

# SAKARYA İLİNİN HAYVANSAL ATIKLARDAN ÜRETİLEBİLECEK BİYOGAZ POTANSİYELİ

Ömer Hulusi DEDE - Mehtap DURSUN

Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü

## GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışı son yıllarda önemli ölçüde artarken, organik atıklardan biyogaz üretimi konusunda yapılan çalışmalar, bu artışın en önemli parçasını oluşturmuştur. Biyogaz çalışmalarına verilen büyük önem, bu çalışmaların, sosyal ve kültürel kalkınmanın en önemli girdisi ve göstergesi olarak kabul edilen enerji ihtiyacını karşılama ve doğal çevrenin korunmasına katkıda bulunma faaliyetlerinin her ikisini de içinde barındırmasından ileri gelmektedir. Her ne kadar jeotermal enerji, dalga enerjisi, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, fosil yakıtların kullanımını bir ölçüde azaltarak, özellikle hassas alanlarda, çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulursa da biyogaz üretimi, uygun şekilde muamele edilmediğinde çevreye büyük zararlar verebilecek organik atıkların bertaraf edilmesi açısından sağladığı katkı nedeniyle öne çıkmaktadır. Dünya çapında yürütülen çalışmalar neticesinde oluşmuş ortak bir fikir olarak, biyogaz üretimi ile esas kaynağı doğal çevre olan organik atıkların; enerji üretilmesinin ardından çevresel riskleri ortadan kaldırılarak tekrar doğaya verilmesi, bu atıkların bertaraf edilmesi için en ekonomik ve en ekolojik yöntemdir.

## ORGANİK ATIKLAR VE BİYOGAZ

Organik atık kavramı; hava ile temasına bağlı olarak aerobik (havali) veya anaerobik (havasız) şekilde biyolojik ayrışabilirliği yüksek ve genel olarak yapılarında büyük miktarda su, karbonhidrat, protein, yağ, bazı asit ve bazlar ile az miktarda mikro element bulunan atıklar için kullanılan genel bir kavramdır [1]. Evsel, endüstriyel ve zirai faaliyetler sonucu açığa çıkmakta ve kısa sürede büyük miktarlara ulaşabilmektedirler. Bu atıklar; uygun bir bertaraf yöntemi uygulanmaz ve gelişigüzel şekilde depolanıp doğal çürüme sürecine terk edilirse koku, patojen mikroorganizma ve vektör çekiciliği gibi insan ve çevre sağlığı açısından büyük riskler içeren sorunlara yol açmaktadır. Önceleri organik atıkların bertaraf edilmesi için düzenli depolama, yakma gibi yöntemler geliştirilmiş ve işlevsel olarak kullanılmışsa da, günümüzde bu yöntemlerin de sürdürülebilir olmadığı görüşü ağırlık kazanmıştır. Günümüzde bu atıkların ekolojik olarak önemi ve enerji potansiyeli açıkça anlaşıldığı için önerilen en iyi bertaraf yöntemi, bu atıkların zararsız şekilde tekrar doğal çevreye kazandırıldığı kompostlaştırma ve biyogaz üretimidir. Esasen kompostlaştırma ve biyogaz üretimi doğada kendiliğinden gerçekleşen aerobik ve anaerobik ayrışmanın, en iyi koşullar sağlanarak kontrollü bir şekilde hızlandırılmasıdır. Her iki uygulamada da organik atıklar; bitki yetiştirme ortamı, toprak iyileştirici, bitki besin elementi kaynağı ve biyogaz olarak tarımsal faaliyetler ile enerji üretiminde kullanılmakta, ekonomik değeri yüksek bir ürün haline dönüşmektedir.

