

## Cost Analysis in Urban Solid Waste Management with Panel Data Method: Izmir Metropolitan Municipality

Saygin Bayrak

Institute of Social Sciences, Izmir Katip Celebi University, Izmir, Turkey  
E-mail: sayginbayrak@gmail.com

### Abstract

There has been a serious increment in the quantity of solid waste conclusion due to enhancement consumption, like quickly increasing population, extremely urbanization and urban concentration. Solid waste management due to the damage caused by ecological disposal of increasing solid wastes; is a significant issue of local, national and international agenda. An efficient residual management pattern is only created according to the collaboration of the government agencies, private sector, non-governmental organizations and citizens. Local governments are in charge of the solid waste management have to develop strategies, project and good practices in this field.

The main purpose of this study is to analyze the cost of urban waste management in the municipalities in Izmir by using econometric methods. In this context the main variables of the cost of solid waste management are estimated for all the municipalities of Izmir for the period 2012-2017 by using panel data analysis. As a conclusion all empirical results are evaluated to recommend policies for solid waste management.

**Key Words:** Urban Solid Waste, Cost Analysis, Sustainable Environment, Panel Data Analysis.

## Kentsel Katı Atık Yönetiminde Panel Veri Yöntemiyle Maliyet Analizi: İzmir Büyükşehir Belediyesi Örneği

### Özet

Hızla artan nüfus, aşırı kentleşme ve kentsel yoğunlaşma gibi sebeplerle artan tüketim sonucu katı atık miktarında önemli artışlar meydana gelmiştir. Artan katı atıkların ekolojik düzene verdiği zarar nedeniyle katı atık yönetimi; yerel, ulusal ve uluslararası gündemlerin önemli bir konusu durumundadır. Etkin bir katı atık yönetimi modeli ancak devlet kurumlarının, özel sektörün, sivil toplum kuruluşlarının ve vatandaşların işbirliği sağlanarak oluşturulabilir. Katı atık yönetiminden sorumlu olan yerel yönetimler, bu alanda strateji, proje, iyi uygulamalar geliştirmek durumundadır.

Bu çalışmanın ana amacı, İzmir genelinde kentsel katı atıkların toplama maliyetini ekonomik yöntemler ile analiz etmektir. Bu bağlamda 2012-2017 döneminde İzmir ilçe belediyelerinin katı atık yönetimi maliyetlerini etkileyen faktörler panel veri analizi yöntemi ile tahmin edilmiştir. Son olarak yapılan ekonometrik analiz sonuçları yorumlanarak etkin bir atık yönetimi için önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Katı Atık, Maliyet Analizi, Sürdürülebilir Çevre, Panel Veri Analizi.

### Giriş

Atık üretimi en az insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Üretilen atıklar uzun bir süre boyunca doğal döngüye katıldığından dolayı sorun olarak görülmemiştir. Ancak yüzyıllar boyu artan nüfus, sanayileşme ve doğal kaynakların tüketilmesi sonucunda katı atık yönetim süreçlerinin önemi giderek artmaktadır. Günümüzde katı atıklar gerek gelişmiş ülkeler gerekse gelişmekte olan ülkeler açısından hem yeniden değerlendirilmesi gereken bir kaynak hem de yönetilmesi gereken bir konu olmuştur.

Gelişmiş ülkelerin çevre koruma hakkında karar ve kriterlerinin belirlenmesinde başvurduğu yöntemlerin başında fayda-maliyet analizleri gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde yapılacak bir çevre yatırımının

finansmanıyla birlikte söz konusu yatırımın çevre üzerinde olası olumsuz etkilerinin giderilmesi için gerekecek nakit çıkışları birlikte değerlendirilir. Böylelikle yatırımdan sağlanacak faydanın çevresel maliyeti de ortaya konabilmektedir. Yatırımın çevre üzerinde olumlu etki yaratabileceği de hesaba katılmalıdır. Yapılacak olan yatırımın sağlayacağı çevresel fayda ile sebep olacağı çevresel maliyetlerin parasal açıdan ifadesi zor olabilmektedir.

Ülkemizde katı atık yönetimini oluşturan toplama, taşıma, ayrıştırma, geri kazanım, depolama, bertaraf vd. tüm faaliyetlerin yapılması ya da yaptırılması görevi yerel yönetimlerin sorumluluğundadır. Bu nedenle, yerel yönetimlerin bütçelerinde %40 gibi önemli düzeylere varan atık yönetim giderlerinin sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması için alternatif finansman modelleri önem arz etmektedir.

Katı atık hizmetleri planlanırken ulusal ve toplumsal öncelikler temel alınarak, kamusal düzlemde mali ve finansal planlaması olan bir sistem hedeflenmelidir. Katı atık yönetiminde alternatif teknoloji arayışları, uluslararası şirketlerin yeni pazar bulma hedefine değil ulusal teknoloji üretim hedefimize hizmet etmelidir. Diğer yandan katı atık yönetiminde alternatif finansman modeli arayışı, küresel sermaye kurumlarının kaynak yaratma stratejilerine değil kamu maliyesinin sürdürülebilir bir yapı kazanması hedefine yönelmelidir. Finansal modeller kamu ihtiyaçlarını yerel koşullar düzleminde karşılayan enstrümanlardır. Doğru finansman modeli seçiminde sosyoekonomik yapıyla sağlanacak uyum önemlidir. Özellikle atıkların kaynağında azaltılması ve geri kazanımında ekonomik araçların etkili bir teşvik yöntemi olarak kullanılması sağlanabilir.

Bu çalışmada İzmir ili genelinde katı atık toplama maliyeti, ekonometrik yöntemler ile analiz edilmiştir. Modelin amacı, belediyelerin etkin bir katı atık yönetim hizmeti verebilmesi için gerekli optimum nüfus büyüklüğünü araştırmak, atık yönetimine ilişkin maliyetleri etkileyen unsurları belirlemek ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda iyi yönetilen, etkin bir katı atık yönetim modeli için politika önerileri sunmaktır. Bu çalışma, katı atık yönetim sisteminin maliyet yapısını ampirik açıdan ele almıştır. Analiz yöntemi, kullanılan veri seti ve konuya ampirik açıdan yaklaşımı bakımından çalışmanın literatüre katkı sağladığı söylenebilir. Atık yönetim sistemi içindeki değişkenlerin maliyetler üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesi sonucunda, belediyelerin katı atık toplama faaliyetlerini etkin şekilde yönetmeleri açısından çalışmanın faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca literatürde katı atık yönetimi modelinin kurulduğu ve STATA ile analiz edilen başka bir çalışma olmaması da literatüre bir katkı sağlaması düşüncesiyle tercih edilmiştir.

