekonomi anlayışını, değer zincirinin her aşamasında atık kullanımını azaltarak çevreyle uyumlu sürdürülebilir bir büyüme sürecinin sağlanmasına odaklanan bir yaklaşım olarak ele almak mümkündür (Institut Montaigne, 2016).

Bu çalışmanın amacı, döngüsel ekonomi yaklaşımında ileri sürüldüğü gibi, atık yönetiminin yani atıkların toplanması, geri dönüştürülmesi veya bertaraf edilmesinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmektir. Bu amaçla çalışmada OECD ülkelerine ait 2000-2017 dönemi verileri sabit etkili panel regresyon analizi ile panel kantil regresyon analiz yöntemleri kullanılmıştır. Konuyla ilgili yapılan çalışmaların genel olarak teorik düzeyde ve ampirik çalışmaların da sınırlı sayıda olduğu göz önüne alındığında, bu çalışmanın ilgili ampirik literatüre önemli bir katkı sağlama potansiyeli bulunmaktadır. Elde edilmesi beklenen sonuç, döngüsel ekonomi yaklaşımında öngörüldüğü şekliyle atık yönetim biçimlerinin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyeceğidir.

Literatür İncelemesi

Yirminci Yüzyılın son dönemlerinde tartışılan en önemli konulardan birisi, ekonomik büyüme ve kalkınma bağlamında yaşanan çevre sorunları, büyüme ve kalkınmanın sürdürülebilirliği konusudur. Kuşkusuz iktisadi faaliyetler ile çevre arasındaki ilişkilerin incelemesini Sanayi Devriminin yaşandığı 18. ve 19. Yüzyıla kadar götürmek mümkünse de, söz konusu bağlantı esas olarak Rachel Carson’un 1962 yılında yayınlanan *Sessiz Bahar* isimli eseriyle birlikte teorik ve politik ilgi odağı olmaya başlamıştır (de Steiguer, 1995). Sorumsuzca pestisit kullanımına dikkat çeken Carson (1962) türlerin yok oluşu, hava ve su kirliliği, küresel ısınma gibi çevre sorunları konusunda farkındalık yaratmıştır. Nitekim *Sessiz Bahar*’ı takip eden yıllarda hem pek çok çevre düzenlemesi yapılmaya başlanmış hem de çok sayıda teorik yaklaşım geliştirilmeye başlanmıştır.

Döngüsel ekonomi modelinin gelişimine öncülük eden önemli çalışmaların başında ise Boulding tarafından 1966 yılında yapılan çalışma gelmektedir (George, Lin, & Chen, 2015). Türkçeye *Uzay Gemisi Ekonomisi* (*The Economics of the Coming Spaceship Earth*) olarak çevrilebilecek eserinde Boulding (1966), içinde yaşadığımız dünyadaki kaynakların, tıpkı bir uzay gemisindeki bir kişinin kaynakları gibi sınırlı olduğuna dikkat çekmektedir. Ona göre dünya ekonomisinin içinde bulunduğu durum, doğal kaynaklara erişimde hiçbir sorunun yaşanmadığı, üretim-tüketim faaliyetleri sonucu oluşan atıkların ve çevresel tahribatın dikkate alınmadığı bir tür “kovboy ekonomisi” gibidir. Zira bu tür ekonomilerde nihai amaç iktisadi faaliyet hacmini büyütme olduğu için çevre kirliliği, atıkların dönüşümü gibi konular dikkate alınmamaktadır. Ancak sınırları ve biyokapasitesi belirli olan bu yapı önünde sonunda “uzay gemisi ekonomisine” evrilecektir. Uzay gemisi ekonomisinde başarının temel kıstası, ekonomik çıktıdan ziyade toplam

sermaye stokunun niteliği, kapsamı, kalitesi ve karmaşıklığıdır. Bu nedenle ekolojik sınırların dikkate alındığı, doğal kaynak kullanımının asgari düzeye indirildiği bir sistem oluşturulmalıdır. Aksi halde çöküş senaryoları kaçınılmaz görünmektedir (Boulding, 1966; de Steiguer, 1995; Kula, 1998).

Döngüsel ekonomi açısından dönüm noktası olarak kabul edilebilecek bir diğer çalışma ise Meadows, vd. (1972) tarafından yapılan *Büyümenin Sınırları* isimli çalışmadır. *Roma Kulübü* tarafından yayınlanan ve ilk döngüsel ekonomi modelleri olarak kabul edilebilen (Institut Montaigne, 2016) bu çalışma, Boulding'in *Uzay Gemisi Ekonomisi* benzetmesinden esinlenmekte ve bilgisayar simülasyonları kullanılarak dünya kaynak stokları ve nüfusuyla ilgili çeşitli senaryolar test edilmektedir. Çalışmada on dört farklı model çerçevesinde doğal kaynakların ve atıkların geri dönüştürülme kapasitesinin sınırlı olmasına dikkat çekilmekte, bu nedenle ekonomik büyümenin belirli bir noktadan sonra sınırlanacağı vurgulanmaktadır (Meadows, vd. 1972; de Steiguer, 1995; Kula, 1998). Kısacası yaklaşıma göre kaynakların sonlu olduğu bir dünyada sınırsız bir büyümenin sağlanması mümkün değildir.

