



## Katı Atık ve Tıbbi Atıkların Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile Konumsal Dağılımlarının İncelenmesi

Erkan KALIPCI<sup>1</sup> Mehmet Ali DERELİ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye  
<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye

Geliş Tarihi: 11.12.2023

Kabul Tarihi: 26.12.2023

Basım Tarihi: 19.01.2024

Atıf yapmak için: Kalıpcı, E. & Dereli, M.A. (2024). Katı Atık ve Tıbbi Atıkların Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile Konumsal Dağılımlarının İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 9(1), 23-31. <https://doi.org/10.35229/jaes.1403278>

How to cite: Kalıpcı, E. & Dereli, M.A. (2024). Investigation of Spatial Distribution of Solid Waste and Medical Waste Using Geographical Information System (GIS). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 9(1), 23-31. <https://doi.org/10.35229/jaes.1403278>

\*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0575-1316>

ID: <https://orcid.org/0000-0002-1908-5468>

**\*Sorumlu yazarın:**

Mehmet Ali DERELİ  
Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye  
✉: [mehmet.dereli@giresun.edu.tr](mailto:mehmet.dereli@giresun.edu.tr)

**Öz:** Katı atıkların ve tıbbi atıkların toplanması ve bertarafının yönetimi, çevre ve insan sağlığının korunması açısından günümüzde oldukça önem taşımaktadır. Çalışmada kullanılan veriler, Türkiye İstatistik Kurumu ve T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığından temin edilmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında işlenerek haritalandırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda; toplamda 1389 Belediyeden, 1387'sinde atık hizmeti verilebildiği ve bu belediyelerin 32.324.472 ton atık topladığı tespit edilmiştir. En fazla katı atık miktarının sırasıyla İstanbul, İzmir, Ankara, Antalya, Bursa ve Konya illerinde olduğu belirlenmiştir. Kişi başına günde en az atık oluşturan iller ise Gümüşhane, Bingöl, Trabzon, Bitlis, Hakkâri, Kahramanmaraş, Mardin ve Muş illeridir. Türkiye'de toplam katı atık ve tıbbi atık miktarı bölgeden bölgeye farklılıklar göstermektedir. En fazla tıbbi atık miktarının sırasıyla İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Adana, Antalya ve Konya illerinde olduğu belirlenmiştir. Sterilize edilerek depolama alanlarında bertaraf edilen toplam tıbbi atık miktarı 99.369.433 kg, yakma tesislerinde bertaraf edilen toplam tıbbi atık miktarı ise 10.313.245 kg'dır. Bu araştırma, CBS kullanılarak katı atıklar ile bulaşıcı ve tehlikeli doğası nedeniyle tıbbi atık yönetimine ilişkin araştırma yapısının kapsamlı bir görünümünü sunmuştur. Atıkların azaltılması, kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanılması için bireylerin farkındalığını artırıcı çalışmalar ile çevresel açıdan sürdürülebilir ve verimli atık yönetim sistemlerinin geliştirilerek hayata geçirilmesi önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** CBS, entegre atık yönetimi, konumsal otokorelasyon, tıbbi atık dağılımı, Türkiye.

## Investigation of Spatial Distribution of Solid Waste and Medical Waste Using Geographical Information System (GIS)

**Abstract:** Abstract : The management of collection and disposal of solid waste and medical waste is very important today in terms of protecting the environment and human health. The data used in the study were obtained from the Turkish Statistical Institute and the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change the Republic of Türkiye and processed and mapped in the Geographic Information Systems (GIS) environment. As a result of the study, it has been determined that waste service can be provided in 1387 of 1389 municipalities in total and these municipalities collected 32.324.472 tons of waste. It was determined that the highest amount of solid waste was in the provinces of İstanbul, İzmir, Ankara, Antalya, Bursa and Konya, respectively. The provinces that create the least amount of waste per capita per day are Gümüşhane, Bingöl, Trabzon, Bitlis, Hakkâri, Kahramanmaraş, Mardin and Muş. The total amount of solid waste and medical waste in Türkiye varies from region to region. It was determined that the highest amount of medical waste occurred in the provinces of İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Adana, Antalya and Konya, respectively. The total amount of medical waste sterilized and disposed of in storage areas is 99.369.433 kg, and the total amount of medical waste disposed of in incineration facilities is 10.313.245 kg. This research, it has presented a comprehensive view of the body of research on solid waste and medical waste management due to its infectious and hazardous nature using GIS. In order to reduce waste, collect it separately at the source and recycle it, it is recommended to develop and implement environmentally sustainable and efficient waste management systems through studies that increase the awareness of individuals.

**\*Corresponding author's:**

Mehmet Ali DERELİ  
Giresun University, Faculty of Engineering,  
Department of Surveying Engineering, Giresun,  
Türkiye  
✉: [mehmet.dereli@giresun.edu.tr](mailto:mehmet.dereli@giresun.edu.tr)  
✉: [erkankalipci@gmail.com](mailto:erkankalipci@gmail.com)