## 2. Literatür Özeti

Literatürde, katı atık yönetiminin maliyet yapısı hakkında yapılan çalışma sayısının çok fazla olmadığı görülmektedir. Bu durumun en önemli sebeplerinden birisi geçmişe yönelik verilerin yetersizliğidir. Katı atık yönetimi hakkında yapılan ilk ampirik çalışma 1965 yılında Hirsch tarafından yapılan “Bir Kentsel Yönetim Hizmetinin Maliyeti Fonksiyonları: Atık Toplama” adlı çalışmadır. Söz konusu çalışmada ABD’nin Missouri Eyaletindeki St. Louis şehrinde yer alan 24 belediyenin verileri kapsamında atık toplama hizmetlerinin kamu ve özel sektör tarafından uygulanması arasında mali bakımdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Yılmaz ve Bozkurt (2010:11) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’deki kentsel katı atık yönetimi uygulamalarını yanı sıra Avrupa Birliği hibeleri ile Kütahya ilinde gerçekleştirilen olan Kütahya Katı Atık Birliği (KÜKAB) projesi ele alınmıştır. İncelemeler sonucunda yüksek maliyetli olan katı atık hizmetlerinin gerçekleştirilebilmesi için yerel yönetimlerin öz kaynaklarının yeterli olmadığı ve dış kaynaklardan destek alma yoluna gittikleri görülmüştür. Abrate vd. (2011:16) yaptıkları çalışmada kompozit maliyet fonksiyonu modeli kullanarak atık bertarafı ve geri dönüşüm hizmetlerinin maliyetlerini araştırmayı amaçlamışlardır. Elde edilen bulgular bir taraftan, elden çıkarma ve geri dönüşümün ortak yönetiminin teşvik edilmesini ve öte yandan da geri dönüşüm için gönderilen atığın payını arttırmayı amaçlayan stratejilerin toplam maliyetlerde önemli bir artış anlamına gelmeyeceğini ortaya koymaktadır. Köse ve arkadaşları (2011:130) Bolu ilinde yaptıkları evsel katı atıkların yönetiminin maliyeti ile ilgili çalışmada evsel katı atık yönetim sisteminin maliyetinin 33,51 TL/ton atık olduğu ve bu değer % 56’lık kısmını personel maliyetinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Ohlsson (2003:451) tarafından yapılan çalışmada İsveç’in 115 kentine ait veriler kullanılmış, özel sektörün atık yönetimi alanında yüksek sermaye ve girdi maliyetleri ile çalıştığı ve daha yüksek maliyetle hizmet sunduğu tespitinde bulunmuştur. Bel ve Costas (2006:1)’in İspanya’nın 186 yerleşim yerine ait verilerle oluşturdukları çalışmada, yakın zamanda özelleştirme yapılan şehirlerde sunulan hizmet maliyetinde azalma gözlenirken, daha önceki yıllarda özelleştirme yapılan şehirlerde maliyetlerde bir tasarruf sağlanmadığı görülmüştür. Zamanla maliyetlerden sağlanan tasarrufun kaybolmasında, devletin bu alanda düzenleyici müdahalelerde bulunmasının rol oynadığı belirtilmiştir. Komilis ve Liogkas (2014:787) tarafından, Yunanistan’da mevcut ve planlanan belediye katı atık yönetim tesislerinin (sıhhi depolama alanları, anaerobik çürüme, yakma, aerobik mekanik ve biyolojik, malzeme geri kazanımı ve

atık aktarma istasyonları) 7 tipi için ayrıntılı bir tam maliyet muhasebesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, düzenli depolama alanlarının toplam ekonomi maliyetinin 45 € / ton olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte düzenli depolama alanları ve geri dönüşüm istasyonları için bir ölçek ekonomisi gözlemlenirken Aerobik ayrıştırma tesisleri için ölçek ekonomisi gözlenmemiştir. Barut ve Özçelik (2018:93) tarafından Kütahya ilindeki 13 ilçede, belediye tarafından verilen katı atık hizmetinin, maliyet ve mekânsal analizini gerçekleştirmek amacıyla yapılan çalışmada kişi başına düşen maliyetin arttığı ve bu konuda illerin belediyelerinin imkanlarını birleştirerek merkezi toplama birimleri oluşturmaları ve toplanan katı atıkların bu birimlerde değerlendirilmesi gerektiği önerilmiştir.

### 3. Araştırma

#### 3.1. Araştırmanın Amacı

Düzenli depolama ve yakma süreçlerinin çevreye verdiği zararların tespiti neticesinde sürdürülebilir çevre kavramı içinde atık azaltma ve geri dönüşüm önem kazanmış ve entegre katı atık yönetimine gereksinim duyulmuştur. Bu nedenle her geçen gün entegre tesis ihtiyacı ile birlikte, atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi için gerekli kamu harcamaları da artmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı İzmir ili bağlamında katı atık yönetim maliyetlerini ekonometrik yöntemler ile analiz etmektir. Bunun yanı sıra, ölçek ekonomilerinin katı atık yönetimi üzerindeki etkisini araştırmak, belediyelerin gerçekleştirdiği katı atık hizmetlerinin sürdürülmesinde yönetsel açıdan optimal nüfus büyüklüğünü belirlemek ve atık yönetimine ilişkin maliyetleri etkileyen unsurları ortaya koymak bu çalışmanın amaçları arasındadır.

#### 3.2. Metodoloji

Çalışmanın ampirik uygulama bölümünde temel araştırma sorularına cevap aranacaktır. Bu sorular: “İzmir Büyükşehir Belediyesi’nce verilen katı atık yönetimi hizmetlerinin maliyetleri üzerinde hangi değişkenler etkilidir? Bu değişkenlerden katı atık maliyetleri üzerinde etkili olanlarının etki düzeyleri nelerdir?”