Çevresel etkenler nedeniyle sınırsız iktisadi büyümenin mümkün olmadığını savunan önemli bir başka yazar da Herman Daly'dir. Görüşleri J. S. Mill'in "durgun durum büyüme" modeline benzemekle birlikte, Daly (1973, 2007) modelini ekolojik ve fiziksel gerçekleri referans alarak geliştirmektedir. Ekonomik büyümenin önündeki en büyük engelin ekosistemin atık masnetme ve kaynakları yerine koyma kapasitesinin sınırlı olması olarak gören Daly, bu durumun sürdürülemez olduğunu savunmaktadır. Zira ekosistemin sınırları belirli olduğu için büyümesi söz konusu değildir ve bu nedenle ekonomi büyüdükçe ekstra çevresel maliyetler ortaya çıkacaktır. Bu maliyetlerin büyümenin faydasından büyük olması halinde ise "iktisadi olmayan bir büyüme gerçekleşiyor" demektir. Dolayısıyla ekonominin atıkları masnetme ve biyokapasitesi dikkate alınarak yeniden dizayn edilmesi kaçınılmaz bir gerekliliktir.

Bu öncü fikirleri takiben döngüsel ekonomi kavramı ilk olarak geleneksel ya da doğrusal ekonomi modellerinin geri dönüşüm fikrinden yoksun olduğuna işaret eden Pearce & Turner (1990) tarafından ekonomik bir modelde kullanılmıştır. Yazarlara göre bu eksiklik, ekonomi ve çevre arasında var olan fonksiyonel ilişkiye zarar vermektedir.

Böylelikle döngüsel ekonomi kavramının iki temel düşünce etrafında şekillendiği ifade edilebilir. Bunlardan birincisi, atık olarak düşünülen bir şeyin doğal döngüler içinde işleyen bir süreçte bir kaynak olarak yeniden kullanılabilmesi konusundaki farkındalık ve ikincisi de ekonomik büyümeyi doğal kaynak kullanımından ayırma gerekliliğidir (Institut Montaigne, 2016, s. 9).

Günümüze gelinceye kadar "hammadde stoklarının tükenmesini önlemek için hammadde geri dönüşümü ve tasarrufu düşüncesiyle tanımlanan (Institut Montaigne, 2016) döngüsel ekonomiyle ilgili çok sayıda kavramsal çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda modelin kaynak tasarrufundan iklim değişikliği ve sera gazı salınımıyla etkin mücadeleye, cari işlem açıklarının azaltılmasından yeni istihdam alanları ve büyüme fırsatlarının yaratılmasına kadar ekonomik, sosyal ve çevresel faydaları açıklanmıştır.¹ Bununla birlikte döngüsel ekonomi modeline yönelik teorik ve ampirik model çalışmalar sınırlı sayıdadır ve henüz gelişme aşamasındadır.

George, Lin & Chen (2015) tarafından geliştirilen teorik döngüsel ekonomi modelinde iki tür ekonomik kaynak kullanıldığı varsayılmaktadır. Bunlar çevreyi kirleten girdi ve geri dönüştürülebilir girdidir. Modelde geri dönüştürülebilir girdinin marjinal fiziki ürünü, geri dönüşüm oranı, çevreyi kirleten girdi kullanımı ve bu girdinin neden olduğu maliyetin ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisinin aksine, kirlenmedeki azalmayla ölçülen çevresel kalitenin ancak geri dönüşüm oranındaki artışla başarılabileceği modelde ulaşılan bir diğer sonuçtur.

¹ Nilsson, vd. (2007), Geng, vd. (2012 ve 2013), Steffen, vd. (2015), Banaite (2016), Gallagher, vd. (2017) tarafından yapılan çalışmalar bunlardan bazılarıdır. Döngüsel ekonomi kavramının gelişimi, tanımı, göstergeleri vb. konular için ayrıca Ellen MacArthur Foundation (2014) ve Institut Montaigne (2016) çalışmalarına bakılabilir.

Çăutişanu, Asandului, Borza, & Turturean (2018) tarafından kümeleme, korelasyon ve Path analizlerinin kullanıldığı çalışmada OECD ülkelerinde kişi başına düşen belediye atık miktarı ve atık geri dönüşüm oranının ekonomik büyüme oranı (kişi başına gayrisafi yurtiçi hasıla ile temsil edilen) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada ayrıca AR-GE harcamaları, yenilenebilir enerji ve ortalama eğitim yılı da analize dahil edilen diğer sosyal ve ekonomik değişkenlerdir. Korelasyon analizi sonucunda ekonomik büyüme ile ortalama eğitim yılı ve atık yönetimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Araştırmada ayrıca AR-GE harcamaları, atık yönetimi ve atık geri dönüşüm oranı arasında da anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

27 Avrupa Birliği ülkesine ait 2008-2017 dönemi verileri çerçevesinde yaptığı analizde Busu (2019), emek verimliliği, çevresel mal üretiminde istihdam edilen işgücü, atık dönüşüm oranı ve çevresel yeniliklerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Panel veri yöntemiyle yapılan çalışmada tüm değişkenlerin büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkilere sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Yazar sonuç olarak döngüsel ekonomi modellerinin pozitif etkilerinin istihdam düzeyini, kentsel gelirleri ve girişimcilerin çevresel altyapı yatırımlarından elde edecekleri gelirleri artıracağı yargısına varmaktadır.

Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada atık yönetim biçimlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin analiz edilmesinde OECD ülkelerine ait 2000-2017 dönemi verileri kullanılmıştır. Bu amaçla model çerçevesinde kullanılan değişkenler sırasıyla kişi başına reel gayri safi yurtiçi hasıla (2010 yılı fiyatlarıyla ve dolar olarak), kontrol değişkeni olarak kullanılan kişi başına düşen belediye atık miktarı (kilogram), toplam belediye atık miktarının yüzdesi olarak geri kazanım oranı (geri dönüştürülen + kompost edilen atık oranı toplamı, %), düzenli depolama tesislerine gönderilen atık oranı (%) ve yakılan atık oranı² (%) şeklindedir. Değişkenlere ait bilgiler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Reel gayrisafi yurtiçi hasıla değerleri Dünya Bankası, atık verileri ise OECD internet sitesinden temin edilmiştir.³

Tablo 1: Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişken	Kısaltma	Gösterge
Ekonomik Büyüme	<i>loggdp</i>	Kişi başına reel gayrisafi yurtiçi hasıla (2010 yılı sabit fiyatlarıyla, Dolar)
Atık Miktarı	<i>logmunwaste</i>	Kişi başına belediye atık miktarı (Kilogram)
Geri Kazanılan Atık	<i>recovery</i>	Geri dönüştürülen + kompost edilen belediye atık oranı (Toplam atık miktarının yüzdesi)
Depolanan Atık	<i>landfill</i>	Düzenli depolama tesislerine gönderilen belediye atık oranı (Toplam atık miktarının yüzdesi)
Yakılan Atık	<i>incinerate</i>	Yakılan toplam belediye atık oranı (Toplam atık miktarının yüzdesi)

Çalışmada panel kantil analiziyle karşılaştırma yapabilmek için ilk olarak sabit etkiler panel regresyon modeli tahmin edilmiş, daha sonra panel kantil regresyon analizine geçilmiştir.

Ekonomik büyümenin bağımlı değişken olarak alındığı panel veri modelinin indirgenmiş biçimi, analizde kullanılan değişkenler çerçevesinde aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$\begin{aligned} \log gdp_{i,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 \log munwaste_{i,t} + \alpha_2 recovery_{i,t} + \alpha_3 landfill_{i,t} \\ & + \alpha_4 incinerate_{i,t} + u_{i,t} \end{aligned} \quad (1)$$

² Yakılan atık oranı değerleri, enerji üretmek amacıyla yakılan atık oranı değerlerini de kapsamaktadır.

³Kişi başına reel gayrisafi yurtiçi hasıla değerleri <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>, atık verileri <https://data.oecd.org/waste/municipal-waste.htm> internet adreslerinden derlenmiştir.

Burada $\log gdp_{it}$ kişi başına reel gayrisafi yurtiçi hasılayı, $\log munwaste_{it}$ kişi başına düşen atık miktarını, $recovery_{it}$ geri kazanılan atık oranını, $landfill_{it}$ depolanan atık oranını ve $incinerate_{it}$ yakılan atık oranını göstermektedir. u_{it} ise $u_{it} = \mu_i + v_{it}$ olarak tanımlanan hata terimidir ve μ zamana göre sabit ancak kesite göre farklı olan bireysel etkiyi; v ise zamana ve kesite göre değişen etkiyi göstermektedir. Bu tip bir hata terimine sahip panel veri modelleri, tek taraflı hata bileşenli regresyon modeli olarak adlandırılmaktadır (Baltagi, 2005; Koc & Sahin, 2015).

Öte yandan hata kareleri toplamının minimizasyonuna dayalı bir yöntem olan en küçük kareler yöntemine uygun olarak yapılan klasik regresyon modellerinde hata terimlerinin normal dağıldığı, sıfır ortalama ve sabit varyansa sahip olduğu, otokorelasyon olmadığı varsayımlarına dayanmaktadır. Bu yöntemde tahmin, koşullu ortalama fonksiyonuna dayalı olarak yapılmakta ve fonksiyon, bağımlı değişkenin ortalamasının açıklayıcı değişken/değişkenlerle birlikte nasıl değiştiğini tanımlamaktadır. Ancak klasik regresyon modellerinde en tipik problem, iktisadi krizler veya herhangi bir politika şoku gibi olayların etkisiyle ortaya çıkan uç değerler nedeniyle hata terimlerinin normal dağılıma sahip olmamasıdır. Bu durumda örneklemin aritmetik ortalamasına dayalı olarak yapılan tahminin güvenilirliği zayıflamaktadır (Güriş & Çağlayan, 2010, s. 181).

Buradan hareketle, örneklem ortalamasına veya tek bir değere bağlı koşullu ortalama yerine, Koenker ve Basset (1978) tarafından tepki değişkeninin tüm dağılımının tahmin edildiği, mutlak sapmaların minimizasyonuna dayalı kantil regresyon modeli geliştirilmiştir. Böylelikle gözlemlenen değişkenlerin ortalama etkilerini dikkate almak yerine farklı kantillerdeki etkileri belirlemek ve bir bütün olarak tüm değerlerin ayrıntılı bir resmini elde etmek mümkün olmaktadır (Koenker ve Hallock, 2001).

