



Animal Origin Compost Potential and Optimum Facility Locations in Samsun[#]

Sinan Dündar^{1,a,*}, Hüdaverdi Bircan^{2,b}, Hasan Eleroğlu^{3,c}

¹Central Anatolia Development Agency, Sivas Investment Support Office, 58040 Sivas, Turkey

²Business Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

³Plant and Animal Production, Sivas Technical Sciences Vocational School, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO

[#]This study was presented as an online presentation at the 2nd International Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF 2021) Gazimağusa/Cyprus

Research Article

Received : 30/11/2021
Accepted : 03/01/2022

Keywords:
Samsun
Animal Waste
Compost
K-Means
Organic Waste

ABSTRACT

Compared to industrial wastes, the recycling of agricultural wastes is more efficient because they are organic. The low organic matter content of Anatolian agricultural lands makes the recycling of agricultural wastes even more important. In the Samsun region, compost centres are recommended in order to help increase productivity in agricultural production, develop agricultural activities and ensure rural development. It is very important to use natural fertilizers because it is to protect and improve the organic structure of the soil. The low production costs of organic fertilizers compared to chemical fertilizers provide an advantage to farmers and prevent foreign exchange loss. In this study, it is aimed to determine the animal existence and optimum facility locations for evaluation of animal wastes as compost in Samsun. For this purpose, the number of animals of the enterprises in the region was determined by using the data obtained from Samsun Provincial Directorate of Agriculture and Forestry. The coordinates of the settlements of 1,284 enterprises with bovine capacity of 40 or more in Samsun were determined according to the rectangular coordinate system. In terms of animal distribution in Samsun province, 27 cluster numbers were preferred through Elbow method and f(K) Function method. The location of most suitable compost production centres according to the distance and the total number of animals was determined by the K-Means clustering analysis method using geographical coordinates. For Samsun, the group size was taken as 2,000-10,000 cattle and the enterprises with a focal length less than 15 km were included in the compost production clusters. In line with these criteria, 10 compost production clusters for compost production have been determined in Samsun and the locations of these cluster centres are shown on the map in a way that will provide the most efficient information to investors and relevant institutions.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(sp): 2506-2514, 2021

Samsun İlinde Hayvansal Kaynaklı Kompost Potansiyeli ve Optimum Tesis Konumları

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 30/11/2021
Kabul : 03/01/2022

Anahtar Kelimeler:
Samsun
Hayvansal Atık
Kompost
K-Means
Organik Atık

ÖZ

Endüstriyel atıklar ile karşılaştırıldığında, tarımsal atıkların geri dönüşümün daha verimli olması organik yapıda olmalarından dolayıdır. Anadolu tarım arazilerinin organik madde içeriğinin zayıf olması, tarımsal atıkların geri dönüşümünü daha bir önemli hale getirmektedir. Samsun bölgesinde tarımsal üretimde verimliliğin artmasına, tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesine ve kırsal kalkınmasının sağlanmasına yardımcı olması bakımından kompost merkezleri önerilmektedir. Toprağın organik yapısını korumak ve geliştirmek olduğundan doğal gübrelerin kullanılması çok önemlidir. Organik gübrelerin kimyasal gübreye oranla üretim maliyetlerinin düşük olması çiftçilere avantaj sağlamakta, döviz kaybını da önlemektedir. Bu çalışmada, Samsun ilinde mevcut hayvansal varlığın belirlenmesi ve hayvansal atıkların kompost olarak değerlendirilmesi için optimum tesis konumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğünden elde edilen veriler kullanılarak bölgedeki işletmelerin hayvan sayıları belirlenmiştir. Samsun ilinde 40 ve üzeri büyükbaş hayvan kapasitesine sahip 1.284 işletmeye ait yerleşim yerlerinin koordinatları dik koordinat sistemine göre belirlenmiştir. Samsun ilindeki hayvansal dağılım açısından Elbow yöntemi ve f(K) Fonksiyonu yöntemi aracılığıyla, 27 adet küme sayısı tercih edilmiştir. Coğrafi koordinatlar kullanılarak, uzaklık ve toplam hayvan sayısı bakımından en uygun kompost üretim merkezlerinin konumu K-Means kümeleme analizi yöntemiyle tespit edilmiştir. Samsun için grup büyüklüğü 2.000-10.000 büyükbaş olarak alınmış olup odak uzaklık değeri 15 km'nin altında olan işletmeler kompost üretimi kümelerine dâhil edilmiştir. Bu kriterler doğrultusunda Samsun ilinde kompost üretimine yönelik 10 adet kompost üretim kümesi belirlenmiş olup bu küme merkezlerinin konumları yatırımcılara ve ilgili kurumlara en verimli bilgileri verecek şekilde harita üzerinde gösterilmiştir.

^a sinandundar@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0001-8061-3322>

^c hbircan@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0002-1868-1161>

^e eleroglu@cumhuriyet.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0002-1032-9833>



Giriş

Hayvansal atık, hayvancılık endüstrisinin üretim sürecinden kaynaklanan atık ürünlerinden oluşmaktadır. Atık katı, sıvı veya gaz formlarında olabilir. Katı atık besicilik süreçleri veya kesimhanelerdeki kesim sürecinden geri kalan ürünleri kapsayan atıklardır. Sıvı atık, hayvanın idrarından gelen sıvı formundaki atıkların yanı sıra barınaklarından ve hayvanın yıkanma süreçlerinden kalan kalıntılardır. Gaz atığı ise gaz fazı deşarjının tüm ürünleridir. Hayvansal atıkların insanlar ve çevre üzerinde büyük etkisi olmakla birlikte çok önemli faydaları da bulunmaktadır. Hayvansal atıklar bitkiler için bir besin kaynağı olabildiği gibi, metan gazı şeklinde enerji kaynakları elde edilebilmekte, alternatif hayvan yem kaynakları ve solucanlar için yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir. Doğru biçimde işlenmeyen hayvansal atıklar ise çevre kirliliğine neden olabilmektedir (Said, 2019).

Atıkların yakılması, düzenli depolanması ve geri dönüşümü atık bertaraf sorununu çözmeye yönelik üç ana yöntemi oluşturmaktadır. Bu yöntemler birlikte değerlendirilebilmektedirler. Bunun yanında, olası atık malzemeleri bir takım ürünlere dönüştürerek atıkların ortaya çıkmasını önleyen ve yukarıda ifade edilen bu üç uygulama arasından tek sürdürülebilir olanı, geri dönüşüm sistemleridir. Organik gübrelerdeki potansiyel atıkların bir dönüşüm biçimi olarak kompostlama, sürdürülebilir tarıma uyum sağlayan ve teşvik edilmesi gereken bir uygulamadır. Tarımda kompost kullanımı, toprağın iyileştirilmesine yönelik bir takım uygulamaların öneminden çok daha fazlasına sahiptir. Sürdürülebilir tarım ve kompostun tarımda kullanımı, sürdürülebilir bir toplum için gerekli faaliyetler olarak kabul edilebilir (Sequi, 1996).

