

KÜTAHYA İLİNDE KATI ATIK YÖNETİMİNİN MALİYET VE MEKÂNSAL ANALİZİ¹

Aysin BARUT²
Özer ÖZÇELİK³

Özet

Bu çalışmanın amacı Kütahya ilinde yer alan 13 ilçe özelinde belediye tarafından verilen katı atık hizmetinin, maliyet ve mekânsal analizini gerçekleştirmektir. Yapılan analizler ile daha verimli bir katı atık yönetimi için gerekli şartlar ve mevcut çöp toplama ve taşıma sisteminde maliyet azaltıcı öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Katı Atık, Katı Atık Toplama ve Taşıma Maliyeti, KÜKAB, Mekânsal Analiz

Jel Sınıflandırılması: Q50, Q53, Q59

THE COST AND SPATIAL ANALYSIS OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN KUTAHYA PROVINCE

Abstract

The aim of this paper is to present cost and spatial analysis of solid waste served from municipality specific to 13 sub-provinces in Kütahya. Suggestions have been developed about necessary conditions for more productive solid waste management and lower the cost on existing waste collection and transportation system with applied analyses.

Key Words: Solid Waste, The Cost of Collection and Transportation of Solid Waste, KUKAB, Spatial Analysis

Jel Classification: Q50, Q53, Q59

¹ Bu çalışma Dumlupınar Üniversitesi SBE İktisat ABD’da sunulan ve TÜÇEV tarafından desteklenen Aysin Barut’un hazırladığı “Katı Atık Toplama ve Taşımanın Maliyet ve Mekânsal Analizi: Kütahya İli Örneği” başlıklı lisansüstü tezden türetilmiştir.

² Bilim Uzmanı, aysinbarut@windowlive.com

³ Yrd.Doç.Dr., Dumlupınar Üniversitesi, İİBF, ozer.ozcelik@dpu.edu.tr

GİRİŞ

Türkiye, AB'ye katılım sürecini hızlandırmak için AB Atık Direktifi'ne uyumunu sağlamaya çalışmakta olup katı atıkların usulüne uygun olarak bertaraf edilmesi hususundaki çalışmalarına ivme kazandırmıştır. Bu kapsamda Katı Atık Birlikleri, atıkların toplanması ve taşınmasında maliyet unsurunu minimize etmek için atıkların geri dönüşümünü destekleyici uygulamalar yapmaktadır. Katı atık yönetim sistemlerinde katı atıkların toplanması ve taşınması, maliyet kaleminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. düzenli depolama sahasına olan uzaklık, araçların düşük kapasiteleri, araç sayısının azlığı ve optimum olmayan güzergah seçimi gibi unsurlar toplama ve taşıma maliyetlerini arttırabilmektedir. Bu çalışmanın amacı Kütahya ilinde yer alan 13 ilçe özelinde belediye tarafından verilen katı atık hizmetinin maliyet ve mekânsal analizini gerçekleştirmektir. Analizde kullanılan veriler Kütahya Katı Atık Yönetimi A.Ş. ve TÜİK' ten alınmıştır. Yapılacak olan analizler ile daha verimli bir katı atık yönetimi için gerekli şartlar ve mevcut çöp toplama ve taşıma sisteminde maliyet azaltıcı öneriler geliştirilecektir.

I. KÜTAHYA İLİNDE KATI ATIK YÖNETİMİ

Katı atıkların toplanması, taşınması, geri kazanımı ve bertarafına ilişkin görev ve yükümlülükler, belediye sınırları içerisinde 5393 sayılı Belediye Kanunu ile belediye başkanlıklarına, belediye sınırları dışında 5302 sayılı İl Özel İdaresi Kanunu ile il özel idarelerine verilmiştir. Kütahya ilinde oluşan katı atıkların toplanması, taşınması, bertaraf edilmesi, geri dönüşümü ve yeniden değerlendirilmesi ile ilgili katı atık yönetimi birimi oluşturulmuştur. Etkin, verimli, ekonomik ve sürdürülebilir bir atık yönetimi geliştirmeyi ve katı atık yönetimi sorununa kalıcı bir çözüm bulmayı hedefleyen Kütahya İli Yerel Yönetimler Katı Atık Bertarafı Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (KÜKAB) projesi, 13 Mayıs 2006 tarih ve 26167 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan 5491 sayılı Kanun ile 2872 sayılı Çevre Kanunu'yla birlikte kabul edilmiştir. KÜKAB projesi kapsamında Kütahya Belediyesi tarafından AB katılım öncesi hibe programına müracaatı üzerine, Kütahya İli Yerel Yönetimler Katı Atık Bertarafı Tesisleri Yapma ve İşletme Birliği (KÜKAB), AB Çevre Projeleri Hibe Destek Programı'na kabul edilmiştir. Kütahya Belediyesi tarafından tüm ilçeler ve İl Özel İdaresi KÜKAB projesine katılmak üzere davet edilmiş ve 7 Kasım 2005 tarihinde KÜKAB oluşturulmuştur (Yılmaz ve Bozkurt, 2010: 21-22).

KÜKAB, 2016 yılı itibariyle Merkez, Tavşanlı, Domaniç, Emet, Hisarcık, Altıntaş, Dumlupınar, Gediz, Pazarlar, Şaphane, Simav, Aslanapa, Çavdarhisar Belediyelerini kapsamaktadır. 2009-2028 yılları kapsayan proje, Türkiye'nin AB Atık Direktifi'ne uyumunu ve çevre korumasını sağlayarak AB'ye katılım sürecini hızlandırmayı amaçlamaktadır. Proje kapsamında yer alan yerleşim yerlerinden toplanan katı atıkların kaynağında azaltılması, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi⁴, halka çevre bilincini anlatmak ve katı atıkların insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkilerini azaltarak katı atık yönetimi hizmetlerini etkin kılmak hedeflenmektedir. Projenin % 62'si AB tarafından hibe olarak geriye kalan %38'lik kısmı ise projeye katılan belediyelerin öz kaynaklarından karşılanmıştır. KÜKAB projesinin uygulama ve izleme aşamasında Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Planlama Teşkilatı, İller Bankası, Kütahya Belediyesi, Merkezi Finans ve İhale Birimi, AB Genel Sekreterliği ve AB Türkiye Delegasyonu kurumları tarafından koordinasyonun sağlanması ve projenin yürütülmesi konusunda bir yönlendirme kurulu kurulmuştur (Yılmaz ve Bozkurt, 2010: 22-23). Projenin hedeflerinden biri olan evsel katı atık düzenli depolama tesisi, Kütahya Merkez ilçesi, Perli Köyü Şabanözü mevkiinde 2.810.000 bin m³ kapasiteli, 246.416,5 m² yüzölçümlü alan üzerinde, 1.521 m² yüzölçümlü kapalı bir alanda yer almaktadır. İşletme, 27 Aralık 2010 tarihinde Geçici Faaliyet

⁴ Atık bertarafı, atıkların yakılması ve nihai olarak depolanması gibi kavramları kapsamaktadır. Ancak çalışmada atıkların toplanması ve taşınması işlemi atıkların ortadan kaldırılması işlemi olarak düşünülmekte ve bertaraf olarak isimlendirilmektedir.

Belgesi almış, 25 Nisan 2011 tarihinde Kütahya İli Çevre Durumu Raporu (354) ile faaliyete başlamıştır (Kütahya İl Çevre Durum Raporu, 2011: 353).

Katı atıkların toplanması ve taşınması KÜKAB tarafından ihale yöntemiyle özel bir şirket olan Kütahya Katı Atık Yönetimi A.Ş.'ne devredilmiştir. Kütahya ili çöp toplama ve taşıma maliyeti üzerine yapılan bu çalışmada Kütahya Katı Atık Yönetimi A.Ş'nden alınan verilerden yararlanılmıştır. Evsel nitelikli katı atıklar günde iki vardiya ile toplanmakta ve transfer merkezlerinden düzenli depolama sahasına dökülmektedir. Tablo 1.'de 5 Kütahya merkez ve ilçelerinin düzenli depolama sahasına olan mesafesine yer verilmiştir. İl merkezine 15 km uzaklıkta olan düzenli depolama sahasına en uzak ilçe Simav'dır.