**Keywords:** GIS, Integrated waste management, medical waste distribution, spatial autocorrelation, Türkiye.

## GİRİŞ

Katı atıklardan kaynaklanan çevresel problemler gün geçtikçe dünya çapında bir sorun haline gelmiştir. Dünya çapında yıllık 2,01 milyar ton katı atık üretiminin %33'lük kısmı doğadan toplanamamış olup 2050 yılına kadar üretim miktarının ise toplamda 3,40 milyar tona çıkması beklenmektedir (Kaza vd., 2018). Katı atıkların bertarafı ve uygunsuz yönetimi, patojenleri yayan kemirgenlerin ve böceklerin çoğalmasına, su kirliliği vb. insan refahını tehlikeye atan sorunlara neden olmaktadır. Katı atıklar sadece arıtma ve bertaraf süreçlerinde değil, aynı zamanda hava ve toprak kirliliğini de artırarak çevresel koşulları da etkilemekte ve dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmayı engellemektedir (İslam, 2018; Singh, 2019; Aras & Ölmez, 2021). Bu nedenle katı atıkların verimli bir şekilde azaltılması ve yeniden kullanılması büyük bir zorunluluk haline gelmiştir (Guo vd., 2021). Türkiye'de yaşanan kentleşme ve hızlı nüfus artışı, endüstrileşme, sanayileşme ve teknolojideki gelişmeler, atık türlerinin hem çeşitlenmesine hem de miktarlarındaki artışlara sebep olmaktadır. Atık miktarındaki artışlar; takip edilecek atık yönetim sürecindeki metotların özenle belirlenmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Atıklar konusunda bireylerin yeterince çevre bilgisi ve farkındalığına sahip olmadığı, kaynağında ayrıştırma ile ne gibi yararlar sağlanabileceği hususunda duyarlılıklarının ve bilinçlendirilmelerinin gerektiği, Valilik, Belediyeler, Kamu Kuruluşları, Sivil Toplum Kuruluşları ile özel firmalarca, bireylerin konu hakkında farkındalıklarını arttırmak amacıyla bilinçlendirme, bilgilendirme ve uygulamalı eğitim projelerinin ivedilikle hayata geçirilmesinin gerektiği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Gül & Yaman, 2021). Yine tıbbi atıkların toplanmasından bertarafına kadar ki geçen süreç; tüm dünyada olduğu gibi, ülkemiz açısından da önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Tıbbi atıklar yönetmeliklere uygun bertaraf edilmediği takdirde çevre ve insan sağlığı açısından ölümcül etkiler meydana getirmektedir. Ayrıca; hem insan sağlığı açısından oluşabilecek risklerin minimum seviyeye indirilmesi, hem de sağlık kuruluşları açısından mali kayıpların azaltılması için tıbbi atıkların, kaynağında ayrıştırılması ve uygun bertaraf metotlarının kullanılması gerekmektedir (Ertaş & Güden, 2019).

Son yıllarda, Katı Atık Yönetiminde (KAY) Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) uygulanması, gelişmiş ülkelerden, gelişmekte olan ülkelere kadar dünyanın birçok şehrinde yaygın olarak benimsenmiştir. Üstelik CBS'nin kullanımı yalnızca katı atık yönetimiyle sınırlı değildir. Tarım, doğal kaynak yönetimi, planlama ve ekonomik kalkınma, afet yönetimi, halk sağlığı ve ilgili alanlarda yaygın olarak uygulanmaktadır. Sürdürülebilir bir atık

yönetimi yaklaşımının planlanması karmaşık, sıkıcı ve zaman alıcıdır ve karar vericiler sıklıkla birbiriyle çelişen faktörlere maruz kalır. CBS, sürdürülebilir KAY'ın uygulanmasını basitleştirmede ve kolaylaştırmada çok önemli bir role sahiptir. Daha iyi bilgi sağlayarak tercih ve çıkar tarafları arasındaki değer çatışmalarını en aza indirmeye yardımcı olabilecek güçlü bir araçtır. Katı atık yönetiminde, CBS'nin benimsenmesinin temel amacı maliyet ve zamanı azaltmak (fizibilite) ve ayrıca planlamacıların katı atık ve tıbbi atık yönetimini tasarlarken daha iyi kararlar almalarına yardımcı olmaktır (UNEP, 2013; Asefa vd., 2022; Aras & İpek, 2019). Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde CBS tabanlı çok farklı alanlarda mekânsal istatistiksel yöntemlerin de uygulandığı görülmektedir (Yalçın & Kaya 2019; Durduran & Durduran, 2009; Dereli & Polat, 2018). Bu istatistiksel yöntemlerden Moran's I ile evsel atıkların değerlendirilmesine yönelik bir çalışma Gök & Gürbüz (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yalçın ve Kaya (2019)'un yapmış oldukları çalışmada, Türkiye'de solunum sistemine bağlı ölüm oranlarının mekânsal kümelenmelerini Moran's I, Geary C ve Getis Ord Gi\* istatistiksel yöntemleri ile incelemiş ve Orta ve Batı Karadeniz bölgelerinde yüksek; Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ise düşük kümelenmelerin olduğunu tespit etmişlerdir.

Günümüzde sadece toplama ve uzaklaştırmadan oluşan atık yönetimi artık çevre ve insan sağlığını koruma açısından kabul edilemez olmuş ve atık yönetiminin bütün unsurlarını içeren bir entegre atık yönetim biçiminin uygulamaya geçirilmesi gerekliliği yadsınamaz bir gerçekliğe dönüşmüştür (Gedik, 2008). Bu düşünceden hareketle yapılan bu çalışmada; katı atık ve tıbbi atık yönetimi konusunda çalışan araştırmacılar ve ilgili kamu kurum-kuruluşlarının entegre atık yönetiminin planlanmasında, kolay ve etkili analizini yapabilmelerinin olanaklı hale getirilmesi amacıyla veri kaynağı oluşturulması için katı atık miktarı, toplanan katı atıkların toplam belediye nüfusuna oranı ve kişi başı toplanan katı atık miktarlarının dağılımını gösterir haritalar ile tıbbi atık miktarının dağılım tematik haritaları hazırlanmıştır. Elde edilen bilgiler ışığında verilere ilişkin CBS aracılığı ile birlikte Getis Ord Gi\* ve Moran's I istatistikleri uygulanarak, bu yöntemler için kümelenme ve dağılım haritaları üretilmiştir. Bu çalışma ile özellikle salgın hastalık dönemi öncesinde meydana gelen katı ve tıbbi atıkların konumsal dağılımları mekânsal otokorelasyon yöntemleri ile belirlenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı olarak Türkiye'de bulunan 81 adet il seçilmiştir. Çalışmada kullanılan 1994-2020 yılları

arasındaki veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ile T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında temin edilerek kullanılmıştır (TÜİK, 2020; Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı, 2023). Verilerin analizi ve haritalandırılması ArcGIS programında gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan vektörel tabanlı tematik haritalar ile mekânsal istatistiksel yöntemler ArcGIS 10.4 yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılan mekânsal istatistiksel yöntemler küresel ve bölgesel olmak üzere iki farklı bölümde irdelenmektedir. Bu yöntemler genel olarak verilerde kümelenme olup olmadığını araştırmaktadır. Bu çalışmada kümeleme istatistiklerinden olan Getis Ord  $G_i^*$  ve Moran's I istatistiği uygulanmıştır. Mekansal otokorelasyon testi olan Moran's I istatistiği verilerin kümelenmiş, dağınık ya da rastgele olup olmadığını göstermektedir. Bu kapsamda model sonucunda değerlendirmeyi yapabilmek için standart sapma (z skoru) ve anlamlılık (p değeri) değerleri hesaplanmaktadır. Moran's I istatistiğinin matematiksel formülü aşağıdaki denklemlerde gösterilmektedir (URL 1):

