

2012-2018 YILLARI TIBBİ ATIKLARININ NÜFUS İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ VE MEVCUT BERTARAF YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Hasan ERYILMAZ¹, Kazım Onur DEMİRARSLAN^{2*}

¹⁻² Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Artvin.
Geliş tarihi: 29.07.2020 Kabul tarihi: 13.10.2020

ÖZET

Teknolojik gelişmeler ve buna bağlı olarak sağlıklı bir toplum olma yolundaki ilerlemeler sonucunda çevreyle insan sağlığını tehdit edebilecek atıklar da ortaya çıkmaktadır. Tehlikeli kabul edilen atıkların bir kısmı da tıbbi atıklardır. Bu tıbbi atıklar hastaneler, laboratuvarlar, aile sağlığı merkezleri, diş hekimleri gibi yerlerden meydana gelmektedir. Yapılan bu çalışmada Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İl Çevre Müdürlüklerince hazırlanan 2012-2018 yılları İl Çevre Durum Raporları incelenerek illere ve bölgelere göre tıbbi atıkların durumları değerlendirilmiştir.. Akdeniz bölgesinde Hatay, Mersin, Antalya ve Adana; Doğu Anadolu Bölgesinde Elazığ, Van, Erzurum ve Malatya; Ege Bölgesinde İzmir; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Şanlıurfa, Diyarbakır ve Gaziantep; İç Anadolu Bölgesinde Kayseri, Konya ve Ankara; Karadeniz Bölgesinde Bolu, Çorum, Tokat, Ordu, Zonguldak, Trabzon, Samsun ve Marmara Bölgesinde ise İstanbul'da toplanan atık miktarı bölgelerin ortalamasından yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilerle illerin nüfus bilgileri kullanılarak doğrusal regresyon analizi yardımıyla nüfus-tıbbi atık ilişkileri incelenmiştir. Sonuç olarak ilişki yıllara göre artış göstermektedir. Türkiye'deki bertaraf yöntemlerine bakıldığında 3 ilde yakma ve 54 ilde sterilizasyon tesisi olduğu görülmüştür. Herhangi bir bertaraf tesisi olmayan 25 il ise topladıkları tıbbi atıkları kendilerine en yakın tesise göndermektedir. Yapılan bu çalışmayla Türkiye'deki tıbbi atıkların envanteri çıkarılarak diğer çalışmalara öncülük etmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Atık nüfus ilişkisi, Bertaraf yöntemleri, Tıbbi atıklar, Doğrusal regresyon*

EVALUATION OF 2012-2018 MEDICAL WASTES WITH THE POPULATION AND CURRENT DISPOSAL METHODS

ABSTRACT

As a result of technological developments and progress to become a healthy society, wastes which may threaten the environment and human health, are also emerging. Some of the wastes considered hazardous are medical wastes. These medical wastes are generated in hospitals, laboratories, family health centres and dentists. In this study, a medical waste inventory was prepared according to the provinces and regions, by examining the Provincial Environmental Status Reports for 2012-2018 years of the Ministry of Environment and Urbanization. The amount of wastes collected in Hatay, Mersin, Antalya and Adana in the Mediterranean region; Elazığ, Van, Erzurum and Malatya in the Eastern Anatolia Region; İzmir in the Aegean Region; Şanlıurfa, Diyarbakır and Gaziantep in the South-eastern Anatolia Region; Kayseri, Konya and Ankara in the Central Anatolia Region; in Bolu, Çorum, Tokat, Ordu, Zonguldak, Trabzon, Samsun in the Black Sea Region; and in İstanbul of Marmara Region, are higher than the average of the regions. The data and relationships were also examined with the help of linear regression analysis by using the population information of the provinces. As a result, it has been determined that the relationship has increased over the years. When the disposal methods in Turkey were examined, three incineration facilities were determined to be in the three provinces and sterilization facility in 54 provinces. Twenty-five provinces without any disposal facilities send the medical wastes which they collect to the nearest facility. In this study, by subtracting the inventory of medical waste in Turkey, it is intended to lead to other studies.

Keywords: *Population-waste relation, Disposal methods, Medical wastes, Linear regression*

e-posta: h.eryilmaz.artvin.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4909-6907>

* e-posta: onurdemirarslan@artvin.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1023-7584>

1. Giriş

Günümüzde nüfusun ve bilimsel çalışmaların artması sonucunda tıp bilimi önemli gelişmeler kaydetmiştir. Bu gelişmeler dünyadaki sağlık hizmetlerinin yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Ancak kaçınılmaz olarak da sağlık personeli ve hastalar için tehlike oluşturan bunun yanında da çevre ve insan sağlığını da tehdit eden atıklar meydana getirmektedir [1-3]. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre tıbbi atıklar enfeksiyon yapıcı, patolojik ve kesici-delici atıklar olarak tanımlanmaktadır [4]. Genellikle tıbbi atık miktarı nispeten küçük olmasına karşın, oluşumundan bertarafına kadar önem verilmesi gereken atık türüdür [5]. Tıbbi atıklar radyoaktif atıklardan sonra gelen ikinci tehlikeli atıktır ve yönetimi yüksek standartta eğitim gerektiren tehlikeli bir işlemdir [6]. Tıbbi atıklar kliniklerden, bakım evlerinden, diş hekimlerinden, laboratuvarlardan, veteriner kliniklerinden tıbbi bakım ve tedavi süreçlerinden meydana gelmektedir [7, 8]. Bu atıklar birçok alanlardan elde edilse de hastaneler büyük bir ağırlığa sahiptir. Gerek sağlık personellerinin eğitimsizliği gerekse tıbbi atık konusundaki vurdumduymazlık bu atıkların daha fazla meydana gelmesine neden olmaktadır [9]. Sağlık kurumlarında meydana gelen bu atıklar genel ve özel atıklar olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Genel atıklar evsel atıklarla benzerlik gösterdiğinden ve tehlikeli veya potansiyel olarak tehlikeli olarak değerlendirilmediğinden özel muamele ve bertaraf gerektirmemektedir. Özel atıklar ise belirli yönetmelik ve yönergelerle göre özel muamele ve bertaraf gerektiren, içerisinde potansiyel sağlık tehlikeleri bulunduran atıklar olarak belirtilmektedir [10]. Bu konuda yapılan çalışmalarda tıbbi atıkların %75-90'lık kısmının riskli olmayıp evsel atıklar ile karıştırılabilecek cinsten olduğu; geri kalan %10-25'lik kısmının ise tehlikeli veya özel atık olarak tanımlandığı görülmektedir. Birlikte ayrıca bu atıkların %15-25'inin bulaşıcı olduğu kabul edilmektedir [2, 11]. Tıbbi atık yönetiminin temel amacı insan sağlığı ve çevreye zarar vermeden, atıkların toplanması, ayıklanması, miktar ve hacminin azaltılarak güvenli bir şekilde bertaraf edilmesidir [12]. Uygun bir atık yönetiminde personelin eğitimi de önemli bir rol oynamaktadır [13]. Tıbbi atıkların bertarafı için birçok teknoloji bulunmaktadır. Dünyada tıbbi atıkların %59-60'ı yakma, %20-37 si buhar sterilizasyonu ve %4-5'i diğer yöntemlerle bertaraf edilmektedir [10]. Avrupa ülkelerine bakıldığında tıbbi atıkların bertarafında %49-60'ın yakılarak, %20-37'si buhar sterilizasyonu ile ve %4-5'inin diğer teknolojiler kullanılarak bertaraf edildiği görülmüştür [14].

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Enstitüsü (TÜİK), Sağlık Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı kaynakları kullanılarak; Türkiye'de bulunan sağlık kuruluşlarında, 2012-2018 yıllarında oluşan tıbbi atık miktarları illere göre ele alınmıştır. Ayrıca tıbbi atık miktarları ile illerin nüfus sayıları arasında ilişki ortaya konmuştur. Bunun yanında Türkiye'deki kişi başına düşen tıbbi atık miktarı da hesaplanmış ve bazı yabancı ülkelerdeki yıllık kişi başına düşen tıbbi atık miktarlarıyla karşılaştırılmıştır. Türkiye tıbbi atık miktarının değişim eğilimi, son durumlar tespit edilerek, bazı yeni teklifler yapılmıştır.

2. Materyal ve Metod

Çalışma alanı olan Türkiye'de 2018 yılı hastane sayıları incelendiğinde Sağlık Bakanlığına bağlı 889, üniversitelere bağlı 68, özel 577 olmak üzere toplamda 1534 hastane bulunmakla birlikte, yatak sayılarına bakıldığında Sağlık Bakanlığı hastanelerinde 139651, üniversite hastanelerinde 42066, özel hastanelerde 50196 toplamda ise 231913 adet yatak bulunmaktadır [15].

