



BALIKESİR GÖNEN'DE BİYOMAS ENERJİSİ ÜRETİMİ BIOMASS ENERGY PRODUCTION IN BALIKESİR GÖNEN

İbrahim AYDIN*
Tugay ÇALIŞKAN**

Öz

Enerji, artan dünya nüfusu ve gelişen teknoloji ile modern yaşamın temel maddesi olmuştur. Enerjinin elde edildiği fosil yakıtların tükenebilir olması ve doğayı tehdit etmesi, alternatif enerji kaynaklarını önemli hale getirmiştir. Bu kaynaklardan birisi de biyokütle enerjisidir.

Biyokütle enerjisi, tarım ürünleri atıkları, hayvan gübresi ve idrarı, mezbaha, süt ürünleri atıkları gibi maddelerin kullanımı ile elde edilmektedir. Bu maddelerin normal şartlarda ekonomik değeri bulunmamaktadır. Hatta bunların varlığı doğal çevreyi tehdit etmekte, ortadan kaldırılması sorun olmaktadır.

Balıkesir ili Gönen ilçesi sınırları içerisinde 2014 yılında biyokütle enerjisi tesisleri kurulmuştur. Tesis 50 bin metre kare alanda kurulmuş olup, biyogaz, elektrik ve sentetik petrol enerjileri yanında biyogübre üretim amaçlıdır. Dünyanın en verimli ve ileri teknolojisi ile kurulan tesis sıfır atıkla çalışmaktadır. Günlük 800 m³ ton kuru atığın işlendiği tesiste, 18 bin ton katı gübre, 10 bin ton sıvı gübre ve 10 bin ton humik asit üretilmektedir. Biyogaz ile 3,7 MW elektrik enerjisi üretilen tesiste 50 kişi istihdam edilmektedir. Yıllık cirosu 8 milyon doları bulan Gönen Biyogaz tesislerindeki 1 günlük elektrik enerjisi üretimi, 60 bin konutun günlük elektrik ihtiyacına denktir.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Biyolojik Atık, Enerji, Biyokütle Enerjisi.

Abstract

Energy has become the mainstay of modern life with the increasing world population and developing technology. Fossil fuels, that energy is produced from, are threatening the nature and exhaustible thus it has made alternate energy more important. One of these sources is biomass energy

Biomass energy is produced with the use of agricultural products waste, animal manure and urine, slaughterhouses and dairy products wastes. These substances normally do not have economic value. Even their presence threatens the natural environment and their annihilation is a problem. In 2014, biomass energy plants were established in the vineyard of Gönen district of Balıkesir province. The facility is established on a 50 thousand square meter area and is intended for biogas production, as well as biogas, electricity and synthetic petroleum. The facility, which is established with the most efficient and advanced technology in the world, is working with zero waste. 18 tons of solid fertilizers, 10 thousand tons of manure and 10 thousand tons of humic acid are produced in the facility where 800 m³ of dry waste is processed daily, 50 people are employed in the plant which produces 3.7 MW electricity with biogas. The annual electricity production of Gönen Biogas plants with an annual turnover of 8 million dollars is equivalent to the daily electricity demand of 60 thousand houses.

Keywords: Environment, Biological Waste, Energy, Biomass Energy.

1. GİRİŞ

Enerji, günlük yaşam içerisinde insanoğlunun en önemli temel gereksinimlerinden biridir. Zaman içerisinde dünya nüfusunun giderek artması ve teknolojinin gelişmesi nedeniyle enerji ihtiyacı daha da artmıştır. Özellikle Sanayi Devrimi ve makineleşmeyle birlikte enerjiye olan bağımlılık had safhaya ulaşmıştır. İnsanoğlu sürekli artan enerji ihtiyacını fosil yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere iki farklı kaynaktan karşılamaya çalışmaktadır.