Bahse konu araştırma sorularının cevaplarını bulabilmek için çalışma kapsamında iki farklı ekonometrik model oluşturulmuştur. Modellerin birinde İzmir Belediyesine bağlı ilçelerden nüfus yoğunluğu en yüksek beş ilçe analize dahil edilmiştir. Diğer ekonometrik modelde ise İzmir Büyükşehir Belediyesine bağlı ilçe belediyelerinden nüfusu en az olan beş ilçe araştırmaya dahil edilmiştir. Böylece yapılan analiz neticesinde belediyelerin nüfus sayılarının katı atık toplama maliyetleri üzerindeki etkileri de görülmüş olacaktır. Kurulan iki ekonometrik model arasındaki tek fark farklı ilçe belediyelerine ait verilerin kullanılması olmuştur. Bu durum haricindeki tüm değişkenler ve analiz şekilleri her iki modelde de aynıdır. Bu modeller panel veri analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Panel veri analizi söz konusu olduğunda literatürde öne çıkan programlardan olan STATA 12 paket programı kullanılmıştır.

Literatür incelendiğinde bu tarz ver setine sahip analizler için en uygun ve sıklıkla kullanılan yöntemin “panel veri analizi” olduğu görülmüştür. Bu sebeple panel veri analizine uygun olacak şekilde analiz yapılmıştır. Panel veri analizinin en büyük artısı hem zaman hem de kesit boyutları söz konusu olduğunda doğruya en yakın sonuçları vermesi sebebiyledir (Green, 2003:283). Zaman serisine ait veri ile yapılan uygulamalarda Çoklu Doğrusal Bağlantı (Multicollinearity) sorunu ile karşılaşılmasına karşın, panel veri kullanımı ile değişkenlerin aldığı değerlerin iki boyuta bağlı olarak değişmesi nedeniyle, açıklayıcı değişkenler arasında daha az Çoklu Doğrusal Bağlantı probleminin neden olması (Baltagi, 2005:5) da bir başka tercih sebebidir.

İhmal edilmiş değişkenlerden kaynaklanan problemlerin ve tahmin sapmalarının azaltılmasına imkan tanınması (Pindyck ve Rubinfeld, 1998:250) da bir başka sebeptir. Çünkü katı atık yönetimi ve maliyetleri üzerinde etkili olan çok fazla sayıda unsur söz konusudur. Ancak çalışma kapsamında bunlardan sadece bir kaçının etki durumlarına ve derecelerine bakılabilmektedir. Bu sebeple çalışma kapsamına almamayan değişkenlerden dolayı yapılan analiz sonuçlarının yanlış olması durumuna en az rastlanan analiz metodu tercih edilmiştir. Son olarak bu tip modeller daha karmaşık davranışsal modellerin oluşturulmasına ve test edilmesine olanak sağladığı (Baltagi, 2005:6) için tercih edilmiştir.

#### 3.3. Veri Seti

Çalışmanın analizi kapsamında 2012-2017 yıllarına ait aylık veriler kullanılmıştır. Kullanılan değişkenler ve oluşturulan modellerin analizi aşağıda sunulmuştur:

$TC_{it}$ = İzmir Büyükşehir Belediyesine bağlı ilçe belediyelerinin aylık atık yönetimi maliyeti (TL)

$TC_{it-1}$ = İzmir Büyükşehir Belediyesine bağlı ilçe belediyelerinin, cari yıldan bir önceki yılın aynı ayına ait atık yönetimi maliyeti (TL)

$Q_{it}$  = Toplanan atık miktarı (aylık)

$motorin_{it}$  = Motorin Fiyatları (TL)

$enflasyon_{it}$  = Enflasyon oranları (%)

$\epsilon_{it}$  = Modelin hata terimi

Yukarıda değişkenleri sunulan model, katı atık yönetiminin maliyet fonksiyonudur. Modeldeki bağımlı değişken;  $TC_{it}$  olup İzmir Büyükşehir Belediyesine bağlı ilçe belediyelerinin katı atık yönetimi maliyetleridir.

Modelin bağımsız değişkenleri ise;  $Q_{it}$ ,  $enflasyon_{it}$ ,  $motorin_{it}$  ve  $TC_{it-1}$  dir.

Bu bilgiler ışığında analize tabi oluşturulan model şu şekilde olmaktadır:

$$\ln(TC_{it}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(Q_{it}) + \beta_2 \ln(enflasyon_{it}) + \beta_3 \ln(motorin_{it}) + \beta_4 \ln(TC_{it-1}) + \epsilon_{it}$$

Yukarıda sunulan model, İzmir Büyükşehir Belediyesinin katı atık toplama hizmetlerine ait maliyet fonksiyonudur. Eşitliğin sağ tarafında yer alan bağımsız değişkenlerin hepsi, eşitliğin sol tarafında yer alan bağımlı değişken olan belediyenin katı atık yönetim maliyetleri üzerinde etkisi olan değişkenlerdir. Bu modelin analiz edilmesiyle söz konusu bağımsız değişkenlerin, belediyenin atık maliyetleri üzerindeki etkilerinin ne düzeyde olduğunu görülmeye çalışılacaktır. Bu amaçla aşağıda modeli oluşturan tüm bağımsız değişkenlere ve kapsamlarına ilişkin bilgilendirmeler yapılmıştır:

$Q_{it}$  = Aylık toplanan atık miktarı olup, belediyelerin atık işlemleri maliyeti üzerinde doğrudan etkisi olan bir değişkendir.

$TC_{it-1}$  = İzmir Büyükşehir Belediyesine bağlı ilçe belediyelerinin cari yıldan bir önceki yıla ait atık yönetimi maliyeti olup, cari döneme dair maliyet hesabında kullanılan önemli parametrelerdendir. Bu maliyetler içerisinde Cari harcamalar, personel ödemeleri, sosyal güvenlik kurumlarına yapılan ödemeler, ekipman ve sarf malzemesi alımları, enerji kullanımı ve hizmet alımı gibi ödemeleri kapsamaktadır. Bu sebeple bir sonraki değişken olan belediye araçlarının yakıt maliyetleri ayrı bir değişken olarak modele dahil edilmiştir.

$Motorin_{it}$  = Motorin Fiyatlarının baz alınmasının temel sebebi belediye araçlarının kullandığı yakıt türünün önemli bir oranda motorinden oluşması sebebiyledir.