Tablo 1: Kütahya İli Merkez ve İlçelerinin Düzenli Depolama Sahasına Olan Uzaklığı

İlçeler	Transfer Merkezi Yeri	Depo Sahasına Uzaklığı (Km)
Merkez	Yok	15
Tavşanlı	Tavşanlı	53
Domaniç	Tavşanlı	95
Emet	Emet	106
Hisarcık	Emet	126
Altıntaş	Altıntaş	45
Dumlupınar	Altıntaş	65
Gediz	Gediz	115
Pazarlar	Şaphane	130
Şaphane	Şaphane	130
Simav	Şaphane	150
Aslanapa	Aslanapa	40
Çavdarhisar	Aslanapa	70

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş'den alınan veriler doğrultusunda oluşturulmuştur.

Katı atık miktarı, mevsimlere, bölgede yaşayan insanların sosyo-ekonomik özelliklerine ve nüfusa bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Aydın ve Kara, 2003: 574). Tablo 2'de yıllara göre Kütahya ili merkez ve ilçelerinde kişi başına üretilen ortalama katı atık miktarına yer verilmiştir. Tabloda yıllara göre mevsimsel olarak yaz mevsiminde üretilen günlük katı atık miktarı çok fazla değişkenlik göstermezken kış mevsiminde bariz bir azalma görülmektedir. Bu azalmanın en önemli nedenlerinden biri kış aylarında kömür tüketiminin yerine doğal gaz kullanımının yaygınlaşmasıdır.

⁵ Atıkların transfer istasyonları aracılığı ile depolama alanlarına ulaştırılarak atık taşıma maliyetinin düşürülmesi gerekmektedir. Ancak, KÜKAB'ın hazırladığı verilerde transfer istasyonlarına yakınlık uzaklık verileri olmadığı için sadece depolama sahasına olan uzaklığı kullanılmaktadır.

Tablo 2: Kütahya İlinin Yıllara Göre Ürettiği Çöp Miktarı

Yıl	Anket Uygulanan Nüfus	Anket Uygulanan Belediye Sayısı	Günlük Katı Atık Miktarı(ton/gün)		Kişi Başına Düşen Günlük Katı Atık Miktarı(kg/gün)	
			YAZ	KIŞ	YAZ	KIŞ
1994	643.117	37	562	835	1,51	2,25
1995	643.117	38	610	903	1,62	2,40
1996	643.117	40	612	1,007	1,63	2,68
1997	643.117	46	619	1,028	1,59	2,64
1998	643.117	49	640	1,037	1,60	2,59
2001	656.903	77	615	1,060	1,33	2,30
2002	656.903	77	652	1,121	1,39	2,39
2003	656.903	77	664	1,158	1,39	2,43
2004	656.903	75	545	802	1,16	1,70
2006	583.910	75	597	850	1,34	1,91
2008	583.910	75	543	832	1,22	1,87
2010	590.496	72	641	915	1,38	1,97
2012	573.421	72	519	608	1,14	1,34

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş'den alınan veriler doğrultusunda oluşturulmuştur.

Kent merkezinde ve ilçelerinde katı atıkların toplanması ve taşınması için kullanılan araç sayısı ve kapasitelerine Tablo 3'te yer verilmiştir. Ayrıca toplama ve taşıma süreçlerinde çalışan personelin ve konteyner sayısının da ilçelere göre dağılımına yer verilmektedir. Günlük toplanan katı atık miktarına göre personel ve araç sayısı değişkenlik göstermektedir. Kent merkezinde 18 adet araç ve 156 adet personel bulunmaktadır. Altıntaş ve Dumlupınar ilçelerinde toplam araç sayısı 1, personel sayısı 8, Pazarlar ve Şaphane ilçelerinde toplam araç sayısı 1 ve personel sayısı 6, Aslanapa ve Çavdarhisar ilçelerinde ise toplam 3 adet personel ve kapasitesi 7m³ olan 1 adet aracı bulunmaktadır.

Tablo 3: Kütahya İli ve İlçelerinde 2104 Yılına Ait Toplama ve Taşıma İçin Kullanılan Araçların Kapasitesi, Sayısı, Personel Sayısı ve Konteyner Sayısı

Yerleşim Yeri	Personel Sayısı	Konteyner Sayısı	Araç Sayısı	Araç Kapasitesi					
				6m ³	7m ³	10m ³	13m ³	15m ³	20m ³
Merkez	156	4.500	18	1	6		10		1
Tavşanlı	69	3.959	10		3		5		2
Domaniç	3	435	1			1			
Emet	13	694	1			1			
Hisarcık	3	300	1				1		
Altıntaş	8	418	1				1		
Dumlupınar		30							
Gediz	23	1.500	4		1	1	2		
Pazarlar	6	200	1		1				
Şaphane		280							
Simav	20	1.500	4	1(3m ³)		1	2		
Aslanapa	3	136	1		1				
Çavdarhisar		200							

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş'den alınan veriler doğrultusunda oluşturulmuştur.

II. KÜTAHYA İLİNDE KATI ATIK TOPLAMA VE TAŞIMA MALİYETİNİN ANALİZİ

Katı atık yönetimi stratejisinde bertaraf hizmeti en maliyetli aşamadır. Söz konusu maliyet güzergâh seçimi, verimli çalışma ve ekipmanlarda yapılan değişikliklerle düşürülebilir. Kütahya merkez ve diğer ilçelerinde Kütahya Katı Atık Yönetimi A.Ş.'den alınan günlük yakıt masrafı, günlük personel masrafı ve günlük toplam araç masrafı verileri doğrultusunda katı atıkların toplama ve taşıma maliyetleri hesaplanmıştır. 2014 yılına ait toplama maliyeti; günlük toplam masrafın, günlük toplam çalışma zamanı ve günlük toplama zamanının oranlanması ile elde edilmiştir. Hesaplamaların sonuçları Tablo 4'de belirtilmiştir. Araç ve personel sayısı ortak olan Altıntaş ile Dumlupınar, Pazarlar ile Şaphane ve Aslanapa ile Çavdarhisar ilçeleri için toplama ve taşıma maliyetinin analizi konteyner sayısına göre yüzdesel değerleri alınarak hesaplanmıştır. Tablo 5'de ilgili ilçelerin toplama masraflarına yer verilmiştir.

Tablo 4: Kent Merkezi ve İlçelerdeki 2014 Yılına Ait Toplama Maliyeti

Yerleşim Yeri	Günlük Toplama Zamanı (St), Saat	Günlük Yakıt Masrafı TL/gün	Günlük Personel Masrafı TL/gün	Günlük Toplam Araç Masrafı TL/gün	Günlük Toplam Masraf, TL/gün	Günlük Toplama Maliyeti, TL/gün
Merkez	6	3.412	7.800	2.340	13.552	8.743
Tavşanlı	6	2.338	3.450	1.300	7.088	3.783
Domaniç	3	114	150	130	394,00	162,00
Emet	4	182	650	130	962,00	285,00
Hisarcık	3	136	150	130	416,00	146,00
Altıntaş	4	127	400	130	657,00	-
Dumlupınar	4,5					
Gediz	5,5	773	1.150	520	2.443	856,00
Pazarlar	3	91	150	130	685,00	-
Şaphane	3					
Simav	5,5	546	1.000	520	2.066	854,00
Aslanapa	4	127,00	150	130	407,00	-
Çavdarhisar	4					

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş'den alınan veriler doğrultusunda hesaplanmıştır.