Enerji kaynakları ile ilgili TÜİK verileri incelendiğinde 2017 yılında Türkiye elektrik enerjisi üretiminin %29,64'ünü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktadır. Türkiye enerji ihtiyacını daha çok fosil yakıtlardan karşılarken, bunlar içerisinde en büyük pay doğal gaz (37,17) aittir. Yenilebilir atık + atık ise enerji üretiminin yalnızca %0,71'ini karşılamaktadır. Yenilenebilir enerjinin tamamı hesaplandığında ise atıklardan elde edilen enerji miktarı %2,41 kadardır (Tablo 1).

* Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, iaydin@balikesir.edu.tr

** Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkçe ve Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı, tugay.caliskan@yandex.com



Tablo 1: 2017 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı (TEİAŞ)

KAYNAK	ÜRETİM (GWh)	KATKISI (%)
İthal Kömür	51.118,1	17,20
Taşkömürü	5.663,8	1,91
Linyit	40.694,4	13,69
Doğal Gaz	110.490,0	37,17
Sıvı Yakıtlar	1.199,9	0,40
Barajlı	41.312,6	13,90
D. Göl ve Akarsu	16.905,9	5,69
Rüzgâr	17.903,8	6,02
Yenilenebilir Atık+Atık	2.124,0	0,71
Atık Isı	848,3	0,29
Jeotermal	6.127,5	2,06
Güneş	2.889,3	0,97
TOPLAM	297.277,5	100,00

İnsanlık, tarih boyunca enerji ihtiyacını daha çok petrol, kömür, doğal gaz gibi yenilenemeyen fosil yakıtlardan karşılamıştır. Fosil kaynakların azalmakta olduğu ve yakın gelecekte tükeneceği herkes tarafından bilinmektedir. Ayrıca bu madenler uzun süredir işletildiği ve daha derinlerde kaldığı için üretim maliyetleri de artmıştır. Tüm bu nedenlerden dolayı insanların alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi zorunlu hale gelmiştir. Hükümetler dışa olan bağımlılıklarını da azaltmak amacıyla son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına gereken önemi göstermeye başlamıştır. Birincil enerji kaynaklarında dışa bağımlılık Türkiye’de % 72,6’dır (Şen, 2007). Fosil yakıt enerjisi kıtlaştıkça, Türkiye, gelecek yıllara, enerji kıtlığı, enerji fiyatlarında belirgin artış ve enerji güvensizliği ile yüz yüze kalacaktır. Bu sebeplerle, yenilenebilir enerji kaynaklarının ve teknolojilerinin geliştirilmesi, Türkiye’nin sürdürülebilir ekonomik gelişimi için giderek artan şekilde önem kazanmaktadır (Demirbaş, 2006).

Fosil kaynakların kullanımı çeşitli doğa ve çevre sorunlarına da neden olmuştur. Artan çevre kirliliği, atmosfere salınan zararlı gazlar ve sera etkisi son yıllarda kamuoyunu çokça meşgul etmiştir. Metan küresel ısınmaya neden olan en önemli gazlardan biridir. Hayvansal atıklardan yayılan metan gazı aynı hacimdeki CO’den yirmi kat daha fazla sera gazı etkisine neden olmaktadır. Oysa biyogaz tesislerinde elde edilen metandan enerji eldesi oldukça avantajlıdır (Tolay M. , Yamankaradeniz, Yardımcı, & Reiter, 2008). Dolayısıyla biyogaz çevresel sorunlara neden olan şehirselleşme ve kırsal kesimdeki atıkları bertaraf ettiğinden çevre dostu bir gaz görünümü oluşur. Özellikle kırsal kesimde hayvansal atıklardan (hayvan dışkıları) kaynaklanan koku ve sinek oluşumu hayvansal atıklar bekletilmeden biyogaz üretiminde kullanılması bir diğer avantajdır. Ayrıca hayvansal atık ve dışkıları metandan arıtıldıktan sonra uzun süre bekletilmeye gerek kalmadan direkt tarlaya gübre olarak verilebilmektedir. Biyogaz üretimi ile hayvansal atıklarda bulunan zararlı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybeder ve elde edilen fermente gübre yüksek azot içeriğine sahip, yaklaşık % 10 daha verimli organik gübredir (Gürel, 2010).