Organik madde toprağın en önemli bileşenlerinden birisidir. Tek bir bileşik olarak algılanmasına rağmen toprakta hayvanların, bitkilerin ve mikroorganizmaların ayrışmasının bir sonucu olduğu için bileşimi oldukça çeşitlidir. Ayrışma sürecinden sonra, toprağın tuğlaları gibi davranan ve organik maddeyi oluşturan birçok farklı ürün elde edilmektedir. Toprağın organik maddesine yönelik tek bir kavram olmamakla birlikte, mikroorganizmaları içeren bir ayrıştırma işleminden sonra toprağa geri dönüşen hayvan veya bitki kaynaklı herhangi bir madde olarak tanımlanabilmektedir. Bu maddeler yapraklar, ölü kökler, gübre, idrar, tüyler, saçlar, kemikler, leşler ve toprağa organik madde sağlayan bakteri, mantar ve iplikli solucan gibi mikroorganizmalar olabilmektedir (Roman ve ark., 2015).

Kanalizasyon çamuru, biyolojik katılar, septik tankta toplanan atıklar veya insan atıkları, gübre, hayvan ölüleri, gıda atıkları, bahçe atıkları, endüstriyel atıklar ve askeri atıklar gibi çok sayıda hammadde vasıtasıyla kompostlama yapılabilmektedir. Kompostlama, atıkların dezenfeksiyonu için de mükemmel bir yöntemdir. Bakterileri, virüsleri ve parazitleri yok etmesi sayesinde, gelişmekte olan ülkelerde insan ve hayvan atıklarının dezenfeksiyonunda önemli bir rol oynayabilmektedir. Birkaç gün boyunca termofilik sıcaklıklara ulaşılmasıyla iyi bir kompostlama süreci sağlanırsa, sebzeler dâhil olmak üzere mahsul üretimine yönelik olarak rahatlıkla kullanılabilir (Epstein, 2011).

Atıktan elde edilen bir organik gübre olan kompostun rolü, günümüzde tarımsal uygulamalarda aşırı pestisit ve kimyasal gübre kullanımıyla gölgelenmiş durumdadır. Çiftlik alanlarında kullanılan kompostun eksikliği ve kimyasal gübrelere olan bağımlılık, kötüleşen toprak koşulları, yetersiz veya aşırı besin maddeleri, böcek istilası ve katılaşmış toprak bu tarz problemlerden birkaçıdır. Ancak günlük yaşamda üretilen organik atıklar kompost üretmek için kullanıldığı takdirde toprak verimliliğinin geri kazanılmasına yardımcı olabilecektir (Kawai ve ark., 2020).

Bu gerekçelerden yola çıkarak, hayvancılık sektöründe ülkemizde sağlanan ilerlemelere paralel olarak Samsun ilinde yıllar içerisinde artan büyükbaş hayvan varlığı, ortaya çıkan hayvansal atıkların değerlendirilmesi zorunluluğunu beraberinde getirmektedir. Bu hayvansal atıkların değerlendirilmesine yönelik olarak kurulması muhtemel bir kompost tesisinin kuruluş yeri için uygun alternatiflerin belirlenmesi, bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

Bu kapsamda Samsun Tarım ve Orman İl Müdürlüğü kanalıyla ildeki büyükbaş hayvancılık işletmelerinin listesi temin edilerek işletme sayısı ve büyükbaş hayvan sayısı belirlenmiştir. Bu işletmelerin coğrafi koordinatları köy/mahalle düzeyinde belirlenmiştir. Elbow ve f(K) fonksiyonu yöntemleri birlikte değerlendirilerek optimal küme sayısı belirlendikten sonra işletme koordinatları ve büyükbaş hayvan sayıları referans alınarak K-Means Kümeleme Yöntemi ile küme merkezleri tespit edilmiştir. Hayvansal atıkların değerlendirilmesi sürecinde ekonomik açıdan biyogaz tesisi kurulumuna öncelik verildiği için 10.000 büyükbaş ve üzeri hayvan varlığına sahip kümeler bu alana yönlendirilmiş olup 2.000 – 10.000 aralığında büyükbaş hayvan varlığına sahip kümeler kompost tesisi için değerlendirmeye alınmıştır. Ekonomik getiri değerleri dolayısıyla da 1.000-2.000 büyükbaş hayvan varlığına sahip işletmeler verimikompost üretimine yönelik kümeler dâhil edilmiştir.

K-Means Kümeleme Yöntemi için geçmiş yıllarda yapılan bazı çalışmaları şu şekilde özetlemek mümkündür;

Tajunisha ve Saravana (2010), ilk başlangıç noktalarının K-Means kümeleme analizinde nihai sonuçlara doğrudan etkisi olması nedeniyle, yöntemin performansını artırmaya yönelik olarak boyut küçültmek ve K-Means için ilk ağırlık merkezini bulmak amacıyla yöntem tasarlamayı amaçlamışlardır.

Rajan ve Sao (2014), çalışmalarında birliktelik ve K-Means kümeleme algoritmalarını uygulayarak işlem verilerine dayalı kullanıcı bilgilerinde terminoloji oluşturmak amacıyla bir web kullanım madenciliği sistemini ortaya koymuşlardır.

Yürük ve Erdoğan (2015), çalışmalarında Düzce ilinin hayvansal atıklardan üretilebilecek biyogaz potansiyelinin belirlenmesini ve K-Means kümeleme ile optimum tesis konumunun tespit edilmesini hedeflemişlerdir. Büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan varlığı üzerinden yapılan değerlendirmede, coğrafi koordinatlar yardımıyla ve Matlab kullanılarak K-Means kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir.

Mahatme ve Radke (2016), küme başlangıç noktaları ve toplam küme sayısına bağlı olarak K-Means kümeleme analizi sonuçlarının değişkenlik göstermesinden yola çıkarak, optimum k değerinin belirlenmesine ve

dolayısıyla yöntemin verimliliğinin artırılmasına yönelik yaklaşımlar ortaya koymuşlardır.

Bircan ve Çam (2016), çalışmalarında K-Means ve Yoğunluk Tabanlı Kümeleme tekniği uygulamak suretiyle hastaların verilerinin bulunduğu çok boyutlu bir veri tabanının kümeleme analizi yöntemleriyle incelenmesini amaçlamışlardır.

Syakur vd. (2017), Endonezya'daki küçük ve orta ölçekli işletmeler için müşterilerinin sadakat düzeylerini ölçmeye yönelik olarak müşteri haritalama yöntemini kullanmayı amaçlamış, bu amacı gerçekleştirmek içinse K-Means ve Elbow yöntemlerini bir arada kullanmışlardır.

Eleroğlu vd. (2018), Kayseri ilinde açığa çıkan hayvansal kaynaklı atık miktarının hesaplanması ve kompost ve vermikompost olarak değerlendirilmesi için K-Means kümeleme yöntemini kullanarak optimum tesis konumlarının belirlenmesini amaçlamışlardır.

