

DÜZCE İLİNİN HAYVANSAL ATIKLARDAN ÜRETİLEBİLECEK BİYOGAZ POTANSİYELİ VE K-MEANS KÜMELEME İLE OPTİMUM TESİS KONUMUNUN BELİRLENMESİ

¹*Fuat YÜRÜK, ²Pakize ERDOĞMUŞ

¹Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği ABD, Düzce Üniversitesi, Düzce - Türkiye
²Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği ABD, Düzce Üniversitesi, Düzce - Türkiye

Özet- Artan nüfusla birlikte fosil kökenli yakıtların sınırlı olması ve çevreye verdiği zararlar nedeniyle yeni enerji kaynakları için arayış başlamıştır. Bu sebeple, sürekli, yenilenebilir ve çevreye zararsız enerji kaynakları önem kazanmıştır. Biyogaz, anaerobik sindirim ya da biyolojik maddelerin fermantasyonu ile elde edilir. Diğer enerji türlerine göre temiz, ısı değeri yüksek bir enerji kaynağıdır ve fermente olmuş gübre tarımda daha değerli bir kaynaktır. Bu çalışmanın amacı Düzce ili ve ilçelerinde hayvansal atıklarından biyogaz potansiyelini hesaplamak ve bu tesisleri K-means kümeleme ile konumlarına göre kümelere ayırmaktır. Sonra K küme tek bir küme ile kümelenecek tüm tesisler ele alındığında Euklid uzaklıkları toplamı en küçük değeri veren (tüm tesislere en yakın) tesis konumunu belirlemektir. Bunun için, Türkiye İstatistik Kurumunun 2013 yılı verileri dikkate alınmıştır.

Anahtar Kelimeler- Biyogaz, Enerji Potansiyeli, Hayvansal Atık, K-Means Kümeleme

BIOGAS POTENTIAL OF DÜZCE WHICH CAN BE PRODUCED BY ANIMAL WASTE AND DETERMINATION OF OPTIMUM PLANT LOCATION WITH K-MEANS CLUSTERING

Abstract- With increasing population, searching of alternative energy sources has begun because of fossil sources scarcity and environmental effects of them. From this point of view, energy sources, which is continuous, renewable, and eco friendly have gained importance. Biogas is produced by anaerobic digestion or fermentation of biodegradable materials. It is a clean and high value energy source according to other energy types and manure which was fermented is more important source in agriculture. The aim of this study was to calculate the Düzce province and districts of biogas from animal waste and these plant is to separate clusters according to their positions with K-means clustering. After K cluster clustered in a single cluster, when all the plant handled the sum of distances Euklid to determine the minimum value (nearest to all plant) that the plant location. For this purpose data from the Turkish Statistical Institute in 2013 were taken into consideration.

Key Words- Animal Waste, Biogas, Potential Energy, K-Means Clustering

* fuatyuruk@gmail.com

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünyada enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde nüfus artışı, sanayileşme, insanların yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojik gelişmelere paralel olarak önümüzdeki yıllarda enerji talebi daha da yoğun olacaktır. Artan bu enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için dünyada ve ülkemizde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışı son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yer alan biyokütle enerji kaynaklarından biri de biyogazdır.

Biyogaz başta hayvan gübreleri ve bitki artıkları olmak üzere, her türlü organik materyalin havasız koşullarda fermentasyonu sonucu elde edilen, bileşiminde metan ve karbondioksit olan bir gaz karışımıdır.

Türkiye’de yılda 50-65 MTEP (milyon ton eş-değer petrol) tarımsal atık ve 11,05 MTEP hayvansal atık üretilmesine rağmen, üretilen bu atıkların sadece % 60’ı enerji üretimi için kullanılabilir niteliktedir. Bu tarımsal ve hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerjinin Türkiye’nin yıllık enerji tüketiminin % 22-27’sine eşit olduğu bilinmektedir [1].

2. YÖNTEM (METHOD)

2.1. Biyogaz (Biogas)

Biyogaz, organik kökenli atık ve artıkların oksijensiz ortamda fermentasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz, kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan bir gaz karışımıdır. Bileşiminde organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunur [2].

