

Ahmet ERYAŞAR
Günnur KOÇAR

Abstract:

The rural area biogas systems are important not only due to conversion of wastes to values but also due to environmental and social effects they are going to create. However considering the economical structure of the addressed segment, it is obvious that initial investment and operating cost should be carefully calculated. For this reason, in light of the experimental studies conducted in Ege University Solar Energy Institute, more attention is paid to the studies regarding the applicability of biogas systems in the rural areas of our country. In this study, 2 cities with high cattle potential are selected from each of the 3 different climate regions, the yields of the reactors in various sizes operating in different thermal regions are comparatively calculated in the model, formed by using the daily meteorological data of 2 years. The obtained results are not concurrent with the prevalent opinion that small sized biogas systems are not applicable in our country.

Key Words:

Biogas, Rural Area Biogas Systems, Biogas Reactors Dimensions

Kırsal Kesim Biyogaz Sistemlerinin Ülkemiz Farklı İklim Koşullarında Uygulanabilirliği

ÖZET

Kırsal kesim biyogaz sistemleri ülkemiz açısından sadece atıkların değere dönüştürülmesi yönünden değil, yaratacağı olumlu çevresel ve sosyal etkiler yönünden de önem taşımaktadır. Fakat hitap ettiği kesimin ekonomik yapısı dikkate alındığında, ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin dikkatli bir şekilde ortaya konması gerektiği açıktır. Bu nedenle Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsünde yürütülen deneysel çalışmalar ışığında, biyogaz sistemlerinin ülkemiz kırsal kesiminde uygulanabilirliğine yönelik çalışmalara da ağırlık verilmiştir. Bu çalışmada, ülkemizin üç farklı iklim bölgesinden, büyükbaş hayvan potansiyelince zengin ikişer il göz önüne alınmış, 2 yıla ait günlük meteorolojik veriler kullanılarak oluşturulan modelde çeşitli boyutlarda ve farklı sıcaklık bölgelerinde çalışan reaktörlerin getirileri, karşılaştırılmalı olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, küçük boyutlu biyogaz sistemlerinin ülkemizde uygulanamayacağı şeklindeki yaygın görüşle uyuşmamaktadır.

Anahtar kelimeler: *Biyogaz, Kırsal Kesim Biyogaz Sistemleri, Biyogaz Reaktör Boyutları.*

1. GİRİŞ

Biyogaz sistemlerinin çekiciliği, çevresel ve sağlık sorunlarına yol açan organik atıkları girdi olarak kullanması ve bu atıkları değere çevirmesindedir. Özellikle kırsal kesimde oldukça bol bulunan hayvansal atıklar, biyogaz sistemleri için en önemli girdilerdendir. Bu atıklar ya uzun süre bekletilerek tarımsal uygulamalarda gübre olarak kullanılmakta ya da tezek denilen forma çevrilerek verimsiz bir şekilde yakılmaktadır. Kırsal kesim biyogaz teknolojilerinin önemi burada ön plana çıkmaktadır. Bu sistemler, hayvansal atıkların bekletilmeden kullanılmasına olanak tanımakta, enerji içeriği yüksek olan biyogazla birlikte, zararlı ot tohumlarının ve patojenlerin giderildiği, bitkilerin kullanımına elverişli formda yüksek azot içeriğine sahip organik gübre sağlamaktadır. Ayrıca koku ve sinek oluşumu gibi, kırsal kesim sakinleri üzerinde toplumsal baskıya neden olan sorunların, büyük oranda çözülmesine neden olmaktadır. Biyogaz sistemlerinin tüm bu avantajlarına ve ülkemizin yüksek hayvansal atık potansiyeline sahip olmasına rağmen, ülkemizde biyogaz sistemleri kullanılamamaktadır[1].