Aynı bağımsız değişkenin farklı kantillerdeki etkilerini analiz etmenin mümkün olduğu ve 2000’li yıllardan bu yana çok sayıda çalışmada kullanılan⁴ bu yönteme göre regresyon denklemleri, çalışmada yer verilen değişkenler çerçevesinde aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\log gdp_{i,t} = \beta_0 + \beta'_{\theta K} X_{K,i,t} + z_{\theta i,t} \quad (2)$$

$$Quant_{\theta} \left(\frac{\log gdp_{i,t}}{X_{K,i,t}} \right) = \beta'_{\theta K} X_{K,i,t} \quad (3)$$

Burada $\log gdp_{i,t}$ ekonomik büyümeyi temsilen t döneminde i . ülkedeki kişi başına gayrisafi yurtiçi hasılayı, $\beta'_{\theta K}$ büyümeyi etkileyen faktörlerin her bir kantildeki tahmin edilen parametreler vektörünü, $X_{K,i,t}$ her bir ülkedeki kişi başına atık miktarı ($\log munwaste_t$), atık geri kazanım oranı ($recovery_t$), depolanan atık oranı ($landfill_t$) ve yakılan atık oranı ($incinerate_t$) ile temsil edilen bağımsız değişkenler vektörünü, $z_{\theta i,t}$ hata terimleri vektörünü göstermektedir. Nihayet

$Quant_{\theta} \left(\frac{\log gdp_{i,t}}{X_{K,i,t}} \right)$, bağımlı değişkenin bağımsız değişkenlerle ilişkili koşullu dağılım kantilidir.

Bu çalışmada kullanılacak kantiller, ortalamanın altında ve üstündeki tüm değerlerin karşılaştırılabilmesi için $\tau = \{0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90\}$ olarak belirlenmiştir. Çalışmada, literatürde ileri sürüldüğü gibi, ekonomik büyüme ile bağımsız değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişki beklenmektedir. Zira ekonomik büyüme arttıkça kişi başına düşen atık miktarı artmaktadır. Benzer şekilde geri dönüştürülme ve kompost edilme suretiyle ekonomiye geri kazandırılan atıkların da ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyeceği beklenebilecektir. Nihayet çevresel tahribatı ve kirlenmeyi önleyebileceği düşüncesinden hareketle depolanan ve yakılan atık oranındaki yükselmenin ekonomik büyümeyi ve sosyal refahı pozitif yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

⁴ Bu çalışmalardan bazıları Koenker (2004), Galvao (2008), Güloğlu, vd. (2016), Parente & Santos Silva (2016), Altın-Yavuz & Gündoğan-Aşık (2017); Koc & Sahin (2017), Uyar & Gökçe (2017), Uğur & Ocaklı (2018) şeklinde sıralanabilir.

Ekonometrik Test ve Bulgular

Atık yönetimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin analizinde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de gösterilmiştir. Buradan da görülebileceği gibi, tüm değişkenler özellikle de atık kullanım oranları normal dağılıma sahip değildir. Dolayısıyla analizde klasik panel regresyon yanında aşırı uç değerlere daha az duyarlı olan panel kantil regresyon modelinin tahmin edilmesi de uygun görünmektedir.

Tablo 2: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	<i>loggdp</i>	<i>logmunwaste</i>	<i>recovery</i>	<i>landfill</i>	<i>incinerate</i>
Ortalama	10.36535	6.161656	0.533571	0.442034	0.227517
Medyan	10.58630	6.165401	0.503370	0.486410	0.164270
Maksimum	11.62597	6.720742	0.995600	0.994790	0.784950
Minimum	8.922100	5.537901	0.004500	0.002010	0.000000
St. Sapma	0.620082	0.260517	0.309063	0.322292	0.198266
Çarpıklık	-0.286618	-0.137852	-0.002587	0.038326	0.766185
Basıklık	2.267774	2.509475	1.678642	1.589340	2.809785
Jarque Bera	17.90764	6.556824	36.15706	41.33046	49.37567
Olasılık	0.000129	0.037688	0.000000	0.000000	0.000000
Toplam	5151.579	3062.343	265.1850	219.6909	113.0758
Gözlem Sayısı	497	497	497	497	497

Yukarıda da ifade edildiği gibi, panel kantil regresyon analiziyle karşılaştırma yapabilmek için çalışmada öncelikle klasik panel regresyon tahmini yapılmıştır. Ancak bunun için sabit ya da rassal etkiler panel regresyon tahminlerinden hangisinin kullanılacağını belirlemek amacıyla Hausman Testi uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda 4 serbestlik derecesinde test istatistiği $\chi^2 = 56.871207$ olarak hesaplanmış, olasılık değerinin $Prob > \chi^2 = 0.0000$ olduğu saptanmıştır. Bu durumda “Açıklayıcı değişkenler ve birim etki arasında korelasyon yoktur.” şeklinde ifade edilen H_0 hipotezi reddedilerek Sabit Etkiler Panel Regresyon modeli tahmin edilmiş, ulaşılan bulgular Tablo 3’te özetlenmiştir.