Çalışmada TÜİK, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile İl Çevre Müdürlüklerince hazırlanmış olan 2012-2018 yılları arası İl Çevre Durum Raporları, Sağlık Bakanlığı, tarafından elde edilen bilgiler, tablo ve grafikler haline getirilerek yorum ve değerlendirmelerle, Türkiye tıbbi atık miktarının değişim eğilimi ve son durumlar tespit edilmiştir [16, 17].

Ayrıca 2012-2018 yılları il nüfusları ve meydana gelen tıbbi atık miktarları arasındaki ilişki doğrusal regresyon yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Analizler SPSS 19.0 programı kullanılarak

gerçekleştirilmiştir. Regresyon analizleri bağımsız değişkenlerin sonuç değişkenler üzerindeki etkilerini hesaplamaktadır. İstatistiksel uygulamalarda, bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla birçok regresyon yöntemi geliştirilmiştir [18]. Doğrusal regresyon ise bir bağımlı değişkenle bir ya da daha çok bağımsız değişkenin ilişkisini doğrusal bir model ışığında bulmanın istatistiksel yöntemi olarak tanımlanabilir[19].

3. Bulgular

Tıbbi atıkların miktarları ülkelere göre farklılık gösterdiği gibi, aynı ülke içinde bölgelere göre de farklılık gösterebilmektedir [20]. Çizelge 1’ de Kanada ve ABD’deki hastanelerin atık miktarı ile gelişmekte olan birkaç ülkedeki hastanelerden kaynaklanan atık miktarları verilmektedir. Düşük ve orta gelirli ülkelerde yatak başı tıbbi atık oluşumu genellikle geliri yüksek olan ülkelere göre daha azdır. Tıbbi atıkların miktarı; kuruluşların atık yönetim metodları, kuruluşların tipleri, hastanelerin özellikleri, kullanılan sağlık malzemelerinin yeniden kullanılabilirlik oranları ve günlük hasta miktarı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Sağlık hizmetlerinden meydana gelen atıkları karşılaştırmak için uygun bir birim seçimi oldukça zordur. Sağlık kuruluşlarından günlük üretilen toplam tıbbi atık miktarları, genellikle yatak başına verilmektedir. Yatak başı üretilen miktar ise sağlık tesislerinin atık yönetim şekilleri, hastanelerin özel ya da genel hastane oluşu ile günlük hasta yatış miktarı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu durum ise bazı problemlere yol açmaktadır. Örneğin 1 saat içinde tedavi edilen ve taburcu olan hastalar ile günlerce yatarak tedavi olan hastaların da atıkları bu toplama girmektedir [14]. Hasta trafiğinin hızlı olduğu bir hastaneden çıkacak yatak başı atık miktarının çok fazla olacağı açıktır. Böyle kalabalık bir hastanede, yatak başı atık miktarı artarken, yatan veya tedavi olan hasta başına atık miktarı tam tersine azalacaktır. Sonuç olarak Çizelge 1 rakamlarına göre, sanki kalabalık bir hastane ABD şartlarında çok iyi bir hizmet verirken; kalabalık olmayan rahat konforlu bir hastane de Nepal şartlarında kötü bir hizmet veriyor gibi görünmektedir. Bu durum oldukça yanıltıcı ve yanlış bir izlenim ortaya çıkarmaktadır.

Çizelge 1. Farklı ülkelerin tıbbi atık üretim oranları [21]

Ülkeler	Tıbbi Atık Miktarı (kg-gün/yatak)
Nepal	0,53
İran	1,04
Vietnam	1,42
Türkiye	1,53
Sırbistan	1,92
Pakistan	2,07
Birleşik Krallık	3,30
Kuveyt	3,65
Kanada	4,10
ABD	4,40

Bu nedenle yatak başı atık miktarı hesaplaması, sağlık kuruluşunun etkin olarak çalışıp çalışmadığını ölçmek için kullanılabilir. Atık miktarı kişi başına olarak hesaplanırsa daha rasyonel sonuçlar elde edilebilecektir. Yeni yapılan araştırmalarda kişi başına yıllık atık miktarlarının da kullanıldığı görülmektedir. 2016 yılında TUİK tarafından yapılan araştırmanın sonuçları Çizelge 2’ de kişi başı olarak verilmiştir.

Çizelge 2. Sektörlere göre 2012-2016 yılları arası tıbbi atık miktarı [22]

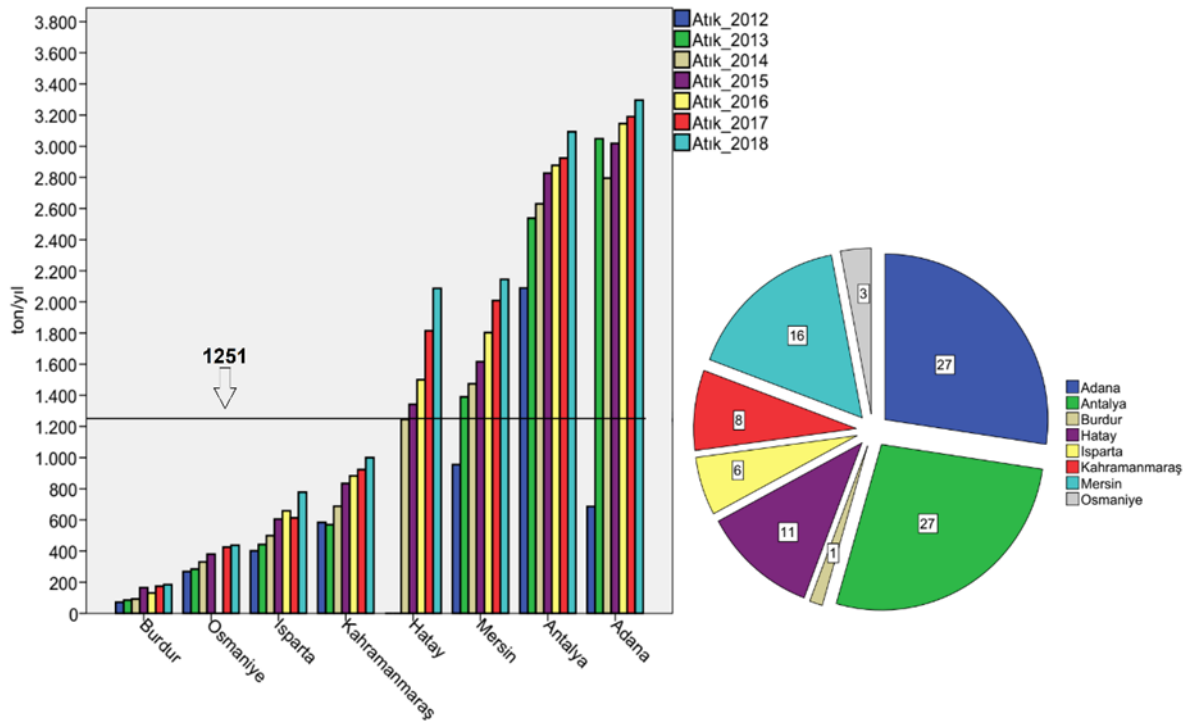
	Sağlık kuruluşu sayısı			Tıbbi atık miktarı (kg)			Hasta başına atık miktarı (kg/kişi)		
	2012	2014	2016	2012	2014	2016	2012	2014	2016
Sağlık Bakanlığı hastaneleri	869	894	887	37.303.772	38.752.842	41.632.187	0,14	0,13	0,12
Özel hastaneler	515	538	567	1.542.342	18.910.552	21.465.033	0,27	0,28	0,30
Üniversite hastaneleri	65	66	73	15.082.685	16.831.652	17.927.049	0,56	0,53	0,49
Toplam	1.449	1.498	1.527	68.928.799	74.495.046	81.024.269	0,97	0,94	0,91

Çizelge 2’deki rakamlardan anlaşılacağı gibi; beş yıl (2012–2016) içinde bütün sektörlerde artan sağlık kuruluşu sayısına paralel olarak tıbbi atık miktarı da artmaktadır. Ancak hasta başına ortalama tıbbi atık miktarı özel hastaneler hariç, hem toplamda hem de ayrı ayrı devlet ve üniversite hastanelerinde azalmaktadır. Özel hastanelerde 0,27→0,28→0,30 kg/kişi şeklinde artışı, muhtemelen tedaviler sırasında, hastaların mali gücüyle orantılı olarak artan özeni göstermektedir. Çizelge 2’de görüleceği üzere, üniversite hastanelerinde kişi başı tıbbi atık üretimi çok yüksektir. Her ne kadar yıllar içinde bu miktar 0,56→0,53→0,49 kg/kişi şeklinde azalmışsa da Sağlık Bakanlığına bağlı hastanelerde çıkan kişi başı atık miktarının dört katına, özel hastanelerin atık miktarının da iki katına yakındır. Üniversite hastanelerinin eğitim-araştırma-hizmet hastaneleri olması ve hem özen, hem yeni teknolojilerin geliştirilmesi için fazla denemelerin yapılması açısından, atık miktarının yüksek çıkması da normaldir. Bu oran hastanenin teknolojik alt yapısıyla ilgili olduğundan, günümüzde yüksek teknolojik alt yapısı olan şehir hastanelerinde de benzer hatta daha yüksek oranların çıkması olasıdır.