Priyanka ve Jayakarhik (2020), çalışmalarında K-Means kümeleme algoritması kullanmak suretiyle yol durumu verilerini ve kazaların arkasındaki nedenleri analiz ederek veri setinde yer alan risk durumlarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır.

Materyal ve Yöntem

Samsun ilinde belirlenen 56.349 büyükbaş hayvancılık işletmesi için, her bir işletmedeki sığır ve manda sayısı toplanarak büyükbaş hayvan sayısı 653.685 olarak tespit edilmiştir. Kırk ve altındaki sayıda büyükbaş hayvan besleyen birçok işletmenin atıklarını tarım arazisinde kullanıp ekonomiye kazandırması, atıkların çiftçiye ve çevreye sorun oluşturmaması ve küçük işletmelerde tesis açışından taşıma maliyetinin yüksek olması nedeniyle, toplamda kırk adet ve üzerinde büyükbaş hayvan varlığına sahip olan işletmeler süzülerek yeni bir veri düzeni oluşturulmuştur. Bu şekilde, toplam işletme sayısının %2,3'üne denk gelen 1.284 işletme ve toplam büyükbaş hayvan sayısının %28,9'una denk gelen 188.892 adet büyükbaş hayvan varlığı değerlendirmeye alınmıştır. Bu işletmelerin coğrafi koordinatları Harita Genel

Müdürlüğü'nün web uygulaması kullanılarak köy/mahalle düzeyinde belirlenmiştir.

Elbow ve f(K) fonksiyonu yöntemleri birlikte değerlendirilerek optimal küme sayısı belirlendikten sonra işletme koordinatlarına göre büyükbaş hayvan sayıları referans alınarak K-Means Kümeleme Yöntemi ile küme merkezlerinin koordinatları ve her bir kümedeki işletmelerle birlikte toplam büyükbaş hayvan sayısı tespit edilmiştir.

Hayvansal atıkların değerlendirilmesi sürecinde, ekonomik getirisi nedeniyle biyogaz tesisi kurulumuna öncelik verildiği için asgari 0,64 MW güç üretim kapasitesine sahip bir biyogaz tesisi için gerekli olan asgari 10.000 büyükbaş hayvan varlığına sahip kümeler bu alana yönlendirilmiştir.

2.000 – 10.000 aralığında büyükbaş hayvan varlığına sahip kümeler ise ikinci bir atık değerlendirme yöntemi olarak kompost tesisi için değerlendirmeye alınmıştır. 2.000-10.000 büyükbaş hayvan sayısına sahip küme içerisinde yer almasına rağmen küme merkezine uzaklığı 15 km'den daha uzak olan üç adet işletme ve bu işletmelerdeki 159 adet büyükbaş hayvan sayısı hesaplamaya dâhil edilmemiştir (Eleroğlu vd. 2018).

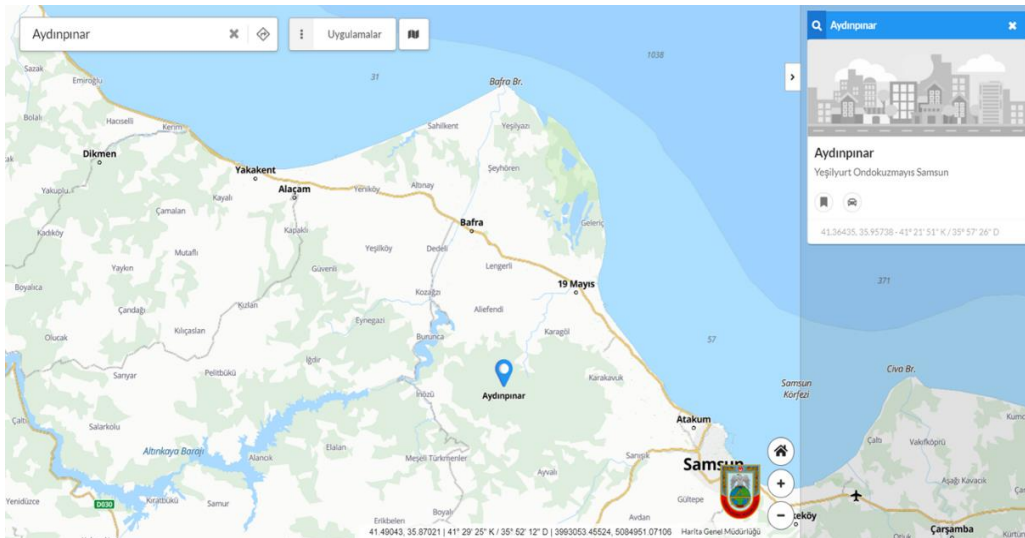
Verilerin Temin Edilmesi

Samsun ilinde yer alan her bir büyükbaş hayvancılık işletmesine yönelik veriler, resmi yazıyla Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden 2019 yılı Eylül ayı itibariyle talep edilerek bu kurumdan temin edilmiştir.

Bu şekilde, Samsun ilinde 56.349 adet işletme bünyesinde, sığır ve mandadan oluşan toplam 653.685 adet büyükbaş hayvan varlığı belirlenmiştir.

Coğrafi Koordinatların Belirlenmesi

İşletmelerin coğrafi koordinatlarını tespit etmek amacıyla, Harita Genel Müdürlüğü tarafından sunulan <https://atlas.harita.gov.tr/> web hizmetinden yararlanılmış olup bu koordinatlar Şekil 1'deki biçimde tek tek belirlenmiştir. Bu uygulama kullanılarak 56.349 adet işletmenin coğrafi konumu dik koordinat sistemine göre X ve Y cinsinden tespit edilmiştir.



Şekil 1. Coğrafi Koordinatların Belirlenmesi

Figure 1. Determination of Geographical Coordinates

Küme Sayısının Belirlenmesi

Kümeleme yöntemindeki kritik bir soru, küme sayısının ne olması gerektiğidir. Gerçek dünyadaki deneysel yöntemlerin çoğunda, k kümesi sayısı manuel olarak öngörülür. Bu öngörü, hem veri havuzları hem de uygulamalar hakkında minimum düzeyde bilgi gerektirmekte olup bu durum, verilerin incelenmesini gerektirir. Hatalı olarak seçilen k değerleri son derece kötü kümelere yol açabilir. Bu nedenle, k değerinin otomatik olarak hesaplanması, küme analizinin en sıkıntılı aşamalarından birisidir (Djeraba ve Fernandez, 2003).

Optimal k değerinin seçimi bazı durumlarda zor olabilmektedir. Veri setini doğal olarak oluşturan bölümlerin sayısı gibi, veri kümesi hakkında önceden bilgi sahibi olunması durumunda, bu bilgi küme sayısını belirlemek amacıyla kullanılabilir. Aksi takdirde, k'nın seçimi amacıyla başka yaklaşımlar kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır ki model seçim problemi bu şekilde çözülebilmektedir. Bu amaçla kullanılacak basit bir çözüm, k için birkaç farklı değer ortaya koyarak deneme yapmak ve K-Means fonksiyonunu en aza indiren kümelemeyi seçmektir. Ne var ki, amaç fonksiyonunun değeri bu durumda, beklenildiği düzeyde bilgilendirici olmamaktadır (Ghosh ve Liu, 2009).