Türkiye’de biyogaz ile ilgili çalışmaları 1980 öncesi ve sonrası diye ikiye bölmek olasıdır. 80 öncesinde çalışmalar birkaç üniversite ve kamu kurumunda yetersiz teknolojik bilgiyle ayrı ayrı yürütülmüştür. İlk çalışmalar 1957 yılında Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü’nde başlatılmıştır[2]. 1960’lı yıllarda biyogazla ilgili yoğun çalışmalar yapılmış ve bazı devlet üretme çiftliklerinde pilot tesisler kurulmuştur[3]. Tarım Bakanlığı’na bağlı Topraksu Araştırma Enstitüsü bünyesinde 1963 yılında başlatılan çalışmalarla, 5 adedi Eskişehir Topraksu Araştırma Enstitüsü’nde, 2 adedi Eskişehir’in köylerinde ve biri de Çorum deneme istasyonunda olmak üzere toplam sekiz adet biyogaz tesisi kurulmuştur. Çalışmalar 1969 yılına kadar sürmüştür [4]. Bunların bir kısmından iyi sonuç alınmasına karşılık, yönetimlerin biyogaza sıcak bakmamaları, çalışmaları yönlendirecek ve yürütecek kurumun olmaması, teknik eleman ve çiftçilerin yeterince eğitilememeleri gibi sebeplerden tesislerin bir kısmı yarım bırakılmış ya da bir müddet kullanıldıktan sonra istenilen verim alınamadığı gerekçesiyle terkedilmiştir [5]. Fakat 80 sonrasında UNICEF’in teknik bilgi ve finans yönünden desteklediği, koordinasyonun DPT tarafından sağlandığı çalışmalar başlatılmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar bakanlığı gibi kurumlar yanında MTA, TOPRAK-SU gibi kuruluşlar da bu çalışmalara katılmışlardır. Doğu illerinden başlayarak biyogaz tesislerini kırsal kesimde yaygınlaştırmak amaçlanmıştır. Çalışmalar ilk olarak, Muş-Alpaslan Devlet Üretim Çiftliği’nde 35 m³’lük bir tesis kurularak başlatılmıştır [6]. Çeşitli devlet üretim çiftliklerinde, farklı iklim koşullarında pilot tesisler kurularak, test edilmiştir. 1982 yılında konuyla ilgili sorumluluk TOPRAK-SU’ya verilmiş, devletin köylülere sağladığı 1600 USD limitli, % 16 yıllık faizli kredilerle 1000 adet 6, 8, 12 ve 50 m³ boyutlarda biyogaz sistemleri kurulmuştur. Yine 1984–1987 yılları arasında Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü’nde, Ankara’da ve Erzurum’da biyogazla ilgili araştırma projeleri yürütülmüştür [7]. Ayrıca bu yıllarda küçük ölçekli biyogaz tesislerinin projeleri dergilerde ve kitaplarda kullanıcıya sunulurken yaygınlaştırma çalışmalarına başlanmıştır [8]. Kurulan sistemler bazı değişiklikler dışında Hint-Çin tipi sis-

temler olmuştur [9]. Bu çalışmalar da organizasyon eksiklikleri ve projeler arasında iletişim kopukluğu nedeniyle başarılı olamamıştır. Yapılan uygulamalarda verim alınamamasının en önemli sebebi olarak, reaktör sıcaklığının istenilen seviyede tutulamaması gösterilmektedir. 1980’li yıllardan sonra biyogazla ilgili çalışmalara ara verilmiştir [10].