En genel tanımı ile biyogaz, organik maddelerin havasız fermantasyonu (mayalanması) sonucu açığa çıkan bir gaz karışımıdır. Renksiz, yandığında kokusuz ve havadan hafiftir [2]. Üretim prosesi (süreci) ve kullanılan organik maddeye bağlı olarak bileşimi genellikle metan ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), hidrojen ( $\text{H}_2$ ), azot ( $\text{N}_2$ ), hidrojen sülfür ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ve su buharının ( $\text{H}_2\text{O}$ ) belli oranlarda karışımı şeklindedir. Biyogazın kalori değerini ve kullanım şeklini içindeki metan oranı belirlemekle birlikte, çok iyi kontrol sağlanmış proseslerde (süreçlerde) metan oranı %70-80'lere kadar çıkmaktadır.

Organik malzemenin biyogaza dönüşümü havasız ortamda mikrobiyolojik faaliyetlerle, fermantasyon ve hidroliz, asetik asidin oluşumu, metan gazının oluşumu olarak üç aşamada gerçekleşir. Bu aşamalar biyogaz üretiminin temel aşamaları olup, hızları ve verimleri, seçilen reaktör tipine, ortam sıcaklığına ve kullanılan organik maddeye bağlı olarak değişmektedir. Biyogaz prosesi en verimli termofilik sıcaklık olarak bilinen 50-60 °C arasında çalışmakla birlikte, soğuk bölgelerde ilave

ısıtma tedbirleri ile verim düşüşü olmadan biyogaz eldesi sağlanmakta ve daha düşük sıcaklıklarda biyogaz üretimi ile ilgili başarılı çalışmalar bulunmaktadır [3].

Biyogaz üretim prosesinin ilk başarılı uygulamaları Danimarka ve Almanya'da denenmiş, buradan tüm Avrupa'ya yayılmıştır. Halen Almanya, İtalya, Fransa ve Hollanda başta olmak üzere birçok ülkede biyogaz üretimi yapılmaktadır. Avrupa ülkelerindeki biyogaz tesisleri Amerika ve Asya'daki tesislere göre, büyük ölçekli ve yüksek gaz üretim kapasitesine sahip tesislerdir. Bunun nedeni, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin entegre tesislerde, büyük ölçekli olarak yapılmasıdır. Bu tesislerde oluşan organik atıklar büyük miktarlarda ve toplu olarak bulunmaktadır. Ayrıca Avrupa ülkelerinde biyogaz üretim ve kalitesinin yüksek olması; üretimde hayvansal atıkların yanında, özellikle mısır gibi enerji bitkilerini de yüksek oranda kullanmalarından kaynaklanmaktadır [4].

Buna karşın Çin ve Hindistan gibi Asya ülkelerinde çoğunlukla küçük ölçekli, ev veya çiftlik tipi olarak nitelendirilen biyogaz tesisler kullanılmaktadır. Sayıları milyonlar ile ifade edilen bu küçük ölçekli tesis tipleri, kullanım sıklığı nedeniyle "Çin Tipi" veya "Hint Tipi" diye isimlendirilmektedir. Bu tesisler günde 3-10 m<sup>3</sup> biyogaz üretmekte ve bir ailenin günlük enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Küresel enerji tüketiminin en önemli aktörlerinden Çin'de 2005 yılı itibariyle 20 milyon, Hindistan'da ise 12 milyonun üzerinde ev tipi biyogaz tesisi mevcuttur [4, 5].