Tablo 3: Sabit Etkiler Panel Veri Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: <i>loggdp</i>				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t İstatistiği	Olasılık
<i>logmunwaste</i>	0.193425	0.046654	4.145916	0.0000
<i>recovery</i>	0.496897	0.094333	5.267498	0.0000
<i>landfill</i>	-0.106448	0.102861	-1.034873	0.3013
<i>incinerate</i>	-0.370988	0.083475	-4.444302	0.0000
<i>Sabit</i>	9.039861	0.308559	29.29706	0.0000
$R^2 = 0.9827$, $\bar{R}^2 = 0.9814$ F İstatistiği = 750.2642, $Olasılık (F İst.) = 0.0000$				

Tablo 3’ten de görülebileceği gibi, depolanan atık dışındaki tüm değişkenler istatistiksel olarak oldukça yüksek anlamlılık düzeyine sahiptir. Kişi başına düşen atık miktarı ve geri kazanılan atık oranı ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. Buna göre kişi başına atık

miktarı ve geri kazanım oranı arttıkça ekonomik büyüme de artmaktadır. Özellikle geri kazanılan atık oranının büyüme üzerindeki etkisi, en büyük katsayıya sahip olması bakımından dikkat çekici ve önemli bir sonuçtur. Zira geri kazanılan atık oranındaki bir puanlık artış, büyümeyi yaklaşık yarım puan artırmaktadır. Panel regresyon analizindeki en çarpıcı sonuç, yakılan atık oranı ile büyüme arasındaki ilişkiyle ilgilidir. Buna göre yakılan atık oranındaki bir puanlık artış, ekonomik büyümeyi yaklaşık 0.4 puan azaltmaktadır. Bu, teorik beklentileri karşılamayan bir sonuç olduğu gibi rasyonel olarak açıklanmaya muhtaç bir sonuçtur. Çünkü yakılan atık oranı değişkeni, açıkta yakılan atıkları kapsadığı gibi enerji üretim amacıyla yakılan atık oranını da kapsamaktadır. Bununla birlikte tüm ülkelere ilişkin yakılan atık oranı değişkeni, enerji üretimi amacıyla yakılan atıkları içermediği, sadece açıkta yakılan atıkları kapsadığı için böyle bir sonucun ortaya çıkmış olması muhtemeldir ki, zaten panel regresyon tahminlerinde tüm örneklemin ortalaması veya tek bir değer bağlı koşullu ortalama kullanılmaktadır. Bu noktada tek bir ortalama yerine, ortalamanın altında ya da üstündeki farklı kantiller dikkate alındığında sonuçların değişip değişmeyeceği veya nasıl değişeceğinin belirlenmesi önem arz edecektir. Bu düşünceden hareketle tahmin edilen panel kantil regresyon sonuçları Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 4: Panel Kantil Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: <i>loggdp</i>									
Değişkenler	Kantiller								
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
<i>Sabit</i>	4.216 (0.714) [0.000]	3.492 (1.025) [0.000]	1.799 (0.677) [0.008]	1.564 (0.465) [0.000]	1.986 (0.475) [0.000]	1.709 (0.487) [0.000]	1.357 (0.644) [0.035]	-0.289 (0.727) [0.691]	1.209 (2.399) [0.614]
<i>logmunwaste</i>	0.966 (0.112) [0.000]	1.041 (0.146) [0.000]	1.280 (0.093) [0.000]	1.308 (0.066) [0.000]	1.261 (0.065) [0.000]	1.291 (0.064) [0.000]	1.326 (0.082) [0.000]	1.543 (0.095) [0.000]	1.309 (0.333) [0.000]
<i>recovery</i>	0.053 (0.142) [0.704]	0.347 (0.249) [0.163]	0.638 (0.247) [0.010]	0.696 (0.149) [0.000]	0.621 (0.126) [0.000]	0.702 (0.124) [0.000]	0.928 (0.133) [0.000]	1.239 (0.123) [0.000]	1.738 (0.246) [0.000]
<i>landfill</i>	-0.864 0.123 [0.000]	-0.405 0.244 [0.097]	0.029 0.232 [0.898]	0.210 (0.156) [0.181]	0.137 0.158 [0.387]	0.384 0.166 [0.021]	0.597 0.202 [0.003]	1.067 0.218 [0.000]	0.980 0.526 [0.063]
<i>incinerate</i>	0.682 (0.157) [0.000]	0.752 (0.135) [0.000]	0.717 (0.145) [0.000]	0.876 (0.149) [0.000]	0.897 (0.168) [0.000]	0.991 (0.174) [0.000]	0.986 (0.222) [0.000]	1.160 (0.248) [0.000]	0.573 (0.947) [0.544]

