

İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin İncelenmesi

Gamze TOPAL CANBAZ^{1*}, Ayben POLAT BULUT²

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Sivas

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mimarlık Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Sivas

*Sorumlu Yazar: gtopal@cumhuriyet.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.11.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 20.08.2021 Kabul Tarihi: 12.10.2021

Öz

Hızlı nüfus artışı, gelişen sanayi ve teknoloji ile enerji ihtiyacının artmasına neden olmuştur. Artan enerji talebinin karşılanması için fosil kaynakların kullanımının artması ile iklim değişikliği, sera etkisi gözlenmesi ve ozon tabakasının zarar görmesi gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır. Fosil kaynakların sınırlı olması ve kullanımı sonucunda ortaya çıkan zararları önlemek amacı ile çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gündeme gelmiştir. Çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyogaz enerjisi, organik atıklardan elde edilen biyogaz aynı zamanda bu atıkların bertarafı için de önem ve dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmada, 2015 ve 2019 yılları için Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınan veriler ile İç Anadolu Bölgesi biyogaz potansiyeli, biyogazdan elde edilecek olan enerji ve faydalanacak kişi sayısı hesaplanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan tüm illerdeki büyükbaş hayvan (BBH), küçükbaş hayvan (KBH) ve kanatlı hayvan (KH) sayıları belirlenmiş, hayvanlardan elde edilen gübre ve enerji miktarları bulunmuştur. 2015 ve 2019 yılları için potansiyel enerji miktarı ve faydalanacak kişi sayısı sırası ile 3410 GWh ve 4275 GWh, 662657 ve 830773 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyogaz, enerji, İç Anadolu Bölgesi, hayvansal atık

Investigation of Biogas Potential of Animal Wastes in the Central Anatolia Region

Abstract

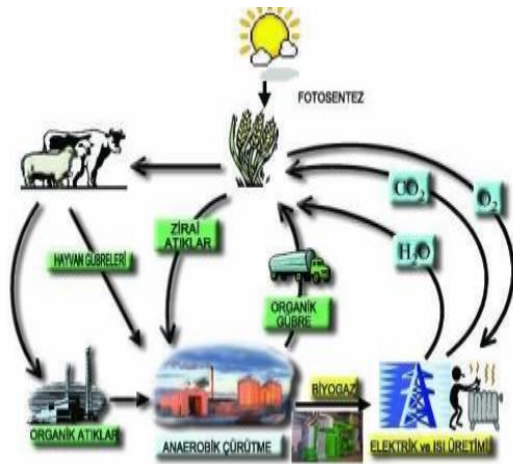
Rapid population growth, developing industry and technology has led to an increase in the need for energy. With the increase in the use of fossil resources to meet the increasing energy demand, environmental problems such as climate change, observation of the greenhouse effect and damage to the ozone layer arise. The use of environmentally friendly renewable energy sources has come to the fore in order to prevent the damages caused by the limited use of fossil resources. Biogas energy, which is one of the environmentally friendly and renewable energy sources, and biogas obtained from organic wastes also draw attention and importance for the disposal of these wastes. In the study, the biogas potential of the Central Anatolia Region, the energy to be obtained from biogas and the number of people who will benefit from it were calculated with the data obtained from the Turkish Statistical Institute (TUIK) for the years 2015 and 2019. In the first stage of the study, the numbers of bovine animals (BBH), ovine animals (KBH) and poultry (KH) in all provinces in the Central Anatolia Region were determined, and the amounts of manure and energy obtained from animals were determined. The potential energy amount and the number of beneficiaries for the years 2015 and 2019 have been determined as 3410 GWh and 4275 GWh, 662657 and 830773, respectively.