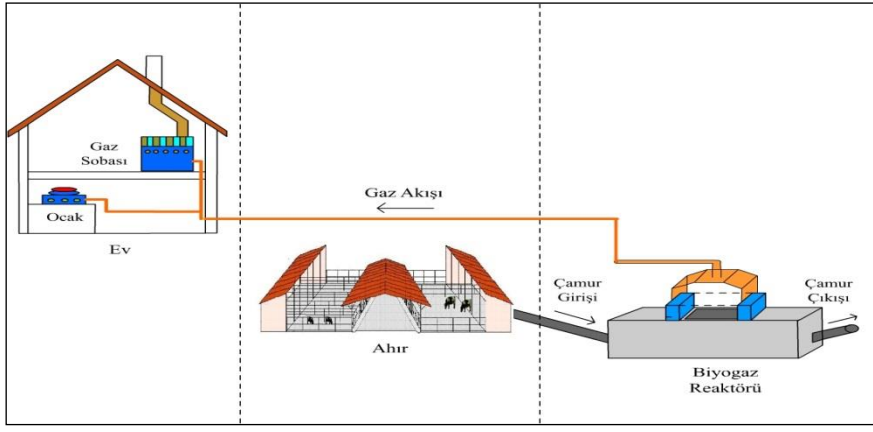
Ülkemizde biyogaz ile ilgili araştırma-geliştirme çalışmaları yoğun olarak 1980-1986 yılları arasında Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü bünyesinde Toprak Su Araştırma Enstitüsü'nde çalışılmıştır. Değişik hacimli reaktörler kurularak gaz üretim denemeleri yapılmış olmasına rağmen bu uygulamaların ülke geneline yayılması ve yaygınlaştırılması sağlanamamıştır [5, 6]. Son yıllarda üniversiteler, DPT ve TÜBİTAK; Çevre ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, belediyeler ve bazı özel kuruluşlar ile ülkemizin iklim şartlarına ve atık profiline uygun biyogaz teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik projeler başlatmıştır. Uygun teknolojinin geliştirilmesi ve biyogaz üretiminin yurt genelinde yaygınlaştırılması çabalarına hız verilmiştir [5, 6].

## **SAKARYADAKİ BİYOGAZ ÇALIŞMALARI**

Sakarya'nın gerek gıda endüstrisinin gelişmiş olmasından gerek yapılan tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğunluğundan dolayı, biyogaz üretiminde kullanılabilecek organik atık üretimi oldukça fazladır. Özellikle kuzey ilçelerinde büyükbaş ve kanatlı yetiştiriciliğinden kaynaklanan hayvan atığı önemli miktarlara ulaşmaktadır. Ayrıca Sakarya'daki hayvancılık profilinin küçük ve orta ölçekli işletmelerden oluşması, bu işletmelerin il geneline dağınık olması nedeniyle oluşan organik atığın da küçük gruplar halinde ve dağınık halde olduğu söylenebilir.

Genellikle belli bir süre bekletildikten sonra doğal gübre olarak kullanılmaya çalışılan bu atıklar, bazen kontrolsüz olarak yol kenarlarına, dere yataklarına ve orman içlerine dökülerek uzaklaştırılmaya çalışılmaktadır. Bu durum hem doğal çevrenin kirlenmesine hem de özellikle yaz aylarında kırsal bölgede ciddi bir koku ve sinek sorununa yol açarak insan sağlığı ve yaşam kalitesi açısından risk oluşturmaktadır.

Bununla birlikte son yıllarda, il genelinde organik atıkların oluşturduğu sorunlara çözüm arayışlarının olması ve bu atıkların biyogaz üretimi açısından sahip olduğu büyük potansiyelin yavaş yavaş anlaşılmasına başlanması sonucu bugüne kadar amatör düzeyde yapılan çalışmalar, bilimsel ve teknolojik bir yön almaya başlamıştır.



Şekil 1: Kaynarcada Yapılan Çiftlik Tipi Biyogaz Reaktörü Projesi'nin Genel Görünümü

Pamukova ilçesinde kurulan büyük çaplı entegre atık ayırma ve bertaraf tesisinde, organik atıkların ayrılarak biyogaz ve kompost üretiminde kullanılmaya başlanması; Kaynarca ilçesinde, Kaynarca Kaymakamlığı ve Sakarya Üniversitesi tarafından kurulan ve bilimsel araştırma projesi kapsamında iki seneyi aşkın süredir işletilerek optimizasyonu sağlanan çiftlik tipi biyogaz reaktörü; İl Çevre ve Orman Müdürlüğü ve Kaynarca Tarım İlçe Müdürlüğü'nün Sakarya ilindeki biyogaz potansiyelinin belirlenmesi ve kırsal kesimde yaşayan vatandaşların biyogaz konusunda bilgilendirilmesi gibi çalışmalar, bu konuda yapılmış en önemli çalışmalar olup Sakarya'nın gündemine biyogaz üretimi konusunu getirmiştir. Ayrıca yine bu çalışmaların neticesinde, yerli ve yabancı biyogaz firmalarının Sakarya'daki organik atık potansiyelinden haberdar olması sağlanmış ve çeşitli biyogaz yatırımlarının yapılması gündeme gelmiştir.