İdeal küme sayısının belirlenmesine yönelik olarak literatürde farklı yaklaşımlar bulunmakla birlikte, öne çıkan bazı yöntemler Elbow (dirsek) Yöntemi, f(K) Fonksiyonu Yöntemi, The Gap Statistic Algorithm, The Silhouette Coefficient Algorithm, The Canopy Algorithm, By Rule Of Thumb, Information Criterion Approach, An Information Theoretic Approach ve Cross-Validation yöntemleridir (Yuan ve Yang, 2019; Kodinariya ve Makwana, 2013).

Elbow yönteminin temel çıkış noktası, bir dizi k değeri vermek için her kümedeki örnek noktalar ile kümenin ağırlık merkezi arasındaki mesafenin karesini kullanmaktır. Hata karelerinin toplamı performans göstergesi olarak kullanılmaktadır. K-değerini yineleyerek en küçük kareler toplamı hesaplandıktan sonra ortaya çıkan daha küçük değerler, her kümenin daha yakınsak olduğunu göstermektedir. Küme sayısı gerçek küme sayısına yaklaştığında, en küçük kareler toplamı hızlı bir düşüş gösterecektir. Küme sayısı gerçek küme sayısını aştığında ise en küçük kareler toplamı düşmeye devam edecek ancak bu düşüş de yavaşlayacaktır (Yuan ve Yang, 2019).

X_1 ; birinci noktanın x koordinatı, Y_1 ; birinci noktanın y koordinatı, X_2 ; ikinci noktanın x koordinatı, Y_2 ; ikinci noktanın y koordinatı olmak üzere, iki nokta arasındaki uzaklığın karesi (1) nolu denklem aracılığıyla bulunmaktadır (Syakur vd. 2017).

$$d^2 = (X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 \quad (1)$$

Başlangıç küme sayısının belirlenmesi sürecinde kullanılan bir diğer yöntem ise f(K) Fonksiyonu yöntemidir.

Kümeleme, veri dağıtımındaki düzensizlikleri bulmak ve nesnelerin yoğunlaştığı bölgeleri belirlemek için kullanılır. Bununla birlikte, nesnelerin yoğun olduğu her bölge bir küme olarak kabul edilmez. Bir bölgenin küme olarak tanımlanabilmesi için, sadece iç dağılımını değil, aynı zamanda veri setindeki diğer nesne gruplarıyla karşılıklı bağımlılığını da analiz etmek önemlidir. K-

Means kümeleme yönteminde bir kümenin distorsiyonu; veri topluluğu ile nesnelerin ve küme merkezinin arasındaki uzaklığın bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir (Pham ve ark., 2004).

$$I_j = \sum_{t=1}^{N_j} [d(x_{jt}, w_j)]^2 \quad (2)$$

(2) nolu denklemde I_j ; j kümesinin distorsiyonunu, w_j ; j kümesinin merkez noktasını, N_j ; j kümesine ait veri sayısını, x_{jt} ; j kümesine ait t'inci nesneyi ve $d(x_{jt}, w_j)$ ise j kümesinin x_{jt} ve w_j nesneleri arasındaki mesafeyi ifade etmektedir (Pham ve ark., 2004).

Her bir küme, belirtilen K küme sayısı kapsamında kendi distorsiyonu ve tüm distorsiyonlara yönelik katkısını içeren etkisiyle, S_K şeklinde temsil edilmektedir (Pham ve ark., 2004).

S_K değerinin hesaplanmasına yönelik süreç (3) numaralı denklemle ifade edilmiştir.

$$S_K = \sum_{j=1}^K I_j \quad (3)$$

f(K) fonksiyon değerinin hesaplanması ise genel olarak;

$$\alpha_K = \begin{cases} 1 - \frac{3}{4N_d} & K = 2 \text{ ve } N_d > 1 \\ \alpha_{K-1} + \frac{1 - \alpha_{K-1}}{6} & K > 2 \text{ ve } N_d > 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$f(K) = \begin{cases} 1, & K = 1 \\ \frac{S_K}{\alpha_K S_{K-1}}, & S_{K-1} \\ 1, & S_{K-1} = 0, \forall K > 1 \\ \neq 0, \forall K > 1 \end{cases} \quad (5)$$

şeklindeki (4) ve (5) numaralı denklemlerle ifade edilmekte olup S_K toplam küme distorsiyonunu, N_d veri boyutunu, α_K ise ağırlık faktörünü ifade etmektedir. f(K) değeri, gerçek distorsiyonun tahmini distorsiyona oranı olmakta olup veri dağılımı üniform bir hale geldiğinde 1'e yaklaşmaktadır. f(K) değeri ne kadar küçük olursa, K küme sayısının iyi tanımlanmış olduğu düşünülebilmektedir (Pham ve ark., 2004).

Bu yöntemle göre f(K) değerinin 0,85'ten küçük olması tavsiye edilmekle birlikte bu şartın sağlanmaması haline küme sayısı 1 olarak alınmaktadır (Pham ve ark., 2004).

K-Means Kümeleme Yöntemi

K-Means algoritması, en çok bilinirliği ve yaygın kullanımı olan kümeleme algoritmalarından birisidir. K-Means; tepe tırmanma algoritmaları (hill-climbing algorithms) kategorisine dahil olan yinelemeli bir optimizasyon süreciyle, hata kareler toplamını asgariye indirmek suretiyle verilerin optimal biçimde parçalanmasını amaçlamaktadır. Bu yöntem, uygulama kolaylığı nedeniyle kümeleme yöntemlerinin temeli olarak ifade edilmektedir (Xu ve Wunsch, 2009).

K-Means algoritması, belirli bir veri kümesini kullanıcı tarafından belirlenen k sayıda kümeye bölen, basit bir yinelemeli kümeleme algoritmasıdır. Algoritmanın uygulanması ve çalıştırılması basit olup nispeten hızlıdır, uyarlaması kolaydır ve pratikte de yaygındır. Tarihsel açıdan bakıldığında veri madenciliğindeki en önemli algoritmalarından biridir. K-Means algoritması, d-boyutlu vektör uzayında noktalarla temsil edilen nesnelere için uygulanmaktadır. K değeri, temel algoritmanın bir girdisidir. Genel olarak k değeri, veri setinde gerçekte kaç kümenin ortaya çıktığına dair geçmiş dönemdeki bilgiler, mevcut uygulama için kaç küme istendiği veya farklı k değerleri ile keşfedilerek ya da deneyler yapılarak bulunan küme türleri gibi esaslara dayanır (Ghosh ve Liu, 2009).