Key words: Biogas, energy, Central Anatolia Region, animal waste

Giriş

Nüfusun artması, yeni teknolojilerin gelişmesi ve buna paralel olarak yükselen yaşam standardı kullanılan enerji miktarının da artmasına neden olmaktadır. Kullanılan enerji miktarındaki artış, enerji kaynaklarının tüketimini de arttırır ve artan tüketim ile talep edilen enerji miktarı karşılanamadığından enerji fiyatları da artar. Bu da her geçen gün daha pahalı enerji kullanımı ile sonuçlanmaktadır (Hammad ve ark. 1999). Ayrıca kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynakların azalması ve işletme proseslerinden dolayı çevresel sorunların ortaya çıkması gibi problemlerle de karşılaşmaktadır (Yasar ve ark. 2017). Yapılan çalışmalar; petrol rezervinin 2047, doğalgaz rezervinin 2068, kömür rezervinin ise 2140 yılına kadar tükeneceğini göstermektedir (Çağlayan, 2020). Bahsedilen sorunların önüne geçebilmek için yenilenebilir enerji kaynakları küresel enerji politikaları tarafından da desteklenerek önem kazanmaktadır. Biyogaz enerjisi çevre dostu ve diğer enerji kaynaklarına göre uygun maliyetli olması nedeni ile gün geçtikçe daha çok dikkat çekmektedir (Bulut ve Canbaz, 2019; Karim ve ark. 2005). Biyogazın, tarım ve hayvancılık sektöründen elde edilerek enerji ihtiyacının karşılanması gelişmiş ülkelerde uzun süredir uygulanan bir yöntemdir (Koçer ve Kurt, 2013).

Biyogazın gıda ve hayvansal atık kaynaklı oluşumu Şekil 1 'de verilmiştir. Biyogaz, organik yapıllı maddelerin anaerobik (havasız ortam) parçalanması sonucu oluşan, renksiz, yanıcı ve ısı değeri yüksek olan bir yakıt türüdür (Kadam ve Panwar, 2017). Gıda ve hayvansal atıklardan biyogaz üretimi ile bu atıkların çevreye kontrolsüzce salınımının veya yakılarak kullanımı sonucunda ortaya çıkan atıkların çevreye salınımının da önüne geçilerek neden oldukları çevre kirliliği azaltılmaktadır.



Şekil 1. Biyogaz oluşum çevrimi (Baran ve ark. 2017).

Biyogazın ana bileşenlerini metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) oluşturmaktadır. Bunların yanı

sıra su (H_2O), hidrojen sülfür (H_2S), azot (N_2), hidrojen (H_2), oksijen (O_2), karbon monoksit (CO) ve amonyak (NH_3) bulunmaktadır. Biyogazın bileşenleri ve yaklaşık % hacimsel oranları Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Biyogaz bileşimi (Deviren ve ark. 2017).

Bileşen	Hacimsel %
Metan	50-80
Karbondioksit	20-50
Hidrojen sülfür	0.0005-0.0002
Amonyak	0.0005-0.0001
Azot	0-3
Hidrojen	0-5
Su	0-1

Biyogaz üretimi tamamlandığında hayvan gübresinden kaynaklanan koku fark edilmeyecek kadar azalır ve gübre daha değerli bir hale gelerek organik gübreye dönüşür. Biyogaz tesisinde elde edilen ve sera gazları arasında bulunan metan gazı yakılma sonrasında CO_2 'e dönüşür. Biyogaz üretimi için gübreye uygulanan bu işlemler sayesinde, gübreden kaynaklanan insan ve çevre sağlığını tehlikeye sokarak hastalıklara neden olan etmenlerin de etkisi kaybolarak daha temiz yaşam alanı sunar. Biyogazdan elektrik ve ısı üretimi ekonomik yönden de kazanç sağlar. Hayvancılığın gelişmesini teşvik ederek, suni gübre kullanımını ve dış ülkelere olan enerji bağımlılığını azaltarak ekonomiye katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan hayvansal atıklardan elde edilen biyogaz ve enerji üretim potansiyeli araştırılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 ve 2019 verilerinden yararlanarak her ildeki BBH, KBH ve KH sayıları belirlenmiş ve İç Anadolu Bölgesi toplam hayvan sayısı elde edilmiştir. 2015 ve 2019 yıllarındaki veriler ile biyogaz potansiyelindeki değişim değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

İncelemenin yapıldığı İç Anadolu bölgesi Türkiye' de orta bölgede konumlanmış 7 coğrafi bölgeden biridir ve konumundan dolayı Orta Anadolu' da denmektedir. Bölgenin yüz ölçümü 151.000 km^2 dir, ikinci büyük bölgedir ve Türkiye' nin %21'ini oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmada İç Anadolu bölgesinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi amacı ile bölge içerisindeki illerin canlı hayvan sayıları ele alınmıştır. İllerdeki BBH, KBH ve KH sayıları için

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 ve 2019 verilerinden faydalanılmış ve hesaplamalar yapılmıştır.