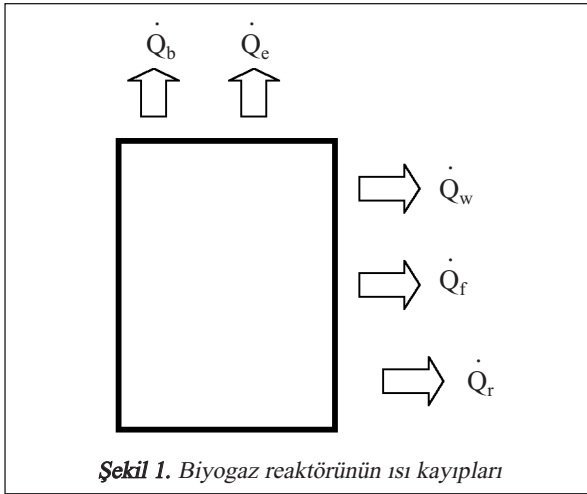
Türkiye için biyogazın kırsal kesimde, özellikle ısıtma ve pişirme amaçlı kullanımı ekonomik görülmektedir [11]. Türkiye’de sadece hayvansal atıklardan üretilebilecek biyogaz miktarı 2,2–3,9 milyar m³ olarak tahmin edilmektedir [12]. Yine hayvansal atıklardan sağlanabilecek biyogaz potansiyeli yaklaşık olarak 53,6 PJ enerji eşdeğeri civarındadır [13]. Kırsal kesim biyogaz sistemlerinin yaygınlaşmamasının en büyük nedeni, teknik, ekonomik ve sosyal yönden sürdürülebilirliği mümkün sistemlerin, son kullanıcılara sunulamamasıdır. Sürdürülebilirliğin sağlanması için, kırsal kesimin sosyo-ekonomik yapısının çözümlenmesi, teknik tercihlerin bu çözümlere doğrultusunda yapılması gerekmektedir. Yatırım maliyetleri görece düşük, yüksek verimli, kurulumu, kullanımı ve bakımı kolay biyogaz sistemleri, ülkemiz iklim koşulları ve üretim olanakları göz önüne alınarak dizayn edilmelidir [1].

Bu çalışmada, Ege Üniversitesi’nde yürütülen pilot ölçekli deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ışığında, ülkemiz kırsal kesiminde biyogaz sistemlerinin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Üç farklı iklim bölgesinden ikişer il seçilmiş ve kurulan modelde her ile ait iki yıllık günlük iklim verileri kullanılmıştır. Hesaplamalarda 4 kişilik bir aile göz önüne alınmış, biyogazın çeşitli olası kullanımları hesaplara dahil edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Biyogaz Reaktörünün Isıl Analizi

Biyogaz reaktörünün ısı kayıpları Şekil 1’de görülmektedir. Burada; reaktör yüzeylerinden oluşan ısı kaybı \dot{Q}_w (W), besleme materyalinin reaktör sıcaklığına getirilmesi için gerekli ısı akımı \dot{Q}_f (W), reaktörü terkeden biyogazla oluşan ısı kaybı \dot{Q}_b (W), buharlaşma yoluyla oluşan ısı kaybı \dot{Q}_c (W) ve reaksi-



Şekil 1. Biyogaz reaktörünün ısı kayıpları

yon sırasında gerekli ısı akımı \dot{Q}_r (W) ile gösterilmiştir.

Bu kayıplar göz önüne alındığında, sistemin ısı dengesini korumak için gerekli toplam ısı ihtiyacı \dot{Q}_t (W) şu şekildedir [14]:

$$\dot{Q}_t = \dot{Q}_w + \dot{Q}_f + \dot{Q}_b + \dot{Q}_e + \dot{Q}_r \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte, \dot{Q}_b , \dot{Q}_e ve \dot{Q}_r diğerlerinin yanında ihmal edilebilecek büyüklüktedir. Bu yüzden reaktörün toplam ısı ihtiyacı;

$$\dot{Q}_t = \dot{Q}_w + \dot{Q}_f \quad (2)$$

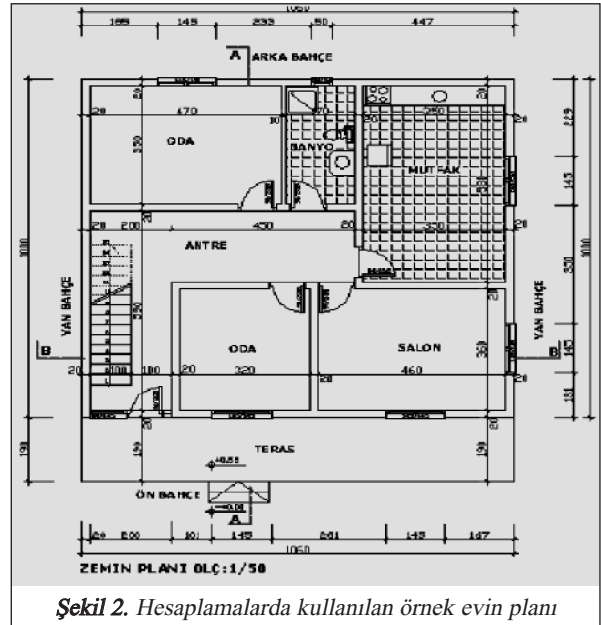
şeklinde yazılabilir.