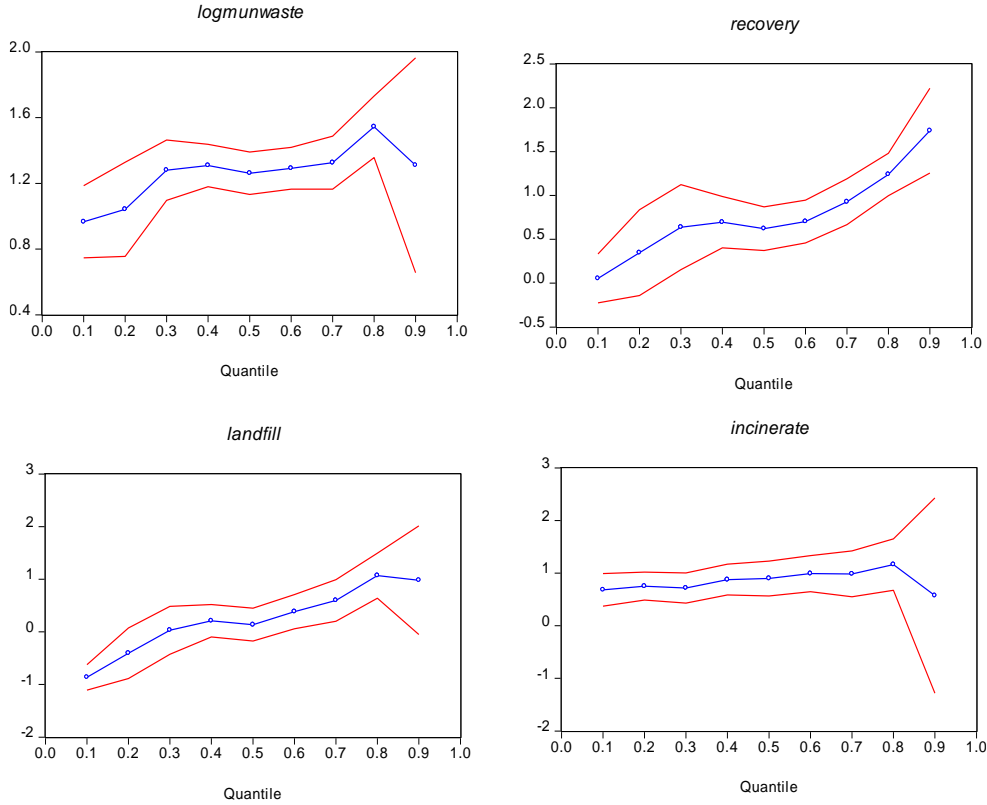
Not: Her bir hücredeki ilk satır tahmin edilen katsayıları, () içinde gösterilen ikinci satır standart hataları, [] içinde gösterilen üçüncü satır ilgili katsayıların olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 4 incelendiğinde dikkat çeken en çarpıcı sonuçlardan birisi, panel regresyon analizinde istatistiksel olarak anlamsız ve negatif işaretli bulunan depolanan atık oranı değişkeninin farklı kantiller dikkate alındığında istatistiksel olarak anlamlı olarak çıkmasıdır. Kişi başına gelir düzeyi ülkeler ortalamasının üstünde ya da yüksek olan ülkelerde (%60, %70, %80 ve %90 kantillerde) depolanan atık oranı ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilerken, tahmin edilen katsayılar sırasıyla 0.01 ve 0.10 güven aralıklarında yer almaktadır. Bir başka deyişle gelir düzeyi yüksek olan ülkelerde depolanan atık oranındaki artışlar ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Bununla ilgili bir başka çarpıcı sonuç, göz önüne alınan kantiller yükseldikçe (ya da gelir düzeyi yükseldikçe) depolanan atık oranı katsayısının da giderek yükseliyor olmasıdır. Buna karşılık gelir düzeyi ülkeler ortalamasının oldukça altında (düşük) olduğu ülkelerde (%10 ve %20 kantiller) ise depolanan atık oranı ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilemektedir. Sonuçta

genel olarak değerlendirildiğinde, kişi başına gelir düzeyi yükseldikçe depolanan atık oranının büyüme oranı üzerindeki etkisi negatiften pozitive dönmekte ve giderek büyümektedir.

Panel kantil analizinde ortaya çıkan bir diğer çarpıcı sonuç, yakılan atık oranının ekonomik büyüme üzerindeki etkisiyle ilgilidir. Buna göre gelir düzeyinin ülkeler ortalamasının çok üstünde (çok yüksek) olduğu (%90 kantil) ülkeler dışında, yakılan atık oranı tüm kantillerde ve 0.001 anlamlılık düzeyinde ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemekte, gelir düzeyi yükseldikçe de bu etki giderek artmaktadır. Örneğin gelir düzeyi ülkeler ortalamasına göre en düşük olduğu (%10 kantil) ülkelerde yakılan atık oranındaki bir puanlık artış ekonomik büyümeyi 0.68 puan etkilerken, bu oran %50 kantilde 0.89 puana ve %80 kantilde 1.16 puana çıkmaktadır.

Bunların dışında kantil regresyon tahminleri, gelir düzeyi ortalamaların çok altında (%10 ve %20 kantiller) bulunan ülkeler hariç tüm ülkelerde, geri kazanılan atıkların ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucunu ortaya koymaktadır. %30 ve daha yukarı kantillerde, geri kazanılan atık oranlarında meydana gelecek artışlar ekonomik büyümeyi neredeyse kendisine eşit oranlarda ve hatta daha yüksek oranlarda artırmaktadır. Kısacası atıklardaki geri kazanma oranlarının büyüme üzerindeki etkisi de gelir düzeyiyle birlikte artmaktadır.



Şekil 1: Panel Kantil Katsayı Tahminleri

Nihayet kişi başına atık miktarı ile ekonomik büyüme arasında, panel regresyonda olduğu gibi, burada da pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Tüm kantillerde kişi başına atık miktarındaki artışlar ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir ve tüm katsayılar 0.001 güven aralığında anlamlıdır. Ancak buradaki temel fark, sabit terim dışında diğer değişkenlerin büyüme üzerindeki etkisinde olduğu gibi, ortalamaya göre gelir düzeyi yükseldikçe katsayıların giderek büyümesidir. Sabit terim dışındaki tüm bağımsız değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde %95 güven aralığındaki etkilerini gösteren kantil proses tahmin sonuçları Şekil 1'den görülebilmektedir.