Biyogaz üretimi için, bahçe atıkları, hayvan gübreleri, gıda ve yemek atıkları, tarımsal atıklar, endüstriyel atıklar (kâğıt, deri, tekstil, orman, şeker vb.) ve atık su arıtma tesisi atıkları kullanılmaktadır. Biyogaz üretiminde hayvansal ve bitkisel atıklar tek başına kullanılabilmesi gibi belli esaslar doğrultusunda karıştırılarak da kullanılabilir [3].

Organik malzemenin biyogaza dönüşümü havasız ortamda (anaerobik) hidroliz, asetik asidin oluşumu, metan gazının oluşumu olarak üç aşamada gerçekleşir [4]. Biyogaz oluşumu seçilen reaktör tipine, ortam sıcaklığına ve kullanılan organik maddeye bağlı olarak değişmektedir. Termofilik sıcaklıkta (50-60°C) biyogaz prosesi yüksek verimde çalışmaktadır [5]. Biyoreaktörü termofilik şartlarda çalıştırmak için ilave ısıya ihtiyaç vardır. Yüksek sıcaklıkta çalışıldığı zaman serbest amonyak miktarı artar. Bu da biyoreaktör performansını olumsuz yönde etkileyebilir [6].

Biyogazdan elektrik ve ısı üretilmesi ekonomik kazanç sağlar. Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde yok olmaktadır ve çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir. Biyogaz tesislerinde elde edilen en kötü sera gazlarından biri olan metan gazı yakılarak CO₂’e dönüştürülmektedir. Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını ve daha sağlıklı, hijyenik yaşam alanlarının yaratılmasını sağlamaktadır.

Ülkemizde hayvancılığın gelişmesini teşvik edici olmakla birlikte suni gübreye bağımlılığı azaltarak, sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktadır ve ülkemizin dışarıya olan enerji bağımlılığını da azaltmaktadır [6,7].

Hayvanlardan elde edilen gübre miktarları hayvanların cinsine göre değişiklik göstermektedir. Biyogaz potansiyelini belirlemek için aşağıdaki kabuller ve araştırma sonuçları kullanılmıştır [1].

Buna göre;

- 1 adet büyükbaş hayvandan 3,6 ton/yıl yaş gübre,
- 1 adet küçükbaş hayvandan 0,7 ton/yıl yaş gübre,
- 1 adet kanatlı hayvandan 0.022 ton/yıl gübre elde edilmektedir.

Bu değerlerden yola çıkarak,

- Bir ton sığır gübresinden 33 m³/yıl biyogaz,
- Bir ton koyun gübresinden 58 m³/yıl biyogaz,

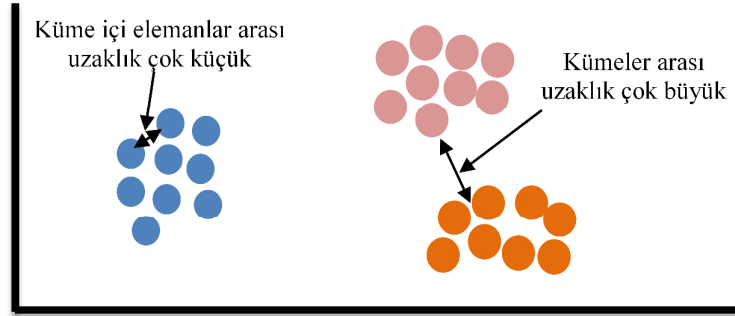
Bir ton kanatlı hayvan gübresinden 78 m³/yıl biyogaz oluşmaktadır.

2.2. K-Means Kümeleme Yöntemi (K-Means Clustering)

Kümeleme, en basit tanımıyla benzer özellik gösteren veri elemanlarının kendi aralarında gruplara ayrılmasıdır [8]. Kümeleme analizinde genel amaç küme içi homojenliği, kümeler arası heterojenliği sağlamaktır. Bu da benzer bireylerin aynı kümede toplanmasıyla sağlanabilir. Bireylerin benzerlikleri uzaydaki konumları ile ilgilidir. Uzaydaki konumları itibari ile birbirine uzaklıkları daha az olan bireyler aynı kümede toplanmış olacaklardır.