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}$$

Burada,  $w_{i,j}$ , i ve j değerleri arasında bulunan mesafenin tersiyle orantılı olan ağırlık matrisini, n nesnel değerlerin sayı toplamını ve  $S_0$  mekânsal ağırlıkların toplamını ifade etmektedir. Moran'ın I istatistiksel değerlerin aralığı, -1 ile +1 arasında değişmektedir. Pozitif değerler, benzer değerlerin konumsal kümelenmesini, negatif değerler ise farklı değerlerin kümelenmesini göstermektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan bir diğer yöntem olan Getis Ord  $G_i^*$  istatistikleri sıcak bölge analizleri olarak

da bilinmektedir. Bu yöntemde  $G_i^*$  istatistiği, z standart sapma ve p olasılık değerlerini üretmektedir.  $G_i^*$  istatistik aracı veriler arasındaki komşuluk ilişkilerini dikkate alarak hesaplamalar gerçekleştirmektedir. İstatistiksel olarak ortaya çıkan z skorları ve p değerleri, yüksek veya düşük indeklerle sahip öznelik bilgilerinin mekânsal olarak nerelerde kümelenmiş olduğunu göstermektedir. Bir özelliğin istatistiksel olarak sıcak ya da soğuk bir bölge olabilmesi için, komşusunda bulunan değerlerinde yüksek ya da düşük değerlerle çevrili olması gerekmektedir. Getis-Ord  $G_i^*$  istatistiğinin matematiksel ifadesi aşağıdaki denklemde gösterilmektedir (URL 2).

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=0}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=0}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

Burada  $x_j$ , j nesnesi için öznelik değeri,  $w_{i,j}$  i ve j nesneleri arasında mekânsal ağırlık matrisi, n özelliklerin sayısı olarak ifade edilmektedir.

## BULGULAR

TÜİK 2020 yılı verilerine göre; Türkiye'de atık hizmeti verilen belediye sayısı ve toplanan atık miktarı ile ilgili bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre toplamda 1389 Belediyeden, 1387'sinde atık hizmeti verilebildiği ve bu belediyelerin 32.324.472 ton atık topladığı tespit edilmiştir. Belediyelerce toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarının ise 1,13 kg olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Atık hizmeti verilen belediye sayısı, nüfusu ve toplanan atık miktarı.

**Table 1.** Number of municipalities providing waste service, population and amount of waste collected.

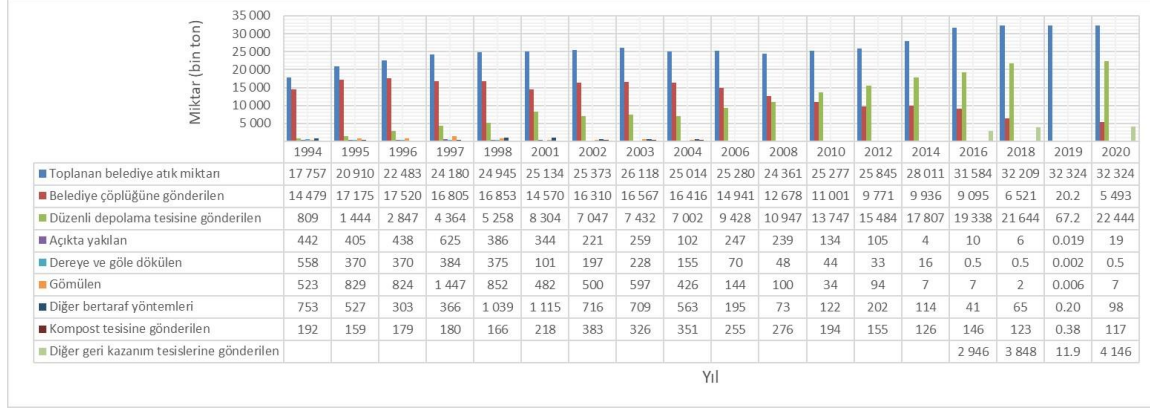
Toplam Nüfus	Toplam Belediye Nüfusu	Toplam Belediye Sayısı	Atık Hizmeti Veren Belediye Sayısı	Atık Hizmeti Verilen Belediye Nüfusu	Atık hizmeti Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (%)	Toplanan Atık Miktarı (Ton)	Kişi Başı Toplanan Ortalama Atık Miktarı (kg/kişi-gün)
83,614,362	78,920,614	1,389	1,387	78,204,213	99,1	32,324,472	1,13

Türkiye'de atık dağılım oranları ise Şekil 1'de verilmiş olup, artan nüfus oranı ile doğru orantılı olarak atık üretiminin her geçen gün artış göstermeye devam ettiği ve bu artışların atıklar için sürdürülebilir entegre atık yönetiminin gerekliliğini ortaya çıkardığı görülmektedir. Sürdürülebilir entegre atık yönetimi ise; atıkların önlenmesi, tekrar kullanılması, geri dönüştürme ve geri kazanıma yönlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. 2020 yılında toplanan katı atık verileri incelendiğinde; katı atıkların

%0.36'sının kompost tesisine, %12.83'lük kısmının ise geri kazanım tesislerine gönderildiği belirlenmiştir. Şekil 1'de görüldüğü üzere Türkiye'de 1994 yılında düzenli depolama tesisine gönderilen katı atık miktarı % 4.6 iken, 2020 yılında ise bu oran % 69.43'e yükselmiştir. İlgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından alınan önlemlerin neticesi olarak; açıkta yakılan, dereye-göle dökülen veya gömülen atık miktarlarında da azalmalar olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Katı atıklar konusunda çalışmalar yapan akademisyen ve ilgili kamu kurum-kuruluşlarının entegre atık yönetiminin planlanmasında, kolay ve etkili analiz yapabilmelerinin olanaklı hale getirilmesi için TÜİK 2020 verileri kullanılarak tematik haritalar oluşturulmuştur.

Türkiye’de illerde toplanan atık miktarı, toplanan atıkların toplam belediye nüfusuna oranı ve kişi başı toplanan atık miktarı dağılımlarını gösteren tematik haritalar Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 1. Türkiye’de bertaraf ve geri kazanım yöntemine göre atık dağılım oranları.