2.2 Farklı İllere Göre Reaktör Boyutlarının Hesaplanması

Kurulan ısıl denge modeli kullanılarak, farklı iklim koşullarına sahip iller için, yine farklı büyüklüklerde biyogaz sistemlerinin, enerji ihtiyacını karşılama oranları araştırılmıştır. Bu doğrultuda ülkemiz iklim koşullarını temsil eden üç ayrı iklim bölgesinden ikişer il belirlenmiştir. İllerin belirlenmesinde özellikle büyükbaş hayvan potansiyelinin yüksekliği göz önüne alınmıştır. Belirlenen iller ve ait oldukları iklim bölgeleri aşağıda gösterilmiştir:

- I. İklim Bölgesi: İzmir, Antalya.
- II. İklim Bölgesi: Samsun, Diyarbakır.
- III. İklim Bölgesi: Ankara, Erzurum.

Hesaplamalarda Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan 2002–2003 yılları günlük iklim verileri kullanılmıştır. Besleme materyalinin çalışma sıcaklığına ısıtılması ve kullanım sıcak suyunun hazırlanabilmesi için gerekli ısı miktarının hesabında, yine her ilin belediyelerinden alınan aylık ortalama şebeke suyu sıcaklıkları göz önüne alınmıştır. Dört kişilik bir ailenin ısınma, pişirme, sıcak su hazırlama gereksinimleri hesaplara dahil edilmiştir. Pişirme amaçlı kullanımda günlük biyogaz tüketimi kişi başına 200 lt olarak alınmıştır. Sıcak su tüketiminin ise yine günlük kişi başına 45 °C sıcaklıkta 60 lt olduğu varsayılmıştır. Isınma ihtiyacının belirlenmesinde, Şekil 2'de planı verilen, yaklaşık 100 m² oturma alanına sahip bir ev, hesaplamalarda kullanılmıştır.



Şekil 2. Hesaplamalarda kullanılan örnek evin planı

Excel'de oluşturulan modelde, evin ısı kayıpları hesaplanırken "TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları" göz önüne alınmış, her gün için ortalama hava sıcaklıkları hesaplarda kullanılmıştır. Her il için 0,3 m³, 0,5 m³, 0,75 m³, 1 m³, 2 m³, 3 m³, 4 m³, 5 m³, 6 m³, 7 m³, 8 m³, 9 m³, 10 m³, 15 m³, 20 m³, 30 m³, 40 m³, 50 m³, 60 m³, 70 m³, 80 m³, 90 m³ ve 100 m³ hacmindeki reaktörlerin, mezofilik (37 °C) ve termofilik (55 °C) bölgede çalışması denenmiştir. Çıkan sonuçlara göre, göz önüne alınan evin, bahsedilen enerji ihtiyaçlarının % 100'ünün karşılanabildiği minimum reaktör boyutları, her il için tespit

Çizelge 1. Mezofilik bölgede (37 °C) çalışan reaktörlerin optimum izolasyon kalınlıkları

Reaktör Hacmi(m ³)	İzolasyon Kalınlıkları (cm)					
	Antalya	İzmir	Diyarbakır	Samsun	Ankara	Erzurum
0,3	10	10	10	11	11	12
0,5	10	10	11	11	12	13
0,75	11	11	11	12	12	13
1	11	11	12	12	13	14
2	12	12	13	13	13	15
3	12	12	13	13	14	15
4	12	13	13	14	14	16
5	13	13	14	14	14	16
6	13	13	14	14	15	16
7	13	13	14	14	15	16
8	13	13	14	14	15	17
9	13	14	14	14	15	17
10	13	14	14	15	15	17
15	14	14	15	15	15	17
20	14	14	15	15	16	18
30	14	14	15	15	16	18
40	14	15	15	16	16	18
50	14	15	15	16	16	19
60	14	15	16	16	17	19
70	14	15	16	16	17	19
80	15	15	16	16	17	19
90	15	15	16	16	17	19
100	15	15	16	16	17	19