Geleneksel K-Means algoritması en çok kullanılan kümeleme algoritmalarından birisi olup ilk olarak J.B. MacQueen tarafından 1967 yılında tanımlanmıştır. Her kümenin "ortalama" adı verilen bir merkeze sahip olduğu sayısal verileri kümelemek için tasarlanmıştır. K-Means algoritması, kısmi veya hiyerarşik olmayan bir kümeleme yöntemi olarak sınıflandırılır. Bu algoritmada, K küme sayısının sabit olduğu varsayımıyla hareket edilmektedir. Bu algoritma içerisinde bir hata fonksiyonu bulunmaktadır. Belirlenen bir K küme sayısından yola çıkarak, verilerin en yakın kümeye atanması ve hata fonksiyonunun anlamlı biçimde değişmediği veya küme elemanlarının üyesi olduğu kümenin artık değişiklik göstermediği duruma ulaşıncaya kadar, her bir küme elemanının üyesi olduğu kümeyi tekrarlı biçimde değiştirmesi durumu söz konusu olmaktadır. K-Means algoritması başlatma aşaması ve yineleme aşaması şeklinde iki aşamaya ayrılabilir. Başlatma aşamasında algoritma, elemanları rastgele olarak K adet kümeye atar. Yineleme aşamasında ise algoritma her eleman ve her küme arasındaki mesafeyi hesaplayarak elemanı en yakın kümeye atar. K-Means algoritmasını bir optimizasyon süreci olarak ele alabiliriz. Bu anlamda, algoritmanın amacı belirli koşullar altında belirli bir amaç fonksiyonunu en aza indirmektir. K-Means algoritmasının, özellikle başlangıç küme merkezlerinin ilk seçiminde olmak üzere bir takım zayıf yönleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, iyi başlangıç merkezleri seçmek için bazı bilim insanları tarafından bazı yöntemler önerilmektedir. K-Means algoritmasının bir başka dezavantajı, yüksek boyutlu veriler üzerinde etkili bir şekilde sonuç

verememesidir. Ayrıca, yalnızca sayısal veriler üzerinden çalışmak K-Means algoritmasının bazı uygulamalarını kısıtlamaktadır (Gan ve ark., 2007).

K-Means kümeleme yöntemi, büyük verilerin kümelemesi için iyi ve hızlı bir yaklaşımdır ve bu nedenle birçok ticari veri için etkili bir araçtır. Kuşkusuz, optimal kümeleme katı bir şekilde gerçekleştirilemeyecektir, ancak pratik amaçlar için bu yaklaşım oldukça etkilidir. Bu tür veri setleri için tohumların ilk birkaç gözlemden ziyade rastgele seçilmeleri önerilmektedir. Öte yandan, K-Means kümeleme yöntemi, hiyerarşik kümeleme yöntemlerini geliştirmek için ilave bir adım olarak da kullanılabilir (Khattree ve Naik, 2000).

K-Means kümeleme algoritması, verilerdeki kümeleri bulmak için basit ve etkili bir algoritmadır. Bu algoritmanın adımlarını madde madde ifade etmek gerekirse (Larose, 2005).

Adım 1: Veri kümesinin kaç kümeye bölünmesi gerektiğinin belirlenmesi,

Adım 2: K elemanlarının rastgele ilk küme merkezi olarak atanması,

Adım 3: Her eleman için en yakın küme merkezini bulunması.

Adım 4: K kümelerinin her biri için küme sentroidinin bulunması ve her küme merkezinin konumunun sentroidin yeni değeri için güncellenmesi,

Adım 5: Yakınsama veya sonlandırma olana kadar 3 ile 5 arasındaki adımların tekrarlanması şeklinde sıralanabilmektedir.

Bulgular ve Tartışma

Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden temin edilen 56.349 adet işletmeden hesaplamaya dâhil edilen 1.284 adet işletmedeki hayvan varlığı listesi Çizelge 1'de yer almaktadır.

Samsun'da faaliyet gösteren, kırk ve üzeri büyükbaş hayvan sayısına sahip işletmelerin bulunduğu noktaların coğrafi koordinatları, Harita Genel Müdürlüğü tarafından sunulan web hizmeti kapsamında Çizelge 2'deki biçimde tek tek belirlenmiş olup ildeki büyükbaş hayvan varlığına dair yoğunluk diyagramı bu koordinatlar kullanılarak, Excel programı 3B Harita menüsüyle Şekil 2'deki biçimde elde edilmiştir.

Çizelge 1. Samsun Büyükbaş Hayvancılık İşletmeleri

Table 1. Samsun Bovine Breeding Facilities

| İl | İlçe | Köy/Mahalle | Sığır Sayısı | Manda Sayısı |
|----------------------|----------|-------------|--------------|--------------|
| Samsun | 19 Mayıs | Beylik | 171 | 0 |
| Samsun | Alaçam | Doyran | 23 | 49 |
| Samsun | Asarcık | Armutlu | 69 | 11 |
| - | - | - | - | - |
| - | -- | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| Toplam Hayvan Sayısı | | | 188.892 | |

Çizelge 2. İşletmelerin Coğrafi Koordinatları

Table 2. Geographic Coordinates of Facilities

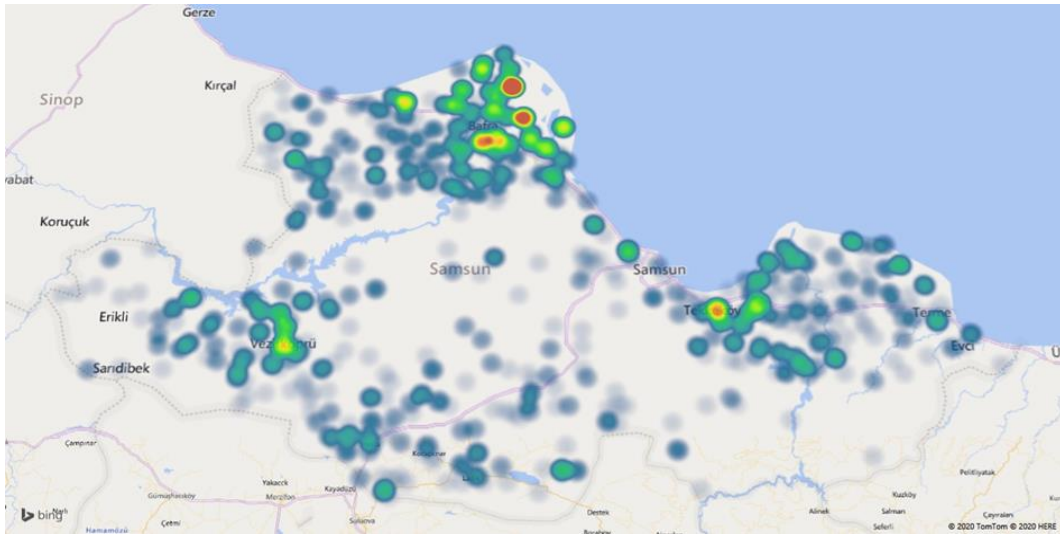
| İl | İlçe | Köy/Mahalle | Sığır Sayısı | Manda | X | Y |
|--------|----------|-------------|--------------|-------|----------|----------|
| Samsun | 19 Mayıs | Beylik | 171 | 0 | 41,46058 | 36,08645 |
| Samsun | Alaçam | Doyran | 23 | 49 | 41,63005 | 35,69090 |
| Samsun | Asarcık | Armutlu | 69 | 11 | 41,00690 | 36,20691 |
| . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . |

Tablo 3. Elbow ve f(K) Fonksiyonu Sonuçları

Table 3. Elbow and f(K) Function Results

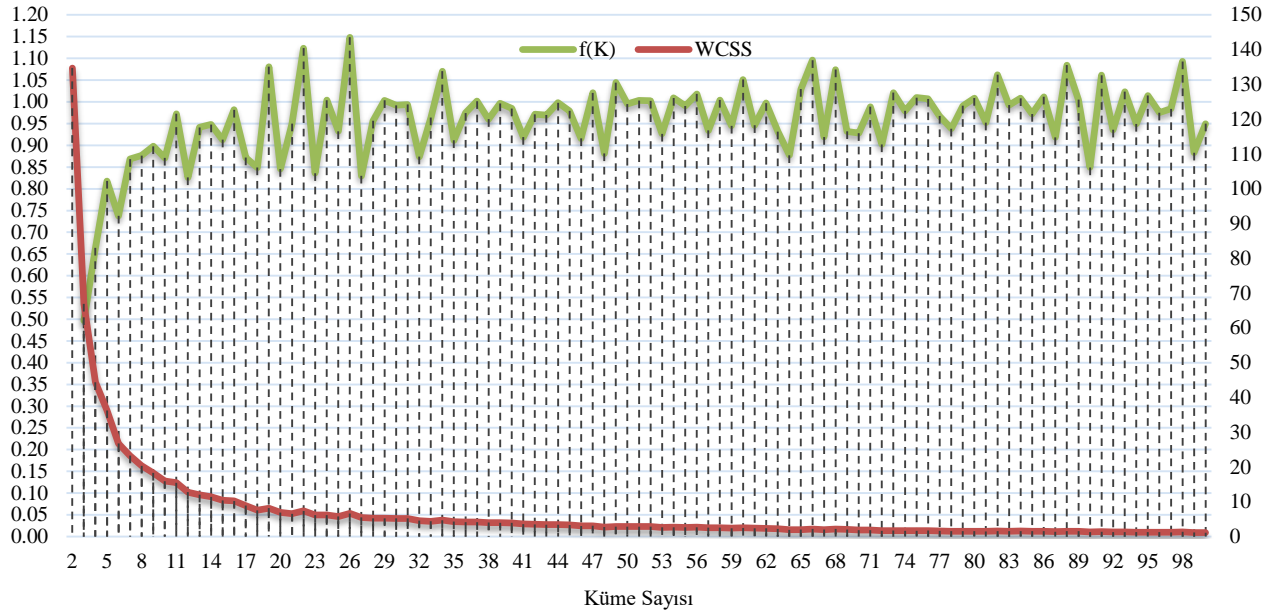
| KS | WCSS | f(K) | KS | WCSS | f(K) | KS | WCSS | f(K) | KS | WCSS | f(K) |
|----|----------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|-----|--------|--------|
| | | | 26 | 6,6309 | 1,1485 | 51 | 2,8578 | 1,0031 | 76 | 1,6986 | 1,0068 |
| 2 | 134,7439 | | 27 | 5,5009 | 0,8296 | 52 | 2,8652 | 1,0026 | 77 | 1,6432 | 0,9674 |
| 3 | 66,8905 | 0,4967 | 28 | 5,2604 | 0,9563 | 53 | 2,6548 | 0,9266 | 78 | 1,5420 | 0,9384 |
| 4 | 44,4042 | 0,6641 | 29 | 5,2786 | 1,0035 | 54 | 2,6791 | 1,0091 | 79 | 1,5280 | 0,9909 |
| 5 | 36,3047 | 0,8179 | 30 | 5,2377 | 0,9922 | 55 | 2,6545 | 0,9908 | 80 | 1,5413 | 1,0087 |
| 6 | 26,7768 | 0,7378 | 31 | 5,2059 | 0,9939 | 56 | 2,7031 | 1,0183 | 81 | 1,4681 | 0,9525 |
| 7 | 23,2426 | 0,8682 | 32 | 4,5495 | 0,8739 | 57 | 2,5259 | 0,9344 | 82 | 1,5596 | 1,0623 |
| 8 | 20,3660 | 0,8764 | 33 | 4,3839 | 0,9636 | 58 | 2,5366 | 1,0042 | 83 | 1,5480 | 0,9925 |
| 9 | 18,2812 | 0,8978 | 34 | 4,6925 | 1,0704 | 59 | 2,3973 | 0,9451 | 84 | 1,5607 | 1,0082 |
| 10 | 15,9179 | 0,8708 | 35 | 4,2773 | 0,9115 | 60 | 2,5206 | 1,0514 | 85 | 1,5172 | 0,9722 |
| 11 | 15,4801 | 0,9726 | 36 | 4,1681 | 0,9745 | 61 | 2,3847 | 0,9461 | 86 | 1,5349 | 1,0116 |
| 12 | 12,7858 | 0,8260 | 37 | 4,1751 | 1,0017 | 62 | 2,3778 | 0,9971 | 87 | 1,4096 | 0,9184 |
| 13 | 12,0336 | 0,9412 | 38 | 4,0080 | 0,9600 | 63 | 2,2150 | 0,9316 | 88 | 1,5286 | 1,0844 |
| 14 | 11,4066 | 0,9480 | 39 | 3,9943 | 0,9966 | 64 | 1,9429 | 0,8772 | 89 | 1,5361 | 1,0049 |
| 15 | 10,4129 | 0,9129 | 40 | 3,9334 | 0,9848 | 65 | 2,0000 | 1,0294 | 90 | 1,3044 | 0,8492 |
| 16 | 10,2239 | 0,9819 | 41 | 3,6139 | 0,9188 | 66 | 2,1917 | 1,0958 | 91 | 1,3843 | 1,0613 |
| 17 | 8,9129 | 0,8718 | 42 | 3,5113 | 0,9716 | 67 | 2,0145 | 0,9191 | 92 | 1,2953 | 0,9357 |
| 18 | 7,5660 | 0,8489 | 43 | 3,4041 | 0,9695 | 68 | 2,1643 | 1,0744 | 93 | 1,3256 | 1,0234 |
| 19 | 8,1786 | 1,0810 | 44 | 3,3980 | 0,9982 | 69 | 2,0172 | 0,9320 | 94 | 1,2584 | 0,9494 |
| 20 | 6,9139 | 0,8454 | 45 | 3,3269 | 0,9791 | 70 | 1,8719 | 0,9280 | 95 | 1,2766 | 1,0144 |
| 21 | 6,5661 | 0,9497 | 46 | 3,0473 | 0,9160 | 71 | 1,8509 | 0,9888 | 96 | 1,2447 | 0,9750 |
| 22 | 7,3763 | 1,1234 | 47 | 3,1112 | 1,0210 | 72 | 1,6704 | 0,9025 | 97 | 1,2248 | 0,9840 |
| 23 | 6,1675 | 0,8361 | 48 | 2,7415 | 0,8812 | 73 | 1,7058 | 1,0212 | 98 | 1,3390 | 1,0932 |
| 24 | 6,1909 | 1,0038 | 49 | 2,8634 | 1,0445 | 74 | 1,6705 | 0,9793 | 99 | 1,1827 | 0,8833 |
| 25 | 5,7737 | 0,9326 | 50 | 2,8488 | 0,9949 | 75 | 1,6871 | 1,0100 | 100 | 1,1232 | 0,9497 |