Figure 1. Waste distribution rates according to disposal and recovery methods in Türkiye.

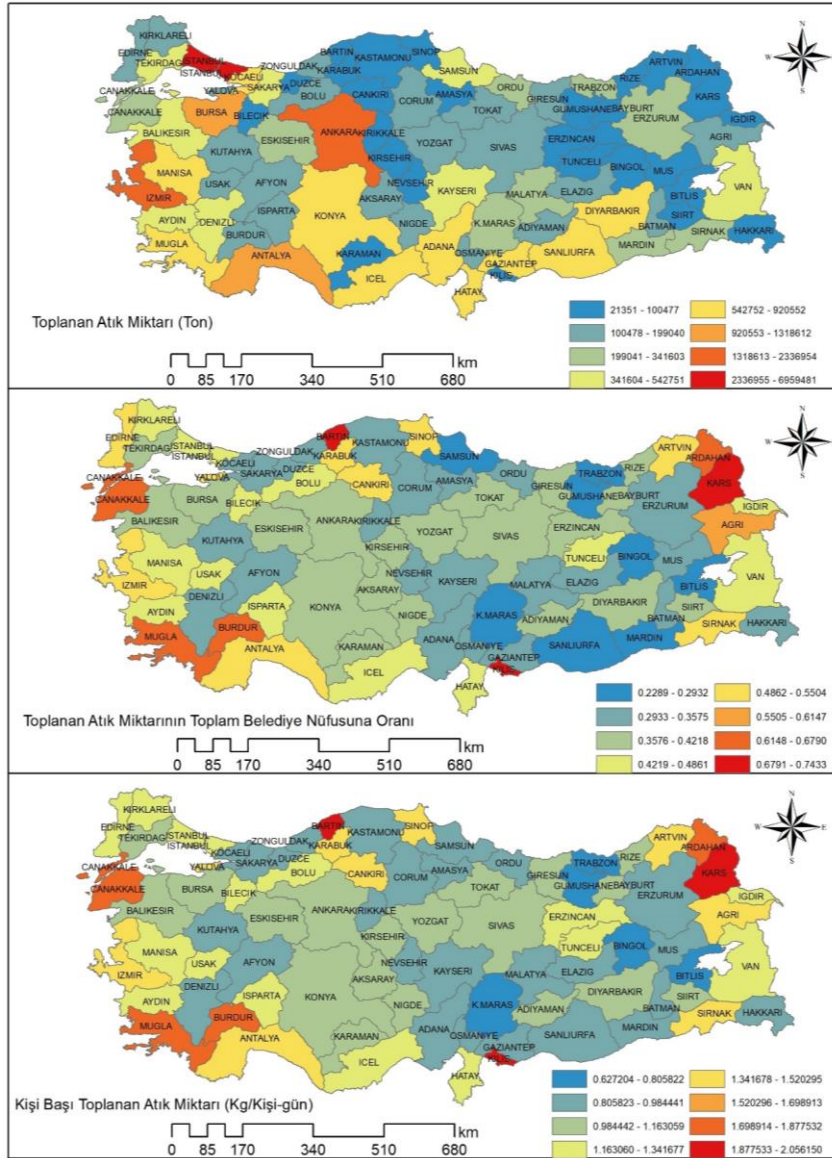
Atık karakterizasyonu; yaşanan bölgeye, sosyal statüye ve kişilerin gelir seviyesi miktarına göre farklılıklar göstermektedir. Şekil 2’de de görüldüğü üzere en fazla katı atık miktarının sırasıyla İstanbul (6959481 ton/yıl), İzmir (2336954 ton/yıl), Ankara (2126019 ton/yıl), Antalya (1318612 ton/yıl), Bursa (1167046 ton/yıl) ve Konya (920552 ton/yıl) illerinde olduğu belirlenmiştir. 2020 yılı kişi başı toplanan katı atık miktarının ise en fazla olduğu illerin sırasıyla Bartın (2,06 kg/kişi-gün), Kilis (1,99 kg/kişi-gün), Kars (1,89 kg/kişi-gün), Muğla (1,86 kg/kişi-gün), Çanakkale (1,85 kg/kişi-gün), Ardahan (1,78 kg/kişi-gün) ve Burdur (1,75 kg/kişi-gün) illeri olduğu görülmektedir (Şekil 2). Yapılan çalışmalar, kişi başına düşen gayri safi milli hâsıla, ortalama hane halkı büyüklüğü ile nüfusun kişi başı ortalama atık miktarı üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermiştir (Uzun ve Demir, 2010). Kişi başına günde en az atık oluşturan iller ise Gümüşhane (0,63 kg/kişi-gün), Bingöl (0,68 kg/kişi-gün), Trabzon (0,76 kg/kişi-gün), Bitlis (0,80 kg/kişi-gün) Hakkâri (0,81 kg/kişi-gün), Kahramanmaraş (0,81 kg/kişi-gün), Mardin (0,81 kg/kişi-gün) ve Muş (0,85 kg/kişi-gün) illeridir. Ülkelerin gruplandırıldığı bir çalışmada, Türkiye’nin de yer aldığı düşük gelirli ülkelerdeki bireyler için günlük atık üretimleri 0,29 kg/kişi-gün olarak verilirken, yüksek gelirli bireylerin ise 2,1 kg/kişi-gün olarak belirlenmiştir. Ortalama atık oluşum miktarı ise 1,1 kg/kişi-gün olarak belirlenmiştir (Kolukısaoğlu vd., 2018). Kişilerin gelir seviyesi arttıkça organik atıkların oranı düşerken; kâğıt, karton, plastik, alüminyum vb. ambalaj atıklarının miktarlarında ise artış gözlenmiştir. Bahçe, yapı malzemeleri, ısınma kaynaklı oluşan küller ve sokak süprüntü atıkları farklı coğrafyalara

göre nicelik ve nitelik olarak çeşitlilik göstermektedir (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). 2020 yılı için atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı ise %99,1’dir (Şekil 2).