Çizelge 2. Termofilik bölgede (55 °C) çalışan reaktörlerin optimum izolasyon kalınlıkları

Reaktör Hacmi(m ³)	İzolasyon Kalınlıkları (cm)					
	Antalya	İzmir	Diyarbakır	Samsun	Ankara	Erzurum
0,3	12	12	13	13	13	14
0,5	13	13	14	14	14	15
0,75	14	14	14	15	15	16
1	14	14	15	15	15	16
2	15	15	16	16	16	17
3	16	16	17	17	17	18
4	16	17	17	17	18	19
5	17	17	17	17	18	19
6	17	17	18	18	18	19
7	17	17	18	18	18	20
8	17	18	18	18	19	20
9	18	18	18	18	19	20
10	18	18	18	19	19	20
15	18	18	19	19	20	21
20	19	19	19	19	20	21
30	19	19	19	20	20	22
40	19	20	20	20	21	22
50	19	20	20	20	21	22
60	20	20	20	21	21	23
70	20	20	21	21	21	23
80	20	20	21	21	22	23
90	20	20	21	21	22	23
100	20	20	21	21	22	23

edilmiştir. Ayrıca enerji ihtiyacının düşük olduğu zamanlarda, artan biyogazın miktarı hesaplanmış, bu miktar biyogazın elektrik üretiminde kullanılmasıyla elde edilebilecek enerji miktarı bulunmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Her üç iklim bölgesinden seçilen iki il için yapılan hesaplamalarda, 100 m² oturma alanı olan bir eve sahip, 4 kişiden oluşan bir ailenin enerji gereksinimlerinin biyogaz ile sağlanması araştırılmıştır. Tüm sistemlerde, besleme materyali olarak, % 10 TK oranına sahip, su+sıgır atığı karışımı göz önüne alınmıştır. Biyogazın, enerji gereksinimlerini karşılamasında, sırasıyla, reaktör ısıtması, pişirme, sıcak su hazırlama ve ısınma şeklinde öncelikler belirlenmiştir. Bu gereksinimleri karşılayan minimum reaktör boyutu her il için seçilmiştir. Reaktörde kullanılan izolasyon malzemesi, ısı iletim katsayısı 0,04 W/m°C olan taş yünüdür. İzolasyon kalınlıkları, her il ve reaktör boyutu için, mezofilik bölgedeki çalışma sıcaklığı (37°C) ve termofilik bölgedeki çalışma sıcaklığı (55°C) koşullarına göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Mezofilik bölgede çalışan reaktörlerin, hesaplanan optimum izolasyon kalınlıkları, Çizelge 1’de verilmiştir.

Optimum izolasyon kalınlıkları, termofilik bölgede (55 °C) çalışan reaktörler için, Çizelge 2’de gösterilmiştir. Reaktörlerin yapım malzemesi olarak, St-37 yumuşak çelik alınmıştır. İzolasyonun üzeri, alüminyum sac ile kapatılmış olarak kabul edilmiştir. Modelde kul-

lanılan reaktörlerin boyutları ve sac kalınlıkları, Çizelge 3’de görülmektedir.

Kurulan modelde, mezofilik bölgede çalışan reaktörler için biyogaz üretim verimi, $1,2 \text{ m}^3$ - biyogaz/ m^3 -reaktör.gün, termofilik bölgede çalışan reaktörler içinse 2 m^3 -biyogaz/ m^3 -reaktör.gün olarak alınmıştır. Elde edilen biyogazın ısı değeri, $27 \text{ MJ}/\text{m}^3$ olarak hesaplara dahil edilmiştir. Elde edilen bulgular Çizelge 4 ve Çizelge 6’da özetlenmiştir. Çizelge 4’de verilen değerler, mezofilik bölgede çalışan biyogaz sistemlerini içermektedir. Termofilik bölgede çalışan sistemlerle ilgili bulgular ise Çizelge 6’da özetlenmiştir.