$Enflasyon_{it}$  = Son bağımsız değişkenimiz ise enflasyon oranlarıdır. Bu değer tüm maliyet hesaplarında olduğu gibi belediyelerin atık yönetimi maliyetlerinin her kalemi üzerinde de doğrudan etkili olan bir parametredir. Bu sebeple modele enflasyon değişkeninin dahil edilmesi modelin analizi sonucunda elde edilecek bulguların doğruluk oranını da arttıracaktır.

Modeldeki değişkenlere ait veriler ise çeşitli veri tabanlarından açık kaynak erişimi şeklinde elde edilmiştir. İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin cari yıl ve önceki yıl atık yönetim maliyetleri ile, yıllık açığa çıkan atık miktarlarına ilişkin veriler, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin internet sitesinde yayınlanan verilerden elde edilmiştir. Diğer bağımsız değişkenler olan motorin ve enflasyon verileri ise TÜİK veri tabanından elde edilmiştir.

Oluşturulan modeldeki  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayıları, tahmin edilen parametreleri temsil etmektedir.  $\epsilon$  ise ortalaması sıfır ve varyansı sabit olan hata teriminin gösterimi olup, maliyeti etkileyen fakat ölçülemeyen tüm değişkenlerin modele dahil edilebilmesi amacıyla kullanılmaktadır. İndislerden  $i$  belediyeye,  $t$  ise zamana karşılık gelmektedir. Sabit terim, eğim katsayısı ve hata terimi hakkında yapılan varsayımlara bağlı olarak panel veri regresyonunun tahmini için farklı yolların kullanılması mümkündür. Söz konusu yöntemlerden hangisinin seçilmesi gerektiğine ise; Likelihood Ratio ve Hausman testleri kullanılarak karar verilmektedir. Sabit etkiler modelinde her bir yatay kesitin, kendine ait bir sabit değeri (fixed intercept value) bulunmaktadır. Diğer tarafta, rassal etkiler modelinde  $\alpha_1$  sabiti bütün yatay kesit sabitlerinin ortalama bir değerini göstermekte ve hata bileşeni  $\epsilon_i$  yatay kesite özgü sabitin bu ortalama değerden rassal sapmalarını ifade etmektedir. Hausman test istatistiği, yatay kesite özgü bireysel etkiler ( $\epsilon_i$ ) ile açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyonu test etmekte olup asimptotik  $\chi^2$  dağılımına sahiptir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, rassal etkiler modeline karşı sabit etkiler modelinin kabul edilmesi gerektiği sonucuna ulaştırmaktadır. Bu bağlamda hipotezler aşağıdaki gibi oluşturulabilmektedir (Hausman, 1978:1251):

$$H_0: E(\epsilon_i | X_{it}) = 0 \text{ (}\epsilon_i \text{ ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon yok.)}$$

$$H_1: E(\epsilon_i | X_{it}) \neq 0 \text{ (}\epsilon_i \text{ ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon var.)}$$

Sıfır hipotezi modeldeki açıklayıcı değişkenler ile hata terimleri arasında ilişkinin olmadığını göstermektedir. Sıfır hipotezinin reddedilememesi durumunda rassal etkiler modelinin seçilmesi gerekmektedir. Aksi durumda sıfır hipotezi reddediliyorsa sabit etkiler modelini kullanmak uygun olacaktır. Bir diğer yaklaşıma göre ise panel veri analizinde ilgi, belirli N yatay kesit üzerinde ise, sabit etkiler modelinin daha uygun olacaktır. Çalışmada İzmir belediyeleri belirli bir yatay kesiti oluşturduklarından sabit etkiler modelinin tercih edilmesi daha uygun bulunmaktadır. Yatay kesit gözlemlerin belli bir zaman dönemi içinde bir araya getirilerek oluşturulan panel veri analizi, beraberinde zaman serisi özelliklerini ve sorunlarını da getirmektedir. Eğer verilerde birim kökün varlığı tespit edilirse, sahte regresyon sorunu panel veri analizinde de ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızda kullanılan veriler STATA 12 Paket Programı ile analiz edilmiştir.

#### 3.4. Verilerin Birim Kök (Unit Root) Analizleri

Bilindiği üzere panel regresyon analizi yapılmadan önce, kurulan modellerde yer alan değişkenlerin analize uygun olup olmadıklarının analizi yapılmaktadır. Bu sebeple ilk olarak, birim kök (unit root) sorunu denilen bu sorunun modeldeki değişkenlerde olup olmadığı test edilmiştir.

Ampirik modellere ait analizlerin yapıldığı STATA 12 paket programı aracılığıyla ilk olarak birim kök analizleri yapılmıştır. Levin-Lin-Chu (LLC) testi ile yapılan birim kök analizleri sonucunda modellerde yer alan değişkenlerde birim kök sorununa rastlanmamıştır. Bu analize ait sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Levin-Lin-Chu (LLC) Birim Kök Testinin Sonuçları

Değişken	Hausman p değeri	Anlamlılık
Toplanan Atık Miktarı ( $Q_{it}$ )	0.0421	Durağan (Ha)
Cari yıla ait atık maliyetleri ( $TC_{it}$ )	0.0453	Durağan (Ha)
Cari yıldan önceki yıla ait atık maliyetleri ( $TC_{it-1}$ )	0.0396	Durağan (Ha)
Motorin Fiyatları ( $Motorin_{it}$ )	0.0278	Durağan (Ha)
Enflasyon Oranları ( $Enflasyon_{it}$ )	0.0351	Durağan (Ha)

Not: \*  $p < 0.05$  ise  $H_0$  Hipotezi Red.

Birim kök sorununun test edildiği bu analiz sonuçlarına göre tüm değişkenler için boş hipotez ( $H_0$ ) reddedilmiş, alternatif hipotez kabul edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Diğer bir ifade ile değişkenlerde birim kök olduğu yönündeki hipotezler reddedilmiştir. Kurulan modellerde birim kök sorunu bulunan değişken olmaması modelin regresyon analizi yapılmaya hazır olduğu anlamına gelmektedir.

#### 3.5. Modellerin Analizleri

Çalışma kapsamında kurulan ekonometrik modellerin birim kök analizi sonrasında modellere iki farklı analiz uygulanmıştır. Bu analizlerden ilkinde yatay kesit analizi ile maliyet fonksiyonları tahmin edilmiştir. Diğer analizde ise panel veri kullanımıyla İzmir İlçe Belediyelerinin atık toplama maliyetleri üzerinde etkili olan faktörler belirlenirken buna ek olarak söz konusu faktörlerin etki dereceleri de tespit edilmiştir.