Atıklar depolandığında ve suya deşarj edildiğinde toprağı, yeraltı sularını, akarsuları, deniz ve okyanusları; yakıldıklarında da ise havayı kirletmektedirler (Çoban, 2020). Bu nedenle tüm belediyeler, biçimi bakanlıkça belirlenen “sıfır atık yönetim sistemine” geçmek zorundadır (Şakacı ve Özkaya, 2021). Bu bağlamda; T.C. Cumhurbaşkanlığı tarafından başlatılan ‘Sıfır Atık’ projesi; çevre kirliliklerinin önlenmesini ve çevre koruma bilincinin kurum bünyesinde gelişmesine katkı sağlayan önemli ve büyük bir adımdır. Ülkemizde, bu tarz ‘atık yönetim felsefesi’ olarak tanımlanan çevresel kirlenmeleri ortadan kaldıracak veya minimuma indirecek çevresel projelerin hazırlanarak sayısının artması ve ivedilikle hayata geçirilmesi elzemdir (Kalıpcı & Başer, 2019). Katı atıklar, oluştukları yere göre kendi aralarında sınıflandırıldığında; endüstriyel atıklar, evsel katı atıklar, tehlikeli atıklar, tıbbi atıklar, özel atıklar, inşaat artığı ve moloz atıkları, tarımsal ve bahçe atıkları olarak yedi alt bölümde karşımıza çıkmaktadır (Öden, 2021). Tıbbi atıkların oluştuğu yerler farklı olsa da, bu atıkların oluşturulmasında sağlık kuruluşları çok önemli bir kaynaktır. Gerek hastane çalışanlarının yetersiz eğitimi, gerekse de oluşan bu tıbbi atıklar konusundaki duyarlılıkları, kaynağında beklenenden daha fazla tıbbi atık oluşumuna sebebiyet vermektedir. Ayrıca oluşan bu tıbbi atıkların ön işlemlere tabi olmadan geçici/nihai depolanması, tıbbi atık yönetimine ilişkin mer’i mevzuatlara uyulmaması, insan ve çevre sağlığı açısından

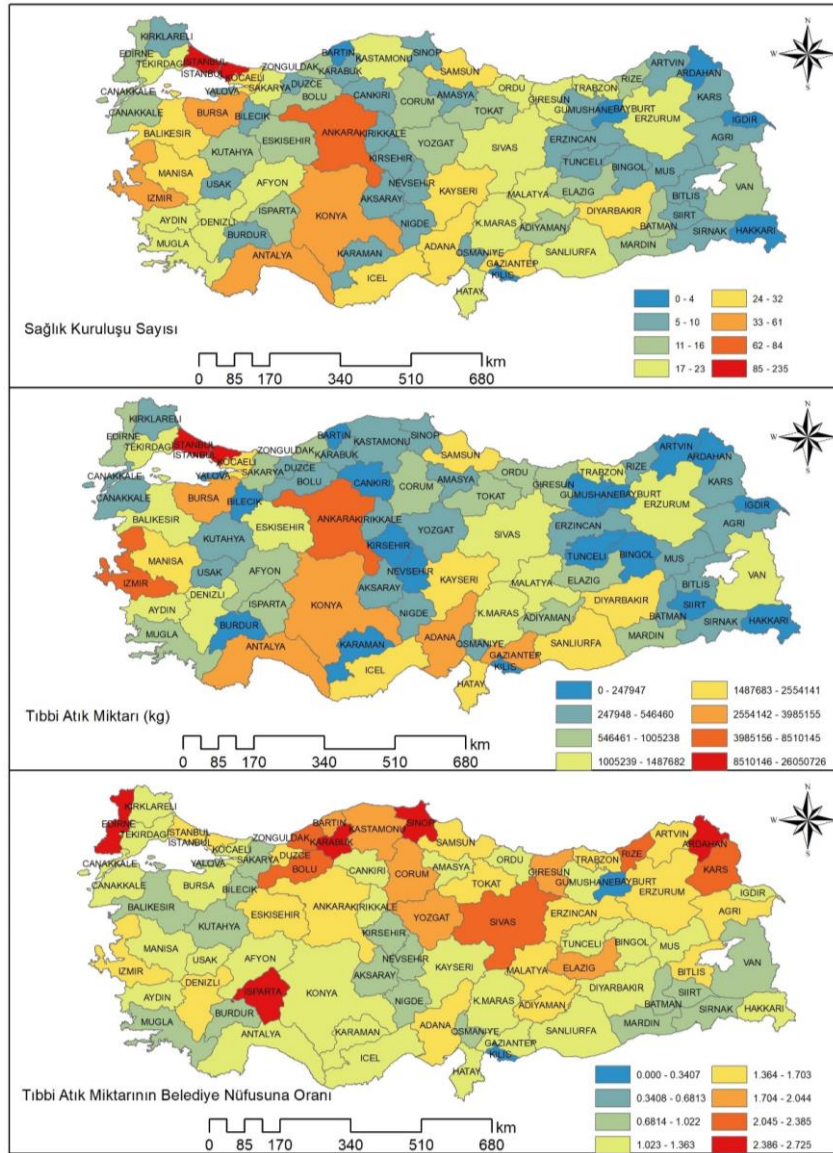
tehlikeler oluşturmaktadır (Ertaş & Güden, 2019). İnsan ve çevre sağlığını önleyecek şekilde tıbbi atık yönetimi hususunda çalışma yapan araştırmacıların kolay ve etkin analiz yapabilmelerinin olanaklı hale getirilmesi için TÜİK 2020 verileri kullanılarak oluşturulan Türkiye’de illerde bulunan sağlık kuruluşu sayısı, toplanan tıbbi atık miktarı ve tıbbi atıkların toplam belediye nüfusuna oran dağılımı haritaları hazırlanarak Şekil 3’de sunulmuştur. Türkiye’de üniversite, doğum ve genel maksatlı hastaneler ile klinikleri kapsayacak şekilde 1536 adet sağlık kuruluşunda toplamda 109.682.678 kg tıbbi atık oluşmuştur (TÜİK, 2020). Yıllar içerisinde artan nüfus ve sağlık kuruluşu sayısına bağlı olarak tıbbi atık miktarı da her geçen gün artmaktadır. Şekil 3’de görüldüğü üzere en fazla sağlık

kuruluşu sırasıyla İstanbul (235 adet), Ankara (84 adet), İzmir (61 adet), Antalya (46 adet), Konya (45 adet) ve Bursa (42 adet) illerinde bulunmaktadır. Türkiye’de toplam tıbbi atık miktarı bölgeden bölgeye farklılıklar göstermektedir. Şekil 3’de de verildiği üzere en fazla tıbbi atık miktarının sırasıyla İstanbul (26.050.726 kg/yıl), Ankara (8.510.145 kg/yıl), İzmir (6.386.191 kg/yıl), Bursa (3.985.155 kg/yıl), Adana (3.245.385 kg/yıl), Antalya (2.933.809 kg/yıl) ve Konya (2.745.154 kg/yıl) illerinde olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmaya göre de kişi başına tıbbi atık üretimi üniversite hastanelerinde, Sağlık Bakanlığına bağlı hastanelerdeki miktarın 4 katına, özel hastanelerin 2 katına yakın olduğu belirlenmiştir (Eryılmaz & Demirarslan, 2020).