### SAKARYANIN BİYOGAZ POTANSİYELİ

Bu çalışmada biyogaz potansiyelinin belirlenmesi için önce Sakarya ili ve ilçelerinin mevcut hayvan varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Sakarya Tarım İl Müdürlüğü, Sakarya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ve bazı tarım ilçe müdürlüklerinden hayvan varlığı kapasitesi ve mevcut kapasitenin kullanımı ile ilgili istatistikî veriler alınmıştır. Elde edilen bu istatistikî verilerden büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları net olarak tespit edilmiştir. Ancak broiler tavuk üretimi için alınan veriler Sakarya ili ve ilçelerindeki mevcut işler durumunda olan kümes kapasitelerini göstermektedir. Bundan dolayı kullanılan kümes kapasiteleri, bölgede uygulanan yıllık yetiştirme dönemi olan 5,5 ile çarpılarak toplam yıllık broiler tavuk sayısı hesaplanmıştır.

Ayrıca, Tarım ve Çevre İl Müdürlüklerinden alınan veriler ve literatür çalışmasından elde edilen bilgiler doğrultusunda Sakarya ili ve ilçelerinde ağırlıklı hayvan varlığının sığır, koyun ve tavuktan oluştuğu; at, eşek, keçi, hindi, diğer büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan türlerinin varlığının son derece sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden bu çalışmada hayvansal atıklardan biyogaz üretim potansiyeli belirlenirken büyükbaş olarak sığır, inek; küçükbaş olarak ise koyun gübreleri dikkate alınmıştır. Tavuk gübresi ise miktar ve içeriğindeki farklılıklardan dolayı broiler (et tavuğu) ve yumurta tavuğu gübreleri olarak ikiye ayrılarak hesaplamalar yapılmış; ancak sonuçları toplam olarak verilmiştir.