Biyogaz aslında insanoğlunun kullandığı en eski enerji kaynaklarından birisidir. Geçmişte daha çok geçimini tarım ve hayvancılık faaliyetleriyle sağlayan aileler tarafından, kendi mutfak gazı ihtiyacını karşılama amaçlı, birkaç hayvanın gübresi oksijensiz ortamda fermente edilerek gaz üretilirdi. Bu enerji türü “biyogaz” kelimesi ile ifade edilmiş ve genel kabul görmüştür. Günümüzde ise daha modern, gelişmiş tesislerde ve biyolojik birçok farklı atık işlenerek, gaz, elektrik ve sıvı yakıt elde edilmektedir. Bu nedenle “biyogaz” kelimesi bu enerji üretim faaliyetini isim olarak tam karşılamamaktadır. Biyogaz kelimesi yerine “biyo” canlı ve “mass” kütle kelimelerinin bileşiminden oluşan “biyomas” biyokütle enerjisi ifadesinin kullanımı daha doğrudur (Doğanay, 1998).

Biyogaz her türlü organik materyalin havasız koşullarda fermantasyonu sonucu elde edilen, bileşiminde metan ve karbondioksit olan bir gaz karışımıdır (Gülen & Çeşmeli, 2012). Çeşitli bitki atıkları, organik içerikli evsel katı atıklar, evsel/kentsel ve endüstriyel arıtma çamurları ve hayvan gübreleri, biyogaz üretiminde kullanılan organik atıkların başında gelmektedir (Köse, 2017). Kullanım alanları çeşitlilik göstermekle birlikte biyogaz, doğal gazın alternatif bir gaz yakıt olarak doğrudan yakma-ısıtma ve ısıtmada, motor yakıtı olarak, türbin yakıtı olarak, elektrik enerjisi elde edilmesinde, yakıt pili yakıtı olarak, doğal gaz içine katkı olarak ve kimyasalların üretiminde kullanılmaktadır (TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 2008).

Biyogaz; ucuz, çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağı olmasının yanı sıra atık geri kazanımı sağlar. Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini



kaybeder ve hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde yok olur. Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını sağlamaktadır. Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta üstelik çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir (Kılıç, 2011). Ayrıca modern hayvancılık faaliyetlerinde bir arada bulunan onlarca hayvanın gübrelerinin depolanması ve geri dönüştürülmesi işlemi de biyogaz üretim faaliyetiyle gerçekleştirilmiş olmaktadır.

Biyogaz üretiminde hayvansal atıklar anaerobik fermantasyona daha uygun olmakla birlikte, gübresi kullanılacak hayvanın büyüklüğü, beslenmesi ve iklim koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Vijayalekshmy, 1985). Örneğin bir sığırın günlük gübre ve idrar miktarı 54 kg iken bir mandanın günlük gübre ve idrar miktarı ise 40 kg'dır (Aydın ve Derinöz, 2013). Hayvan gübresi birim ağırlığı başına kalori verimi sanıldığından daha fazladır. Kacar yapmış olduğu çalışmada 1000 kg. tezeğin sağlayabileceği kalori, 600-700 kg. linyit veya 370 kg. taş kömürüne eşdeğer olduğunu belirtmektedir (Kacar, 1984). Bu yüzden ülkemizdeki hayvan potansiyelinin belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye'deki hayvan sayıları incelendiğinde 2017 yılı itibarıyla 408 milyon adet hayvan kayıtlara geçmiştir (Tablo 2). Bunların büyük bir çoğunluğunu (%85,15) kümes hayvanları oluştururken, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar 60 milyon adet (%14,78) olup azımsanmayacak sayılardadır. Kalan %0,07'lik kısmı ise at, eşek, katır, deve, domuz gibi diğer hayvanlar oluşturmaktadır.