Günlük toplama maliyeti, diğer ilçelere göre personel ve araç sayısının fazla oluşu gibi nedenlerle en yüksek merkez ilçede hesaplanmıştır. Hisarcık ilçesi ise günlük toplama maliyeti en düşük çıkmıştır. Tablo 3.7'de personel ve araç sayıları ortak olan ilçeler için maliyet hesaplaması yapılmıştır. Günlük toplama maliyeti, günlük toplam masrafın günlük toplam çalışma zamanı ile günlük toplama zamanı oranlanarak bulunmuştur. Tabloda yer alan ilçelerde ortak olan tek araç ilçelerdeki tüm konteynerleri topladığı için ikili gruptaki ilçelerden birinin konteyner sayısı toplam konteyner sayısına oranlanmıştır. Çıkan oran, günlük toplam masraf ile çarpılarak günlük toplama maliyeti elde edilmiştir. Altıntaş ile Dumlupınar ilçeleri için örnek toplama maliyeti hesaplaması şu şekildedir:

$$\text{Günlük toplam toplama masrafı: } 9,5 \times \frac{657,00}{13,90} = 449,02 \text{ TL}$$

$\frac{418}{448} \times 100 = \%93$. (Dumlupınar ilçesi %7) Elde edilen bu oran günlük toplam masrafın her iki ilçenin de günlük toplam toplama masrafına oranlanmıştır;

Altıntaş ilçesi günlük toplama maliyeti: $449,02 \times 0,93 = 417,58 \text{ TL}$ bulunmuştur.

Dumlupınar ilçesinin günlük toplama maliyeti ise: $449,02 \times 0,07 = 31,44 \text{ TL}$ 'dir.

Tablo 5: Personel ve Araç Sayısı Ortak Olan İlçelerde 2014 Yılına Ait Toplama Maliyeti

Yerleşim Yeri	Günlük Toplama Zamanı (St) saat	Konteynır Sayısı	Günlük Toplam Toplama Masrafı TL/gün	Günlük Toplama Maliyeti TL/gün
Altıntaş	9,5	418 (%93)	449,02	417,58
Dumlupınar		30 (%7)		31,44
Pazarlar	6	200 (%42)	142,70	60,00
Şaphane		280 (%58)		82,70
Aslanapa	8	136 (%40)	243,00	97,20
Çavdarhisar		200 (%60)		145,80

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş'den alınan veriler doğrultusunda hesaplanmıştır.

Tablo 5'e göre günlük toplama maliyeti en yüksek Altıntaş ilçesinde hesaplanmıştır. 2014 yılına ait günlük taşıma maliyeti; günlük toplam masrafın, günlük toplam çalışma zamanı ve günlük taşıma zamanının oranlanması ile elde edilmiştir. Çıkan sonuçlar Tablo 6'da belirtilmiştir. Kütahya'nın günlük katı atık taşıma maliyeti, depolama sahasına mesafesi 15 km olmasına rağmen en yüksek merkez ilçede çıkmıştır. Merkez ilçeyi Tavşanlı, Gediz ve Simav ilçeleri takip etmektedir. En düşük günlük taşıma maliyetine sahip olan ilçe ise Domaniç'tir.

Tablo 6: Kent Merkezi ve İlçelerdeki 2014 Yılına Ait Taşıma Maliyeti

Yerleşim Yeri	Günlük Taşıma Zamanı (St), Saat	Günlük Ölü Zaman Ut, Saat	Günlük Yakıt Masrafı, TL/gün	Günlük Personel Masrafı TL/gün	Günlük Toplam Araç Masrafı TL/gün	Günlük Toplam Masraf, TL/gün	Günlük Taşıma Maliyeti, TL/gün
Merkez	1,80	1,5	3.412	7.800	2.340	13.552	3.128
Tavşanlı	4,24	1	2.338	3.450	1.300	7.088	2.935
Domaniç	3,80	0,5	114	150	130	394	232
Emet	8,48	1	182	650	130	962	677
Hisarcık	5,04	0,5	136	150	130	416	270
Altıntaş	1,80	0,5	127	400	130	657	-
Dumlupınar	2,60	0,5					
Gediz	9,20	1	773	1.150	520	2.443	1.587
Pazarlar	10,40	1	205	350	130	685	-
Şaphane	10,40	1					
Simav	6,80	1	546	1.000	520	2.066	1.212
Aslanapa	1,60	0,5	127	150	130	407	-
Çavdarhisar	2,80	0,5					

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş'den alınan veriler doğrultusunda hesaplanmıştır.

Tek ortak araca sahip ilçeler için, günlük toplama maliyeti hesaplamasında olduğu gibi günlük taşıma maliyetinde de konteyner sayısı baz alınarak maliyet analizi yapılmıştır. İlgili ilçelerin günlük taşıma maliyeti hesaplamaları Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7: Personel ve Araç Sayısı Ortak Olan İlçelerde 2014 Yılına Ait Taşıma Maliyeti

Yerleşim Yeri	Günlük Taşıma Zamanı (St) saat	Konteyner Sayısı	Günlük Toplam Taşıma Masrafı TL/gün	Günlük Taşıma Maliyeti TL/gün
Altıntaş	4,40	418 (%93)	207,98	193,43
Dumlupınar		30 (%0,07)		14,55
Pazarlar	20,80	200 (%42)	542,30	228,00
Şaphane		280 (%58)		314,30
Aslanapa	4,40	136 (%40)	164,00	65,60
Çavdarhisar		200 (%60)		98,40

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş'den alınan veriler doğrultusunda hesaplanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda tek araca sahip, en yüksek günlük taşıma maliyeti Pazarlar ilçesinde, en düşük taşıma maliyeti ise Dumlupınar ilçesinde görülmektedir.

İlçelerin 2014 yılına ait günlük toplama ve taşıma maliyetleri Tablo 8'de belirtilmiştir. Reel bir ölçüt oluşturmak için günlük toplama ve taşıma maliyetleri nüfusa bölünerek kişi başına düşen değerler bulunmuştur. Günlük toplama ve taşıma maliyeti; nüfus yoğunluğuna, artan yakıt fiyatlarına bağlı olarak yakıt tüketimine, güzergâh seçimine, trafik yoğunluğuna, atık üretiminin yoğun olduğu ilçelerdeki toplama sıklığına, depolama sahasına olan uzaklığa ve personel ile araç sayısına göre değişmektedir.

Tablo 8: Kent Merkezi ve İlçelerdeki 2014 Yılına Ait Günlük Toplama ve Taşıma Maliyeti

Yerleşim Yeri	Nüfus	Günlük Toplama Maliyeti, TL/gün	Günlük Taşıma Maliyeti, TL/gün	Günlük Toplam Maliyet, TL/gün	Kişi Başına Düşen Günlük Toplama Maliyeti, TL	Kişi Başına Düşen Günlük Taşıma Maliyeti, TL	Kişi Başına Düşen Günlük Toplam Maliyet, TL
Merkez	235.700	8.743	4.809	13.552	0,0370	0,0204	0,0574
Tavşanlı	78.100	3.783	3.305	7.088	0,0484	0,0423	0,0907
Domaniç	7.100	162,00	232,00	394,00	0,0228	0,0326	0,0554
Emet	18.400	285,00	677,00	962,00	0,0154	0,0367	0,0521
Hisarcık	5.300	146,00	270,00	416,00	0,0275	0,0509	0,0784
Altıntaş	7.300	417,58	193,43	611,01	0,0572	0,0264	0,0836
Dumlupınar	1.300	31,44	14,55	45,99	0,0241	0,0111	0,0352
Gediz	25.100	856,00	1.587	2.443	0,0341	0,0632	0,0973
Pazarlar	3.400	60,00	228,00	288,00	0,0176	0,0670	0,0846
Şaphane	4.500	82,70	314,30	397,00	0,0183	0,0698	0,0881
Simav	25.000	854,00	1.212	2.066	0,0341	0,0484	0,0825
Aslanapa	2.500	97,20	65,60	162,80	0,0388	0,0262	0,0650
Çavdarhisar	2.500	145,80	98,40	244,20	0,0583	0,0393	0,0976

Kaynak: Kütahya Katı Atık A.Ş.'den alınan veriler doğrultusunda hesaplanmıştır.