Oluşturulan model kapsamında nüfus büyüklükleri farklı ilçelerin verilerinin dikkate alınmasının temel sebebi, ilçe belediyelerinin katı atık yönetim maliyetleri ile nüfus yoğunluğu arasındaki ilişkinin de görülmek istenmesi sebebiyledir. Bu sebeple analiz öncesinde ulaşılmak istenen sonuçlardan birinin de belediyelerin nüfuslarının katı atık yönetim maliyetleri üzerinde nasıl bir etki oluşturacağına görülmüştür. Elde edilen verilerin analizi için panel veri analizi yönteminin tercih edilmesinin sebebi de literatürde en sık tercih edilen ve en uygun yöntemlerden biri olmasıdır. Çalışma kapsamında kullanılan veriler ekte sunulmuştur.

##### 3.5.1. Yatay Kesit Analizi

Ölçek ekonomilerini araştırmak üzere yapılan yatay kesit veri analizi ile toplam maliyet fonksiyonu

tahmin edilmektedir. Yaygın olarak kullanılan kübik fonksiyon ile tahmin edilen denklem, marjinal ve ortalama maliyet eğrilerinin ‘U’ biçiminde olmasına izin vermektedir. Ölçek ekonomisi aşağıdaki denklemlerde ifade edildiği gibi tanımlanmaktadır.

$$SCE = 1 - Ec$$

$$Ec = \frac{\Delta C/\Delta Q}{C/Q} = \frac{MC}{AC}$$

Burada SCE, ölçek ekonomileri; Ec, maliyet esnekliği; MC, marjinal maliyet ve AC ortalama maliyet anlamındadır. Ec ise çıktıdaki %1’lik artışın maliyeti yüzde kaç oranında değiştirdiğini göstermektedir. Ec, 1’e eşit olduğunda marjinal ve ortalama maliyet de birbirine eşit olmaktadır. Bu durumda maliyetler üretim ile orantılı olarak artmakta olup ne ölçüğe göre artan ne de azalan getiriler söz konusudur. Bu değer 1’den küçük olması ise pozitif ölçek ekonomilerini gösterirken, 1’den büyük olması negatif ölçek ekonomileri olarak tanımlanmaktadır (Pindyck ve Rubinfeld, 2001:56). Ölçek ekonomilerini araştırmak üzere kullanılan kübik maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$\ln(TCi) = \beta_1 \ln(Qi) - \beta_2 (\ln(Qi))^2 + \beta_3 (\ln(Qi))^3 + \varepsilon_i$$

Bu fonksiyonda  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  ve  $\beta_3$  tahmin edilen parametreleri temsil ederken,  $\varepsilon$  ise ortalaması sıfır ve varyansı sabit olan hata terimini göstermektedir. İndislerden i belediyeyi tanımlamaktadır. Çıktı miktarının logaritmasının kuadratik ve kübik formu, atık miktarı ile marjinal ve ortalama maliyet arasında lineer olmayan bir ilişkiye izin vermektedir (Bohm vd., 2010:864).

Bütün bu bulgular neticesinde, marjinal maliyet tahminleri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Carlos ve Augusto, 2008:5).

Çalışmada 2012-2017 yılları arası güncel veriler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında İzmir’in nüfus yoğunluğu bakımından en büyük ve en küçük beşer ilçesi baz alınmıştır. Bahse konu döneme ait istatistik veriler aşağıdaki çizelgede sunulmuştur. Çizelgede belediyelerin atık miktarları ve atık toplama maliyetlerine ilişkin çeşitli istatistikler sunulmuştur.

Tablo 2: Betimleyici İstatistikler

	Q (Atık Miktarı)	TC (Toplam Maliyet)
<b>Ortalama</b>	221.544	13.514.184
<b>Ortanca</b>	187.993	11.467.573
<b>Maksimum</b>	456.750	27.861.750
<b>Minimum</b>	63.000	3.843.000
<b>Standart Sapma</b>	82.119	6.158.925
<b>Çarpıklık</b>	0.934	1.133

En küçük kareler yöntemi ile tahmin edilen parametrelere ilişkin istatistik bilgileri aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.  $R^2$  değeri 0,78 bulunmuş olup, maliyet verisindeki değişikliklerin, miktar dataları üzerinden açıklanma oranını göstermektedir. Bu sonuçlar marjinal ve ortalama maliyet eğrilerinin tahmin edilmesinde kullanılabilir. Aşağıdaki çizelgede ise tahmin fonksiyonundan hareketle modele ilişkin bazı çıkarımlar yapılmıştır.

Tablo 3: En Küçük Kareler Yöntemi ile Tahmin Denklemi

Metot: En küçük kareler				
Gözlemler: 60				
White'in Heteroskedastisite tutarlı standart hatalar ve kovaryans matrisi				
Değişken	Katsayı	Std.Hata	t-İstatistiği	p
LNQ	2,37	0,551	6,12	0.001
LNQ <sup>2</sup>	1,74	0,893	2,66	0.012
LNQ <sup>3</sup>	0,54	0,977	4,05	0.023
R-kare	0,783	Akaike kriteri		0.353
Log likelihood	-1,478	Durbin-Watson		2.339

Tahmin edilen fonksiyona göre;

$$LNTC = 3.201*(LNQ)_i - 0.295*(LNQ)_i^2 + 0.011*(LNQ)_i^3 + \epsilon_i$$

Yukarıdaki çizelgede gösterilen minimum atık miktarı olan 63.000 ton atığın marjinal toplama maliyeti yaklaşık 61 TL olarak hesaplanmıştır. Bu marjinal maliyet nispeten daha az atık miktarına sahip yerlerde artarken yüksek atık miktarına sahip büyük ilçelerde birim atık başına maliyet azalmaktadır. Nitekim bu durum nispeten daha az atığa sahip bölgelerde birim atık başına maliyetler yaklaşık 75 TL seviyelerine yükselmektedir. Ancak bu durum, azalan verimler yasasına da uygun şekilde lineer olarak devam etmemektedir. Atık miktarı çok az iken yüksek olan birim atık maliyeti, atık miktarı arttıkça önce azalır sonra artma eğilimine girmektedir. Mevcut atık miktarı üzerine gelen her birim atığın maliyeti olan marjinal atık maliyeti ise beklenildiği üzere düzenli olarak artma eğilimiyle devam etmektedir.