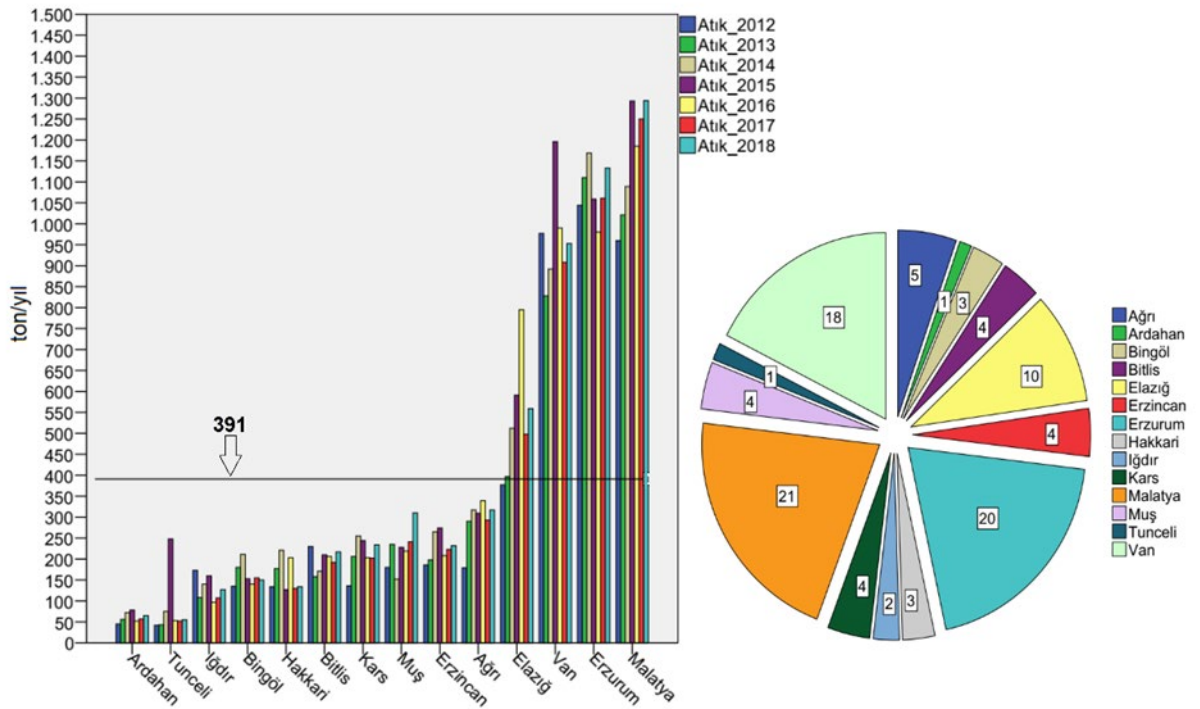
Tıbbi atık miktarları hastane içi servisler arasında da çok farklıdır. Rakamlar değişken de olsa, bir fikir vermek bakımından bir hastanede, günde kişi başı atık miktarı ameliyathanede 8,61 kg iken, iç hastalıklarında 0,95 kg, acil serviste 0,1 kg kadardır [23]. Literatürde bulunan çalışmalara göre ise bulaşıcı tıbbi atıkların %52’sinin kısa süreli hastalardan meydana geldiğini göstermiştir. Bunun dışında %23 oranında laboratuvarlar, %14 ameliyathalar, %7 diyaliz servisleri, %4 ise ilk yardım servisi olduğu görülmüştür. Tayvan’da yapılan benzer çalışmalarda ise diyaliz ünitesi %23, yoğun bakım ünitesi %17, acil bakım ünitesi ve poliklinikler %12 olarak görülmüştür [14].

3.1. Türkiye’deki Tıbbi Atık Miktarları

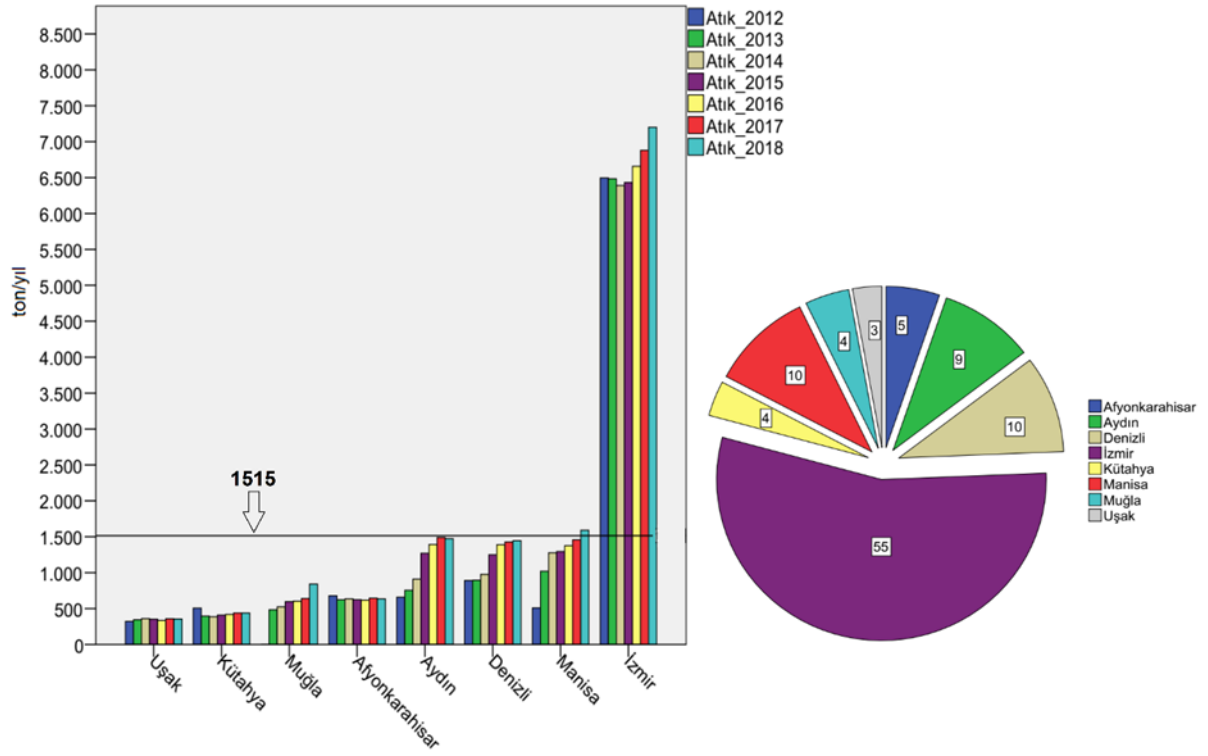
Türkiye’de toplam tıbbi atık miktarındaki artış hızı bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. İstanbul’da 1996–2008 yılları arasında %18,44 artarken; Bursa’da 2000-2004 arasında %20,75; Sakarya’da 2000–2008 yılları arasında %56,42 artmıştır. Önceki senelerde atık üreticileri, belediyeler ve ilgili bakanlık tarafından tıbbi atıkların, katı atıklar ile birlikte değerlendirilmekte olduğu görülebilmektedir. Avrupa Birliği uyum sürecinde yenilenen çevre politikalar/mevzuatı ve çevre konularında gerçekleştirilen yeni proje ve düzenlemelerle beraber tıbbi atıklar ayrı bir yönetim sistemi altında değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu doğrultuda Türkiye’de bölgeler arası eski atık miktarları arasında büyük farkların olması normaldir, son yılların değerleri daha doğru bir eğilimi gösterecektir. Türkiye’de sağlık kuruluşlarında tıbbi atığın düzgün ve ayrı ayrı toplanması 2012 yılında tamamlanabilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı da, İl Çevre Durum Raporlarını sistemli bir şekilde 2012 yılından itibaren yayınlamaya başlamıştır. Bölgelere ve yıllara göre tıbbi atık miktarları Şekil 1-7’de verilmektedir.