III. KATI ATIK YÖNETİMİNDE MEKÂNSAL ANALİZ ÇALIŞMALARI

Katı atık yönetimiyle ilgili mekânsal analiz çalışmaları incelendiğinde yapılan çalışmaların birkaçında kentsel katı atık üretim oranlarında mekânsal farklılık konusu işlenmiştir. Dennison vd. (1996) çalışmalarında, Dublin'in farklı bölgelerinde, evsel katı atıkların miktarlarının dağılımı ve kişi başına düşen atık üretimi oranlarının görsel bir tasviri için coğrafi bilgi sistemi kullanmışlardır. Bu çalışmada, birbirine komşu olan bölgelerin atık üretimi oranları ve evsel atık miktarlarının benzer olduğunu saptamışlardır.

Beigl vd. (2004) ve Bandara vd. (2007) yapmış oldukları çalışmalarda coğrafi sınıflandırma metodu uygulamışlar ve her sınıf için ayrı ayrı regresyon analizi gerçekleştirmişlerdir. Purcell ve Magette (2009) kentsel biyo-bozunur atık üretim oranlarını tahmin edebilmek için coğrafi bilgi sisteminden faydalanmışlardır.

Yapılan bu çalışmalarda analizler atık üretim miktarlarını karşılaştırmak için haritalama kullanımı, coğrafi sınıflandırma yoluyla atık üretim oranlarının belirlenmesi ve atık üretim oranlarının mekânsal dağılımının belirlenmesi ile oluşturulmuştur. Ancak atık üretimi, farklı bölgelerde atık üretiminin önemindeki göreceli değişimi, diğer faktörler arasındaki karşılıklı ilişkiyi ve atık üretimini etkileyen potansiyel faktörlerin çeşitliliği göz önünde bulundurularak durağan olmama durumu açısından analiz edilmelidir. Kentsel katı atık üretimi hakkındaki bu çalışmalarda, kentsel katı atık oranları ve bunların belirleyicileri arasındaki mekânsal ilişkiyi analiz etmek için yeterli mekânsal istatistik tekniği kullanılmamıştır (Keser vd., 2012).

Keser vd.'nin (2012) mekânsal bağımlılığı dikkate alarak, eş zamanlı mekânsal otoregresyon ve coğrafi ağırlıklı regresyon modelleri ile mekânsal veri analizi yapmışlar ve bu analiz için Türkiye'nin farklı illerinde evsel katı atık üretim oranları için önemli olan sosyo-ekonomik ve iklimsel faktörleri incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre birbirine yakın komşuluğa sahip olan iller benzer kentsel katı atık üretim oranına sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca kentsel katı atık üretim oranının, işsizlik oranı ve asfalt kaplı yol oranı ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu saptanmıştır. Fakat bu değişkenlerin anlamlılıkları bazı iller için azalabilmektedir.

Ogwuelaka (2013) çalışmasında, Nijerya/Abuja’da farklı sosyo-ekonomik gruplar içerisinde, günlük kişi başına düşen katı atık üretim miktarları ve gelir arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda gelir ve kişi başına düşen günlük atık miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Buna göre, yüksek gelir grubuna mensup insanların kişi başına düşen atık üretimi ve gelirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. Orta gelir grubundakilerde, ilgili değişkenler arasında istatistiksel olarak önemsiz bir fark bulunmuştur. Düşük gelir grubuna sahip olanları ise kişi başına düşen günü atık miktarı ile gelirleri arasında istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunamamıştır.

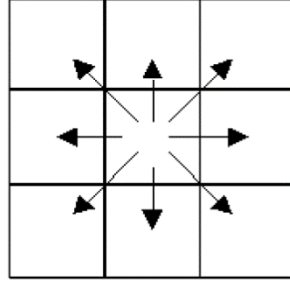
Yapılan tüm bu çalışmalarda katı atık üretiminin mekânsal belirleyicisi olarak demografik ve sosyo-ekonomik özellikler dikkate alınmıştır. Zhang vd. (2015) ise sosyo-ekonomik ve demografik unsurlara ek olarak arazi kullanımı ve arazi yapısı gibi mekânsal faktörler göz önünde bulundurularak mekânsal otokorelasyon ve lineer regresyon analizi yapılmıştır. Çalışmada, Çin’de bir ada şehrinde kentsel katı atık üretiminin mekânsal modelini ortaya çıkarmak için küresel ve yerel çapta mekânsal otokorelasyon araçlarından faydalanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kentsel katı atık miktarını belirlemede küresel çapta mekânsal otokorelasyonun önemli bir gösterge olduğu, yerel mekânsal otokorelasyonun ise kentteki katı atıkların miktarlarının yoğunlaştığı sorunlu bölgeleri saptamada önemli bir araç olduğu vurgulanmıştır.

IV. MEKÂNSAL ANALİZİN TEORİK ÇERÇEVESİ VE UYGULAMA

Mekânsal Analizin mekânsal istatistik değerlendirmesinde Keşfedici Mekânsal Veri Analizi (ESDA) en önemli tekniklerden birisidir. ESDA analizi coğrafi konumlar arasındaki etkileşimleri ve coğrafi konumların farklılığını ortaya koymakta olup bölgelerarası farklılıkları karşılaştırabilme fırsatı da sunmaktadır (Celebioglu ve Dall’erba, 2010).

Mekânsal analizin ortaya çıkışı Waldo Tobler’in belirttiği coğrafyanın temel yasasına dayanmaktadır. “Her şey başka her şeyle ilişkilidir. Fakat yakın şeyler, uzak şeylere göre daha fazla ilişkilidir”. Bir değişkene ait benzer değerler genellikle yakın konumlarda ortaya çıkmaktadır ve bu durum mekânsal kümelenme meydana getirebilmektedir. Örneğin, suç oranı yüksek bir şehri çevreleyen illerde suç oranı yüksek olabilir veya gelir düzeyi düşük bir bölgeyi çevreleyen bölgelerde gelir düzeyleri düşük olabilir (Anselin, 1992; Zeren, 2010). Çalışmanın bu kısmında katı atık toplama, taşıma ve toplam günlük maliyet kalemleri açısından ESDA analizi kullanılarak konumlar arasındaki etkileşimler ve coğrafi konumların farklılıkları tespit edilecektir. Çalışmada ayrıca mekânsal kümelenmelerin olup olmadığı da ESDA’nın tamamlayıcısı olan LISA analizi ile ortaya konulacaktır. Bu analizler GeoDa programı ile oluşturulmuştur.

Coğrafi konumların etkileşimlerinin ve farklılıklarının belirlenmesi mekânsal otokorelasyon ile açıklanabilmektedir. Pozitif mekânsal otokorelasyon bir tesadüfi değişkenin yüksek veya düşük değerlerinin uzayda kümelenme eğilimi olduğunda oluşmaktadır. Negatif mekânsal otokorelasyon ise coğrafi bölgelerin çok sayıda benzemeyen değerler ile komşuları tarafından çevrilme (etrafi sarılma) eğilimi olduğunda meydana gelir (Anselin, 1988; Anselin, 1999). Bu kapsamda bölgelerarası komşuluk ilişkilerinin oluşturulması gereklidir. Mekânsal istatistik literatüründe komşular ikili bir ilişki içerisinde açıklanmaktadır (0-komşu olmama, 1-komşu olma). Bu çalışmada Queen (Vezir) komşuluk ilişkisi seçilmiştir. Queen komşuluk ilişkisi, ortak sınırlar ve ortak köşeler dâhil olmak üzere ortak herhangi bir noktadan komşu olmayı ifade etmektedir. Queen komşuluk ilişkisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