**Şekil 2.** Türkiye’de illerde toplanan katı atık miktarı, toplanan katı atıkların toplam belediye nüfusuna oranı ve kişi başı toplanan katı atık miktarı dağılım haritaları.

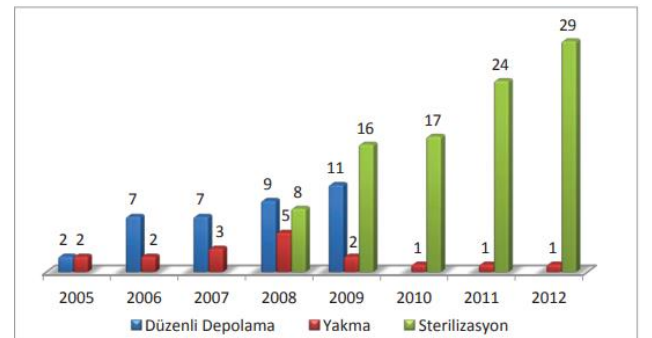
**Figure 2.** Distribution maps of the amount of solid waste collected in provinces in Türkiye, the ratio of collected solid waste to the total municipal population and the amount of solid waste collected per person.



**Şekil 3.** Türkiye’de illerde bulunan sağlık kuruluşu sayısı, toplanan tıbbi atık miktarı ve tıbbi atıkların toplam belediye nüfusuna oran dağılımı haritaları.  
**Figure 3.** Distribution maps of the number of health institutions in the provinces of Turkey, the amount of medical waste collected and the ratio of medical waste to the total municipal population.

Türkiye’de 2020 yılında sterilize edilerek depolama alanlarında bertaraf edilen toplam tıbbi atık miktarı TÜİK verilerine göre toplamda 99.369.433 kg’dır. Türkiye’deki tıbbi atık bertaraf tesislerinin yıllara göre dağılımı Şekil 4’te, 2012 yılında sterilizasyon tesislerinin bulunduğu illerin dağılım haritası Şekil 5’te verilmiştir. Buna göre 2012 yılında tıbbi atık sorununa çözüm getirilen il sayısı 73’e ulaşmış ve mevcut tıbbi atığın yaklaşık %40’ı sterilize edilerek zararlı hale getirilmiştir. Son durum itibarı ile ülke genelinde yaklaşık 35 milyon kişiye hizmet edilmektedir (Anonim, 2012). TÜİK 2020 yılı verilerine göre Türkiye’de yakma tesislerinde bertaraf edilen toplam tıbbi atık miktarı ise 10.313.245 kg’dır. Yakma tesislerinde bertaraf edilen tıbbi atık miktarlarının illere göre dağılımı ise Adana’da (8.367 kg/yıl), Ankara’da (8.510.145 kg/yıl),

Antalya’da (9.721 kg/yıl), İstanbul’da (1.743.679 kg/yıl) ve Kocaeli (41.333 kg/yıl)’dir.



**Şekil 4.** Tıbbi atık bertaraf tesislerinin yıllara göre dağılımı (Anonim, 2012).  
**Figure 4.** Distribution of medical waste disposal facilities by years (Anonymous, 2012).



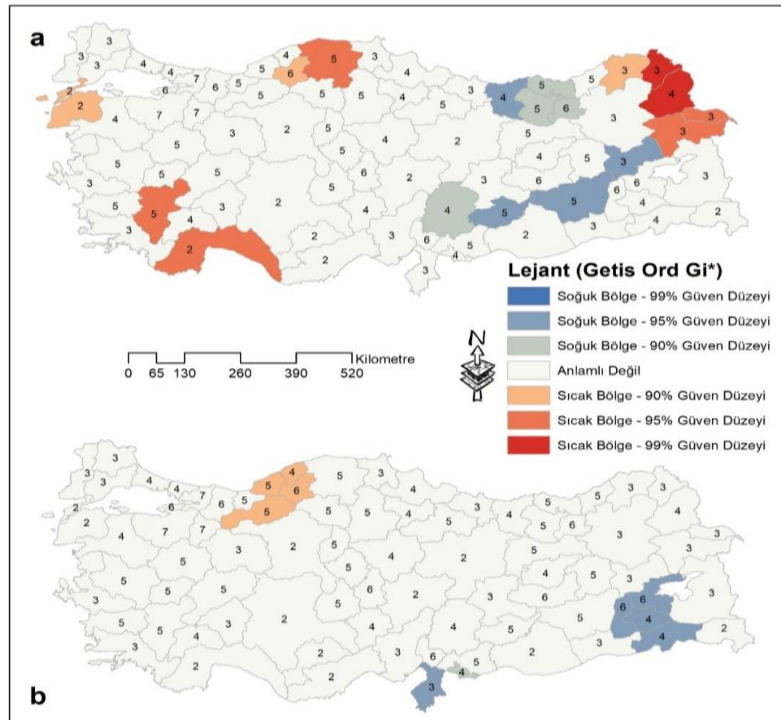
Sterilizasyon tesislerinin bulunduğu iller (Haritada sterilizasyon tesisinin bulunduğu il ile aynı renkte gösterilen illerin tıbbi atıkları ilgili sterilizasyon tesisine gönderilmektedir.)

Şekil 5. 2012 yılı Türkiye'deki sterilizasyon tesisleri (Anonim, 2012).

Figure 5. Sterilization facilities in Türkiye in 2012 (Anonymous, 2012).