Sonuç

Sanayileşme, ekonomik büyüme, kentleşme ve nüfus artışına paralel olarak dünya ölçeğinde artan çevresel sorunlar, özellikle Yirminci Yüzyılın son çeyreğinden bu yana giderek artan ölçüde bu sorunların nedenleri ve çözüm yolları üzerinde odaklanılmasına yol açmıştır. Bu çerçevede ortaya çıkan çözüm önerilerinden biri de doğal kaynak kullanımının minimize edilmesi ve atıkların dönüşümüne dayalı döngüsel ekonomi modeli olmuştur. Çalışmada bu model çerçevesinde atık yönetimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki OECD ülkelerine ait 2000-2017 dönemi verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çerçevede atıkların geri kazanım oranı, depolanan atık oranı ve yakılan atık oranı değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmış, kişi başına düşen atık miktarı kontrol değişkeni olarak seçilmiştir. Panel kantil regresyon yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada, karşılaştırma yapabilmek amacıyla klasik sabit etkiler panel veri analizi de kullanılmıştır.

Klasik panel regresyon analizine göre kişi başına atık miktarı ve geri kazanım oranı ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki varken, yakılan atık oranı ve depolanan atık miktarı ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilemektedir. Bununla birlikte depolanan atık oranının büyüme üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Buna karşılık klasik panel regresyonun aksine, tüm örneklemin koşullu ortalamasına dayanmayan ve tepki değişkeninin tüm dağılımlarını dikkate alan panel kantil regresyonda, tüm bağımsız değişkenlerin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği bulgusu elde edilmiştir. Ayrıca modelin ortaya koyduğu en önemli sonuç, genel olarak ülkelerin gelir düzeyi yükseldikçe tüm bağımsız değişkenlerin büyüme üzerindeki pozitif etkisinin giderek artıyor olmasıdır. Elde edilen bulgular, Busu (2019) çalışmasıyla da örtüşmektedir. Özellikle geri kazanım oranının etkisinin diğerlerine göre daha büyük olması, döngüsel ekonomi modelindeki *azalt-yeniden kullan-geri dönüştür* şeklinde özetlenen ilkesini destekler nitelikte olması dikkate değerdir. Dolayısıyla ülkelerin döngüsel ekonomi anlayışını daha da içselleştirip bu alana yapılacak yatırımların artması, çevre dostu sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın sağlanması bakımından faydalı görünmektedir. Kuşkusuz atık yönetiminin büyümenin yanı sıra istihdam, gelir dağılımı ve tasarruflar gibi ekonomik değişkenlerin yanı sıra karbon ayakizi ve ekolojik ayakizi gibi çevresel değişkenler üzerindeki etkilerinin de ampirik olarak incelenmesi, bu alanın gelişmesine önemli katkılar yapacaktır.

Kaynakça

- Akerman, E. (2016). Development of Circular Economy Core Indicators for Natural Resources. Royal Institute of Technology.
- Altın-Yavuz, A., & Gündoğan-Aşık, E. (2017). Kantil Regresyon. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 9(2), 137-146.
- Baltagi, H. (2005). Econometric Analysis for Panel Data. England: John Wiley & Sons.
- Banaite, D. (2016). Towards circular economy: analysis of indicators in the context of sustainable development. Social Transformations in Contemporary Society(4), 142-150.
- Boulding, K. E. (1966(1973)). The Economics of the Coming Spaceship Earth. H. E. Daly içinde, Toward A Steady State Economy (s. 121-132). San Francisco (CA): W. H. Freeman and Company.
- Busu, M. (2019). Adopting Circular Economy at the European Union Level and Its Impact on Economic Growth. Social Sciences, 8(159), 1-13.
- Căuțișanu, C., Asandului, L., Borza, M., & Turturean, C. (2018). Quantitative Approach to Circular Economy in the OECD Countries. Amfiteatru Economic, 20(48), 262-277.
- Carson, R. (1962). Silent Spring. Boston(MA): Houghton Mifflin Co.