KS: Küme Sayısı, Elbow ve f(K) Fonksiyonu yöntemlerinin uygulaması sonucu ortaya çıkan grafik ise Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 2. Kırk ve Üzeri Büyükbaş Hayvan Yoğunluğu

Figure 2. Forty and Over Bovine Density



Şekil 3. Küme Sayısının Belirlenmesine Yönelik $f(K)$ ve WCSS Grafiği
Figure 3. $f(K)$ and WCSS Graph for Determining the Number of Clusters

Küme Sayısının Belirlenmesi

Kümeleme analizi öncesinde, Samsun ilindeki büyükbaş hayvancılık işletmelerinin kaç adet kümeye ayrılması gerektiğini tespit etmek amacıyla Elbow ve $f(K)$ Fonksiyonu yöntemleri birlikte değerlendirilmiştir. 2-100 arası küme sayısı arasında ortaya çıkan farklı 'küme içi kareler toplamı' (WCSS) ve (2), (3), (4) ve (5) numaralı denklemler kullanılarak 'gerçek distorsiyonun tahmini distorsiyona oranı' ($f(K)$) değerleri bulunmuş olup, elde edilen değerler Çizelge 3'teki biçimde ortaya çıkmıştır.

Elbow ve $f(K)$ Fonksiyonu yöntemlerinin uygulaması sonucu ortaya çıkan grafik ise Şekil 3'te yer almaktadır.

Çizelge 3 ve Şekil 3 birlikte değerlendirildiğinde, küme içi kareler toplamının yatay bir seyir izlemeye başladığı, $f(K)$ fonksiyon değerinin ise 0,85'in altına indiği nokta referans alınarak, 27 adet uygun küme sayısı tercih edilmiştir.

K-Means Kümeleme Analizi

Büyükbaş hayvan sayısı, coğrafi koordinatlar ve optimal küme sayısı parametreleri doğrultusunda SPSS paket programı kullanılmak suretiyle K-Means kümeleme analizi gerçekleştirilmiş ve Samsun için ortaya çıkan küme merkezlerinin koordinatları Çizelge 4'teki gibi şekillenmiştir.

Çizelge 4'te, Elbow yöntemi ve $f(K)$ Fonksiyonu yöntemleri ile belirlenen optimal küme sayısı doğrultusunda gerçekleştirilen kümeleme analizine dayalı olarak ortaya çıkan kümelerin merkezleri ve her bir kümedeki büyükbaş hayvan sayısı ifade edilmiştir.

10.000 adet ve üzeri büyükbaş hayvan varlığına sahip kümeler biyogaz tesisleri için değerlendirilmiş olup 2.000-10.000 aralığında hayvan varlığına sahip kümeler ise kompost tesisi kurulmasına yönelik değerlendirmeye alınmıştır. Bununla birlikte, küme merkezine 15 km'den daha uzak bir noktada bulunması nedeniyle 6 numaralı küme içerisinde yer alan 940 numaralı işletmeden 51 adet,

13 numaralı küme içerisinde yer alan 1.097 ve 1.098 numaralı işletmelerden toplam 108 adet büyükbaş hayvan sayısı, küme içerisindeki toplam hayvan sayısından düşürülmüştür.

Bu ayrımın sonucunda kümeler Çizelge 5'teki gibi ortaya çıkmıştır.

Kompost tesisi kurmaya uygun kümelerin harita üzerindeki konumları Şekil 4'te ifade edilmiştir.

Çizelge 5 ve Şekil 4'te yer alan verilere göre kompost tesisi kurmaya uygun alternatifler Alaçam, Terme, Çarşamba, Havza, Vezirköprü, Lâdik ve Tekkeköy'de yer almaktadır.

Hayvansal atıkların değerlendirilmesi sonucunda, toprak verimliliğini artırmaya yönelik kullanılmakta olan kompost ürününün üretilmesini hedefleyen işletme yatırımları için Samsun ilinde uygun yer alternatiflerinin belirlenmesi konusu, bu çalışmasının ana amacını oluşturmaktadır.

Bu kapsamda, Samsun ilinde tüm büyükbaş hayvan işletmeleri belirlenmiş, kırk ve üzeri hayvan varlığına sahip işletmelerin coğrafi konumları tespit edilmiştir. Bu koordinatlar ve hayvan varlığı referans alınarak kümeleme analizi gerçekleştirilerek kompost kurulmasına yönelik alternatifler tespit edilmiştir.

Ortaya konulan kriterler doğrultusunda kompost tesisi kurulmasına yönelik on adet alternatif belirlenmiş olup Alaçam, Terme ve Çarşamba ilçelerinde ikişer adet; Havza, Vezirköprü, Ladik ve Tekkeköy ilçelerinde ise birer adet lokasyon belirlenmiştir.

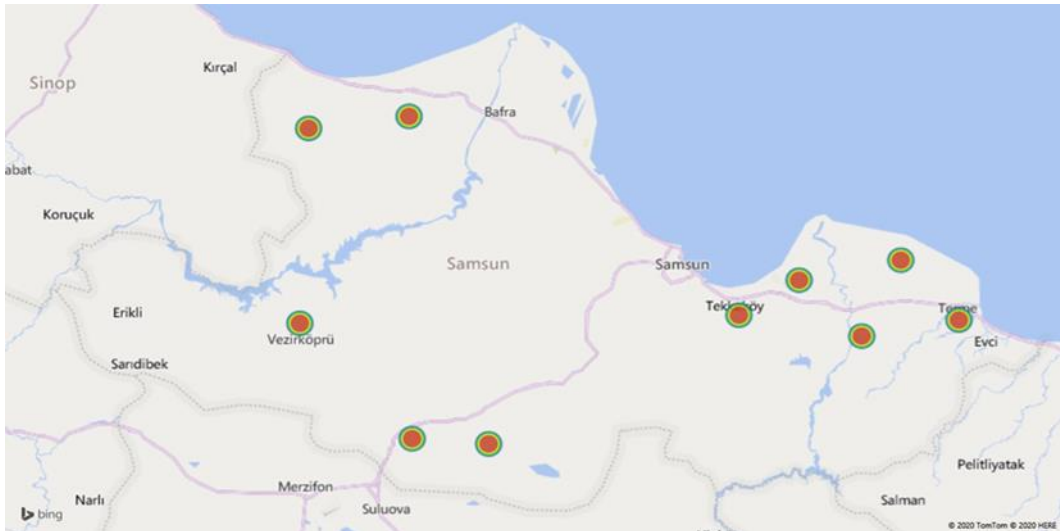
Bu çalışma, yalnızca büyükbaş hayvan varlığı üzerinden gerçekleştirilmiş olup küçükbaş hayvan ve kanatlı hayvan varlığının eklenmesiyle içerik yönünden daha zengin bir yaklaşım ortaya konulabilecektir. Bununla birlikte belediyelerin organik atık envanterlerinin temin edilmesiyle hal, konut, lokanta gibi kaynaklardan temin edilecek atıklar çalışmaya dâhil edilebilecektir.