Çizelge 4’den görüldüğü gibi, Antalya, İzmir ve Samsun illerinde $0,3 \text{ m}^3$ hacimli biyogaz reaktörleri kendi ısı ihtiyaçlarını karşılamakta, Diyarbakır ve Ankara için bu hacim $0,5 \text{ m}^3$ ’ye çıkmaktadır. Sert iklim yapısına sahip Erzurum’da ise ancak $0,75 \text{ m}^3$ hacime sahip biyogaz reaktörleri, sıcaklığın 37°C ’de kalmasını sağlayabilmektedir. 2 m^3 hacimli biyogaz reaktörleri, her il için, reaktör ısıtması yanında, pişirme amaçlı kullanımı da karşılamaktadır. Bu ihtiyaçların yanında, sıcak su ihtiyacını da karşılayan reaktör hacimleri, $3\text{--}5 \text{ m}^3$ arasında değişmektedir. İncelememize konu olan enerji ihtiyacının tümünü karşılayabilecek reaktör hacmi Antalya’da 20 m^3 olurken, Erzurum’da bu değer 60 m^3 ’e çıkmaktadır. Bu da, Erzurum’da evsel enerji ihtiyacının tümünü biyogazla karşılamak isteyen bir ailenin, yaklaşık $70\text{--}90$ büyükbaş hayvana sahip olması gerektiğini göstermektedir. Antalya’da ise bu sayı $25\text{--}30$ ’a kadar düşmektedir.

Yıllık evsel enerji ihtiyacının tümü karşılandıktan sonra, özellikle ısı enerji ihtiyacının minimum olduğu yaz aylarında, geriye kullanılmamış biyogaz kalmaktadır. Her il için kalan miktarlar Çizelge 5’de görülmektedir. Artan bu biyogaz, gıda kurutma, absorpsiyonlu soğutma ve elektrik eldesi gibi amaçlarla kullanılabilir. Isı enerjisi ve elektrik enerjisi elde-

Çizelge 3. Reaktörlerin boyutları ve sac kalınlıkları

Reaktör Hacmi (m^3)	Sac Kalınlığı (mm)	Yarıçap (m)	Yükseklik (m)
0,3	3	0,31	1
0,5	3	0,4	1
0,75	4	0,45	1,2
1	4	0,52	1,2
2	4	0,65	1,5
3	5	0,75	1,7
4	5	0,82	1,9
5	5	0,89	2
6	6	0,93	2,2
7	6	0,98	2,3
8	6	1,05	2,3
9	7	1,1	2,37
10	7	1,13	2,5
15	7	1,26	3
20	8	1,41	3,2
30	8	1,65	3,5
40	8	1,8	3,9
50	9	1,94	4,2
60	9	2,08	4,4
70	9	2,2	4,6
80	9	2,3	4,8
90	10	2,4	5
100	10	2,47	5,2

Çizelge 4. Mezofilik bölge sıcaklığı (37°C) için, çeşitli enerji ihtiyaçlarını karşılayan minimum reaktör hacimleri ve bu ihtiyaçların karşılanmasından sonra artan biyogaz miktarları

Enerji İhtiyaçlarını Karşılayan Minimum Reaktör Hacimleri (m^3)						
Enerji İhtiyacı	Antalya	İzmir	Diyarbakır	Samsun	Ankara	Erzurum
Reaktör Isıtma	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,75
Pişirme	2	2	2	2	2	2
Sıcak Su Hazırlama	3	4	4	4	4	5
Isıtma	20	30	30	30	40	60
Artan Biyogaz (m^3)	4530	7985	6079	6283	8403	12166

si amaçlı kullanımla ilgili bulgular, her il için Çizelge 5’de verilmiştir.

Hesaplamalarda, jeneratörün elektrik çevrim verimi % 23, LPG’nin ısı değeri 46024 kJ/kg olarak alınmıştır.