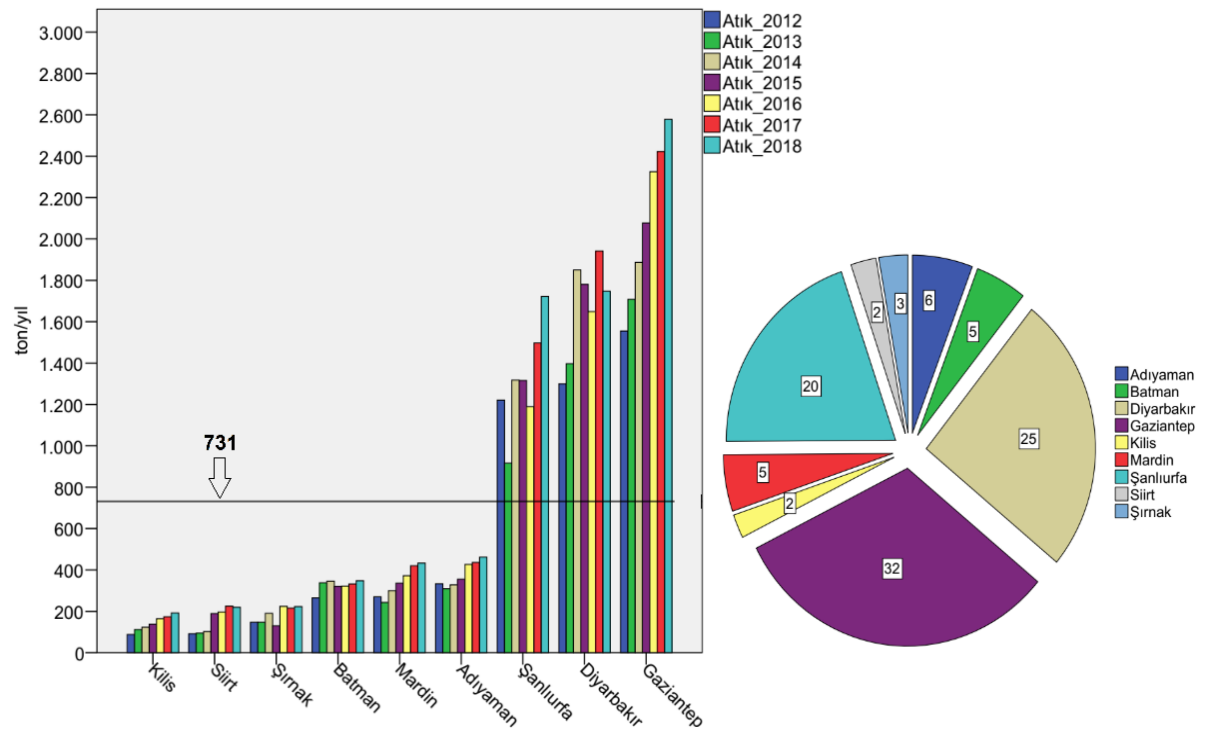
Şekil 1. Akdeniz Bölgesi illeri 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarları



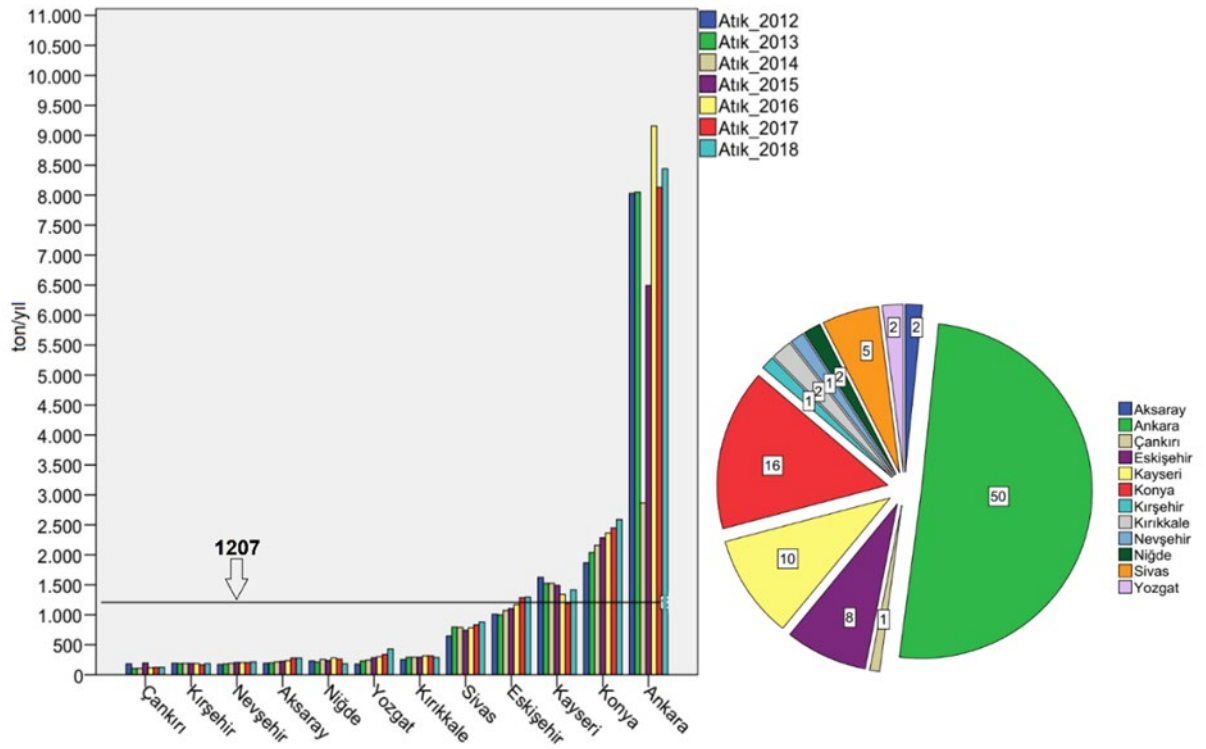
Şekil 2. Doğu Anadolu Bölgesi illeri 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarları



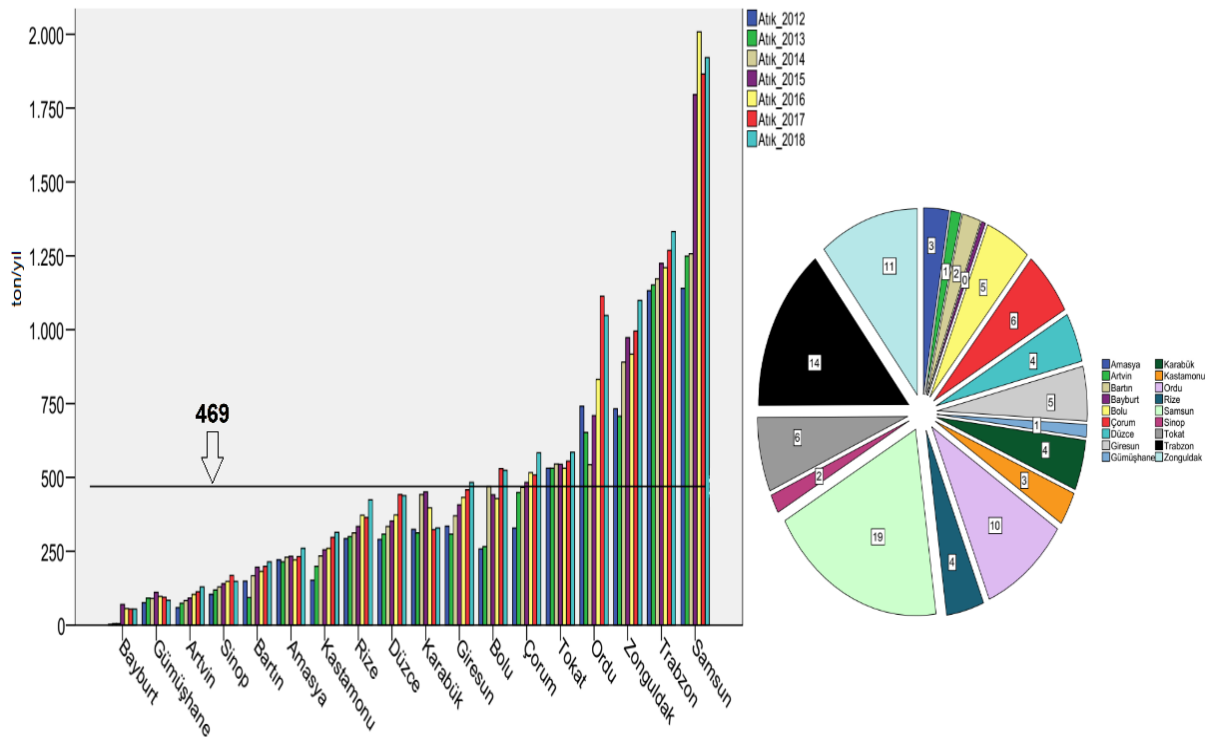
Şekil 3. Ege Bölgesi illeri 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarları



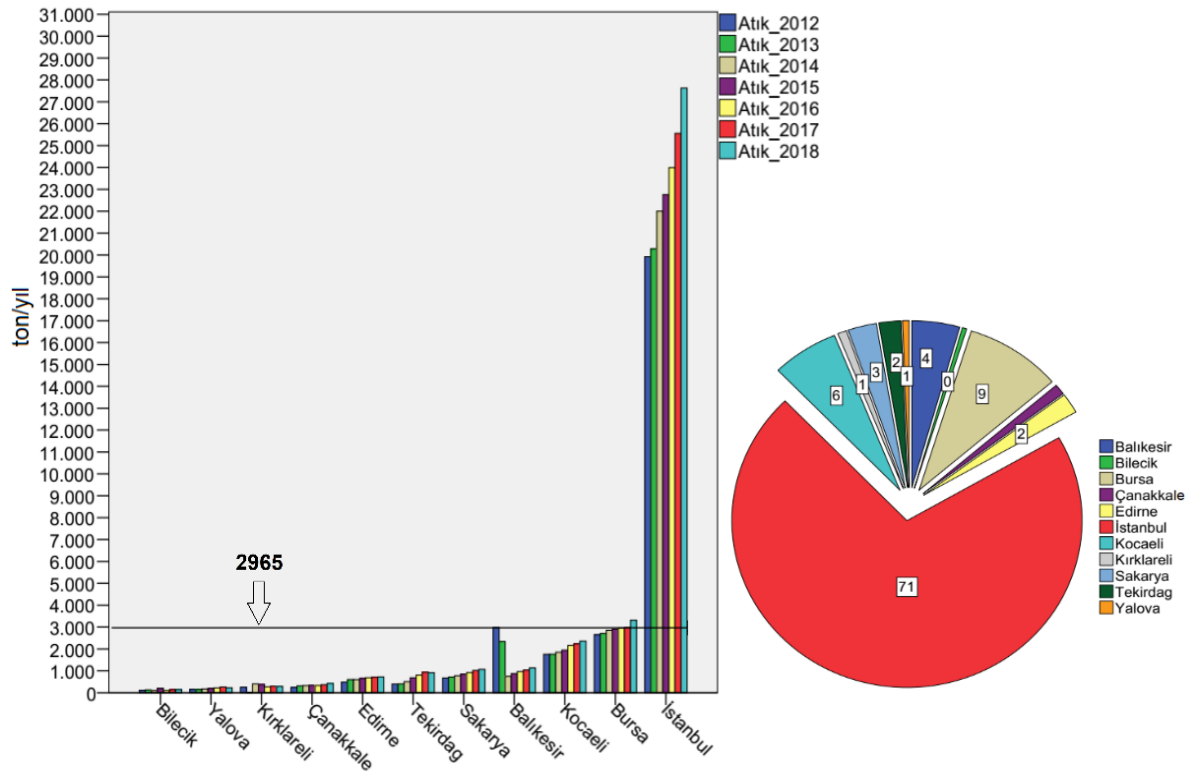
Şekil 4. Güneydoğu Anadolu Bölgesi illeri 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarları



Şekil 5. İç Anadolu Bölgesi illeri 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarları



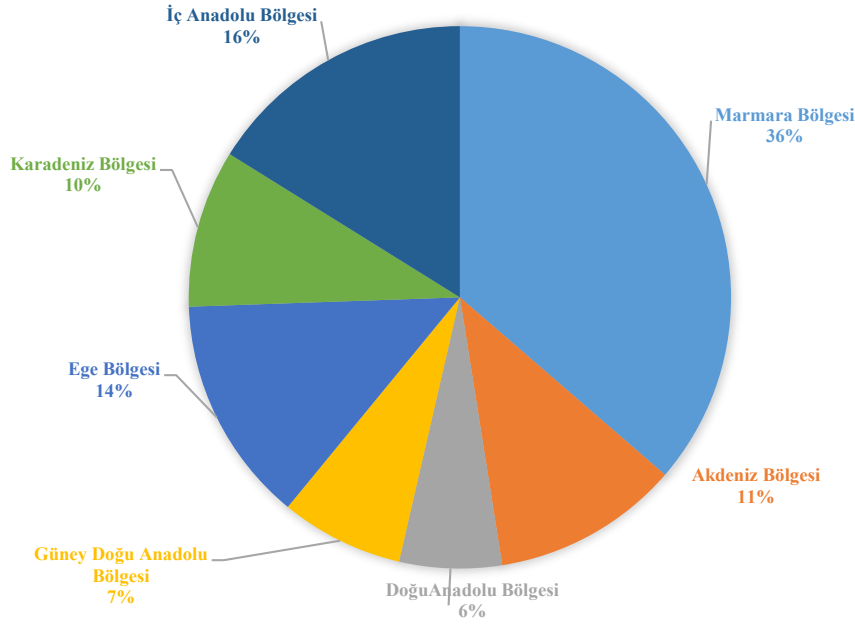
Şekil 6. Karadeniz Bölgesi illeri 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarları



Şekil 7. Marmara Bölgesi illeri 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarları

Şekil 1’de verilen değerlere göre Akdeniz Bölgesi sınırları içerisinde olan Antalya ve Adana en fazla tıbbi atık oluşturan illerdir. En düşük il ise Burdur olarak belirlenmiştir. Bölgede ortalama miktar ise 1251 ton/yıldır. Doğu Anadolu Bölgesi’nde (Şekil 2) 2012-2018 yılları arasında Van, Erzurum ve Malatya en fazla tıbbi atık çıkaran şehirler, Ardahan ise en düşük miktarda atık çıkaran il olmuştur. Bölgenin ortalamasına bakıldığında atık miktarının 391 ton/yıl olduğu görülmektedir. Şekil 3’deki Ege bölgesi grafiğinde ise en çok İzmir’de tıbbi atık meydana gelmektedir ve bölgenin ortalaması ise 1515 ton/yıldır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi illeri olan Şanlıurfa, Diyarbakır ve Gaziantep bölgenin en fazla tıbbi atık çıkaran illeridir (Şekil 4). Bölgenin 2012-2018 yılları arasındaki ortalaması 731 ton/yıldır. İç Anadolu Bölgesinde ise (Şekil 5) Ankara’nın tıbbi atık üretimi konusunda başı çektiği görülebilmektedir. Bölgede yıllık ortalama 1207 ton olarak hesaplanmıştır. Karadeniz Bölgesi’nde en fazla tıbbi atık Bolu, Çorum, Tokat, Ordu, Zonguldak, Trabzon ve Samsun illerinde meydana gelmektedir (Şekil 6). Bölgedeki ortalama miktar ise 469 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Şekil 7’deki Marmara bölgesine ait grafik incelendiğinde ise İstanbul’un en fazla tıbbi atık üreten il olduğu görülebilmektedir. Bölgenin yıllık ortalaması ise 2965 ton olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler ilin o yıla ait nüfuslarına [16] bölünerek, ilin kişi başına yıllık tıbbi atık miktarları hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Ortalama değerler için, sadece 2015-2018 değerleri kullanılmıştır. Bazı illerde tıbbi atık miktarlarının hiç olmadığı, bazı illerde ise sonraki yılların değerleriyle çok farklılık gösterdiğinden dolayı 2012-2014 yıllarının değerleri ortalamaya katılmamıştır. Ayrıca bölgelerde 2012-2018 yılları arasında meydana gelen tıbbi atık miktarları yüzde olarak incelenmiş ve Şekil 8 de verilmiştir. Şekil 8’ e göre 2012-2018 yılları arasında tıbbi atıkların en yoğun meydana geldiği bölge Marmara Bölgesi olup ardından İç Anadolu ve Ege bölgesi gelmektedir.



Şekil 8. Bölgelere göre 2012-2018 yılları arası tıbbi atık miktarlarının karşılaştırılması

Türkiye için Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması (EHCIP) Projesi çerçevesinde Türkiye belirli bölgelere ayrılmıştır. Bu bölgelerden ilki Marmara ve Ege Bölgeleri, ikincisi Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgesi, üçüncüsü de Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesidir [24]. Bu bölgeler baz alındığında 2012-2018 yılları arasında meydana gelen tıbbi atık miktarları incelenmiş Marmara ve Ege Bölgeleri > Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeleri > Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri olduğu görülmüştür.