Literatürde pek çok kümeleme algoritması bulunmaktadır. Kullanılacak olan kümeleme algoritmasının seçimi, amaca ve veri tipine bağlıdır. Genel olarak başlıca kümeleme yöntemleri; Bölme yöntemleri (Partitioning methods), Hiyerarşik yöntemler (Hierarchical methods), Yoğunluk tabanlı yöntemler (Density-based methods), Izgara tabanlı yöntemler (Grid-based methods), Model tabanlı yöntemler (Model-based methods) olarak sınıflandırılabilir [9].

Birimler arasındaki uzaklıkları hesaplamak için en sık kullanılan uzaklık ölçüleri Minkowski, Öklid (Euclidean), Pearson, Manhattan (City-Blok), Mahalanobis, Hotelling T² ve Canberra Uzaklığı'dır [10].



Şekil 1. Küme Yapısı (Cluster Structure)

Kümeleme işleminde küme içindeki nesnelere arasındaki uzaklık çok küçükken, kümeler arası uzaklık çok büyüktür [11]. Bölümleyici algoritmaların arasında yaygın kullanılan algoritmalar k-means, k-medoid, clara ve clarans, c-means algoritmalarıdır. En yaygın kullanılan gözetimsiz öğrenme yöntemlerinden biri olan K-means algoritması her verinin sadece bir kümeyle ilişkilendirilmesine izin veren keskin bir kümeleme algoritmasıdır [12].

K-means algoritmasının genel mantığı n adet veri nesnesinden oluşan bir veri setini, k adet giriş parametresi sayısı kadar kümeyle bölümlenektir. Amaç, gerçekleştirilen bölümlenme işlemi

...: *Düzce İlinin Hayvansal Atıklardan Üretilebilecek Biyogaz Potansiyeli Ve K-Means Kümeleme İle Optimum Tesis Konumunun Belirlenmesi*..:

sonunda elde edilen kümelerin, küme içi benzerliklerinin maksimum ve kümeler arası benzerliklerinin minimum olmasını sağlamaktır. Bölümleyici kümelemeli yöntemlerden olan K-Means algoritması sürekli olarak kümelerin yenilendiği ve en uygun çözüme ulaşana kadar devam eden döngüsel bir algoritmadır [8,13].

K-means yönteminin performansını k küme sayısı, başlangıç olarak seçilen küme merkezlerinin değerleri ve benzerlik ölçümü kriterleri etkilemektedir [14].

Küme sayısının belirlenmesi konusunda son yıllarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Halen küme sayısının belirlenmesinde kullanılan en pratik yol (1) nolu eşitlik ile ifade edilir [15].

$$k = \sqrt{\frac{n}{2}} \quad (1)$$

n: kümelenecek birey sayısı

K-means kümeleme yönteminin değerlendirilmesinde en yaygın olarak karesel hata kriteri SSE kullanılır. En iyi sonucu en düşük SSE değerine sahip kümeleme verir. Nesnelerin bulunduğu kümenin merkez noktalarına olan uzaklıklarının karelerinin toplamı (1) nolu eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$SSE = \sum_{i=1}^K \sum_{x \in C_i} dist^2(m_i, x) \quad (2)$$

x: C_i kümesinde bulunan bir nesne, m_i: C_i kümesinin merkez noktası

Bu kriterleme sonucu, k tane kümenin olabildiğince yoğun ve birbirinden ayrı sonuçlanması hedeflenmeye çalışılır. Algoritma, karesel-hata fonksiyonunu azaltacak k parçayı belirlemeye gayret eder. K-means algoritması, algoritmaya kullanıcı tarafından verilen k parametresi ile n tane veriden oluşan veri setini k adet kümeye böler [16].

K-means algoritmasının işlem basamakları şöyledir:

1.Adım: İlk olarak küme merkezleri belirlenir. Bunun için iki farklı yol vardır. Nesneler arasından küme sayısı olan k adet rasgele nokta seçilmesi veya merkez noktaların tüm nesnelerin ortalaması alınarak belirlenmesi,

2.Adım: Her nesnenin seçilen merkez noktalara olan uzaklığı hesaplanarak tüm nesneler k adet kümeden kendilerine en yakın olan kümeye yerleştirilir,

3.Adım: Oluşan kümelerin yeni merkez noktaları o kümedeki tüm nesnelerin ortalama değeri ile değiştirilir,

4.Adım: Merkez noktalar değişmeyene kadar 2. ve 3. adımlar tekrarlanır [8].