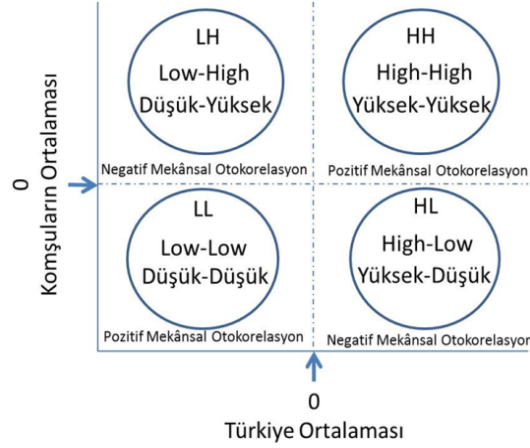
Şekil 1. Queen Komşuluk İlişkisi

Kaynak: Tuncer vd. (2015)

Uzayda bir değişkenin kendisi ile korelasyonu mekânsal otokorelasyonu ifade etmektedir. Bu değer pozitif (yüksek değerlerin yüksek komşuluk değerleri ile korelasyon içinde olması veya düşük değerlerin düşük komşuluk değerleri ile korelasyon içinde olması) veya negatif (yüksek-düşük veya düşük-yüksek değerler için mekânsal aykırı değerler olması) olabilir. Sonlu örneklerdeki ortalama, 1 (bir)'in üzerinde merkezileşmediği için pozitif mekânsal otokorelasyonun düşük bir negatif değer ile ilişkili olabileceği (örnek: -0,01) dikkate alınmalıdır. Mekânsal otokorelasyon analizi hem global (kümelenme için test) hem yerel (kümeler için test) Moran's I istatistiğinin testlerini ve görselleştirmesini içermektedir (Anselin vd., 2006). Moran's I aşağıda belirtildiği gibi formülize edilir (Anselin, 1995; Anselin vd., 2007):

$$I_t = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}^*(k) x_{it} x_{jt}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{it} x_{jt}}$$

Formülde w_{ij}^* , i ve j olarak adlandırılan mekânsal birimler arasındaki bağlantı derecesini (standardize edilmiş dizi) ve x_{ij} , t yılında i bölgesindeki payım değişkenidir (ilgili yıl için ortalama değerden sapma olarak ölçülür). Beklenen $E(I) = -1/(n-1)$ değerden daha büyük (daha küçük) I değeri pozitif (negatif) otokorelasyonu belirtmektedir. Çalışmada 999 permütasyon uygulanarak çıkarsama yapılmıştır. 999 permütasyon, veri setinin 999 kez yeniden örneklenmesidir ve I istatistiği otomatik olarak hesaplanır. Gerçek veri seti için elde edilen değerler yeniden örneklenmiş veri setlerinden elde edilen ampirik dağılım ile karşılaştırılır.



Şekil 2. Moran Serpme Diyagramı

Kaynak: Tuncer vd. (2015)

Şekil 2’de belirtilen Moran serpme diyagramı, incelenen değişkenin mekânsal ayrışmasıyla ilgili bilgileri sunar. Yüksek değerli gözlemlerin yüksek değerli gözlemlerle olan komşuluk ilişkisi (HH) ve düşük değerli gözlemlerin düşük değerli gözlemlerle olan komşuluk ilişkisi (LL) pozitif mekânsal otokorelasyonu belirtir. Pozitif mekânsal otokorelasyonun varlığı diyagramda bu bölgede yer alan gözlemlerin kümelenme içerisinde olduğunu ve komşuluk ilişkilerinden etkilendiklerini belirtmektedir. Diyagramda pozitif mekânsal otokorelasyon bölgesinde yer alan yüksek-yüksek bölgesi hem Türkiye hem de komşuluk durumuna göre ortalamanın üzerindeki bölgeler yer almaktadır. Düşük-düşük bölgesinde hem Türkiye hem de komşularına göre ortalamanın altında kalan bölgeler bulunmaktadır (Tuncer vd., 2015).

ESDA’nın tamamlayıcısı olan LISA analizi de şunu ifade etmektedir: LISA analizi örnekleme yer alan her bir konumun yapısının istatistikî ölçümüdür (Celebioglu ve Dall’erba, 2010). Her bir konum için anlamlı mekânsal kümelenmelerin veya aykırılıkların varlığını veya yokluğunu yansıtmaktadır. Dört bölgeye ayrılan Moran serpme diyagramında yer alan sınıflandırma ile kombine edilir. LISA anlamlı lokal kümeleri (yüksek-yüksek veya düşük-düşük) veya lokal mekânsal aykırılıkları (yüksek-düşük veya düşük-yüksek) belirtir (Anselin, 1995; Anselin vd., 2007).

Anselin (1995) Moran’s I istatistiğini her bir i bölgesi ve t yılı için şu şekilde formüle etmiştir:

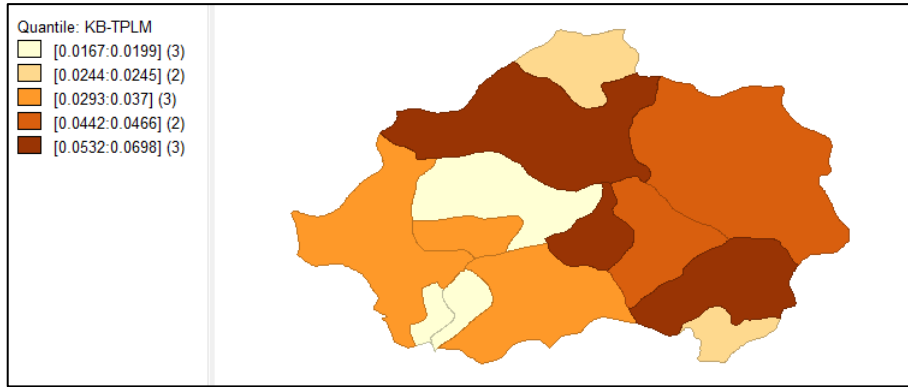
$$I_i = \left(\frac{x_i}{m_0} \right) \sum_j w_{ij} x_j \quad m_0 = \sum_i x_i^2 / n$$

ile

Formülde w_{ij} standardize edilmiş dizi ağırlık matrisi W ’nin unsurlarını ve $x_i(x_j)$, $i(j)$ bölgesindeki gözlemi ifade eder. Anlamlılık, analizde her bir gözlem için illerin komşuluğu 999 permütasyon ile rastgeleştirme (tesadüfleştirme) yöntemi temeline dayandırılmış ve %5 seviyesinde test edilmiştir. Rastgeleştirme (tesadüfleştirme) yöntemi, global ve lokal mekânsal otokorelasyon istatistiği için görünüşte anlamlılık seviyesinin hesaplanmasını tanımlamada kullanılan nümerik bir permütasyon kaynağıdır. Elimizde bulunan gerçek mekânsal muhtemel dağılımı gözlemler için, gerçek verilerin uzay üzerinde 999 kez rastgele (tesadüfî) karıştırılmasıdır (Celebioglu ve Dall’erba, 2010).