- Daly, H. E. (1973). *The Steady-State Economy: Toward a Political Economy of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*. H. E. Daly içinde, *Toward a Steady-State Economy*. San Francisco (CA): W. H. Freeman and Company.
- Daly, H. E. (2007). *Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly*. Celtenham, UK; Northampton, USA: E. Elgar.
- de Steiguer, J. E. (1995). Three Theories from Economics About the Environment. *Bioscience*, 45(8), 552-557.
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*. Ellen MacArthur Foundation Press.
- Güloğlu, B., Kangallı-Uyar, S. G., & Uyar, U. (2016). Dynamic Quantile Panel Data Analysis of Stock Returns Predictability. *International Journal of Economics and Finance*, 8(2), 115-126.
- Güriş, S., & Çağlayan, E. (2010). *Ekonometri: Temel Kavramlar*. İstanbul: Der Yayınları.
- Gallagher, J., Basu, B., Browne, M., Kenna, A., McCormack, S., Pilla, F., & Styles, D. (2017). Adapting Stand-Alone Renewable Energy Technologies for the Circular Economy through Eco-Design and Recycling. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 133-140.
- Galvao, A. (2008). Quantile Regression for Dynamic Panel Data with Fixed Effects. *Journal of Econometrics*, 164(1), 142-157.
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards A National Circular Economy Indicator System in China: An Evaluation and Critical Analysis. *Journal of Cleaner Production*(23), 216-224.
- Geng, Y., Sarkis, J., Ulgiati, S., & Zhang, P. (2013). Measuring China's Circular Economy. *Science*, 339(1627), 1526-1527.
- George, D. A., Lin, B. C.-a., & Chen, Y. (2015). A Circular Economy model of Economic Growth. *Environmental Modelling and Software*, 73, 60-63.
- Institut Moutaign. (2016). *The Circular Economy: Reconciling Economic Growth with the Environment*. <https://www.institutmontaigne.org/ressources/pdfs/publications/policy-paper-circular-economy.pdf>.
- Koc, U. & Sahin, H. (2015). Parasal Aktarım Mekanizması: Firma Bilanço Kanalı ve Türkiye. *Ege Academic Review*, 15(1):19-26.
- Koc, U., & Sahin, H. (2017). Cash-Flow and Investment: A Panel Quantile Approach. *The Empirical Economics Letters*, 16(2), 131-141.
- Koenker, R. (2004). Quantile Regression for Longitudinal Data. *Journal of Multivariate Analysis*, 91(1), 74-89.
- Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50.
- Koenker, R., & Hallock, K. F. (2001). Quantile Regression. *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 143-156.
- Kula, E. (1998). *History of Environmental Economic Thought*. London: Routledge.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972(1990)). *Ekonomik Büyümenin Sınırları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Nilsson, L., Persson, P. O., Rydén, L., Darozhka, S., & Zaliauskiene, A. (2007). *Cleaner Production: Technologies and Tools for Resource Efficient Production*. Uppsala: Baltic University Press.
- Parente, P. M., & Santos-Silva, J. M. (2016). Quantile Regression with Clustered Data. *Journal of Econometric Methods*, 5(1), 1-15.

- Pearce, D., & Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: The Johns University Press.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E. M., . . . Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).
- Uyar, U., & Gökçe, A. (2017). The Relationship Between Energy Consumption and Growth in Emerging Markets By Panel Quantile Regression: Evidence from Vista Countries. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(27), 364-373.
- Uğur, A. A., & Özocaklı, D. (2018). Gıda Güvencesizliğinin Bazı Belirleyicileri (Kantil Regresyon Yöntemi ve Sabit Etki Panel Yönteminin Karşılaştırılması). *Sosyoekonomi*, 26(35), 195-205.

Research Article

OECD Ülkelerinde Atık Yönetimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Panel Kantil Regresyon Yaklaşımı

The Relationship Between Waste Management and Economic Growth in OECD Countries: A Panel Quantile Regression Approach

Şükrü APAYDIN

Dr. Öğretim Üyesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

İİBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü

sukruapaydin@nevsehir.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-4640-8135>

Extensive Summary

Introduction

Throughout history, the main aim of all countries has been to provide economic growth and development, and industrialization has been the main driving force of this. However, with industrialization and growth, environmental problems began to be experienced over time. One of the environmental problems that arise during the industrialization process is waste. This is because industrialization has a structure that produces significant amounts of waste within the *take-make-dispose* cycle. In this context, the alternative that has emerged in terms of achieving sustainable growth has been the so-called circular economy model, which can be summarized within the framework of the principle of *reduce-reuse-recycle*. According to the model, wastes are a new resource that creates value, and if recycled, waste will have significant positive impacts on economic growth, employment, and current account deficit. Therefore, the study aimed to analyze the effects of waste management on economic growth.

The questions asked in the study are as follows: Is there any relationship between recovery, storage, incineration of waste, and amount of waste per capita and economic growth? If so, what is the relationship between waste management and economic growth, positive or negative? The expected result is that waste management forms will positively affect economic growth as envisaged in the circular economy approach.

Methodology

In this study, the panel quantile regression method was used to analyze the effects of waste management on economic growth in different quantiles, especially in the lower and upper quantiles. In addition, to set up a benchmark for quantile regression first was estimated a fixed-effects panel regression model. The analysis covers annual data for the period 2000-2017 of OECD countries. The real GDP per capita data used as the dependent variable are obtained from the World Bank database. Recovered, landfilled, incinerated waste rates and amount of municipal waste per capita, which are considered as independent variables, were obtained from the OECD database. Real GDP per capita and waste quantity per capita variables are converted to logarithmic form.

Results and Conclusions

According to the classical panel regression analysis, there is a positive correlation between waste per capita and recovery rate and economic growth, while the rates of incineration and landfill negatively affect growth. However, the effect of the landfilled waste rate on growth is not statistically significant.

In contrast to classical panel regression, it was found that all independent variables positively affected economic growth in panel quantitative regression. Moreover, the most important result of the model is that as the income level of the countries increases, the positive effect of all independent variables on growth gradually increases. It is particularly noteworthy that the impact of the recovery rate is greater than the others, and supports the principle summarized as reduce-reuse-recycle in the circular economy model. Therefore, the increase in the investments of the countries in the context of circular economy seems to be beneficial in terms of achieving sustainable growth and development. Undoubtedly, the empirical examination of the impacts of waste management on economic variables such as growth, employment, income distribution and savings as well as environmental variables such as carbon footprint and ecological footprint will make significant contributions to the development of this field.