Bölgenin biyogaz potansiyelini belirlemek için aşağıdaki kabuller yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

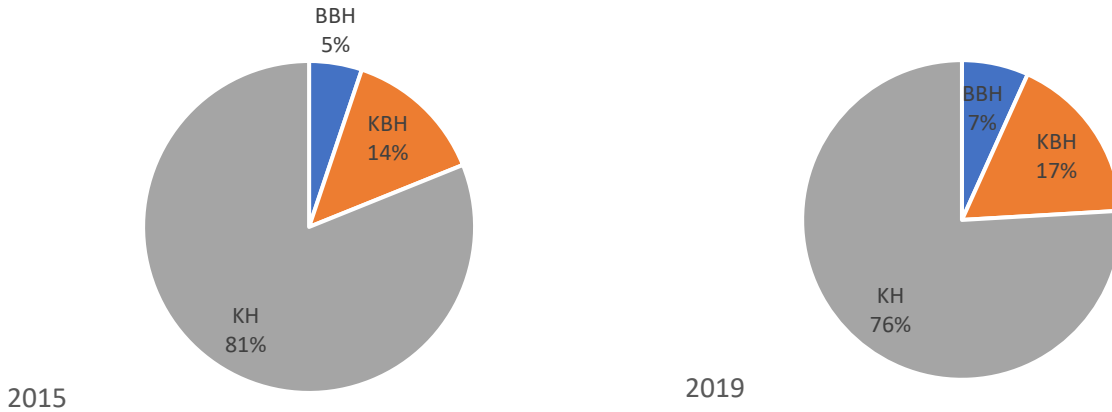
- Gübre ile ilgili kabuller: Bir adet büyükbaş hayvandan 3.6 ton/yıl gübre, bir adet küçükbaş hayvandan 0.7 ton/yıl gübre, bir adet kanatlı hayvandan 0.022 ton/yıl gübre elde edildiği kabul edilir.
- Biyogaz ile ilgili kabuller: 1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m³ biyogaz, 1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m³ biyogaz, 1 ton kanatlı hayvan gübresinden 78 m³ biyogaz elde edildiği yapılan araştırmalar sonucu literatürde mevcuttur ve çalışmada bu değerler kullanılmıştır.
- Enerji ile ilgili kabuller: 1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı; 3.47 kg oduna, 0.63 l gaz yağına, 0.43 kg bütan gazına, 4.7 kWh

elektriğe ve 0.8 L benzine eşdeğerdir (Altıkat ve Çelik, 2012).

- Enerjiden faydalanacak kişi sayısı ile ilgili kabuller: Bir kişinin günlük yemek pişirme ihtiyacı 0.35 m³ kişi gün⁻¹, günlük 1 saat aydınlatma ihtiyacı için kullanım 0.15 m³ kişi gün⁻¹ tüketim değerleri temel alınmış ve bir ailenin 5 kişiden oluştuğu varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır (Çağlayan ve Koçer, 2014).

Bulgular ve Tartışma

İç Anadolu bölgesinde bulunan 13 ilde ait toplam BBH, KBH ve KH sayıları 2015 ve 2019 yılları için sırası ile 55612550 ve 55661609 olarak hesaplanmış ve oransal dağılımları Şekil 2’ de verilmiştir. Toplam hayvan sayısında önemli bir fark gözlenmemiş fakat BBH, KBH ve KH sayısındaki değişim 2015 ve 2019 yıllarındaki gübre, biyogaz ve enerji miktarını etkilemiştir.