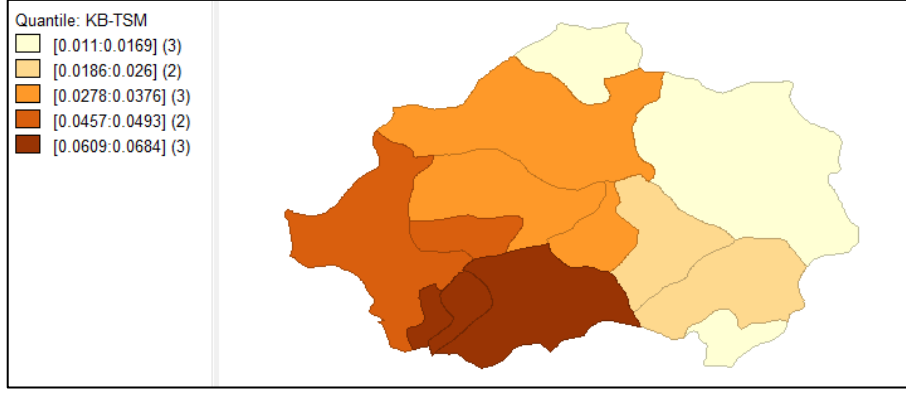


Şekil 3. Kütahya İlçe Haritası



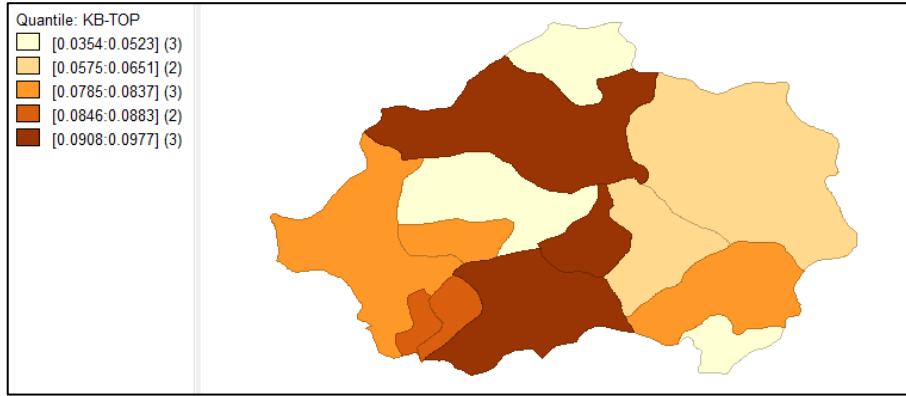
Şekil 4. Katı Atıkların Kişi Başına Düşen Toplama Maliyeti Haritası

Maliyet değerlendirmesinde ilçeler arasında kıyaslama yaparken reel bir ölçüt oluşturmak için kişi başına düşen maliyet hesaplaması dikkate alınmıştır. Bu kapsamda kişi başına düşen maliyet değerleri dağılım haritaları ile coğrafi görselleştirmeleri ortaya konmuştur. Dağılım haritaları beş renk kategorisinden oluşmaktadır. Renkler açıktan koyuya gittikçe ilgili değişkenin değerinin arttığını göstermektedir. Şekil 4'te yer alan kişi başına düşen toplama maliyetinin dağılımını incelediğimizde; Altıntaş, Tavşanlı ve Çavdarhisar ilçeleri kişi başına düşen en yüksek maliyet kalemine sahiptirler. Şaphane, Emet ve Pazarlar ilçeleri ise kişi başına düşen toplama maliyetinde en düşük maliyet kalemine sahiptirler.



Şekil 5. Katı Atıkların Kişi Başına Düşen Taşıma Maliyeti Haritası

Şekil 5'te yer alan kişi başına düşen taşıma maliyeti dikkate alındığında; Şaphane, Gediz ve Pazarlar ilçeleri en yüksek kişi başına düşen taşıma maliyetine sahip olduğu tespit edilmiştir. En düşük kişi başına düşen taşıma maliyeti ise, Dumlupınar, Domaniç ve Merkez ilçesidir.



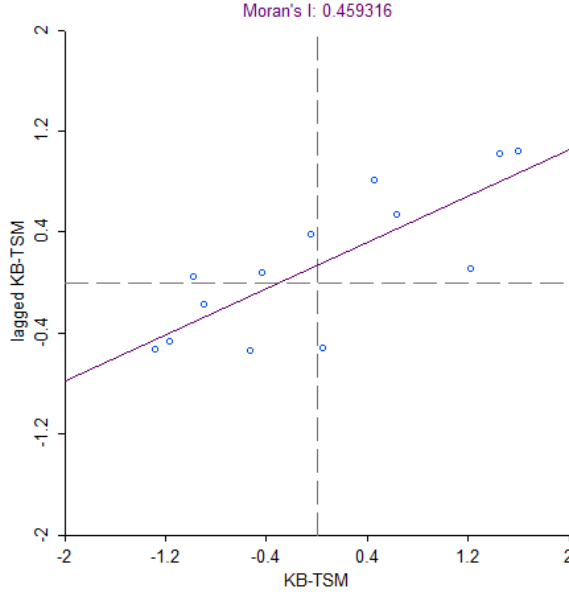
Şekil 6. Katı Atıkların Kişi Başına Düşen Toplam Maliyeti

Şekil 6'da kişi başına düşen toplama ve taşıma maliyetlerinin toplamında oluşan kişi başına düşen toplam maliyet dağılım haritası sunulmuştur. Kişi başına düşen toplam maliyette Tavşanlı, Gediz ve Çavdarhisar ilçeleri en yüksek kişi başına düşen maliyet değerlerine sahiptirler. Dumlupınar, Emet ve Domaniç ilçeleri ise kişi başına düşen toplam maliyette en düşük kişi başına düşen maliyet değerine sahiptirler.

Tablo 9: Queen Komşuluk İlişisine Göre Mekânsal İstatistik Verileri

Queen Komşuluk İlişisine Göre Mekânsal İstatistik Verileri		
Değişken	Moran's I	p-value
KB-TPLM	0,0174	0,272
KB-TSM	0,4593	0,005
KB-TOP	-0,204	0,291

Yukarıda ifade edilen coğrafi görselleştirmelerden hareketle maliyet kalemlerinde mekânsal değerlendirme yapabilmek için Queen Komşuluk İlişkisine göre mekânsal istatistikler oluşturulmuştur. Kütahya ilinin aynı zamanda Türkiye'nin coğrafi sınır yapısı Queen komşuluk ilişkisine daha uygun olduğu için çalışmada bu komşuluk ilişkisi tercih edilmiştir. Tablo 9'a göre kişi başına düşen taşıma maliyeti istatistikî olarak %1'den daha düşük seviyede anlamlı çıkmıştır. Kişi başına düşen taşıma maliyetinin Moran's I değeri 0,4593 olarak tespit edilmiştir. Bu istatistik, kişi başına düşen taşıma maliyetinde pozitif bir mekânsal otokorelasyon olduğunu ifade etmektedir. Bu doğrultuda aşağıda yer alan Şekil 7'de kişi başına düşen taşıma maliyetinin serpme diyagramı belirtilmiştir.



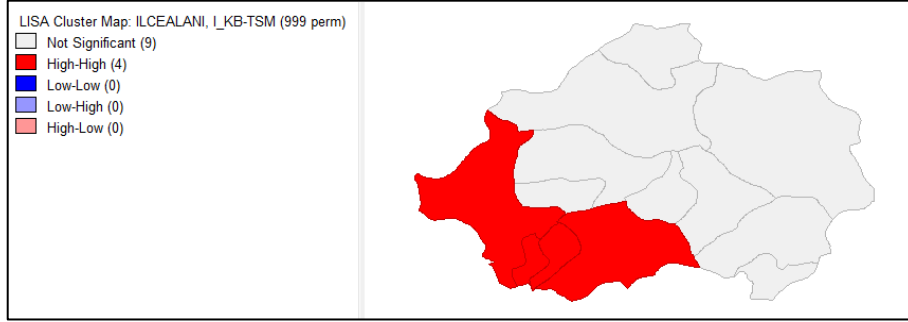
Şekil 7. Kişi Başına Düşen Taşıma Maliyetinin Serpme Diyagramı Grafiği

Tablo 10: Serpme Diyagramında Yer Alan İlçelerin Dağılımı

	HH	LL	HL	LH
KB-TSM	Şaphane Simav Hisarcık Gediz Pazarlar	Dumlupınar Merkez Altıntaş Aslanapa	Tavşanlı	Emet Domaniç Çavdarhisar