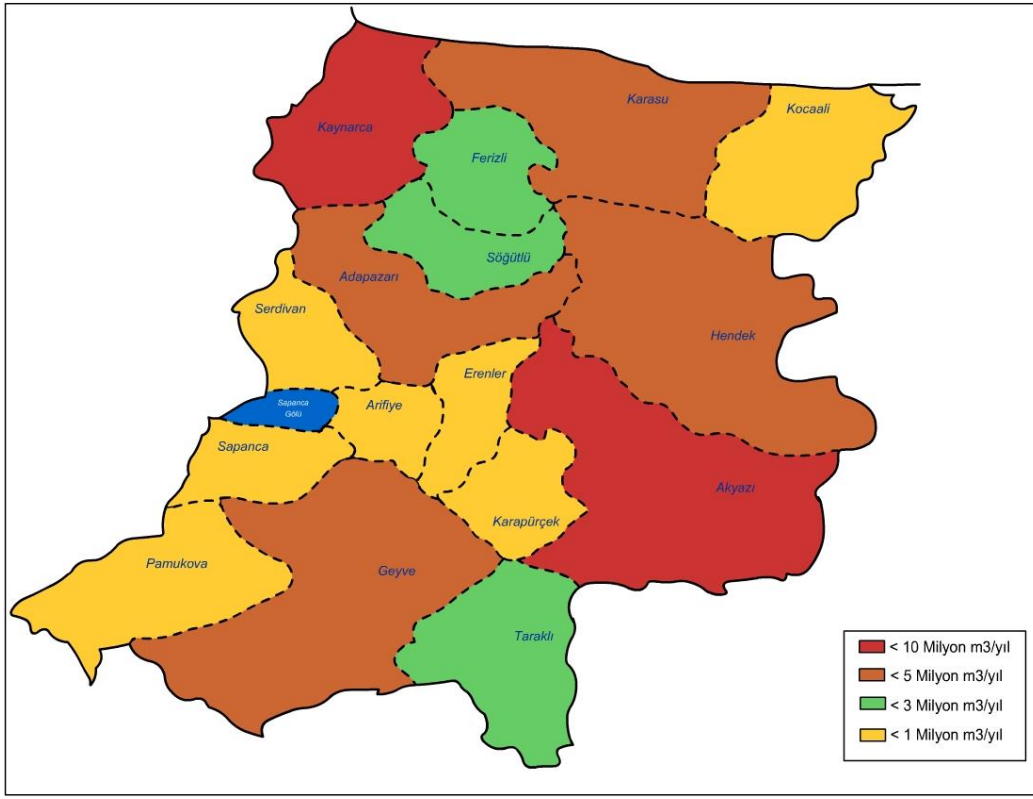
Yapılan literatür çalışmasında büyükbaş hayvanlar için günlük yaş gübre miktarı; yetişkin büyükbaşlar için 37.5 kg dışkı/ hayvan gün, yavru büyükbaşlar için 9.4 kg dışkı/ hayvan gün olarak verilmiştir. Bazı çalışmalarda ise yetişkin-yavru ayrımı yapılmaksızın 10-20 kg olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada birim büyükbaş hayvan sayısı, literatürü iyi temsil etmesi ve eldeki hayvan sayıları ile uyumlu olması açısından 15 kg dışkı/ hayvan gün olarak alınmıştır. Birim hayvan başına oluşan dışkı miktarının 15 kg alınmasının nedeni, eldeki hayvan sayılarının yetişkin-yavru şeklinde net olarak ayrılmamış olması, hayvanların canlı ağırlıklarının bilinmemesi ve literatürdeki 10-20 kg'lık alt ve üst limitlerin hayvan sayısı düşünüldüğünde gübre miktarlarının alt ve üst limitleri arasında yüksek bir fark meydana geleceğinden net sonuç vermeyecek olmasıdır.

Literatürde, büyükbaş hayvan gübresine benzer şekilde küçükbaş hayvan gübresi için verilen değerler de farklılık göstermektedir. İncelenen çalışmalarda en çok kullanılan günlük küçükbaş hayvan gübresi miktarları ise, 1-2,5 kg olarak verilmektedir. Ancak alt ve üst limit değerleri arasındaki fark burada da sağlıklı hesaplama yapmaya engel olmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada günlük birim küçükbaş hayvan gübresi miktarı 1,5 kg dışkı/ hayvan gün olarak alınmıştır. Bu değer hayvanın canlı ağırlığına göre hesaplanan ortalama günlük dışkı miktarı değerlerine de uygundur. Tavuk gübresi için yapılan hesaplamalarda ise günlük tavuk dışkısının miktarı birçok literatürde verildiği gibi 0,6-1,3 kg arasında ve 0,9 kg olarak alınmıştır [7, 8, 9].

Hesaplamalar sonucunda ulaşılan Sakarya ilinin biyogaz üretiminin de kullanılacak hayvan gübresi varlığı Tablo 1’de görülmektedir. Buna göre Sakarya ilinde 1.299.808 ton/yıl büyükbaş, 36.426 ton/yıl küçükbaş ve 683.027 ton/yıl kanatlı hayvan gübresi olmak üzere biyogaz üretiminde kullanılabilir toplam hayvansal atık miktarı 2.024.461 ton/yıldır. Bunun yanında toplamda 317.461 ton/yıl ile en çok hayvansal atık Kaynarca ilçesinde oluşurken, en az hayvansal atığın 26.382 ton/yıl ile Sapanca ilçesinde oluştuğu söylenebilir.