Termofilik bölgede (55 °C) çalışan reaktörlerin, her il için enerji ihtiyaçlarını karşılayan büyüklükleri Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6’dan görüleceği gibi, reaktör sıcaklığını sürekli 55 °C’de tutabilmek için gereken minimum reaktör hacmi Erzurum için 0,5 m³ olmakta, diğer illerde bu büyüklük 0,3 m³’e gerilemektedir.

Mutfak kullanımı da eklendiğinde, Antalya’da 1 m³, diğer illerde 2 m³ hacimli reaktörler ihtiyacı karşılamaktadır. Bu ihtiyaçlara, sıcak su tüketimi de eklendiğinde, Erzurum’da 4 m³, diğer illerde 3 m³ hacimli reaktörler yeterli olmaktadır. Evsel enerji ihtiyacının tümünü karşılayan reaktör hacimleri, termofilik bölgede, mezofilik bölgeye göre, Antalya için 15 m³’e, Erzurum için ise 40 m³’e gerilemektedir. Fakat gerekli büyübaş hayvan sayılarına baktığımızda, mezofilik bölgeye göre bu rakam Antalya için 30–40, Erzurum için 90-100’e yükselmektedir. Bunun nedeni, mezofilik bölgede bekleme süresi 20 gün olurken, termofilik bölgede bu değerin 12 gün olmasıdır. Bu da, reaktörün günlük besleme ihtiyacını artırmaktadır.

Termofilik bölgede çalışan reaktörler için artan biyogaz miktarları ve enerji karşılıkları, her il için Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7’ye dikkat edilecek olursa, mezofilik bölgede çalışan reaktörlere göre, termofilik reaktörlerin getirisinin, Antalya ve Diyarbakır dışında daha düşük gerçekleştiği görülecektir. Diyarbakır’da da, mezofilik reaktör için gerekli büyübaş hayvan sayısı 35–45 olurken, termofilik reaktör için bu sayının

Çizelge 5. İller bazında, yıllık artan biyogazın, farklı enerji eldesi amaçlı kullanımları

İller	Artan Biyogaz (m ³)	Isı Enerjisi (kJ)	12 kg LPG Tüp Karşılığı(adet)	Elektrik Enerjisi (kWh)
Antalya	4.530	208.488.720	223	7.874
İzmir	7.985	367.501.640	393	13.880
Diyarbakır	6.079	279.779.896	299	10.567
Samsun	6.283	289.168.792	309	10.922
Ankara	8.403	386.739.672	413	14.607
Erzurum	12.166	559.927.984	599	21.149

Çizelge 6. Termofilik bölge sıcaklığı (55 °C) için, çeşitli enerji ihtiyaçlarını karşılayan minimum reaktör hacimleri ve bu ihtiyaçların karşılanmasından sonra artan biyogaz miktarları

Enerji İhtiyaçlarını Karşılayan Minimum Reaktör Hacimleri (m ³)						
Enerji İhtiyacı	Antalya	İzmir	Diyarbakır	Samsun	Ankara	Erzurum
Reaktör Isıtma	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
Piştirme	1	2	2	2	2	2
Sıcak Su Hazırlama	3	3	3	3	3	4
Isıtma	15	20	30	20	30	40
Artan Biyogaz (m ³)	4632	6959	9462	5181	8368	9945

Çizelge 7. Termofilik reaktörler için, iller bazında, yıllık artan biyogazın, farklı enerji eldesi amaçlı kullanımları

İller	Artan Biyogaz (m ³)	Isı Enerjisi (kJ)	12 kg LPG Tüp Karşılığı(adet)	Elektrik Enerjisi (kWh)
Antalya	4.632	213.183.168	228	8.052
İzmir	6.959	320.281.016	342	12.097
Diyarbakır	9.462	435.479.088	465	16.448
Samsun	5.181	238.450.344	255	9.006
Ankara	8.368	385.128.832	412	14.546
Erzurum	9.945	457.708.680	489	17.288