3. BULGULAR (FINDINGS)

3.1. Düzce İli Mevcut Biyogaz Potansiyeli (Düzce Available Biogas Potential)

Düzce ilinin ilçelere göre mevcut olan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanlarının sayısı Tablo 1'de gösterilmiştir. Veriler Türkiye İstatistik Kurumu 2013 yılı istatistiklerinden alınmıştır [17].

Tablo 1. Düzce İli İlçelerinin Büyükbaş, Küçükbaş Ve Kanatlı Hayvanları Sayısı (Bovine, Sheep And Poultry Number Of Düzce Districts)

Yerleşim Yerleri	Büyükbaş Hayvan Sayısı	Küçükbaş Hayvan Sayısı	Kanatlı Hayvan Sayısı
MERKEZ	31.000	3.500	3.567.544
AKÇAKOCA	4.000	400	3.260.192
CUMAYERİ	3.001	200	212.432
ÇİLİMLİ	6.050	400	698.244
GÖLYAKA	7.801	3.500	170.776
GÜMÜŞOVA	4.247	750	328.204
KAYNAŞLI	3.501	889	476.876
YİĞİLCA	6.511	2.000	1.036.986
TOPLAM	66.111	11.639	9.751.254

Düzce’de büyükbaş hayvan sayısı 66.111 adettir. Aynı yıl Türkiye genelinde mevcut büyükbaş hayvan sayısı 14.532.848 adet olup, bu rakamın % 0,45’i Düzce’de bulunmaktadır. Düzce’de küçükbaş hayvan sayısı ise 11.639 adettir. Aynı yıl Türkiye’de küçükbaş hayvan sayısı toplamı 38.509.795 adet olup, bu rakamın % 0,03’ü Düzce’de bulunmaktadır. Çalışmada kanatlı hayvan olarak yumurta tavuğu, et tavuğu, hindi, kaz ve ördek sayıları baz alınmıştır. Düzce deki kanatlı hayvan sayısı 9.751.254’dür. Aynı yılda Türkiye’deki kanatlı hayvan sayısı 270.202.034 olup, Düzce’nin ülkemiz kanatlı hayvan sayısındaki üretim payı ise % 3,60’dır.

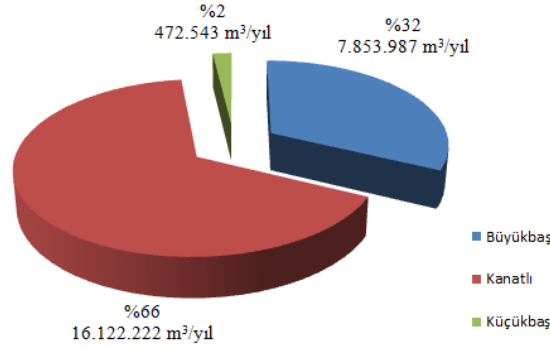
Tablo 2. Düzce’de Hayvansal Atıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Potansiyeli (Biogas Potential Of Düzce Which Can Be Produced By Animal Waste)

Yerleşim Yerleri	Hayvan Cinsi	Hayvan Sayısı	Gübre Miktarı (ton/yıl)	Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Toplam Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)
MERKEZ	Büyükbaş	31.000	111.600	3.682.800	9.358.749
	Küçükbaş	3.500	2.450	142.100	
	Kanatlı	3.224.854	70.947	5.533.849	
AKÇAKOCA	Büyükbaş	4.000	14.400	475.200	6.078.739
	Küçükbaş	400	280	16.240	
	Kanatlı	3.256.002	71.632	5.587.299	
CUMAYERİ	Büyükbaş	3.001	10.804	356.519	728.709
	Küçükbaş	200	140	8.120	
	Kanatlı	212.162	4.668	364.070	
ÇİLİMLİ	Büyükbaş	6.050	21.780	718.740	1.930.953
	Küçükbaş	400	280	16.240	
	Kanatlı	696.954	15.333	1.195.973	
GÖLYAKA	Büyükbaş	7.801	28.084	926.759	1.360.031
	Küçükbaş	3.500	2.450	142.100	
	Kanatlı	169.681	3.733	29.1173	
GÜMÜŞOVA	Büyükbaş	4.247	15.289	504.544	1.097.377
	Küçükbaş	750	525	30.450	
	Kanatlı	327.729	7.210	562.383	
KAYNAŞLI	Büyükbaş	3.501	12.604	415.919	1.269.456
	Küçükbaş	889	622	36.093	
	Kanatlı	476.366	10.480	817.444	
YİĞİLCA	Büyükbaş	6.511	23.440	773.507	2.624.737
	Küçükbaş	2.000	1.400	81.200	
	Kanatlı	1.031.486	22.693	1.770.030	