İlçeler	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanatlı	Toplam Biyogaz Potansiyeli (m <sup>3</sup> /yıl)
Adapazarı	177.379	48.56	39016,84	8.086.018
Akyazı	166.067	3.488	90.709	10.218.042
Arifiye	26.509	411	15.529	1.675.131
Erenler	69.592	946	39.59	2.549.428
Ferizli	66.680	1.799	40.841	4.346.863
Geyve	76.222	5.786	54.351	5.568.567
Hendek	164.841	4.467	77.645	9.581.125
Karapürçek	40.991	360	17.392	2.243.269
Karasu	111.903	856	47.751	6.130.079
Kaynarca	162.125	2.167	153.349	13.143.323
Kocaeli	37.076,	682	19.411	2.233.666
Pamukova	25.497	4.542	23.293	2.269.525
Sapanca	10.347	506	15.529	1.147.304
Serdivan	62.557	343	776	2.123.157
Söğütü	68.678	692	25.234	3.568.296
Taraklı	33.337	4.520	58.234	4.274.004
<b>TOPLAM</b>	<b>1.299.808</b>	<b>36.426</b>	<b>683.027</b>	<b>79.157.797</b>

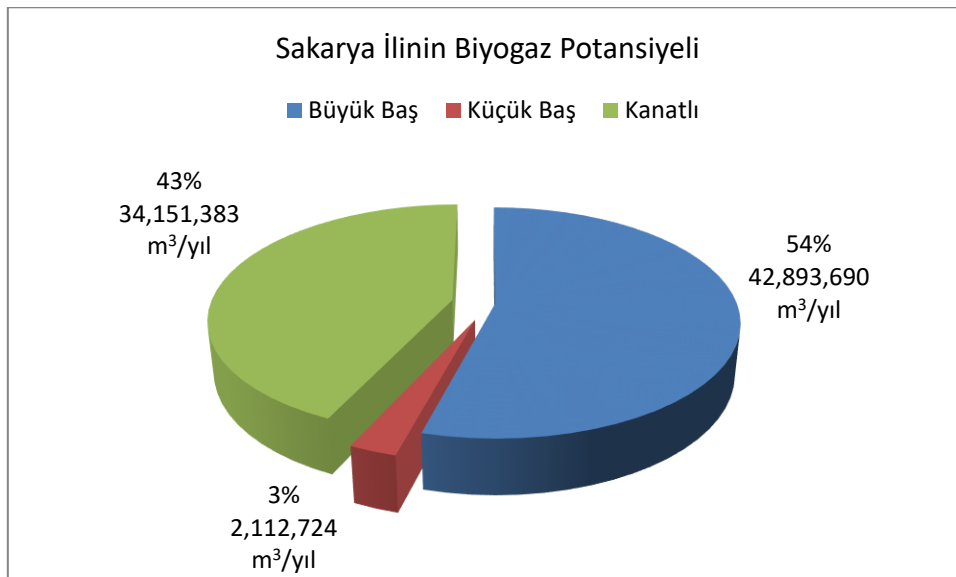
Tablo 1: Sakarya ilinin Biyogaz Üretiminde Kullanılabilir Yıllık Hayvan Gübresi ve Biyogaz Potansiyeli (ton/yıl)



Şekil 2: Sakarya İlinin Biyogaz Potansiyelinin İlçelere Göre Dağılımı

Sakarya ili için hesaplanan hayvansal atık miktarları ve optimum sıcaklık koşullarının sağlanması durumunda 1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m<sup>3</sup> / yıl, 1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m<sup>3</sup> / yıl, 1 ton tavuk gübresinden ise 78 m<sup>3</sup> / yıl biyogaz üretilebileceği kabulleri kullanılarak biyogaz potansiyeli hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te sunulmuştur [10]. Buna göre Sakarya ilindeki biyogaz potansiyelinin; 42.893.690 m<sup>3</sup>/yıl ile % 54'ü büyükbaş hayvan gübresinden, 34.151.383 m<sup>3</sup>/yıl ile % 43'ü kanatlı hayvan gübresinden ve 2.112.724 m<sup>3</sup>/yıl ile % 3' ü de küçükbaş hayvan gübresinden olmak üzere yıllık toplam 79.157.797 m<sup>3</sup>/yıl olduğu söylenebilir.