60-75'e çıktığı göz ardı edilmemelidir. Elde edilen sonuçlar, mezofilik bölgede çalışan biyogaz sistemlerinin, termofiliklere göre daha fazla tercih edilmesini açıklar niteliktedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Deneyisel verilerle, günlük bazda iki yılı kapsayan gerçek iklim verilerinin kullanıldığı analizlerde, ülkemiz iklim bölgelerini temsil eden ve büyükbaş hayvan potansiyeli yüksek olan altı ilde, farklı boyutlardaki biyogaz reaktörlerinin evsel enerji ihtiyaçlarını karşılama oranları, hem mezofilik hem de termofilik çalışma sıcaklıklarında incelenmiştir. Ulaşılan sonuçlar, mezofilik reaktörlerin, termofilik reaktörlere göre daha avantajlı olduğu yönündedir. Dört kişilik bir ailenin, biyogazı sadece pişirme amaçlı olarak kullanması durumunda, tüm iller için reaktör boyutlarının, mezofilik şartlarda, en az 2 m³ civarında olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Pişirmenin yanında, sıcak su hazırlama ve ısınma ihtiyacı da karşılanmak istendiğinde, gerekli reaktör hacmi, iklim bölgelerine göre, 20–60 m³ aralığında değişiklik göstermektedir.

Referanslar

- [1] Eryaşar, A., 2007, Kırsal Kesime Yönelik Bir Biyogaz Sisteminin Tasarımı, Kurulumu, Testi Ve Performansına Etki Eden Parametrelerin Araştırılması, Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Günnur KOÇAR.
- [2] Bilir, M., Karabay, E., Deniz, Y., Katlı, N., 1982, Biyogazın Önemi, Yararları, Kullanımı, Biyogaz Tesislerinin Tasarımı ve Türkiye'de Yaygınlaştırma Olanakları, T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müd., Merkez Topraksu Araştırma Enst. Müd., Ankara.
- [3] Kaygusuz, K., Turker, M.F., 2002, Biomass Energy Potential in Turkey, Renewable Energy, 26, pp. 661-678.
- [4] Soylukan, Ş., Akdoğan, F., 2001, Kırsal Kesimdeki Küçük Bir Aile İçin Biyogaz Üretim Tesisi, VI. Türk-Alman Enerji Sempozyumu, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevre Korunumu, 21-24 Haziran 2001.
- [5] Köse, F., 1998, Güneş Isıtmalı Biyogaz Üretimi, Enerji Workshop-I, Alternatif Enerji Kaynakları, Selçuk Üniversitesi-Ege Üniversitesi, Konya, Ekim 98, ss. 94-100.
- [6] Karakuşçu, M., Karabay, E., Bilir, M., Öztürkcan, C., 1981, Türk Hükümeti - Unicef Ortak Biyogaz Projesi, Uluslararası Biyogaz Semineri, 23-26 Kasım 1981, Ankara, ss. 118-157.
- [7] Bolu, A., 1987, Eskişehir Koşullarında 13 m³ Kapasiteli Biyogaz Tesisinin Gaz Verimi, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 205, Rapor Serisi No: 155, Eskişehir.
- [8] Göğüş, A.Y., 1986, İşte Biyogaz, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Cilt 9, Sayı 4, ss. 42-44.
- [9] Taşdemiroğlu, E., 1988, Review of the Biogas Technology in Turkey, Biomass, 17, pp. 137-148.
- [10] Kaygusuz, K., Sarı, A., 2003, Renewable Energy Potential and Utilization in Turkey, Energy Conversion and Management, 44, pp. 459-478.
- [11] Taşdemiroğlu, E., 1991, Economics of Biogas Space Heating Systems in Rural Turkey, Biore-source Technology, 36, pp. 147-155.
- [12] Demirbaş, A., 2004, The Importance of Biomass, Energy Sources, 26, pp. 361-366.
- [13] Acaroglu, M., Kocar, G., Hepbasli, A., 2005, The Potential of Biogas Energy, Energy Sources, 27, pp. 251-259.
- [14] Kishore, V.V.N., 1989, A Heat-Transfer Analysis of Fixed-Dome Biogas Plants, Biological Wastes, 30, pp. 199-215.