...: Düzce İlinin Hayvansal Atıklardan Üretilebilecek Biyogaz Potansiyeli Ve K-Means Kümeleme İle Optimum Tesis Konumunun Belirlenmesi...:

Düzce merkez ve ilçelerde mevcut hayvan potansiyeline bağlı olarak büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan verileri bütün olarak değerlendirilmiş ve biyogaz üretim potansiyeli hesaplanarak sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’ye göre; mevcut hayvan potansiyelinden biyogaz üretilecek olursa en yüksek ağırlık potansiyeline sahip olan ilçeler Merkez ve Akçakoca’dır.

Düzce ilinin mevcut hayvan potansiyeline bağlı olarak meydana gelen yaş gübre miktarları (ton/yıl), üretilebilecek biyogaz miktarları (m³/ yıl) hesaplanarak Şekil 2’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Düzce ilinin hayvansal atıklarından üretilebilecek biyogaz potansiyelini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma göstermiştir ki Düzce ili özellikle kanatlı hayvan atıkları bakımından önemli bir biyogaz potansiyeline sahiptir. Yapılan hesaplamalarda kanatlı hayvan atıklarından üretilebilecek biyogaz potansiyeli bakımından Merkez İlçe 5.553.849 m³/yıl ve Akçakoca İlçesi 5.587.289 m³/yıl ile; en yüksek potansiyele sahip ilçeler olmuştur.



Şekil 2. Düzce İlinin Biyogaz Potansiyeli Ve Organik Atık Türüne Göre Grafiksel Dağılımı (Biogas Potential Of Düzce And Graphical Distribution Of Organic Waste Type)

Taze tavuk gübresinden 27°C - 37°C sıcaklıkta ve havasız ortamda metan gazı elde edilebilmektedir. Biyogaz üretiminden sonra elde edilen fermente gübrenin toprak için değeri de artmaktadır. Biyogaz üretimine tavuk gübresi diğer hayvan gübrelere göre daha elverişlidir. Tavuk atıklarından biyogaz üretilmesi enerji tasarrufuna katkı sağlar ve gübreden CH₄, HS gibi gazların uzaklaştırılması, zararlı mikro organizmalar için uygun bir ortam teşkil etmemesi çevre kirliliğinin önlenmesinde kısmi bir çözümü de beraberinde getirmektedir [18].

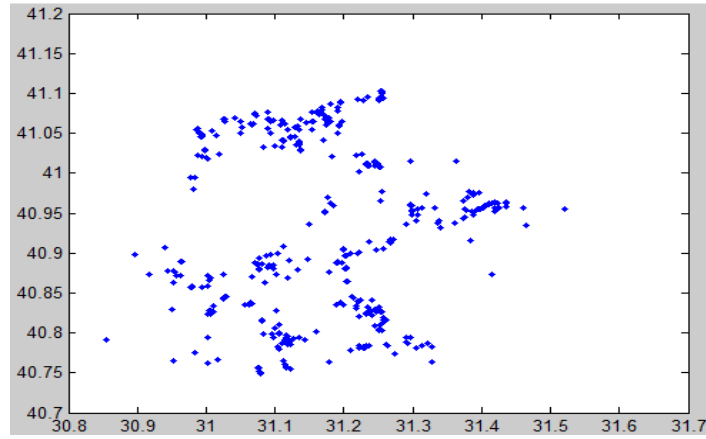
3.2. K-Means Kümeleme İle Optimum Tesis Konumlarının Belirlenmesi (Determination Of Optimum Plant Location With K-Means Clustering)

Türkiyedeki broiler (et tavuğu yetiştiriciliği) üretiminin %5,29’unu Düzce ilindeki broiler üretimi oluşturmaktadır olup Düzce ilinin ilçelere göre mevcut olan broiler işletme ve kümes sayıları Tablo 3’de gösterilmiştir. Veriler Düzce İli Tarım İl Müdürlüğünden alınmıştır.