Ayrıca ilçelerin hayvansal atık türüne göre biyogaz potansiyeline bakıldığında, büyükbaş hayvan gübresinden üretilebilecek biyogaz potansiyeli bakımından Kaynarca İlçesi 5.350.148 m<sup>3</sup>/yıl ile; küçükbaş hayvan gübresinden üretilebilecek biyogaz potansiyeli bakımından Geyve İlçesi 335.618 m<sup>3</sup>/yıl ile; kanatlı hayvan gübresinden üretilebilecek biyogaz potansiyeli bakımından yine Kaynarca İlçesi 7.667.489 m<sup>3</sup>/yıl ile en yüksek potansiyele sahip ilçeler olmuştur.



Şekil 3: Sakarya İlinin Biyogaz Potansiyeli ve Organik Atık Türüne Göre Dağılımı

Sakarya ilinin hayvansal atıklarından üretilebilecek biyogaz potansiyelini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma göstermiştir ki Sakarya ili özellikle büyükbaş ve 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. Ayrıca Sakarya ilinde yapılan biyogaz çalışmalarının sürdürülebilirliğinin sağlanması için önemli adımlar atılması gerektiği ve yapılması gereken en önemli çalışmanın biyogaz üretimi konusundaki doğru stratejinin belirlenmesi olduğu söylenebilir. Sakarya'nın biyogaz üretimindeki en önemli avantajı bol miktarda biyogaz üretimine uygun organik atığa sahip olmasıdır. Uygun iklim koşulları, biyogaz tesislerinin ucuz kurulum ve işletim imkanlarının doğru bir strateji ile biyogaz üretiminin Sakarya için önemli bir fırsata dönüştüreceği açıktır.

## KAYNAKLAR

- [1]. ÖZDEMİR S., DEDE Ö. H., "Kocaeli İlinin Organik Atık ve Biyogaz Potansiyeli", Kocaeli Ticaret Odası Dergisi, Sayı 12, Aralık 2011
- [2]. KAYA D., ÖZTÜRK H. H., "Biyogaz Teknolojisi Üretim Kullanım Projelendirme", Umut Tepe Yayınları, Kocaeli, 2012
- [3]. ALVAREZ, R., LIDE, G., "Lowtemperatureanaerobicdigestion of mixtures of llama, cow and sheep manure for improved methane production", Biomass and Bioenergy, Vol. 33, pp. 527-533, 2009
- [4]. ELEFSİNİOTİS, P., OLDHAM, WK., 1994. Substratedegradationpatterns in acidphase, anaerobic digestion of municipal primary sludge. Environment Technology,15,741– 751.
- [5]. GÜL N., "Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2006
- [6]. YANG, X., CHAN, H., GAO, H., Lİ, Z., 2001. Bioconversion of cornstrawbycoupling ensilingand solid-statefermentation. Bioresource Technology, 78, 277–280.
- [7]. ETKB-EİG 2010 Bakanlık web sitesi, Ekim, 2010
- [8]. DOĞAN, M., "Ülkemizin biyoenerji potansiyeli ve ekonomik değerlendirilmesi üzerine", Biyokütle Çalıştayı, Bursa, 2011
- [9]. ALÇİÇEK A., DEMİRULUŞ H., "Çiftlik Gübrelereinin Biyogaz Teknolojisinde Kullanılması", Ekoloji Dergisi, 13, 5-9.
- [11]. AK N., "Organik Katı Atıkların Biyometanizasyonu ile Enerji Ve Organik Gübre, Eldesini Öncelemek", VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008