Yukarıda gösterilen kişi başına düşen taşıma maliyetinin serpme diyagramında yer alan ilçelerin dağılımı Tablo 10'da sunulmuştur. Buna göre; Şaphane, Simav, Hisarcık, Gediz ve Pazarlar ilçeleri HH komşuluk ilişkisine sahip ilçeler konumundadır. Dumlupınar, Merkez, Altıntaş ve Aslanapa ilçeleri ise LL komşuluk ilişkisine sahip ilçeler konumundadır. HH ve LL' de yer alan ilçeler pozitif mekânsal otokorelasyona sahiptir. HH'deki ilçeler kişi başına düşen taşıma maliyetinde Kütahya ili ve komşuluk ilçelerinin ortalamasından yüksek, LL'de yer alan ilçeler ise Kütahya ili ve komşu ilçelerin ortalamasından düşük olan ilçelerdir. HL bölgesinde Tavşanlı ilçesi yer almaktadır. Bu durum Tavşanlı ilçesinin kişi başına düşen taşıma maliyetinin yüksek olduğunu fakat etrafında yer alan ilçelerin düşük maliyete sahip ilçeler olduğunu ifade eder. LH' de Emet,

Domaniç ve Çavdarhisar ilçeleri yer almaktadır. Bu durum ise ilgili ilçelerin kişi başına düşen taşıma maliyetinin düşük olduğunu fakat etrafında yer alan ilçelerin yüksek maliyete sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. Katı Atıkların Kişi Başına Düşen Taşıma Maliyeti

Yukarıda ifade edilen mekânsal istatistiklerden hareketle çalışmada ayrıca LISA analizi de gerçekleştirilmiştir. LISA analizi ile kişi başına düşen taşıma maliyetinde mekânsal kümelenmelerin veya aykırılıkların varlığı veya yokluğu tespit edilebilmektedir. Şekil 8’de gösterilen LISA analizi sonuçlarına göre istatistikî olarak anlamlı çıkan dört ilçe yer almaktadır. Bu ilçeler; Pazarlar, Şaphane, Gediz ve Simav olup HH kümelenmesi oluşturmuşlardır. HH bölgesinde yer alan ilçelerde pozitif bir mekânsal kümelenme olduğunu göstermektedir. Bu bölgede yer alan ilçelerin oluşturduğu pozitif mekânsal kümelenme kişi başına düşen taşıma maliyetinin artması yönünde bir kümelenme olduğunu göstermektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Hızla artan nüfus, teknolojik gelişmeler, tüketim alışkanlıklarının değişimi, atık üretimini ve kompozisyonunu arttırmaktadır. Kontrol edilebilirliği ve sınıflandırılması zorlaşan katı atıkların çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri, katı atık sorununu toplumların ve yönetimlerin gündemine taşımaktadır.

Katı atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi yerel yönetimlerin sorumluluğunda gerçekleşmektedir. Katı atıkların sebep olduğu sorunları azaltarak ve katı atıkların yeniden değerlendirilmesiyle ekonomiye artı değer olarak kazandırma düşüncesi beraberinde mali açıdan etkin bir atık yönetimini gerektirmektedir.

Yerel yönetimlerin etkin bir katı atık yönetimi gerçekleştirmesi için öncelikle sorunu belirlemesi gerekmektedir. Sorun belirlenirken katı atıkları sadece uzaklaştırılması gereken çöp yığını olarak tanımlamak yerine atıkların yeniden kullanımını ve atık üretiminin azaltılmasını hedefleyen bir yaklaşıma taraf olunmalıdır. Bu yaklaşım, sürdürülebilir temiz bir çevre için gerekli ve önemlidir.

Yerel yönetimler katı atıkların yarattığı sorunlara çözüm ararken mevcut durumu iyi analiz etmelidir. Bu aşamada belirlenen sorunlar için uygun modeller yapılmalıdır. Modelleme, yasal düzenleme ve hukuki yapıya, bölgesel özelliklere, atıkların niteliklerine, atık toplama taşıma ve bertaraf güzergahlarının optimum olması gibi konular dikkate alınarak yapılmalıdır. Katı atık yönetiminin en önemli maliyet kalemini atıkların toplama ve taşıma aşaması oluşturmaktadır. Bu nedenle uygulanacak olan modelde bölgenin coğrafi şartlarına uygun güzergâh seçimi maliyetlerin

düşük olmasını sağlayacaktır. Yerel yönetimler sorunları belirledikten ve analiz yaptıktan sürdürülebilir katı atık yönetimi için belirlenen plana göre hareket etmelidir.

Kütahya ilinin mevcut durumu ve katı atıkların toplama ve taşınması sürecindeki maliyetlerinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışma merkez ilçe dâhil olmak üzere toplam 13 ilçeyi kapsamaktadır.

Kütahya ilinin 2014 yılına ait olan katı atık toplama ve taşıma maliyetinin analizi Kütahya Katı Atık A.Ş.'den ve TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'nden alınan veriler doğrultusunda hesaplanmıştır. Bu bağlamda, nüfusu en yoğun olan merkez ilçe, günlük atık miktarı en fazla olan ilçe olarak belirlenmiştir. En düşük nüfusa sahip Dumlupınar ilçesinde ise günlük atık miktarı en azdır. Bu sonuç, nüfusun katı atık üretimini etkileyen en önemli etkenlerden olduğu gerçeğini bir kez daha ortaya koymuştur.

Atık miktarını etkileyen diğer önemli unsurlardan biri de mevsimlerdir. Kütahya ilinin 1994-2012 yılları arasındaki kişi başına düşen günlük atık üretimi incelendiğinde mevsimsel etkinin izlerine rastlanmaktadır. Karasal bir iklime sahip olan Kütahya'da, kış mevsiminde oluşan günlük atık miktarının yaz mevsiminde oluşan atık miktarından daha fazla olduğu görülmektedir. Mevsimlerin, atık üretimi üzerindeki etkisi fark edilir derecededir.

Katı atık yönetiminin en maliyetli aşaması bertaraf hizmetidir. Atıkların toplanması, taşınması ve nihai bertarafında; güzergâh optimizasyonu, personel ve araç sayısı, sefer sayısı, döküm sahasına olan uzaklık ve yakıt masrafı maliyetleri etkilemektedir. Yapılan maliyet hesaplamaları sonucunda günlük toplama maliyetinin en yüksek olduğu ilçe, merkez ilçedir. Günlük toplama maliyetinin yüksek çıkması nüfusun ve atık miktarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Buna bağlı olarak da toplama işlemi için yapılan sefer sayısı, araç ve personel sayısı artmaktadır. Günlük taşıma maliyeti, sefer sayısı ve depo sahasına olan uzaklık ile doğru orantılıdır. Hesaplamalar sonucunda, günlük taşıma maliyeti en çok merkez ilçede çıkmıştır. Depo sahasına uzaklığı 15 km olmasına rağmen taşıma maliyetlerinin yüksek çıkması atık miktarı, sefer sayısı, personel ve araç sayısı ile bağlantılıdır. Merkez ilçedeki toplama araçlarının kapasitesini arttırarak araç sayısını ve sefer sayısını azaltmak, günlük toplama ve taşıma maliyetlerinin önemli oranda azalmasını sağlayacaktır.

Toplama ve taşıma maliyetlerinin azaltılmasında atıkların kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımı etkili olmaktadır. Geri kazanımı mümkün olan atıklar, atık kumbaralarına atılarak bertaraf edilmesi gereken atık miktarı azaltılmalıdır. Buna bağlı olarak araç sayısında ciddi bir azalma meydana gelecek ve maliyetleri düşürecektir. Kütahya'da belirli bölgelerde atık kumbaraları uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamadan daha fazla verim alınabilmesi için halkın bilinçlendirilmesi gerekmektedir. İlgili yetkililer, halkı bilinçlendirmek için basın yayın yolunu kullanmalı ve okullarda atıkların kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanım konularında güncel eğitim verilmesini sağlamalıdır. Ayrıca atık kumbaralarının olmadığı bölgelerde, geri kazanımı imkânsız hale getiren sıkıştırılmalı çöp kamyonu kullanılmamalıdır.