Tablo 2: 2017 Yılı Türlerine Göre Türkiye'deki Hayvan Sayıları (TÜİK)

TÜR	ADET	YÜZDE (%)
Büyükbaş Hayvanlar	16.105.025	3,94
Küçükbaş Hayvanlar	44.312.308	10,84
Kümes Hayvanları	348.143.754	85,15
Diğer	292.846	0,07
TOPLAM	408.853.933	100,00

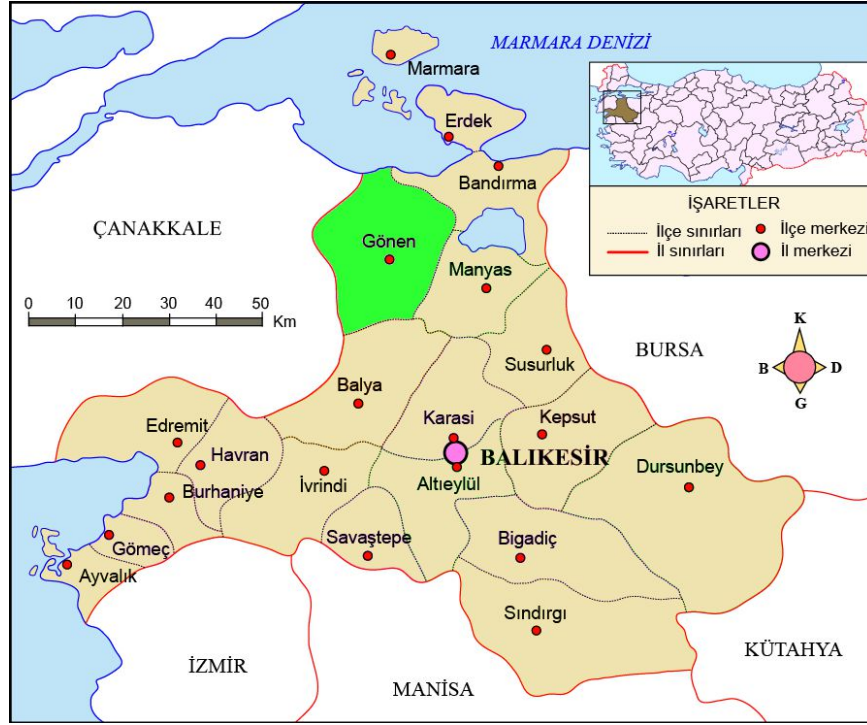
Veriler göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'deki hayvan sayıları azımsanmayacak derecededir. Bunun dışında tarım ürünleri atıkları, mezbaha ve süt atıkları gibi fermente edilebilecek diğer atıklar da dikkate alınması durumunda, biyogaz üretimi için oldukça önemli bir potansiyelin olduğu görülür. Ancak Türkiye enerji üretiminin yalnızca 0,71'ini yenilenebilir atıklardan karşılamaktadır. Bu bağlamda hayvansal atıklara bağlı enerji potansiyelinin verimli bir şekilde kullanılmadığı söylenebilir.