### 3.5.2. Panel Veri Analizi

Modelin panel regresyon analizi sonuçlarına göre ise, panel verilerle yapılan çalışmaların sistematüğinde yer aldığı şekilde sırasıyla sabit etkiler panel veri analizi ve rassal etkiler panel veri analizi yapılmıştır. Daha sonra bu modellerden uygun olanın seçimi ise Hausman Testi (Robust Hausman Test) ile yapılmıştır. Kurulan her iki model için de tüm testler ayrı ayrı uygulanmıştır. Model-1 kapsamında yer alan ilçe belediyelerinin, yani İzmir Büyükşehir Belediyesine bağlı olan en kalabalık beş ilçe belediyesinin maliyet analizine ilişkin sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Model-1 için çıkan sonuçları incelediğimizde sabit etkiler ve rassal etkiler modellerinin her ikisinde de bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama durumunun anlamlı olduğu görülmektedir. Bunlardan hangisinin seçileceğine karar vermek için yapılan Robust Hausman testi sonucuna göre ise rassal etkiler modelinin kullanımının daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Model-1'e ait tüm analiz sonuçlarının özeti niteliğinde olan bilgiler Tablo 4'de sunulmuştur. Tabloya göre modeldeki tüm değişkenler arasında atık yönetim maliyetleri üzerinde anlamlı etkiye sahip olan değişken motorin fiyatları olarak bulunmuştur. Nitekim tablodaki tüm motorin değişkeni katsayıları, hata payı en az olan üç yıldızlı katsayılarla sahiptir. Buna ek olarak motorin fiyatlarındaki değişimlerin atık maliyetleri üzerindeki etki düzeyinin de diğer değişkenlerden belirgin şekilde ayrıldığı görülmektedir. Örneğin Buca ilçesi özelinde değerlendirildiğinde, motorin fiyatlarındaki bir birimlik artış, bu ilçedeki atık yönetim maliyetlerini yaklaşık olarak 0,73 birim arttırmaktadır. Bu oran istatistiki analizler göz önüne alındığında oldukça yüksek bir orandır. Dolayısıyla motorin fiyatları, araştırma kapsamında kurduğumuz birinci modeldeki tüm ilçelerin maliyetleri üzerinde etkili başat bir faktör olarak göze çarpmaktadır. Diğer bağımsız değişkenlerden olan atık miktarı da atık maliyetleri üzerinde nispeten anlamlı bir etkiye sahip olarak bulunmuştur. Ancak bu değişkenin etki düzeyi değerlendirildiğinde

oldukça düşük seviyelerde kaldığı görülmektedir. Bu durum ikinci modeldeki analiz sonucunda daha fazla anlam kazanmıştır. Modeldeki bir diğer bağımsız değişken olan bir önceki yıla ait maliyetler ise birinci model açısından anlamlı sonuçlara ulaşılan değişkenlerdendir. Etki düzeyleri “motorin” değişkeninde olduğu kadar yüksek oranlarda değildir. Örneğin Bornova ilçesi için bu değişkendeki bir birimlik artış, atık maliyetlerini yaklaşık olarak 0,24 oranında arttırmaktadır. Dolayısıyla bu değişkenin de modele dahil edilmesinin anlamlı sonuçları olduğu tespit edilmiştir. Kurulan modelde atık maliyetlerine etkisi olması düşünülen ancak anlamlı bir etki tespit edilemeyen değişken ise enflasyon değişkeni olmuştur. Bu sebeple bu değişken kapsamında bulunan katsayı değerleri dikkate alınmayacaktır.

Tablo 4: Model-1'e Ait Regresyon Analizi Sonuçları

İlçe Belediyeleri	$Q_{it}$	enflasyon <sub>it</sub>	motorin <sub>it</sub>	TC <sub>it-1</sub>	p değeri
Buca	0.0841**	3.144*	0,731***	0,233*	0.3120 (rassal etkiler)
Karabağlar	0.0300*	29.53	0,717***	0,193*	0.0000 (sabit etkiler)
Bornova	0.00849**	19.7	0,643***	0,245**	0.0007 (sabit etkiler)
Konak	0.0229**	13.2	0,695***	0,301*	0.6292 (rassal etkiler)
Karşıyaka	0.0322**	14.4	0,783***	0,332**	0.0204 (sabit etkiler)

$$\ln(TC_{it}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(Q_{it}) + \beta_2 \ln(enflasyon_{it}) + \beta_3 \ln(motorin_{it}) + \beta_4 \ln(TC_{it-1}) + \epsilon_{it}$$

Not: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Birinci model genel olarak değerlendirildiğinde İzmir'in en kalabalık nüfusa sahip ilçe belediyelerinin verileri üzerinden yapılan bir değerlendirme söz konusudur. Bu değerlendirmenin yapılabilmesi için kurulan modelde yer alan bağımsız değişkenlerin genel itibarıyla belediyelerin katı atık maliyetleri üzerinde anlamlı etkilere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Anlamlı etkilere sahip olan değişkenlerden en büyük etki düzeyine sahip olan değişken ise akaryakıt fiyatları olarak belirlenmiştir. Bu durum büyük ilçe belediyeleri söz konusu olduğu için oldukça tutarlı bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Bağımsız değişkenlerden  $Q_{it}$  ise katı atık miktarının etkisini göstermektedir. Büyük ilçe belediyelerinde atıklar nispeten daha büyük temizlik araçlarıyla toplandığından atık miktarlarındaki değişiklikler maliyetler üzerinde çok büyük bir etki yaratmamaktadır. Bir önceki yıla ait maliyetler de cari atık maliyetleri üzerinde etkili iken enflasyon oranlarının kurulan model kapsamında atık maliyetleri üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Bu durum enflasyonun tüm harcama kalemleri üzerinde etkili olan bir unsur olduğu ve bu sebeple özel olarak katı atık maliyetleri üzerindeki etkisinin görülememesinden kaynaklı olabileceği değerlendirilmektedir.