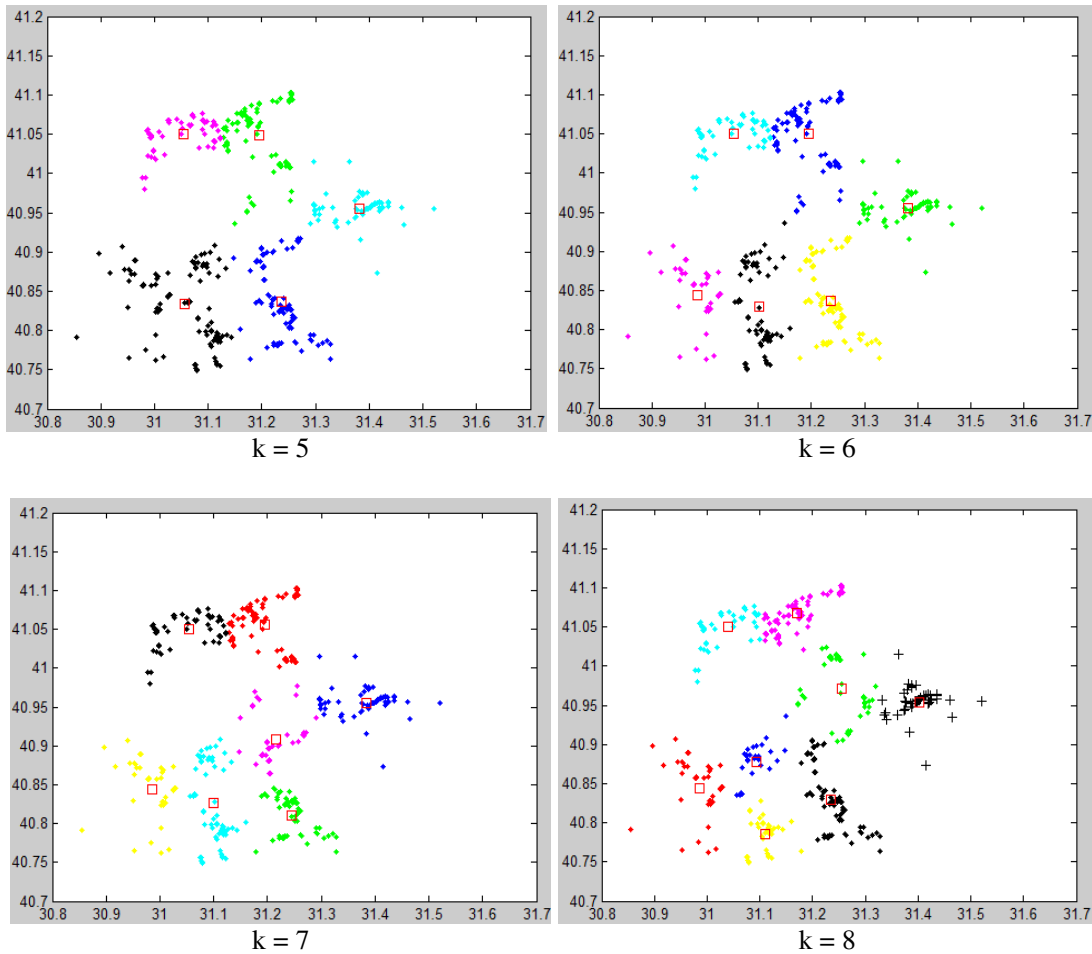
Tablo 3. Düzce İli İlçelerinin Broiler İşletme ve Kümes Sayıları (Düzce District's Broiler Business and Poultry Number)

İLÇE	İŞLETME SAYISI	KÜMES SAYISI
MERKEZ	147	157
AKÇAKOCA	171	180
CUMAYERİ	10	17
ÇİLİMLİ	28	32
GÖLYAKA	15	19
GÜMÜŞOVA	11	11
KAYNAŞLI	17	24
YİĞİLCA	74	87
TOPLAM	473	527

Düzce ilinde toplam 527 adet kümes ve 473 adet işletme bulunmaktadır. Yapılan çalışmada işletmelere ait 473 adet koordinat bilgisi kullanılmıştır.