Literatürdeki çeşitli çalışmalar incelendiğinde, Türkiye'de sadece hayvan varlığından elde edilecek gübrenin biyogaz üretiminde kullanılmasıyla yaklaşık 3-3,5 milyar m³ /yıl oranında biyogaz üretiminin gerçekleşmesi mümkün görülmektedir (Arıkan, 2008). Onurbaş Avcıoğlu, Çolak, ve Türker (2013) hazırladıkları çalışmada Türkiye'nin tavuk atıklarından biyogaz potansiyelini hesaplamışlardır. Sonuç olarak, bu atıklardan elde edilebilecek biyogaz miktarı 390 milyon m³ ve enerji eşdeğeri de 8.853 milyon GJ'dur. Trakya Bölgesinde hayvan gübrelerinden biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi amaçlanan bir diğer çalışmada, Trakya Bölgesi'nde hayvansal atıklardan elde edilecek metanın enerji değeri 2,427.81 TJ/yıl olarak hesaplanmıştır. Bölgede metandan elde edilen enerjinin ise yıllık 426,295 varil petrol eşdeğeri enerjiye denk geldiği görülmüştür (Köse, 2017). Benzer çalışmalarda Iğdır ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli yıllık 21.441 milyon m³ (Altıkat ve Çelik, 2012), Elazığ'da hayvan potansiyelinin biyogaz üretiminde kullanılması durumunda günde elde edilebilecek elektrik enerjisi gelirin yaklaşık 74 milyar TL olduğu ortaya konulmuştur (Akbulut ve Dikici, 2004). Çanakkale'nin biyogaz potansiyelinin ortaya çıkarılması amacıyla yapılan çalışmada da, ildeki büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayılarından ve bu hayvanların gübre miktarları hesaplanarak yıllık toplam 96,9 milyar m³ biyogaz elde edilebileceği hesaplanmıştır (İlgar, 2016). Tokat'taki kümes hayvanları atıklarının biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada Tokat iline ait toplam kümes hayvan sayıları belirlenerek hesaplanan biyogaz üretim potansiyel değerinden ortalama 33628729 kcal/m³ gün ısı enerjisi ve ortalama 11094247 kWh/yıl elektrik enerjisi kazanılabilmekte olduğu görülmüştür (Taşova, 2017). Hatay ilinin hayvansal gübre kaynağından üretilebilir biyogaz potansiyeli yıllık 15 milyon m³ olarak hesaplanmıştır. Bu biyogaz potansiyelinin ısı değeri yaklaşık olarak 340 TJ, elde edilecek enerji miktarı da 37,7 GWh olarak belirlenmiştir (Karaca, 2017).

Bu çalışmada, Balıkesir ilinin kuzeyinde bulunan Bandırma, Gönen ve Manyas ile Bursa Karacabey ilçelerindeki hayvan gübreleri, tarım ve mezbaha atıkları, yine farklı illerden getirilen arıtma çamur atıkları gibi birçok farklı atıkların değerlendirildiği Gönen'deki biyokütle enerjisi üretim faaliyetleri ele alınmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye’de tarım ve hayvancılık denilince ilk akla gelen illerden biri belki de ilki Balıkesir’dir. Güney Marmara Bölümü’nde yer alan Balıkesir hayvan varlığı ve tarımsal üretimle ülkemizin gıda ihtiyacının önemli bir kısmını karşılamaktadır. Çalışmada konu edinilen biyokütle enerjisi üretim tesisi ise Balıkesir ilinin Gönen ilçe sınırlarında yer almaktadır. Balıkesir’in kuzeyinde yer alan Gönen (Şekil 1), 89 köy ve toplam 73.289 nüfusa sahiptir (TÜİK). Ekonomisi tarım ve hayvancılığa, termal turizm ve küçük çaplı sanayiye dayanan Gönen ve çevresinde birçok büyükbaş ve kümes hayvancılığı çiftlikleri bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Çalışmada, materyal olarak, Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) tesisin hammaddeyi temin ettiği Balıkesir’in Gönen, Bandırma, Manyas ve Bursa’nın Karacabey ilçelerine ait 2017 yılı hayvan sayıları verileri kullanılmıştır. TÜİK tarafından büyükbaş hayvan olarak nitelendirilen hayvanlar yerli, kültür ve melez sığır ve manda olmak üzere dört cins, küçükbaş hayvan olarak nitelendirilenler merinos ve yerli koyun ile kıl ve tiftik keçi olarak dört cins ve kümes hayvanları ise yumurta ve et tavuğu, ördek, hindi ve kaz olarak beş cinstir.