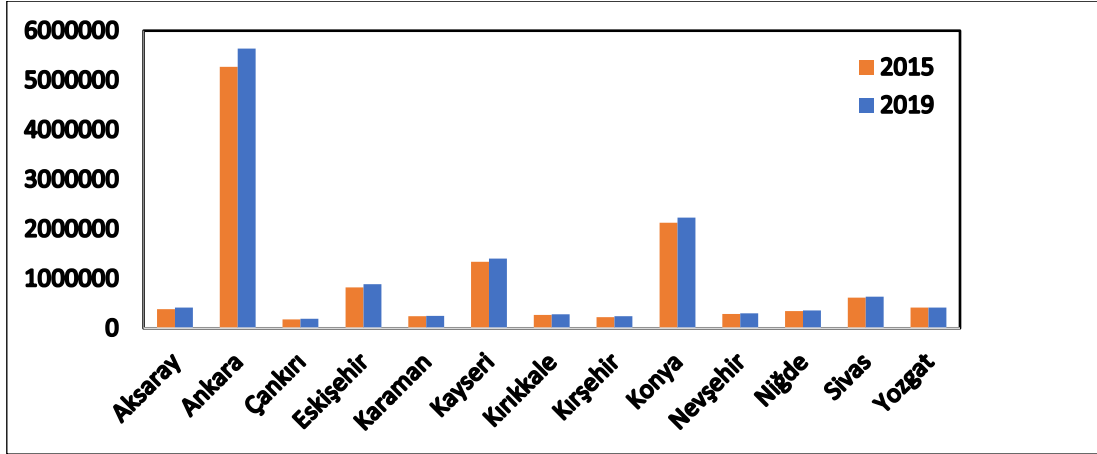
Şekil 2. İç Anadolu bölgesi 2015 ve 2019 yılı toplam BBH, KBH ve KH sayısının oransal dağılımı.

Çizelge 2’ de bulunan il bazında hayvan sayısına bakıldığında en fazla hayvan 2015 yılında 16567167 hayvan ile Ankara’ da, 2019 yılında ise 16606036 hayvan ile Konya’ da olduğu belirlenmiştir. Çizelgeden yıl bazında toplam hayvan sayısı incelendiğinde ise 2015 yılından 2019 yılına BBH ve KBH sayısında artış olurken KH sayısında ise azalma olduğu görülmüştür.

Toplam BBH ve KBH sayısındaki artış, illerdeki nüfus artışı ile ilişkilendirilebilir. Şekil 3’ te bulunan illere ve yıllara ait nüfus yoğunluğu değişim grafiği incelendiğinde çoğunlukla bütün illerde nüfus yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir. 2015 ve 2019 yılları için İç Anadolu Bölgesinin toplam nüfusu ise sırası ile 12545317 ve 13283751 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. İç Anadolu bölgesi 2015-2019 yılları BBH, KBH ve KH sayıları (TÜİK).

İller	BBH		KBH		KH	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019
Aksaray	181370	310549	513002	753765	315121	319057
Ankara	340112	549774	1062522	1746476	15164533	11443686
Çankırı	128376	154860	122265	135983	3033324	2961354
Eskişehir	128466	162855	808392	1034359	4333923	4286068
Karaman	59206	71134	616976	676377	1138660	1120620
Kayseri	293074	350237	638542	651505	3745266	4374950
Kırıkkale	62423	77775	116258	145244	670607	306037
Kırşehir	141614	236901	218897	286682	773658	877187
Konya	740148	927082	2117190	2459960	13187101	13218994
Nevşehir	74103	109635	120212	179081	825779	985067
Niğde	147879	172019	546768	589828	833299	894638
Sivas	365355	385612	468690	636582	688161	772154
Yozgat	244350	245825	407867	340094	1047705	663320
TOPLAM	2906476	3754258	7757581	9635936	45757137	42223132



Şekil 3. İllere göre nüfus dağılımı.

2015 ve 2019 yıllarında İç Anadolu illerine ait BBH, KBH ve KH sayısından elde edilen biyogaz üretim potansiyeli hesaplanarak Çizelge 3 ve Çizelge 4' de sunulmuştur. 2015 ve 2019 yılları kıyaslandığında artan nüfus ve ortaya çıkan ihtiyaç ile birlikte hayvan sayısı da artmıştır. Bu artış çok fazla değildir fakat Şekil 3' de verilen oransal dağılım incelendiğinde BBH ve KBH sayısında artış, 2015 ve 2019 yılları kıyaslandığında gübre ve biyogaz miktarını etkilemiş fakat KH sayısındaki azalma, biyogaz miktarının artmasına engel olmamıştır. Çizelge 5 incelendiğinde İç Anadolu bölgesi içerisindeki 13 ilin 2015 yılından 2019 yılına toplam gübre, toplam biyogaz ve toplam enerji miktarının arttığı görülmektedir. 2015 yılında toplam enerji miktarı 3410 GWh ve 2019 yılındaki toplam enerji miktarı ise 4275 GWh olarak hesaplanmıştır. Şekil 4' te ise 2015 yılı ve 2019 yılı için biyogaz üretim potansiyelleri