Şekil 3. Düzce İli Broiler Kümes Koordinat Bilgileri (Broiler Poultry Coordinate Information Of Düzce)



Şekil 4. K-Means Algoritmasının Oluşturduğu Kümeler (Clusters That Made In By K-Means Algorithm)

Tablo 4. K-Means İle Belirlenen Küme Merkezleri (Cluster Centers Determined By The K-Means)

Küme Sayısı	Küme No	Küme Merkezleri		Küme Merkezleri Ortalaması	
		X	Y	Xort	Yort
k = 5	1	31.048716	40.836629	31.181950	40.940910
	2	31.060911	41.021499		
	3	31.236045	40.837304		
	4	31.188258	41.049374		
	5	31.381543	40.954914		
k = 6	1	31.019175	40.869461	31.177473	40.939091
	2	31.054939	41.019994		
	3	31.143021	40.897365		
	4	31.202562	41.012929		
	5	31.245016	40.850346		
	6	31.386584	40.954843		
k = 7	1	31.022746	40.840011	31.176800	40.936445
	2	31.088040	40.907606		
	3	31.105833	40.953594		
	4	31.193051	40.904901		
	5	31.230241	40.940347		
	6	31.202465	41.054193		
	7	31.395225	40.954464		
k = 8	1	31.004626	40.844147	31.173682	40.932500
	2	31.084785	40.878348		
	3	31.093814	40.924679		
	4	31.143769	40.949060		
	5	31.215838	40.903556		
	6	31.225276	40.957547		
	7	31.220372	41.048947		
	8	31.400979	40.953717		

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahip olan biyogaz dünyanın birçok ülkesinde değerlendirilmektedir. Hindistan ve Çin gibi Asya ülkelerinde aile tipi biyogaz tesisleri yaygın olarak kullanılmaktayken Almanya ve Avusturya gibi Avrupa ülkelerinde ise sanayi tip biyogaz tesisleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Düzce ilinin hayvansal atıklarından üretilebilecek biyogaz potansiyelini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma göstermiştir ki Düzce ili özellikle kanatlı hayvan atıkları bakımından önemli bir biyogaz potansiyeline sahiptir. Buna karşın bu büyük potansiyelin belirlenmesinin yanında, bu miktarlardaki hayvansal atığın doğal çevre ve insan sağlığı açısından tehlike oluşturmayacak şekilde bertaraf edilmesi zorunluluğu da açıkça ortaya koyulmuştur.

Elde edilecek biyogaz evlerde yemek pişirmede, ısınmada ve aydınlatmada kullanılabileceği gibi tesislere ilave edilebilecek kojenerasyon üniteleri vasıtasıyla elektrik enerjisi, sıcak su ve sıcak hava elde edilebilmektedir. Son yapılan yasal düzenlemeler ile üretilen elektrik enerjisi işletmelerin kendi ihtiyaçları ile kullanılabileceği gibi doğrudan şehir şebeke elektriğine de verilebilmektedir.

Biyogaz üretim teknolojisinin ilimize sağlayacağı en önemli katkı ise şüphesiz biyogaz üretiminin çevreye olan olumlu etkileri ve kullanılabilir forma dönüştürülmüş gübre çıktısıdır. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında çok geç olmadan Düzce İlinin bu potansiyeli değerlendirilmeli ve ekonomiye kazandırılmalıdır.