Tablo 3: Gönen, Bandırma, Manyas ve Karacabey İlçelerinin Hayvan Sayıları (TÜİK)

TÜR	GÖNEN	BANDIRMA	MANYAS	KARACABEY
Büyükbaş Hayvanlar	41.367	18.233	22.735	42.320
Küçükbaş Hayvanlar	95.000	33.322	63.013	89.819
Kümes Hayvanları	1.875.710	8.113.568	2.401.992	5.968.586
Diğer	1.084	28	68	1.024
TOPLAM	2.013.161	8.165.151	2.487.808	6.101.749

Balıkesir’de 2017 TÜİK verilerine göre ilde 525.124 adet büyükbaş, 1.172.899 adet küçükbaş, 34.506.681 adet kümes hayvanı ve 5.424 adet diğer (at, katır, eşek, domuz, deve) hayvan bulunmaktadır. Tesisin hammadde sağladığı ilçelerde ise bu sayılar 124.655 adet büyükbaş, 281.154 adet küçükbaş, 18.359.856 kümes hayvanı ve 2204 diğer şeklindedir (Tablo 3).

Gönen ovasında yaklaşık 59 bin hektarlık bir alanda pirinç tarımı yapılmaktadır (Özşahin, 2008). Pirinç saplarının ve kavuzların bertaraf edilmesinde anız yakma gibi ilkel yöntemlerin kullanılması çevreye zarar vermektedir. Oysa biyokütle enerjisi üretiminde kullanılması oldukça doğru bir yöntemdir. Pirinç kavuzları özellikle kümes hayvanlarının gübrelerinin fermantasyonu işlemi için hayati öneme sahiptir.



3. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Biyogazın M.Ö. 10. yüzyılda Asurlular, M.S. 16. yüzyılda İranlılar tarafından kullanıldığı bazı kaynaklarda yer almaktadır (Koçar, 2009). Dünyada biyogaz kullanımı ile ilgili ilk çalışmaların 1630 yılında Jan Baptista Von Helmont ve 1667 de Shirley adlı araştırmacılar tarafından gerçekleştirildiği bildirilmiştir (Özbaşer ve Erdem, 2013). 1776 yılında Kont Alessandro Volta, organik maddelerin bozunma miktarıyla elde edilen yanıcı gaz arasında pozitif bir korelasyon (ilişki) olduğunu, 1808 yılında Sir Humphry Davy sığır gübresinin anaerobik fermantasyonu sonucu oluşan gazların içerisinde metan gazının keşfedildiği bilinmektedir. Hindistan'da biyogaz çalışmaları 1939 yılında başlamış, ilk deneysel tesis 1946'da ve ilk biyogaz tesisi 1859 yılında Bombay kentinde kurulmuştur. Biyogaz, İngiltere'de 1859 yılında sokak lambalarında, 1911 yılında ise elektrik ve ısı eldesi amacıyla kullanılmıştır (Koçar, 2009).

Günümüzde Avrupa, anaerobik biyoteknolojiyi en yoğun kullanan kıtadır. Bunun temel nedeni ülkelerin kilovat/saat başına vermiş olduğu destek ve alım enerji alım garantileridir. Avrupa'yı Güneydoğu Asya ve Kuzey Amerika izlemektedir. Çin'de dünyada kurulan biyogaz tesislerinin yaklaşık % 80'i bulunmaktadır. Bu ülkeyi % 10 oran ve 2,9 milyon tesis ile Hindistan, 49.500 tesisle Nepal ve 29.000 tesisle Kore izlemektedir. Ancak Çin'de bulunan tesisler aile tipi ve Hindistan'daki tesisler ise çiftlik tipi tesislerden oluşmakta ve bunların çoğu çeşitli nedenlerden dolayı kullanılmamaktadır. Çin ve Hindistan'ın yanı sıra Nepal ve Kore'de de bulunan tesislerin yaklaşık 1/3ü, hatta yarısından fazlası çeşitli nedenlerden dolayı (bakımsızlık, yetersiz atık ve atıkların ulaştırılması, organizasyon eksikliği gibi) çalıştırılmamaktadır (Eryaşar, 2007).