Gerçekleştirilen çalışma neticesinde mekânsal istatistiksel yöntemlere göre gerek katı atıkların gerekse tıbbi atıkların kişi başına göre analizleri yapılmıştır. Bölgesel analizlerden ilk olarak Getis Ord Gi\* istatistiksel yöntemleri 2020 yılı verilerine uygulanmıştır. Şekil 6'da gösterilen sonuçlara göre %99, %95 ve %90 güven düzeylerine göre sıcak ve soğuk bölgeler belirlenmiştir. Kişi başına düşen katı atık miktarlarına bakıldığında Kars ve Ardahan illerinde %99 güven düzeyinde, Kastamonu, Denizli, Antalya, Iğdır ve Ağrı illerinde %95 güven düzeyinde, Çanakkale, Karabük ve Artvin illerinde %90 güven düzeyinde sıcak bölgeler tespit edilmiştir. Aynı şekilde Giresun, Muş, Diyarbakır ve Adıyaman illerinde

%95 güven düzeyinde, Kahramanmaraş, Gümüşhane, Bayburt ve Trabzon illerinde %90 güven düzeyinde soğuk bölge kümelenmeleri tespit edilmiştir. Kişi başına düşen tıbbi atık miktarlarına bakıldığında ise Bartın, Zonguldak, Bolu ve Düzce illerinde % 95 güven düzeyinde sıcak bölgeler ile Bitlis, Batman, Siirt, Hatay ve Şırnak illerinde %95 güven düzeyinde, Kilis ilinde ise %90 düzeyinde soğuk bölge kümelenmeli bulunmaktadır. Yüksek mekânsal kümelenmeleri sıcak bölgeler, düşük mekânsal kümelenmeleri ise soğuk bölgeler göstermektedir. Harita üzerinde gösterilen rakamlar, analizlerde her bir il için hesaba katılan komşu il sayısını göstermektedir.

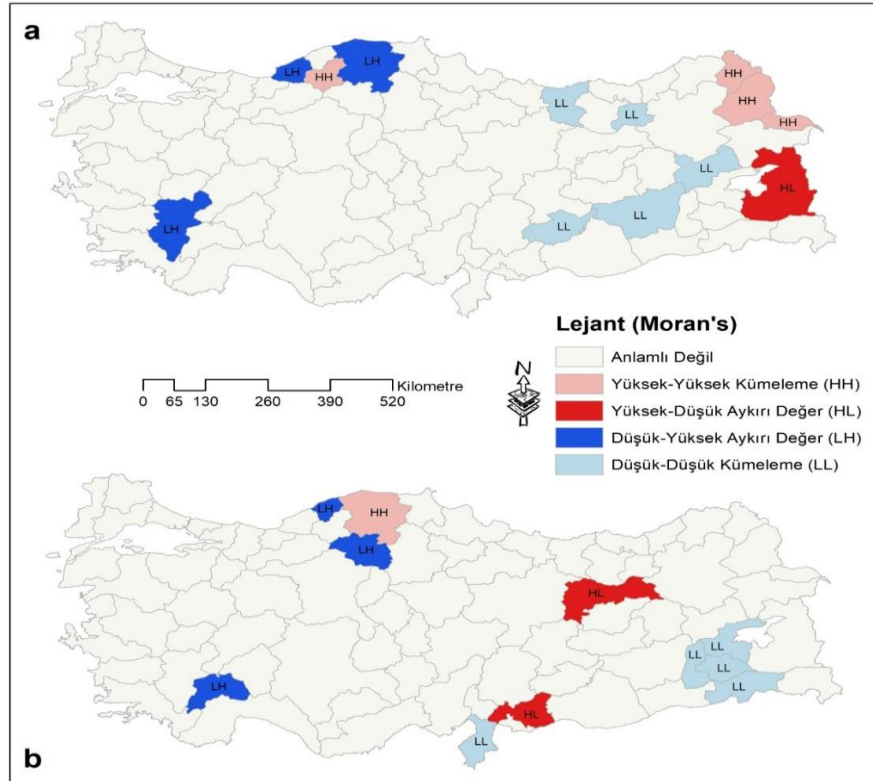


Şekil 6. Getis Ord Gi\* analizleri a) Kişi başına düşen katı atık miktarı b) Kişi başına düşen tıbbi atık miktarı.

Figure 6. Getis Ord Gi\* analysis a) Amount of solid waste per capita b) Amount of medical waste per capita.

Bir diğer istatistiksel yöntem olan Moran's I tekniğine göre yapılan analizlerde ise Şekil 7'deki sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu yöntemde sonuçlar yüksek-yüksek (HH) ve düşük-düşük (LL) kümelenmeleri ile yüksek-düşük (HL) ve düşük-yüksek (LH) aykırı değerler oluşmaktadır. Buna göre kişi başına katı atık miktarlarının analizinde (Şekil 7-a) Ardahan, Kars, Karabük ve Iğdır illerinde HH kümelenmelerinin olduğu, Giresun, Bayburt, Muş, Diyarbakır ve Adıyaman illerinde LL

kümelenmelerinin olduğu, Van ilinde HL ile Kastamonu, Zonguldak ve Denizli illerinde ise aykırı değerlerin olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 7-b'deki kişi başına düşen tıbbi atık miktarlarının analizinde ise Kastamonu ilinde HH ve Hatay, Şırnak, Siirt, Batman ve Bitlis illerinde LL kümelenmelerinin olduğu, Gaziantep ve Erzincan illerinde HL ile Bartın, Çankırı ve Burdur illerinde ise LH aykırı değerlerin olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. Moran's I analizleri a) Kişi başına düşen katı atık miktarı b) Kişi başına düşen tıbbi atık miktarı.  
Figure 7. Moran's I analysis a) Amount of solid waste per capita b) Amount of medical waste per capita.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Hızlı nüfus artışı, sanayi, kentleşme ile birlikte Covid-19 ve benzeri küresel salgın hastalıkların görülmesi günümüzde katı atık ve tıbbi atık miktarlarının artmasına sebep olmuştur. Türkiye'deki atık yönetim uygulamalarının; sadece atıkların vahşi ve düzenli çöp deponi sahalarında bertaraf edilmesine dönük yaklaşımından vazgeçilip, geri kazanım ve geri dönüşüm yöntemlerine ağırlık verilerek süreç dikkatli bir şekilde yönetilmelidir. Belediye katı atıklarının yönetimine yönelik yapılacak bilinçlendirme programları yaklaşımı ile aktif vatandaş katılımı sağlanması yoluna gidilmesi son derece önemlidir. Katı Atık Yönetim sisteminde vatandaşların 4R ilkesi (azaltma, yeniden kullanma, geri dönüştürme ve geri kazanım) hakkında daha fazla bilgi sahibi olması sağlanarak kaynağında azaltma, yeniden