Bu çalışmada Düzce ilinde bulunan kanatlı hayvan yetiştiren işletmelerden elde edilen atıkların toplanarak bir biyogaz tesisine aktarılacak istenmesi durumunda hangi bölgelerde biyogaz tesisi kurulabileceği ve tek bir büyük tesis kurulması durumunda bu tesisin konumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Düzce ilinde bulunan 473 tesisin konum bilgisi elde edilmiştir. Problemin bu konuların hepsine en yakın tesisi bulmak için modellenmesi durumunda 473 değişkenli bir problem olacaktır. Bu optimizasyon probleminin pratik olarak çözümü hem çalışma zamanı hem de problemin kodlanması bakımından oldukça zordur. Bu sebeple bu konuların kümeleme yöntemleri ile bulunması amaçlanmıştır. Bu konuların koordinatları çizdirildiğinde (Şekil 3) en fazla 9 küme olacağı görülmektedir. Bu konular kullanılarak Matlab'da k-means kümeleme algoritması ile tesisler k=5, k=6, k=7, k=8 küme sayısına göre kümelendi. Daha sonra bu kümeler tek bir küme olarak kümelendiğinde elde edilen küme merkezleri Tablo 4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 4 ve Tablo 4'te görülmektedir. Bu dört farklı sınıflandırmada da yaklaşık olarak aynı konumun bulunduğu görülmektedir. Bu konum kurulması muhtemel bir biyogaz tesisinin yaklaşık en iyi konumudur. Ancak bu konum kapasiteler gözetilmeden elde edilen konumdur. Bir başka çalışmada kapasitelerde gözetilerek elde edilecek en iyi konum bilgisi araştırması yapılacaktır.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Koçer, N., Öner, C. ve Sugözü, İ., (2006). Türkiye'de Hayvancılık Potansiyeli Ve Biyogaz Üretimi. Fırat Üniversitesi, *Doğu Anadolu Araştırmaları Merkezi, Doğu Anadolu Araştırmaları*, 17-20, Elazığ.
- [2]. Kılıç, F. Ç., (2007). Biyogaz, Önemi, Genel Durumu Ve Türkiye'deki Yeri. *Renewable Energy World*, 8.6.
- [3]. Gülen, J., and Çişel Ç., (2012). Biyogaz Hakkında Genel Bilgi Ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 65-84.
- [4]. Kaya, Durmuş, et al. (2011). Sürdürülebilir Ve Çevre Dostu Hayvancılık İşletmeciliği: Hayvansal Atıklardan Biyoenerji Ve Biyoürün Eldesi. *Engineer & the Machinery Magazine* 622.
- [5]. Alvarez, R., Lide, G., (2009). Low temperature anaerobic digestion of mixtures of llama, cow and sheep manure for improved methane production, *Biomass and Bioenergy*, 33, 527-533,
- [6]. Öztürk, M., (2005). Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi, *Çevre ve Orman Bakanlığı*, Ankara, 5,8-18,21.
- [7]. Tolay, M., et al. (2008). Hayvansal atıklardan biyogaz üretimi, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES*, 17-19.
- [8]. Demiralay, M., Çamurcu., A. Y., (2005). Cure, Agnes ve K-Means Algoritmalarındaki Kümeleme Yeteneklerinin Karşılaştırılması.
- [9]. Özekes, S., (2003). Veri madenciliği modelleri ve uygulama alanları.
- [10]. Cengiz, D., Öztürk., F., (2012). Türkiye'de İllerin Eğitim Düzeylerine Göre Kümeleme Analizi İle İncelenmesi, *Trakya University Journal of Social Science*.
- [11]. Yavuz, Ü., Ekim, U. and Köklü, M., (2011). Üniversite Öğrencilerin Ortak Zorunlu Derslerdeki Başarılarının K-Means Algoritması İle İncelenmesi, *NWSA: Engineering Sciences*, 6(1), 342-347.
- [12]. Sarıman, G., (2011). Veri Madenciliğinde Kümeleme Teknikleri Üzerine Bir çalışma: K-Means ve K-Medoids Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması, *Journal of Natural & Applied Sciences*, 15(3).

...: *Düzce İlinin Hayvansal Atıklardan Üretilebilecek Biyogaz Potansiyeli Ve K-Means Kümeleme İle Optimum Tesis Konumunun Belirlenmesi*...

- [13]. Silahtarođlu, G., (2008). Veri madenciliği, *Papatya yayıncılık, İstanbul*, 114.
- [14]. Çalışkan, S. K., Soğukpınar, İ., (2008). KxKNN: K-Means ve K En Yakın Komřu Yöntemleri İle Ağlarda Nüfuz Tespiti, *EMO Yayınları*, 120-124.
- [15]. Dođan, İ., (2002). Kümeleme Analizi ile Seleksiyon. *Turk J Vet Anim Sci Tübitak*
- [16]. Işık, M., Çamurcu, A. Y., K-Means, K-Medoids Ve Bulanık C-Means Algoritmalarının Uygulamalı Olarak Performanslarının Tespiti.
- [17]. URL,Türkiye İstatistik Kurumu,<http://tuikapp.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul> (Eriřim Tarihi: 19 Aralık 2014).
- [18]. Camcı, Ö., Sarıca, M. and şekeroğlu, A. (2013)., Kafes Sisteminde Gübrenin Uzaklaştırılması ve Gübrenin Yönetimi, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*,10.