Birçok çiftliğin atıkları, tarımsal atıklar ve diğer tüm biyolojik atıkların merkezi bir tesiste toplanması biyogaz üretim yönteminde oldukça önemli bir eşiktir. Bu uygulama hammadde ve sermaye yetersizliği gibi sorunları önemli ölçüde çözmüştür. Merkezi biyogaz tesisi yöntemi ilk olarak Danimarka'da denenmiştir ve günümüzde bu ülkede 22 adet merkezi biyogaz tesisi bulunmaktadır (Türker, 2008). Biyogaz teknolojisini etkin olarak kullanan İsveç'te de 12 civarında çiftlik tipi biyogaz tesisi mevcuttur. Biyogaz tesis sayısı ve bu tesislerde kullanılan atık miktarının sürekli artmasını teşviklere borçlu olan Almanya, biyogazı arttıktan sonra elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Rusya'da 70'ten fazla, Kazakistan'da 30 civarında biyogaz tesisi mevcuttur. Ayrıca Rusya'da küçük hacimli ev tipi biyogaz tesisleri de kullanılmaktadır. İngiltere'de ise 75 civarında biyogaz tesisi mevcuttur (Deublein & Steinhauser, 2010).

Latin Amerika, Hindistan, Çin, Nepal gibi Güneydoğu Asya ülkelerinde kullanılan biyogaz tesisleri ailelerin günlük enerji ihtiyacını karşılama amaçlıdır. Hindistan'da 2,5 milyonun üzerinde, küresel enerji tüketiminin en önemli aktörlerinden olan Çin'de ise 2005 yılı itibarıyla 20 milyon ev tipi biyogaz tesisi mevcuttur (Türker, 2008).

Türkiye'de ise biyogaz üretimi ile ilgili ilk çalışmalar 1957 yılında Toprak ve Su Araştırma Enstitüsünde başlamış, 1960'larda Devlet Üretim Çiftliklerinde pilot tesisler kurulmuştur. Bunun sonucu olarak Tarım Bakanlığı'na bağlı olarak 1963 yılında başlatılan çalışmalarda 8 adet biyogaz tesisi kurulmuştur (Şenol, Elibol, Açikel, & Şenol, 2017).

2017 yılına gelindiğinde Türkiye'de toplam 100 adet Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Pirolitik Yağ Enerji santrali bulunmaktadır. Kurulu tesislerin güçleri 0,12 MW ile 34 MW arasında değişmekte olup, yıllık elektrik üretimi 2.277 GWh'tır. Santrallerin üretiminin tüketime oranı ise % 0,08 olarak belirlenmiştir (Atlası, 2019).

4. GÖNEN'DE BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Geçmişte hayvancılık faaliyetleri, mera hayvancılığı ve/veya her ailenin daha çok kendi ihtiyaçlarını karşılama amaçlı birkaç büyükbaş hayvanı besleme şeklinde yapılmaktaydı. Meralarda otlayan hayvanların gübresi zaten orada toprağa karışırken, ahırlarda birkaç yerli hayvandan çıkan az miktardaki gübreler de biriktirilip, belli bir süre bekletilip asidi çıkınca tarımsal faaliyetlerde gübre amaçlı kullanılmakta idi. Yani hayvan gübresi hem biyomas enerjisi üretimi için yetersizdi, hem de dağınık alanlarda ve meralarda ilkel yöntemlerle bertaraf edilmekteydi.