karşılaştırıldığında ise en fazla artışın Konya ilinde en az artışın ise Sivas ilinde olduğu görülmektedir. Biyogazdan faydalanacak kişi sayısı ise 2015 ve 2019 yılları için sırası ile 662657 ve 830773 olarak belirlenmiştir. 2019 yılı İç Anadolu Bölgesi nüfusu 12705812 kişi olarak belirlenmiştir. Biyogazdan faydalanacak kişi sayısı ise 2019 verilerine göre bölgenin toplam nüfusunun % 6.5' lik kısmına karşılık gelmektedir. Çizelge 6' da İç Anadolu Bölgesi'nde 2019 yılı için farklı atık kaynaklarından üretilebilecek biyogaz potansiyeli ile diğer yakıtlar ile karşılaştırıldığında önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Diğer kaynakların sınırlı olması hayvan atıklarından biyogaz üretimini cazip hale getirmektedir.

Çizelge 3. İç Anadolu illerine ait büyükbaş, küçükbaş, kanatlı hayvan sayıları ve elde edilecek gübre, biyogaz miktarları (2015).

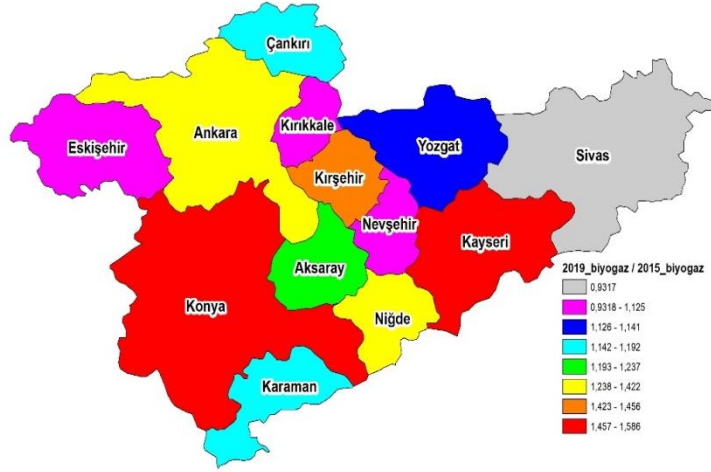
İller	BBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)
Aksaray	181370	652932	21546756	513002	359101.4	20827881.2	315121	6932.662	540747.64
Ankara	340112	1224403.2	40405305.6	1062522	743765.4	43138393.2	15164533	333619.726	26022339
Çankırı	128376	462153.6	15251068.8	122265	85585.5	4963959	3033324	66733.128	5205184
Eskişehir	128466	462477.6	15261760.8	808392	565874.4	32820715.2	4333923	95346.306	7437011.9
Karaman	59206	213141.6	7033672.8	616976	431883.2	25049225.6	1138660	25050.52	1953940.6
Kayseri	293074	1055066.4	34817191.2	638542	446979.4	25924805.2	3745266	82395.852	6426876.5
Kırıkkale	62423	224722.8	7415852.4	116258	81380.6	4720074.8	670607	14753.354	1150761.6
Kırşehir	141614	509810.4	16823743.2	218897	153227.9	8887218.2	773658	17020.476	1327597.1
Konya	740148	2664532.8	87929582.4	2117190	1482033	85957914	12387101	272516.222	21256265
Nevşehir	74103	266770.8	8803436.4	120212	84148.4	4880607.2	825779	18167.138	1417036.8
Niğde	147879	532364.4	17568025.2	546768	382737.6	22198780.8	883299	19432.578	1515741.1
Sivas	265355	955278	31524174	468960	328272	19039776	688161	15139.542	1180884.3
Yozgat	244350	879660	29028780	407867	285506.9	16559400.2	1047705	23049.51	1797861.8
TOPLAM	2806476	10103313.6	333409348.8	7757851	5430495.7	314968750.6	45007137	990157.014	77232247

Çizelge 4. İç Anadolu illerine ait büyükbaş, küçükbaş, kanatlı hayvan sayıları ve elde edilecek gübre, biyogaz miktarları (2019).