2018 yılı verilerine göre Sağlık Bakanlığı hastanelerinde 139651, üniversite hastanelerinde 42066, özel hastanelerde 50196 toplamda ise 231913 adet yatak bulunmaktadır [15]. 2018 yıllarına ait toplam tıbbi atık miktarı yatak sayısına göre oralandığında Türkiye için 1,24 kg gün/yatak değeri ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3. İl bazında 2015-2018 yılları kişi başına tıbbi atık üretim miktarları (kg/kişi yıl)

İl	2015	2016	2017	2018	Ort.	İl	2015	2016	2017	2018	Ort.
Adana	1,38	1,44	1,44	1,48	1,44	Kahramanmaraş	0,76	0,79	0,82	0,87	0,81
Adıyaman	0,59	0,70	0,71	0,74	0,69	Karabük	1,91	1,64	1,32	1,33	1,55
Afyonkarahisar	0,88	0,86	0,90	0,88	0,88	Karaman	0,63	0,64	0,73	0,73	0,67
Ağrı	0,56	0,63	0,55	0,59	0,58	Kars	0,83	0,70	0,70	0,81	0,76
Aksaray	0,58	0,59	0,70	0,68	0,64	Kastamonu	0,68	0,69	0,80	0,82	0,75
Amasya	0,72	0,68	0,70	0,77	0,72	Kayseri	1,11	0,99	0,87	1,02	1,00
Ankara	1,84	1,71	1,54	1,53	1,71	Kırkkale	1,09	1,14	1,13	1,12	1,12
Antalya	1,24	1,24	1,24	1,27	1,25	Kırklareli	1,08	0,76	0,83	0,80	0,87
Ardahan	0,79	0,53	0,59	0,66	0,64	Kırşehir	0,84	0,81	0,71	0,76	0,78
Artvin	0,54	0,62	0,68	0,74	0,65	Kilis	1,06	1,25	1,28	1,35	1,24
Aydın	1,21	1,30	1,38	1,34	1,31	Kocaeli	1,09	1,18	1,19	1,24	1,18
Balıkesir	0,74	0,81	0,86	0,93	0,86	Konya	1,07	1,09	1,12	1,17	1,14
Bartın	1,03	0,95	1,03	1,08	1,02	Kütahya	0,72	0,73	0,77	0,76	0,75
Batman	0,57	0,56	0,57	0,58	0,57	Malatya	1,67	1,52	1,59	1,62	1,60
Bayburt	0,89	0,62	0,67	0,66	0,61	Manisa	0,94	0,99	1,03	1,11	1,02

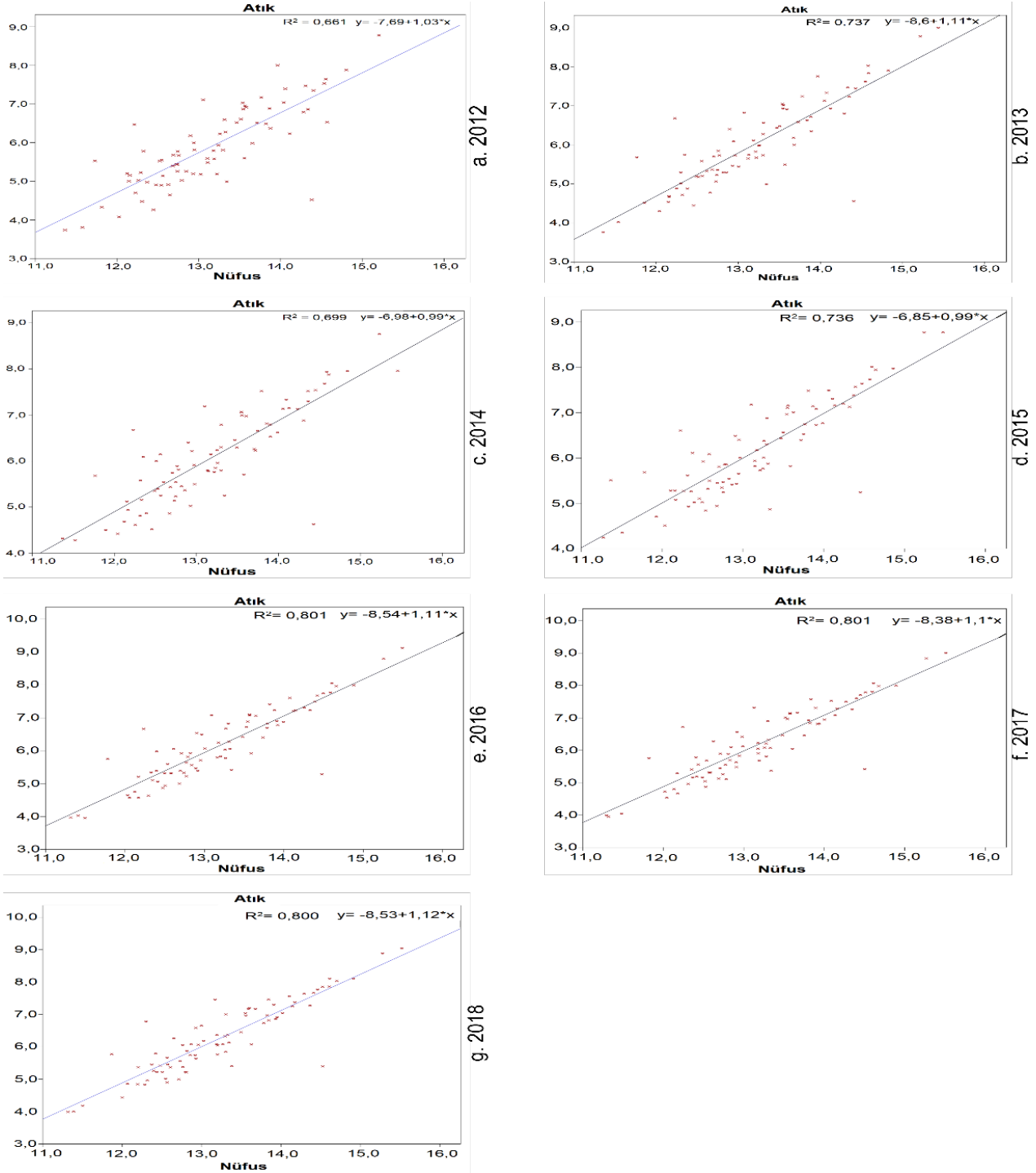
Bilecik	0,46	0,47	0,65	0,64	0,56	Mardin	0,42	0,47	0,52	0,52	0,48
Bingöl	0,57	0,52	0,57	0,53	0,55	Mersin	0,93	1,02	1,12	1,18	1,07
Bitlis	0,62	0,60	0,56	0,62	0,60	Muğla	0,66	0,65	0,68	0,87	0,72
Bolu	1,51	1,43	1,75	1,68	1,59	Muş	0,56	0,54	0,60	0,76	0,62
Burdur	0,64	0,50	0,66	0,68	0,62	Nevşehir	0,71	0,70	0,69	0,72	0,71
Bursa	1,02	1,02	1,02	1,11	1,04	Niğde	0,68	0,80	0,73	0,50	0,68
Çanakkale	0,66	0,63	0,69	0,78	0,69	Ordu	0,97	1,11	1,50	1,36	1,24
Çankırı	1,08	0,63	0,66	0,58	0,74	Osmaniye	0,74	-	0,81	0,82	0,79
Çorum	0,92	0,98	0,96	1,09	0,99	Rize	1,02	1,12	1,10	1,22	1,10
Denizli	1,26	1,38	1,40	1,41	1,36	Sakarya	0,89	0,94	1,03	1,06	0,98
Diyarbakır	1,08	0,99	1,14	1,01	1,06	Samsun	1,40	1,55	1,42	1,44	1,50
Düzce	0,98	1,01	1,17	1,13	1,07	Siirt	0,59	0,61	0,69	0,66	0,64
Edirne	1,63	1,71	1,74	1,76	1,71	Sinop	0,69	0,72	0,81	0,67	0,72
Elazığ	1,11	1,25	1,26	0,94	1,14	Sivas	1,20	1,26	1,34	1,36	1,29
Erzincan	1,23	0,92	0,96	0,98	1,02	Şanlıurfa	0,70	0,61	0,75	0,85	0,73
Erzurum	1,39	1,29	1,40	1,46	1,39	Şırnak	0,27	0,46	0,43	0,43	0,39
Eskişehir	1,34	1,38	1,49	1,48	1,42	Tekirdağ	0,73	0,83	0,93	0,89	0,85
Gaziantep	1,08	1,78	1,21	1,27	1,34	Tokat	0,92	0,88	0,92	0,95	0,92
Giresun	0,95	0,97	1,05	1,06	1,01	Trabzon	1,59	1,55	1,61	1,65	1,60
Gümüşhane	0,73	0,56	0,55	0,52	0,59	Tunceli	2,88	0,64	0,63	0,62	0,63
Hakkâri	0,46	0,76	0,47	0,47	0,54	Uşak	1,00	0,93	0,98	0,96	0,97
Hatay	0,88	0,96	1,15	1,30	1,07	Van	1,09	0,90	0,82	0,85	0,92
İğdir	0,83	0,50	0,55	0,64	0,63	Yalova	0,83	0,91	1,04	0,86	0,91
İsparta	1,43	1,54	1,41	1,76	1,54	Yozgat	0,68	0,72	0,81	1,01	0,81
İstanbul	1,55	1,62	1,70	1,83	1,68	Zonguldak	1,63	1,53	1,67	1,83	1,67
İzmir	1,54	1,58	1,61	1,67	1,60						

Çizelge 3 Devamı

3.2. Tıbbi Atıkların İstatiksel Değerlendirilmesi

Türkiye’de 2012-2018 yılları arasında toplanan katı atık miktarları ile illerin nüfusları doğrusal regresyon analizi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen regresyon grafikleri Şekil 9’ da verilmektedir. Literatürde kentsel atıklar ile nüfus arasında ilişkiyi gösteren pek çok çalışma bulunmasına rağmen tıbbi atıklarla nüfus arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma fazla değildir [Korkut 2018]. İstanbul için yapılan bir çalışmada regresyon analizi kullanılarak nüfus ve tıbbi atık arasındaki ilişki incelenmiş ayrıca gelecek yılların modellenmesi yapılmıştır. Çalışmaya göre İstanbul nüfusu ile tıbbi atıklar arasında %99’luk bir ilişki hesaplanmıştır [25].