Çalışma kapsamında oluşturulan ikinci modelde ise İzmir'de yer alan ilçe belediyelerinden en az nüfusa sahip olanların dahil edildiği bir model oluşturulmuştur. Bu model, girilen veriler haricinde diğer tüm yönleriyle ilk modelle aynı özelliklerdedir. İkinci modelin analizi neticesinde elde edilecek olan sonuçlar, ilk model sonuçlarıyla karşılaştırıldığında atık maliyet yönetimi konusunda nüfus etkisinin de görülmesine olanak sağlayacaktır. Aşağıda sunulan Tablo 5'de çalışma kapsamında kurulmuş olan 2. Modele ait regresyon analizi sonuçları yer almaktadır.



Tablo 5: Model-2'ye Ait Regresyon Analizi Sonuçları

İlçe Belediyeleri	Q <sub>it</sub>	enflasyon <sub>it</sub>	motorin <sub>it</sub>	TC <sub>it-1</sub>	p değeri
Güzelbahçe	0.173**	1.11	0,127**	0,478	0.021 (rassal etkiler)
Foça	0.211**	3.22	0,119**	0,107*	0.133 (sabit etkiler)
Kınık	0.235**	2.17	0,238**	0,251*	0.0004 (sabit etkiler)
Beydağ	0.197***	2.13	0,346*	0,344	0.0762 (rassal etkiler)
Karaburun	0.179**	4.35	0,283**	0,139*	0.0307 (sabit etkiler)

$$\ln(\text{TC}_{it}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(Q_{it}) + \beta_2 \ln(\text{enflasyon}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{motorin}_{it}) + \beta_4 \ln(\text{TC}_{it-1}) + \varepsilon_{it}$$

Not: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.0011

Model 2'ye ait regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, Model 1'den farklı olarak ilk göze çarpan husus atık miktarı değişkeninin anlamlılık ve etki düzeyinde yaşanan değişim olmuştur. Özellikle katı atık miktarının atık maliyetleri üzerindeki etki düzeylerinde büyük bir artış söz konusu olmuştur. İlk modele kıyasla böyle bir değişikliğin, ilçelerin nüfus ve yerleşim açısından küçük olmalarından kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir. Büyük ve çok nüfuslu ilçelerde atık toplama faaliyetleri nispeten daha büyük araçlarla gerçekleştirilmektedir. Bu durum atık miktarının artmasının maliyete olan etkisini azaltmaktadır. Ancak küçük ve az nüfuslu ilçelerde durum farklıdır. Bu ilçelerden özellikle turistik bölgelerin ve eski yerleşim yerlerinin sahip oldukları dar sokaklar sebebiyle atık toplama faaliyetleri daha masraflı işlemler olabilmektedir. Bu sebeple küçük ilçelerde toplanması gereken atık miktarındaki değişiklikler atık toplama maliyetlerini daha fazla etkilemektedir.

Modelde yer alan bağımsız değişkenlerden bir diğeri olan motorin fiyatları, küçük ilçeler açısından da anlamlı ve etkili bir değişken olarak öne çıkmıştır. Bu değişkenin İzmir'in büyük ilçelerine kıyasla maliyetler üzerindeki etkisinin daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Büyük ilçelerde atık toplanması için araçların daha fazla yol yaptıkları ve daha geniş bir yerleşim alanından atık topladıkları göz önüne alındığında bu sonucun kabul edilebilir olduğu değerlendirilmektedir. Küçük yerleşim yerlerinin kimi bölgelerinde atık toplama faaliyetlerinin temizlik görevlilerince yapılmasının da bu sonuç üzerinde etkili olabileceği değerlendirilmektedir. Örneğin İzmir'in turistik ilçelerinden olan Foça'da motorin fiyatlarındaki bir birimlik değişiklik bu ilçenin atık toplama maliyetlerini yaklaşık olarak 0,1 birim etkilemektedir. Araçların kullanımının ve kat ettikleri mesafelerin azalması sebebiyle akaryakıt fiyatlarının maliyet üzerindeki etkisinin azalışı analiz sonucunda elde edilen bulgulardan olmuştur. Modeldeki bir diğer bağımsız değişken ise belediyelerin bir önceki yıla ait atık maliyetleridir. Bu değişken ise tam anlamıyla anlamlı olarak bulunan değişkenlerden değildir. Bir önceki yıla ait atık maliyetlerinin cari yıla ait katı atık maliyetlerini etkilemesi kapsamında kimi ilçeler için anlamlı sonuçlara ulaşılmışken bazı ilçeler için bu sonuçlar kabul edilebilir güvenilirlik aralığında (0,05) bulunamamıştır. Anlamlı olarak bulunan sonuçlarda ise bu değişkenin etki düzeyi düşük oranlarda tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Araştırma kapsamında kurulan her iki modele ait analiz sonuçları değerlendirildiğinde ilçelerin nüfus ve yerleşim büyüklüklerinin atık maliyetleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür. Ancak bu durumun nüfus artıkça artan bir maliyet şeklinde olmadığı görülmektedir. Nitekim özellikle az nüfusa

sahip yerlerde birim atık başına atık toplama maliyetlerinin daha fazla olduğu da tespit edilmiştir. Bu durum bize yerleşim yerlerinin nüfus sayılarının belirli bir optimum değerde atık maliyetlerinin minimum olabileceğini göstermektedir. Analiz sonucunda elde edilen bulgulardan bir diğeri ise, akaryakıt fiyatlarının atık yönetim maliyetleri üzerinde en istikrarlı şekilde anlamlı etkileri olan değişken olmasıdır. Nitekim her iki modelde etki düzeyleri farklı olsa da bu değişken anlamlı olarak tespit edilmiştir. Literatürdeki diğer çalışmalarda da görüldüğü şekilde atık maliyetleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olan atık miktarları da değişik oranlardaki etkilere sahip olsa da bağımlı değişkeni açıklamada anlamlı bir etkiye sahiptir. Bu değişkenin de nispeten küçük nüfuslu yerleşim yerlerinde maliyeti daha fazla etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan analiz neticesinde elde edilen bulgulardan hareketle söz konusu belediyelerin bir nevi etkinlik değerlendirmelerinin yapılması da mümkündür. Buna göre, daha önce ifade edilen ve az nüfusa sahip küçük ilçe belediyelerinin birim katı atık toplama faaliyetlerinin daha yüksek maliyetli olduğu tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle salt atık yönetimi açısından değerlendirildiğinde birbirlerine daha yakın ve büyük belediyelerin kurulması atık yönetim maliyetleri açısından daha efektif bir yöntem olarak dikkati çekmektedir.