Tablo 4. Samsun İli Büyükbaş Hayvancılık Kümeleri
 Table 4. Bovine Livestock Clusters in Samsun Province

| Küme No | X_c | Y_c | Hayvan Sayısı |
|---------|----------|----------|---------------|
| 1 | 41,64416 | 35,94269 | 13.782 |
| 2 | 41,53998 | 35,46996 | 2.318 |
| 3 | 41,16042 | 35,70335 | 723 |
| 4 | 41,07928 | 36,05994 | 1.686 |
| 5 | 41,2967 | 36,84123 | 2.564 |
| 6 | 41,15614 | 36,75087 | 2.466 |
| 7 | 41,56214 | 35,70253 | 5.231 |
| 8 | 41,12043 | 36,62677 | 1.865 |
| 9 | 41,26045 | 35,91702 | 696 |
| 10 | 41,31625 | 36,22895 | 103.157 |
| 11 | 40,96565 | 35,70974 | 3.720 |
| 12 | 41,14801 | 35,12041 | 531 |
| 13 | 41,17974 | 35,44968 | 5.623 |
| 14 | 41,2597 | 36,60577 | 4.818 |
| 15 | 41,18584 | 36,9758 | 2.088 |
| 16 | 41,28612 | 35,07105 | 238 |
| 17 | 40,99281 | 36,42185 | 529 |
| 18 | 41,24821 | 34,96235 | 155 |
| 19 | 41,51614 | 35,89177 | 10.756 |
| 20 | 41,19649 | 35,23199 | 1.529 |
| 21 | 41,03248 | 35,57505 | 1.840 |
| 22 | 41,11086 | 35,34618 | 1.310 |
| 23 | 41,41355 | 35,53965 | 1.574 |
| 24 | 40,9559 | 35,88688 | 2.080 |
| 25 | 40,95994 | 36,14801 | 1.608 |
| 26 | 41,54086 | 36,04904 | 11.084 |
| 27 | 41,19482 | 36,46641 | 4.921 |

Tablo 5. Samsun İli Kompost Tesisi Kurmaya Uygun Kümeler
 Table 5. Clusters Suitable for Establishing a Compost Facility in Samsun

| | Küme No | Küme Merkezi (X_c) | Küme Merkezi (Y_c) |
|------------|---------|------------------------|------------------------|
| Alaçam | 2 | 41,53998 | 35,46996 |
| Terme | 5 | 41,29670 | 36,84123 |
| Çarşamba | 6 | 41,15614 | 36,75087 |
| Alaçam | 7 | 41,56214 | 35,70253 |
| Havza | 11 | 40,96565 | 35,70974 |
| Vezirköprü | 13 | 41,17974 | 35,44968 |
| Çarşamba | 14 | 41,25970 | 36,60577 |
| Terme | 15 | 41,18584 | 36,97580 |
| Lâdik | 24 | 40,95590 | 35,88688 |
| Tekkeköy | 27 | 41,19482 | 36,46641 |



Şekil 4. Samsun İli Kompost Tesisi Kurmaya Uygun Kümeler
 Figure 4. Clusters Suitable for Establishing a Compost Facility in Samsun

Teşekkür

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında veri temini yönünden katkılarını sunan Samsun Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'ne, danışmanlık sürecinde desteklerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Hüdaverdi Bircan'a ve Prof. Dr. Hasan Eleroğlu'na, emeğini ortaya koyan tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi

Bu çalışma Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN danışmanlığında hazırlanan “Kümeleme Yöntemi ile TR83 Bölgesinde Hayvansal Atıkların Değerlendirilmesinde Optimal Tesis Yerlerinin Belirlenmesi” adlı doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Djeraba C, Fernandez G. 2003. Mining Image Data. İçinde The Handbook Of Data Mining (ss. 637-655). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Eleroğlu H, Bircan H, Arslan R. 2018. Kayseri İlinin Hayvansal Kaynaklı Kompost Potansiyeli Ve Optimum Tesis Konumları. Avrasya Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, ss.33-36.
- Epstein E. 2011. Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management. CRC Press.
- Gan G, Ma, C, Wu J. 2007. Data Clustering Theory Algorithms and Applications. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Ghosh J, Liu A. 2009. K-Means. İçinde The Top Ten Algorithms In Data Mining (ss. 21-35). CRC Press.

- Kawai K, Liu C, Gamaralalage PJD. 2020. CCET Guideline Series on Intermediate Municipal Solid Waste Treatment Technologies: Composting. United Nations Environment Programme.
- Khattree R, Naik DN. 2000. Multivariate Data Reduction And Discrimination With SAS Software (1. bs). SAS Institute Inc.
- Kodinariya T, Makwana P. 2013. Review on Determining of Cluster in K-means Clustering. International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies, 1, 90-95.
- Larose DT. 2005. Discovering Knowledge In Data An Introduction to Data Mining (1. bs). WILEY.
- Pham DT, Dimov S, Nguyen CD. 2004. Selection of K in K - Means Clustering. Institution of Mechanical Engineers Part C Journal of Mechanical Engineering Science, 203-210. <https://doi.org/10.1243/095440605X8298>
- Roman P, Martinez MM, Alberto P. 2015. Farmer's Compost Handbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Said Mİ. 2019. Characteristics of by-product and animal waste: A Review. Large Animal Review, 25(6), 243-250.
- Sequi P. 1996. The Role of Composting in Sustainable Agriculture. The Science of Composting, 23-29. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-1569-5>
- Syakur MA, Khotimah BK, Rochman EMS, Satoto BD. 2017. Integration K-Means Clustering Method and Elbow Method For Identification of The Best Customer Profile Cluster. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 336, 012017. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/336/1/012017>
- Xu R, Wunsch DC. 2009. Clustering (1. bs). WILEY.
- Yuan C, Yang, H. 2019. Research on K-Value Selection Method of K-Means Clustering Algorithm. J, 2, 226-235. <https://doi.org/10.3390/j2020016>