İlçelerin, günlük toplama ve taşıma maliyetlerini nüfusa bölerek kişi başına düşen toplama ve taşıma maliyetlerinin incelenmesi sonucunda, Çavdarhisar ilçesinin kişi başına düşen en yüksek toplama maliyetine sahip olduğu belirlenmiştir. Aslanapa ilçesiyle ortak olarak tek bir araçla toplama ve taşıma hizmeti verilen Çavdarhisar ilçesinde konteyner sayısına bağlı olarak günlük toplama ve taşıma maliyeti hesaplanmıştır. Bu bağlamda Çavdarhisar'da bulunan konteyner sayısı azaltılarak ve sefer sayısı iki günde bir sefere düşürülerek kişi başına düşen toplama maliyetleri azaltılabilir.

Kişi başına düşen günlük taşıma maliyetleri hesaplaması sonucunda Şaphane, Pazarlar ve Gediz ilçelerinde yüksek maliyet değerleri bulunmuştur. Depo sahasına olan uzaklıkları, üç ilçenin taşıma sürelerini ve buna bağlı olarak taşıma maliyetlerini arttırmıştır.

İlçelere ait genel maliyet değerlendirmelerinden hareketle çalışmada ayrıca mekânsal analiz gerçekleştirilmiştir. Mekânsal analiz öncelikle coğrafi görselleştirmeler açısından daha sonra ESDA ve LISA mekânsal istatistik uygulamaları ile ortaya konmuştur. Mekânsal istatistik

verilerine göre kişi başına düşen taşıma maliyeti anlamlı çıkmış ve bu kalemde pozitif mekânsal otokorelasyon tespit edilmiştir.

Pozitif mekânsal otokorelasyona konu olan Şaphane, Simav, Hisarcık, Gediz ve Pazarlar ilçeleri HH bölgesinde; Dumlupınar, Altıntaş, Merkez ve Aslanapa ilçeleri LL bölgesinde yer almıştır. HH bölgesinde yer alan ilçeler komşuluk ilişkileri ile birbirlerini, kişi başına düşen taşıma maliyetlerini arttırma yönünde etkilemektedir. ESDA'nın tamamlayıcısı olan LISA analizinde Pazarlar, Şaphane, Gediz ve Simav ilçeleri kişi başına düşen taşıma maliyetleri kaleminde pozitif mekânsal kümelenme oluşturmuşlardır. Bu ilçelerde oluşturulacak maliyet azaltıcı önlemler komşuluk ilişkileri ile taşıma etkisi oluşturarak bu bölgelerde avantaj oluşturabilecektir. Bu kapsamda, belirlenmiş olan ilçelerde kişi başına düşen taşıma maliyetlerinin düşürülmesi için kısa vadede, Şaphane ve Pazarlar ilçelerinin günlük kişi başına düşen taşıma maliyetinin azaltılması için günlük sefer sayısı düşürülmelidir. Her iki ilçenin de atıklarını toplayan toplama aracı, 10m3 kapasiteli bir araçla değiştirilip sefer sayısı tek sefere düşürülmelidir. Gediz ve Simav ilçeleri için, mevcut araçlarının sayısı azaltılıp atıl durumda kalmış araç kapasitesi önlenecek verimlilik arttırılmalı ve bunun sonucunda taşıma maliyetleri kısmi olarak olsa da azaltılmalıdır. Uzun vadede ise, bu dört ilçeye yakın mesafede bir depolama sahası inşası için etüt çalışması ile uygun yer seçimi yapılarak kişi başına düşen taşıma maliyetleri azaltılmalıdır. Ayrıca; Pazarlar, Şaphane, Gediz ve Simav ilçelerine yakın olan illerin belediyeleri ile imkânlar birleştirilerek merkezi toplama birimleri oluşturulmalı ve bu birimlerde katı atıkların değerlendirilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Anselin, Luc, (1992), *Spatial Data Analysis with GIS: An Introduction to Application in the Social Sciences*. Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis, University of California.
- Anselin, Luc, (1995), "Local Indicator of Spatial Association – LISA", *Geographical Analysis*, Vol:27, pp.93-115.
- Anselin, Luc, (1988), *Spatial Econometrics Methods and Models*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, Luc, (1999), "Interactive Techniques and Exploratory Spatial Data Analysis", P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, & D. W. Rhind, *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications* pp. 251-264, New York: Wiley.
- Anselin, Luc, Syabri, Ibnu, ve Kho, Youngihn, (2006), "GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis", *Geographical Analysis*, Vol:38, pp.5-22.
- Anselin, Luc, Sridharan, Sanjeev ve Gholston, Susan, (2007), "Using Exploratory Spatial Data Analysis to Leverage Social Indicator Database: the Discovery of Interesting Patterns", *Social Indicators Research* Vol:82, pp.287-309.
- Aydın, Mehmet, Emin ve Gülnihal, Kara, (2003), "Acil Durumlarda Katı Atık Yönetimi", V Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 1-4 Ekim 2003, Ankara. ss.574-583.
- Bandara, Nilanthi J. G. J., J. Patrick, A., Hettiaratchi, S. C. Wirasinghe ve Sumith, Pilapiiya, (2007), "Relation of Waste Generation and Composition to Socio-Economic Factors: A Case Study", *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume:135, pp.31-39.
- Beigl, Peter, Gudrun, Wassermann, Felicitas, Schneider ve Stefan, Salhofer, (2004), "Forecasting Municipal Solid Waste Generation in Major European Cities". In: *Proceedings of the IEMSS International Conference on Complexity and Integrated Resources Management*, 14-17 June 2004, Osnabrueck, Germany, http://www.iemss.org/iemss_2004/pdf/regional/beigfore.pdf, (14.01.2016).
- Celebioglu, Fatih ve Dall'erba, Sandy. (2010), "Spatial Disparities Across the Regions of Turkey: An Exploratory Spatial Data Analysis", *The Annals of Regional Science*, pp.379-400.

- Dennison G.J., V.A., Dodd ve B. Whelan, (1996), “A Socio-Economic Based Survey of Household Waste Characteristics in The City of Dublin, Ireland: II. Waste Quantities.” Resources, Conservation and
- Keser, Saniye, Şebnem, Düzgün ve Ayşegül, Aksoy, (2012), “ Application of Spatial and Non-Spatial Data Analysis in Determination of The Factors That Impact Municipal Solid Waste Generation Rates in Turkey”, Waste Management, Volume:32, pp,359-371.
- Kütahya Valiliği Çevre Ve Şehircilik Müdürlüğü, (2011), Kütahya İl Çevre Durum Raporu, Kütahya.
- Ogwueleka, Toochukwu Chibueze, (2013), “Survey of Household Waste Composition and Quantities in Abuja, Nigeria”, Resources, Conservation and Recycling, Volume:77, pp:52-60.
- Purcell, Mary, ve William L., Magette, (2009), “Prediction of Household and Commercial BMW Generation According to Socio-Economic and Other Factors for the Dublin Region”, Waste Management, Volume:29, Issue:4, pp:1237-1250.
- Tuncer, Güner, Yıldız, Fazlı ve Çelebioğlu, Fatih, (2015), Kamu Maliyesi Coğrafyası, Academia Yayınevi.
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2006), Belediye Atık İstatistikleri, 2004, Haber Bülteni, Sayı:210.
- Yılmaz, Abdullah ve Yavuz, Bozkurt, (2010), “Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları ve Kütahya Katı Atık Birliği (KÜKAB) Örneği”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 15, Sayı:1, ss:11-28.
- Zhang, Guoqin, Tao, Lin, Shaohua, Chen, Lishan, Xiao, Jin, Wang ve Yifang Guo, (2015), “Spatial Characteristics of Municipal Solid Waste Generation and its Influential Spatial Factors on A City Scale: A Case Study of Xiamen, China.” Journal of Material Cycles Waste Management, Volume:17 pp:399-409.
- Zeren, Fatma, (2010), “Mekânsal Etkileşim Analizi”, Ekonometri ve İstatistik, ss.18-39.