Genel olarak İzmir için katı atık yönetim maliyet etkinliği iyi yönetilen bir şehir olduğunu söyleyebiliriz. Atık maliyetleri üzerinde etkili olan pek çok faktörün belediyenin elinde olmayan sebeplere dayanmasına rağmen (akaryakıt fiyatları, enflasyon vb.) bu değişkenlerin maliyetler üzerindeki etkilerinin genel olarak makul seviyelerde tutulabildiği görülmektedir.

Tüm bu veriler ışığında etkin bir katı atık yönetimi modeli oluşturabilmek için şu önerilerde bulunulabilir:

- Atık yönetiminde ilk hedef atık oluşumunu önlemedir. Önlemenin mümkün olmadığı durumlarda atıkların en aza indirgenmesi sağlanmalıdır. Ortaya çıkan atıklar olanağı varsa yeniden kullanılmalı, yoksa bertaraf edilecek atık miktarını en aza indirmek için geri dönüşüm süreçleri uygulanmalıdır. Tüm bu süreçlerin uygulama alanı bulunmadığı durumlarda atıklar önce enerji geri kazanımına sonrasında bertaraf işlemine tabi tutulmalıdır.

- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne göre 2020 yılında ambalaj atıklarının geri kazanım hedefi olan %60'a ulaşılmasında nihai tüketicilerin ambalaj atıklarını kaynağında ayırması kadar atık getirme merkezlerinin ve toplama ayırma merkezlerinin sayısındaki artış da önemlidir. Yerel yönetimlerin verdiği desteğin yanında sivil toplum örgütleri ile işbirliğinin ve ilgili firmaların yeterlilikleri de başarıya ulaşmada önem taşımaktadır.

- Ülkemizin birçok bölgesinde illerin ya da ilçelerin (Çanakkale, Sivas, Trabzon, Amasya vb.) bir araya gelerek oluşturdukları katı atık yönetim birlikleri bulunmaktadır. Sınırlı kaynaklardan maksimum fayda elde etmek adına büyük ölçekli işletmeler ve yüksek teknolojiye sahip tesisler ortaklaşa kullanılarak daha fazla verim sağlanabilir. Bu bağlamda ülkemizde Atık Yönetim Birlikleri (Belediyeler Birliği gibi) kurulması önem taşımaktadır. Kurulacak katı atık yönetim tesislerinin maliyet minimizasyonu açısından yerleşim merkezlerine en uygun uzaklıkta ve en fazla nüfusa hizmet edecek şekilde oluşturulması hedeflenmelidir. Öncelikle yöre halkının da görüşleri dikkate alınmalı ve hazırlanacak Çevresel Etki Değerlendirmesinin de yardımıyla mevzuattaki görev ve sorumluluk yerine getirilmelidir.

- Türkiye'de konutlara ait ÇTV (çevre temizlik vergisi); olması gerekenin ancak ~%20-30'u civarında olup, yerel yönetimler gelirlerinin en az %40'ını atık toplama ve bertaraf hizmetlerinin finansmanında kullanmaktadırlar. Bu durum mevcut haliyle belediyeler bakımından sürdürülebilir değildir. Çevre Temizlik Vergisi'nin kirleten öder prensibine dayanarak atık yönetimi maliyetlerini kapsayacak düzeyde uygun bir tarife yönetmeliği çerçevesinde tahsil edilmesi de acil çözülmesi gereken bir durumdur.

- Avrupa'da ton başına ortalama 40-50 € düzeyinde alınan atık depolama vergisi, başta belediyeler olmak üzere kurumsal atık üreticilerini düzenli depolamaya giden atık miktarını azaltmaya teşvik eden önemli bir ekonomik araçtır. Ülkemizde de gerek entegre atık yönetimi gerekse atık sektöründe açığa çıkan sera gazının azaltımı hususlarında düzenli depolama vergisi uygulamasının etkili olacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

Abrate, G., Erbetta, F., Fraquelli, G., & Vannoni, D. (2011). *The Costs of Disposal and Recycling an Application to Italian Municipal Solid Waste Services*. Carlo Alberto Notebooks, No: 232.

- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
- Barut, A. & Özçelik, Ö. (2018). Kütahya İlinde Katı Atık Yönetiminin Maliyet Ve Mekânsal Analizi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 93-110.
- Bel, G., & Costas, A., (2006). Do public sector reforms get rusty? Local privatization in Spain, *Journal of Policy Reform*, 9(1), 1–24.
- Bohm, R. A., Folz, D. H., Kinnaman, T. C., & Podolsky, M. J., (2010). The Cost of Municipal Waste and Recycling Programs, *Resources, Conservation and Recycling*, 864-871.
- Carlos, J. M., & Augusto, V. D., (2008). International Airports: Economies of Scale and Marginal Costs. *Transportation Research Forum*, 47(1), 5-22.
- Green, W. H. (2003). *Econometric Analysis 5th Edition*, New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics, *Econometrica*, 46(6), 1251–1271.
- Hirsch, W. Z. (1965). Cost Functions of an Urban Government Service: Refuse Collection. *The Review of Economics and Statistics*, 47(1), 87-92.
- Komilis, D. P., & Liogkas, V. (2014). Full Cost Accounting On Existing And Future Municipal Solid Waste Management Facilities In Greece, *Global NEST Journal*, 16(4), 787-796.
- Köse, E. T., Karakaya, N. & Aslan, R. G. (2011). Evsel Katı Atık Yönetiminin Maliyeti: Bolu İli Örneği, *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. Sigma 3, 126-131.
- Ohlsson, H. (2003). Ownership and Production Costs: Choosing between Public Production and Contracting-Out in the Case of Swedish Refuse Collection, *Fiscal Studies*, 24(4), 451-476.
- Pindyck, S.R., & Rubinfeld, L.D. (1998). *Econometric Models and Economic Forecasts.*, New York, Irwin/McGraw-Hill.
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, L.D. (2001). *Microeconomics*. New Jersey: Prentice Hall.
- Yılmaz, A., & Bozkurt, Y. (2010). Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları Ve Kütahya Katı Atık Birliği (Kükab) Örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 11-28.