İller	BBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)
Aksaray	310549	1117976.4	36893221.2	753765	527635.5	30602859	319057	7019.254	547501.812
Ankara	549774	1979186.4	65313151.2	1746476	1222533.2	70906925.6	11443686	251761.092	19637365.18
Çankırı	154860	557496	18397368	135983	95188.1	5520909.8	2961354	65149.788	5081683.464
Eskişehir	162855	586278	19347174	1034359	724051.3	41994975.4	4286068	94293.496	7354892.688
Karaman	71134	256082.4	8450719.2	676377	473463.9	27460906.2	1120620	24653.64	1922983.92
Kayseri	350237	1260853.2	41608155.6	651505	456053.5	26451103	4374950	96248.9	7507414.2
Kırıkkale	77775	279990	9239670	145244	101670.8	5896906.4	306037	6732.814	525159.492
Kırşehir	236901	852843.6	28143838.8	286682	200677.4	11639289.2	887187	19518.114	1522412.892
Konya	927082	3337495.2	110137341.6	2459960	1721972	99874376	13218994	290817.868	22683793.7
Nevşehir	109635	394686	13024638	179081	125356.7	7270688.6	985067	21671.474	1690374.972
Niğde	172019	619268.4	20435857.2	589828	412879.6	23947016.8	894638	19682.036	1535198.808
Sivas	385612	1388203.2	45810705.6	636582	445607.4	25845229.2	772154	16987.388	1325016.264
Yozgat	245825	884970	29204010	340094	238065.8	13807816.4	663320	14593.04	1138257.12
TOPLAM	3754258	13515328.8	446005850.4	9635936	6745155.2	391219001.6	42233132	929128.904	72472054.51

Çizelge 5. İç Anadolu illerine ait büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan atıklarından elde edilecek gübre, biyogaz, enerji potansiyeli ve faydalanacak kişi sayısı.

İller	Toplam Gübre (ton.yıl ⁻¹)		Toplam Biyogaz (m ³ .yıl ⁻¹)		Toplam Enerji (kWh)		Faydalanacak Kişi Sayısı	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
Aksaray	1123698.306	1404622.796	55519487.87	68697042.09	260941593	322876097.8	50702.73	62737.02474
Ankara	2301788.326	3453480.692	109566037.4	155857442	514960375.9	732529977.3	100060.3	142335.5634
Çankırı	4419082.022	5350285.068	195143761.7	232695511.3	917175680.1	1093668903	178213.5	212507.3163
Eskişehir	670075.32	754199.94	34036838.96	37834609.32	159973143.1	177822663.8	31083.87	34552.15463
Karaman	320856.754	388393.614	13286688.81	15661735.89	62447437.42	73610158.69	12133.96	14302.95515
Kayseri	1018966.062	1652631.154	42915384.84	68043582.01	201702308.7	319804835.5	39192.13	62140.25755
Kırıkkale	934534.578	1051830.036	41282547.08	45918072.81	194027971.3	215814942.2	37700.96	41934.31307
Kırşehir	369086.338	541714.174	15101080.36	21985701.57	70975077.71	103332797.4	13790.94	20078.26628
Konya	680058.776	1073039.114	27038558.53	41305540.89	127081225.1	194136042.2	24692.75	37721.95515
Nevşehir	1584441.652	1813155.6	67168872.86	75566672.8	315693702.4	355163362.2	61341.44	69010.66009
Niğde	1298689.542	1850797.988	51744834.28	72980951.06	243200721.1	343010470	47255.56	66649.27038
Sivas	1188216.41	1137628.84	47386041.98	44150083.52	222714397.3	207505392.5	43274.92	40319.71098
Yozgat	614472.228	717833.888	25420211.78	28999961.26	119474995.4	136299817.9	23214.81	26483.98289
TOPLAM	16523966.31	21189612.9	725610346.5	909696906.5	3410368629	4275575461	662657.9	830773.4306



Şekil 4. 2015-2019 yılları biyogaz potansiyeli artış oranı

Çizelge 6. İç Anadolu Bölgesi farklı atık kaynaklarından üretilebilecek biyogazın farklı yakıtlarda denklığı

	Biyogaz (m ³)	Oduun (kg)	Benzin (l)	Motorin (l)
Büyükbaş	446005850.4	1547640300.9	356804680.3	294363861.2
Küçükbaş	391219001.6	1357529933.5	312975201.2	258204541.0
Kanatlı	72472054.5	251478029.1	57977643.6	47831555.9
TOPLAM	912696906.5	3156648263.5	727757525.2	600399958.1