Şekil 9 da verilen nüfus-tıbbi atık miktarları dağılım grafiklerinde noktaların doğruya yaklaşması nüfus ile tıbbi atık arasındaki ilişkinin arttığını göstermektedir. Örneğin 2012 ve 2014 ü gösteren Şekil 9-a ve 9-c grafiklerinde noktalar doğrudan uzak bir şekilde dağılmış durumdadır. Bu durum da nüfus ile tıbbi atık arasındaki ilişkinin azaldığını göstermektedir. Diğer grafiklerde ise doğruya yakın bir dağılım söz konusudur. Şekil 9-a’daki 2012 yılında Türkiye’de atık ve nüfus arasındaki regresyon analizi incelendiğinde R^2 değerinin 0,661 olduğu belirlenmiştir. Bu değer 2013 yılında 0,737, 2014 yılında 0,699, 2015 yılında ise 0,736 olduğu görülmektedir. Böylelikle nüfus ile atık arasında %66 ile %73,3’ lük bir ilişki olduğu söylenebilir. R^2 değerlerinin 2016 yılında 0,801 (Şekil 9-e), 2017 yılına 0,801 (Şekil 9-f), 2018 yılında ise 0,800 (Şekil 9-g) olduğu görülmektedir. Verilen bu değerler yorumlandığında 2016-2018 yılları arasında nüfus ile tıbbi atıklar arasında %80’lik bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Ayrıca bu sonuçlar Çizelge 3’deki 2012-2013-2014 yıllarına ait il atık miktarlarının hesaba katılmamasını da doğrular niteliktedir.



Şekil 9. 2012-2018 yılları arası nüfus-atık miktarları doğrusal regresyon grafikleri

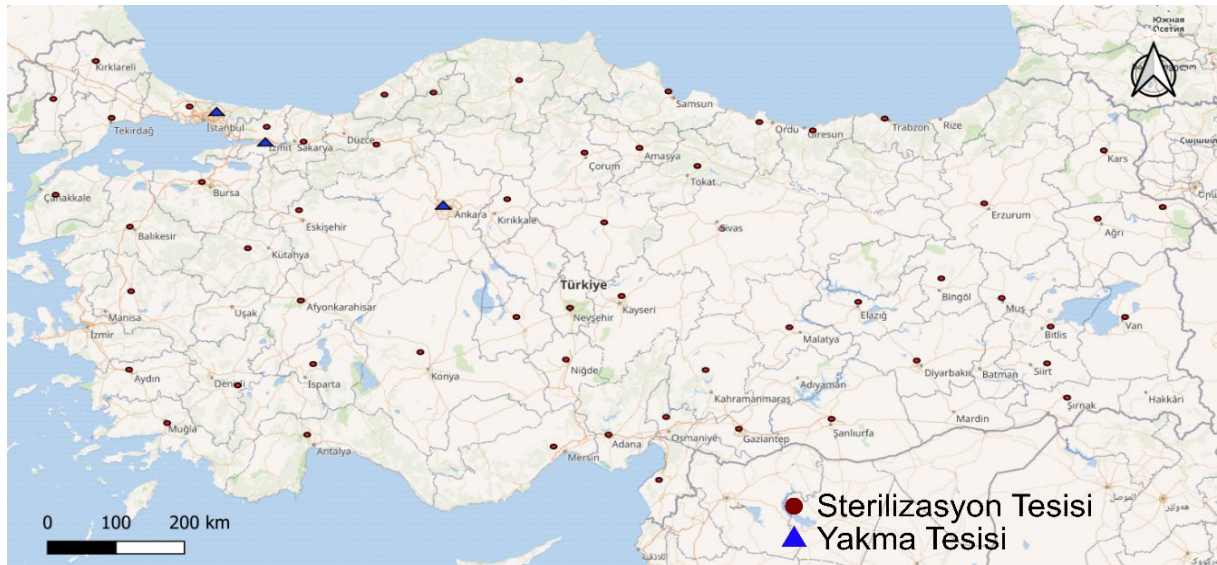
3.3. Türkiye’de Meydana Gelen Tıbbi Atıkların Bertarafı

Sağlık kuruluşlarından kaynaklanan tıbbi atıklar, insan ve çevre sağlığı ile ekolojik dengeyi bozabilecek özelliktedir. Tıbbi atıkların üretim, taşıma, depolama ve bertarafına ilişkin özel önlemler alınması gerekmektedir [26]. Dünyada tıbbi atıkların bertarafı için çeşitli yöntemler ve tesisler

kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan yakma işlemi yüksek sıcaklıkta gerçekleşen kuru oksidasyon işlemidir. Böylelikle tıbbi atıklar zararsız hale getirilmektedir [27]. Bir diğer yöntem olan sterilizasyon işleminde ise tıbbi atıklar parçalanmakta ve yüksek sıcaklıkta 1 bar basınç altında kızgın buhara tabii tutulmaktadır [28]. Kullanılan diğer yöntemler ise kimyasal dezenfeksiyon, düzenli depolama ve mikrodalga olarak sınıflandırılabilir [29]. Türkiye'de 25/01/2017 tarih ve 29959 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde tıbbi atıkların bertaraf teknolojileri hakkında düzenlemeler yapılmıştır. Yönetmeliğe göre enfeksiyon yapıcı atıklar ile kesici-delici atıklar sınıfına giren tıbbi atıkların yakılarak, sterilizasyon işlemi uygulanarak veya düzenli depolanarak zararsız hale getirilmesi gerekmektedir. Zararsız hale getirilen tıbbi atıklar, 26/03/2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğe göre ise düzenli depolama sahalarında bertaraf edilmelidir [30].

Tıbbi atıkların bertarafında yakma en etkili ve güvenli metottur. Ancak yatırım ve işletme maliyetinin yüksek olması ve uygun baca gazı arıtma sistemi kullanılmaması durumunda hava kirliliğine sebep olması nedeniyle bu yöntemin Türkiye için uygun olmadığı düşünülmüş ve yakmadan son yıllarda vazgeçilip yeni teknolojilere yönelim olmuştur. Tıbbi atıkların sterilizasyonu ise daha düşük yatırım ve işletme maliyetine sahip olması, kullanım kolaylığı, etkinlik, güvenlik, ekonomik ve çevre dostluğu gibi avantajları nedeniyle tavsiye edilmektedir [27].

Türkiye'deki tıbbi atıkların bertaraf yöntemleri illere ait il Çevre Durum Raporları yardımıyla incelenmiştir. 2018 yılı raporlarına göre ülkemizde tıbbi atık sterilizasyon ve yakma tesislerinin kullanıldığı görülmektedir (Şekil 10). Türkiye'de sadece Ankara'da yakma tesisi, İstanbul ve Kocaeli'nde hem sterilizasyon hem de yakma tesisi bulunmaktadır. 2018 yılı bertaraf tesisi durumuna göre 54 ilde sterilizasyon tesisi vardır ve 25 ilde herhangi bir tesis bulunmamaktadır. Bu iller topladıkları tıbbi atıkları kendilerine en yakın illere göndererek bertaraf etmektedirler.



Şekil 10. Türkiye'de tıbbi atık bertaraf tesisleri

4. Tartışma ve Sonuç

Atık sorunu önemi ve boyutu bakımından günümüzde giderek artmaktadır. Çevre kirliliğinin başlıca nedenlerinden olan atıklar içerisinde, sağlık kuruluşlarında oluşan tıbbi atıkların toplanmasından bertarafına kadar olan süreç dikkatli bir şekilde yönetilmelidir. Özellikle pandemi gibi dünya çapında tüm insanlığı etkileyen bir süreçte tıbbi atıkların önemi kat kat artmaktadır. Ülkemizde oluşan tıbbi

atıkların bertarafı için iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar yakma ve sterilizasyon yöntemleridir. Sterilizasyon yöntemi ülkemizin çoğu yerinde bulunmaktadır. Sterilizasyon tesisi bulunmayan illerin yıllık tıbbi atık miktarları düşük olsa da, İstanbul ve Ankara'dan sonra, Türkiye'nin en büyük üçüncü atık üreticisi (2018 yılı 7200 ton) olan İzmir gibi bir ilde hala sterilizasyon tesislerinin bulunmayışı büyük bir eksikliklerdir. Tonlarca atığın Manisa'ya taşınması büyük bir maliyettir.