kullanım ve birincil atıkların kaynağında toplanması kültürünün güçlü bir iş birliğine dönüştürülmesi yönünde adımlar atılması sorunu büyük ölçüde çözüme kavuşturacaktır. Yapılan çalışma kapsamında Türkiye'deki katı atık ve tıbbi atık türlerinin mekânsal otokorelasyon testleri de kullanılarak konumsal kümelenmeler ve aykırılıklar belirlenmiştir. Getis Ord Gi\* ve Moran's I yöntemleri irdelendiğinde gerek katı atıkların gerekse tıbbi atıkların dağılımlarından çok az sayıda ilde bir kümelenmenin ve aykırılığın olduğu görülmüştür. Katı ve tıbbi atıkların toplanması çalışmalarında; çöp kamyonu güzergahlarının planlanmasında, çöp toplama konteynırlarının yerleştirileceği konumların belirlenmesinde, çöp konteynırı sayısı ve kapasitelerinin belirlenmesinde yerel yönetimlerce Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanılmasının yaygınlaştırılması ve saha uygulamalarında faydalanılması, toplama süreci ve



taşımının verimliliğini yönetmek ve geliştirmek için önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim. (2012).** Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *Türkiye’de Atık Yönetimi*, Erişim Linki: file:///C:/Users/Acer/Desktop/TIBB%C4%B0%20ATIK%20VER%C4%B0LER%C4%B0%202020/sayfa%2016%20%C4%B1%20al.pdf adresinden 7 Kasım 2023 tarihinde alınmıştır.
- Asefa, E.M., Barasa, K.B. & Mengistu, D.A. (2022).** *Application of Geographic Information System in Solid Waste Management*.
- Aras, S. & Ölmez, B. (2021).** İzmir İli Konak İlçesi’nde Sıfır Atık Uygulaması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *10*(2), 144-156.
- Aras, S. & İpek, G.G. (2019).** Kızılırmak Nehri (Nevşehir) yüzey suyu kalitesinin coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesi. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *22*(2), 48-57.
- Çoban, A. (2020).** *Çevre Politikası Ekolojik Sorunlar ve Kuram*, Ankara: İmge Kitabevi.
- Dereli, M.A., & Polat, N. (2018).** Boşanma verilerinin coğrafi bilgi sistemleri destekli mekânsal istatistiksel yöntemler ile irdelenmesi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, *3*(3), 112-118.
- Durduran, S.S. & Durduran, Y. (2009).** Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla kalp ve solunum yolu hastalarının mekânsal dağılımının belirlenmesi: Konya örneği. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *24*(3), 19-28.
- Ertaş, H. & Güden, M.A. (2019).** Hastanelerde Tıbbi Atık Yönetimi. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, *1*, 53-67.
- Eryılmaz, H. & Demirarslan, K.O. (2020).** 2012-2018 yılları tıbbi atıklarının nüfus ile ilişkilendirilmesi ve mevcut bertaraf yöntemlerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *7*(13), 89-103.
- Gedik, F.F. (2008).** *Elazığ ili için entegre atık yönetimi oluşturulması*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi.
- Gök, G. & Gürbüz, O. (2021).** Evsel katı atık oluşum miktarlarının küresel ve yerel mekânsal otokorelasyon yöntemleri ile incelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *10*(2), 472-478.
- Guo, W., Xi, B., Huang, C., Li, J., Tang, Z., Li, W., ... & Wu, W. (2021).** Solid waste management in China: Policy and driving factors in 2004-2019. *Resources, Conservation and Recycling*, *173*, 105727.
- Gül, M. & Yaman, K. (2021).** Türkiye’de atık yönetimi ve sıfır atık projesinin değerlendirilmesi: Ankara örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *35*(4), 1267-1296.
- Hoornweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012).** *What a waste, a global review of solid waste management*. World Bank Urban Development and Local Government Unit.
- İslam, K.N. (2018).** Municipal solid waste to energy generation: An approach for enhancing climate co-benefits in the urban areas of Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*, 2472-2486.
- Kalıpcı, E. & Başer, V. (2019).** Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve hava kalitesi verileri kullanılarak Türkiye’nin hava kirliliğinin değerlendirilmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, *9*(2), 377-389.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. & Van Woerden, F. (2018).** *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications.
- Kolukusaoglu, M., Maçın, K.E. & Demir, İ. (2018).** Katı atık toplama sıklığının toplama-taşıma maliyetine etkisi. *Artıbilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *1*(1), 46-56.
- Öden, M. K. (2021).** Biyomedikal ve tıbbi atıkların yönetimine dair mevzuatın uygulanmasının araştırılması. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, *11*(1), 86-103.
- Şakacı, B.K. & Özkaya, S. (2021).** Çevre Yönetimi Kapsamında Türkiye’de Atık Yönetimi: Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Örneği ve Öneriler. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, *2*(2), 57-71.
- Singh, A. (2019).** Remote sensing and GIS applications for municipal waste management. *Journal of environmental management*, *243*, 22-29.
- TÜİK, 2020.** Erişim Linki: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198>, adresinden 1 Haziran 2023 tarihinde alınmıştır.
- Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı. (2023).** Erişim Linki: <https://cygm.csb.gov.tr/ulusal-atik-yonetimi-ve-eylem-planı-2016-2023-hazırlandı-haber-221234> adresinden 1 Haziran 2023 tarihinde alınmıştır.
- UNEP. (2013).** *Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from challenges to opportunities*. Nairobi: United Nations Environment Programme. UNEP, Nairobi.
- URL-1.** <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/toolreference/spatial-statistics/h-how-spatialautocorrelation-moran-s-i-spatial-st.htm>,
- URL-2.** <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/toolreference/spatial-statistics/h-how-hot-spot-analysisgetis-ord-gi-spatial-stati.htm>,
- Uzun, Ö. & Demir, S. (2010).** Kentsel katı atık üretiminin belirleyicileri. *İktisat İşletme ve Finans*, *25*(292), 29-46.
- Yalçın, M. & Kaya, K. (2019).** Türkiye’de solunum sistemine bağlı ölüm oranlarının mekânsal kümelenmelerinin incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *19*(3), 750-761.