Sonuç ve Öneriler

Kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıt kaynaklarının gün geçtikçe azalmasından dolayı güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle kaynaklı yenilenebilir ve temiz enerjiye olan ihtiyaç artmıştır. Biyogaz üretiminden kullanılan organik atıklar biyogaz üretiminde kullanılırken ortaya çıkan atıklarda tarımda kullanılmak üzere organik gübre olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi' nin biyogaz potansiyeli incelenmiş ve yıllara göre değişimi değerlendirilmiştir. İç Anadolu Bölgesi içerisinde bulunan bütün illeri BBH, KBH ve KH sayıları yıllara göre belirlenmiş, biyogaz ve enerji miktarları hesaplanmıştır. 2015 yılında toplam enerji miktarı 3410 GWh ve 2019 yılındaki toplam enerji miktarı ise 4275 GWh olarak hesaplanmıştır. Biyogazdan nüfus artış hızı incelendiğinde 2015 yılından 2019 yılına % 5.88' lik bir nüfus artışı gözlenmiştir. Biyogazdan faydalanacak kişi sayısı ile

2015 yılından 2019 yılına % 25.36 artış göstermiştir.

Toplam nüfusta artış olmasına rağmen faydalanacak kişi sayısında düşme olmamıştır. Bu da artan nüfus ile birlikte artan hayvan sayısı ve atıklardan elde edilen biyogaz miktarı ile ilişkilendirilebilir. Biyogaz üretim tesislerinin yapılması temiz ve yenilenebilir enerji elde edilmesi

dışında ayrıca istihdam sağlanması ekonomik açıdan da fayda sağlayacaktır. Tesis için gerekli olan atıkların kaynağını büyük oranda hayvan çiftlikleri sağlasa da barınak, hayvan hastanesi gibi kuruluşların atıkları da bu tesislerde bertaraf edilerek çevre kirliliğine neden olmaları engellenebilir. Biyogaz üretimi sonrasında oluşan atıklar ise uygulanan işlemler sonrasında rahatsız edici kokusunu kaybederek gübre olarak tarım alanında kullanılabilir. Bu sayede ticari gübre kullanımı azaltılarak maliyet düşürülmüş olur.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

Altıkat, S., and Çelik, A., 2012. Iğdır ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli biogas potential from animal waste of Iğdır province. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (1): 61–66.

Baran, M. F., Lüle, F., and Gökdoğan, O., 2017.

- Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (3): 245–249.
- Bulut, A. P., and Canbaz, G. T., 2019. Hayvan atıklarından Sivas ili biyogaz potansiyelinin araştırılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9 (1): 1–10.
- Çağlayan, G. H. 2020. Doğu anadolu bölgesindeki büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıklarının biyogaz potansiyelinin incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (3): 672–681.
- Çağlayan, G. H., and Koçer, N. N., 2014. Evaluation of the potential of livestock breeding in the city of muş for the research of biogas production. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (1): 215-220.
- Deviren, H., İlkiliç, C., and Aydın, S., 2017. Biyogaz Üretiminde Kullanılabilen Materyaller ve Biyogazın Kullanım Alanları. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7 (2): 79–89.
- Hammad, M., Badarneh, D., and Tahboub, K., 1999. Evaluating variable organic waste to produce methane. *Energy Conversion & Management*, 40 (13): 1463–1475.
- Kadam, R., and Panwar, N. L., 2017. Recent advancement in biogas enrichment and its applications Recent advancement in biogas enrichment and its applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73: 892–903.
- Karim, K., Hoffmann, R., Klasson, K. T., and Al-dahhan, M. H., 2005. Anaerobic digestion of animal waste : Effect of mode of mixing. *Water Research*, 39 (15): 3597–3606.
- Koçer, N. N., and Kurt, G., 2013. Malatya ' da hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (1): 1–8.
- TÜİK, Hayvancılık İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/ta bloOlustur.do> (15.10.2020)
- Yasar, A., Nazir, S., Rasheed, R., Tabinda, A. B., and Nazar, M., 2017. Economic review of different designs of biogas plants at household level in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74: 221–229.