Bu çalışmada tıbbi atık miktarlarının alındığı il çevre durum raporlarında tıbbi atık miktarlarının, birçok ilde birbirini tutmadığı da anlaşılmıştır. Örneğin Aksaray ilinin 2015 yılına ait tıbbi atık miktarı 2015 yılı raporunda 165 ton, 2016 yılı raporunda 224 ton, 2018 raporunda 220 ton olarak belirtilmiştir.

2018 yılı Türkiye geneli toplam tıbbi atık miktarı ise 1,24 kg gün/yatak olarak bulunmuştur. Bölgelere göre tıbbi atık miktarları incelendiğinde Marmara > İç Anadolu > Ege > Akdeniz > Karadeniz > Güney Doğu Anadolu > Doğu Anadolu bölgeleri gelmektedir. EHCIP Projesi çerçevesindeki bölgelere göre incelendiğinde ise Marmara ve Ege Bölgeleri > Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeleri > Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri olduğu görülmektedir.

İllere göre bakıldığında Akdeniz bölgesinde Hatay, Mersin, Antalya ve Adana, Doğu Anadolu Bölgesinde Elazığ, Van, Erzurum ve Malatya illeri, Ege Bölgesinde İzmir, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Şanlıurfa, Diyarbakır ve Gaziantep, İç Anadolu Bölgesinde Kayseri, Konya ve Ankara, Karadeniz Bölgesinde Bolu, Çorum, Tokat, Ordu, Zonguldak, Trabzon, Samsun, Marmara Bölgesinde ise İstanbul'da toplanan atık miktarının bölgelerin ortalamasından yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bunların yanında tıbbi atıklar ile nüfus arasındaki ilişkiye doğrusal regresyon ile bakıldığında 2012 yılında %66,1, 2013'de %73,7, 2014'de %69,9, 2015 de %73,6, 2016'da %80, 2017' de %80 ve yine 2018'de %80 olduğu görülmüştür. Nüfus ve atık arasındaki doğrusal ilişki yıllara göre artış göstermektedir. Buna neden olarak atık envanterlerinin 2015 yılından sonra daha sağlıklı tutulduğu ve bertaraf işlemlerinin de arttığı söylenebilir.

Türkiye'deki bertaraf yöntemlerine bakıldığında 3 ilde yakma ve 54 ilde sterilizasyon tesisi olduğu, bertaraf tesisi olmayan 25 ilin ise topladıkları tıbbi atıkları kendilerine en yakın tesise gönderdikleri belirlenmiştir.

Tüm bunların dışında atık miktarları kişi başına olarak hesaplandığında daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Sonuçta yeni yapılan bazı araştırmalarda kişi başına yıllık atık miktarlarının da kullanıldığı görülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Oweis, R., Al-Widyan M., Al-Limoon O., Medical waste management in Jordan: A study at the King Hussein Medical Center, Waste Management, 2005; 25: 622–625.
- [2] Taghipour, H., Mosaferi M., Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran, Science of The Total Environment, 2009; 407: 1527–1535.
- [3] Terzi, Ö., Yüce, M., Bir hastanedeki stajyer öğrencilerin tıbbi atık yönetimi konusundaki bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2017; 6(1): 58-64.
- [4] Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 25 Ocak 2017 tarih, 29959 sayılı Resmi Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170125-2.htm>, (07.10.2020)
- [5] Cheng, Y.W., Sung, F.C., Yang, Y., Lo, Y.H., Chung, Y.T., Li, K.C., Medical waste production at hospitals and associated factors, Waste Management, 2009; 29: 440–444.
- [6] Manyele S.V., Anicetus H., Management of medical waste in Tanzanian hospitals, Tanzania Health Research Bulletin, 2006; 8(3): 177-182.
- [7] Abdullai, F., Qdais, H.A., Rabi A., Site investigation on medical waste management practices in northern Jordan, Waste Management, 2008; 28: 450–458.

- [8] Coker, A., Sangodoyin, A., Sridhar, M., Booth, C., Olomolaiye, P., Hammond, F., Medical waste management in Ibadan, Nigeria: Obstacles and prospects, *Waste Management*, 2009; 29: 804–811.
- [9] Ertaş, H., Güden, M.A., Hastanelerde tıbbi atık yönetimi, *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, 2019; 1: 53-67.
- [10] Lee, B.K., Ellenbecker M.J., Moure-Ersaso, R., Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes, *Waste Management*, 2004; 24: 143–151.
- [11] Yong, Z., Gang, X., Guanxing, W., Tao, Z., Dawei, J., Medical waste management in China: A case study of Nanjing, *Waste Management*, 2009; 29: 1376–1382.
- [12] Özel, Ş., Tozlu, G., Ercan, N., Tatar, Z., Türkeri, İ., Ünkoç, E., Engin Üstün, Y., Bir Kadın Doğum Hastanesindeki Tıbbi Atık Yönetim ve Maliyet Analizi, *Jinekoloji - Obstetrik ve Neonatoloji Tıp Dergisi*, 2018; 15(1): 21-23.
- [13] Ögeve, C., Utku A.Ö., Sağlık Kurumlarında Atık Kovalarının Tıbbi Atık Yönetimine Göre Mikrobiyolojik Değerlendirilmesi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2016; 21(3): 294-301.
- [14] Windfeld, E.S., Brooks, M. S. L., Medical waste management a review, *Journal of Environmental Management*, 2015; 163: 98-108.
- [15] Bora Başara, B., Soyutun Çağlar İ., Aygün A., Özdemir T.A., Kulali B., Uzun S.B., Birge Kayış B. and Aydoğan Kılıç D., T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2018, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı. 2019; <https://www.saglik.gov.tr/TR,11588/istatistik-yilliklari.html>, (07.12.2019)
- [16] Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK, 2019. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, <http://tuik.gov.tr>, (12.01.2020)
- [17] İller Bazında Çevre Durum Raporları, 2012-2018, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <https://ced.csb.gov.tr/il-cevre-durum-raporlari-i-82671>, (07.12.2019)
- [18] Ürük E., İstatistiksel Uygulamalarda Lojistik Regresyon Analizi, 2007; Yüksek Lisans Tezi, T.C. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [19] Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü, doğrusal bağlanım (müh.), <http://www.tubaterim.gov.tr/> (07.10.2020)
- [20] WHO, 2014. Safe management of wastes from health-care activities. http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wastemanag/en/, (12.01.2020).
- [21] Küçük A., Tıbbi Atık Yönetiminin Ekonomisi, *Sayıştay Dergisi*, 2013; 90 (Temmuz-Eylül): 73-95
- [22] Sağlık Kuruluşları Atık İstatistikleri, <https://ohsad.org/tuik-2016-saglik-kuruluslari-atik-istatistikleri-aciklandi/>, (12.01.2020)
- [23] Ege H., Adana İli Tıbbi Atık Yönetimi Sorunlar ve Çözüm Önerileri, 2009; Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [24] Öztürk İ., Arıkan O., Altınbaş, M., Alp, K., Güven, H., Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri El Kitabı, Türkiye Belediyeler Birliği, 2019, https://www.tbb.gov.tr/online/kitaplar/kati_atik_teknolojileri/index.html#p=48, (07.10.2020)
- [25] Korkut E.N., Estimations and analysis of medical waste amounts in the city of Istanbul and proposing a new approach for the estimation of future medical waste amounts, *Waste Management*, 2018; 81: 168-176.
- [26] Güvez H., Dege M., Eren T., Kırıkkale’de Araç Rotalama Problemi İle Tıbbi Atıkların Toplanması, *International Journal of Engineering Research and Development*, 2012, 4(1), 41-45.

- [27] Gül Y., İssi M., Baykalır B.G., Araştırma Laboratuvarlarında Biyogüvenlik, Zoonotik Hastalıklar ve Tıbbi Atıkların Bertarafı, Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg, 2013; 8(1): 81-96.
- [28] Durmuşcan Ö., Türkiye’de tıbbi atık sorunları ve çözüm önerileri, 2019; Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [29] Uzuner M., Sağlık kuruluşlarında tıbbi atık yönetimi yazılımlarının değerlendirilmesi (Kars ili örneği), 2019; Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [30] Koçer N.N., Gözegir M., Elazığ İli Tıbbi Atık Yönetim Sisteminin Değerlendirilmesi ve Mali Sürdürülebilirlik, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 2018; 7(1): 1-10.