Ancak son yıllarda hayvancılık faaliyetleri çiftlik hayvancılığına döndü. Modern usullerle ve ticari amaçlı olarak kurulan büyük çaplı hayvan çiftlikleri onlarca, binlerce hayvan barındırmaktadır. Bu tür hayvancılık faaliyetlerine bağlı olarak devasa miktarda katı (gübre) ve sıvı (idrara) atıklar ortaya çıkmaktadır. Hatta melezlenen hayvanlar, yerli ırklardan daha fazla dışkı ve idrara üretmektedir. Özellikle büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde ortaya çıkan devasa miktardaki bu atıkların depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi oldukça önemli bir sorundur. Bu durum toprak ve yeraltı suyu kirliliği, gibi çeşitli çevresel sorunlara da neden olmaktadır.

Hayvansal faaliyetlerin bir diğer etkisi de çevreye yaydıkları gaz ve kokulardır. Hayvansal faaliyetlerin yapıldığı yerlerdeki gazlar, hayvanların ve gübrelerin kokusu çevreyi olumsuz şekilde etkilemektedir. Çevreyi estetik ve psikolojik şekilde etkileyen bu gaz ve kokular insan sağlığı açısından da sakıncalıdır. Bunu önlemek için işletmeler yerleşim bölgelerinden en az 500 m., göl ve benzeri su kaynaklarından en az 300 m., sulama ve drenaj kanallarından en az 100 m., su sağlayan sıhhi tesisatlardan ise en az 30 m. uzakta olmalıdır (Aydın & Derinöz, 2013).

Miktarı artan hayvan dışkıları çevreyi tehdit ederken, biyomas enerjisi üretimi için oldukça önemli miktarda hammadde sağlamıştır. Biyokütle enerjisi üretim teknolojisinde yaşanan gelişmeler, devletin verdiği yatırım teşvikleri ve enerji alım garantileri girişimcileri daha cesaretlendirmiştir.



Foto 1: Balıkesir Gönen'de 2014 yılında faaliyete başlayan biyokütle enerji tesisleri (<http://www.altacaenerji.com>)

Gönen Enerji Tesisi; sıfır veya negatif maliyetli hammadde, hammadde değişimlerine uygun esnek proses tasarımı, kendi enerjisini kendi üreten, sıfır sıvı deşarjı ve maksimum enerji entegrasyonu amaçlanarak kurulmuştur (Gönen Enerji, 2019) Tesis, Gönen'in kuzeyinde ilçeye yaklaşık 7 km mesafede 50 bin m²'lik bir alanda 2014 yılında kurulmuştur (Foto 1). Tamamı Türk mühendisler tarafından projelendirilmiş ve yerli teknoloji ile kurulan tesis, sıfır atıkla çalışmakta olup dünyanın en verimli ve ileri teknolojlü biyomas enerji tesislerinden birisidir. Yaklaşık 25 milyon dolara mal olan tesiste, günlük 800 metreküp veya 120 ton katı atık işlenmektedir. Bu hayvansal ve bitkisel kuru atıklar işlenerek biyogaz ve ondan da elektrik enerjisi, 3 çeşit de biyogübre üretilmektedir. Kendi yatırım maliyetini 4 yılda amorti eden tesisin kuruluş amaçlarından birisi de yılda 10 bin ton sentetik petrol üretimi olsa da bu bölüm henüz faaliyete geçmemiştir.

Biyogaz üretimi temel olarak üç aşamada gerçekleştirilmektedir; hidroliz, asit oluşturma ve metan oluşumu. Birinci aşama olan hidroliz aşamasında ilk olarak mikroorganizmaların salgıladıkları selüloz enzimler ile çözünür halde bulunmayan maddeler çamur içerisinde çözünür hale dönüşürler. Uzun zincirli kompleks karbonhidratları, proteinleri yağları ve lipitleri kısa zincirli yapılara dönüştürülür.

Daha sonra çözünür hale gelmiş olan organik maddeleri asetik asit, uçucu yağ asitleri, hidrojen ve karbondioksit gibi küçük yapılu maddelere dönüşür. Bu aşama anaerobik bakteriler sayesinde gerçekleştirilir. Bu bakteriler metan oluşturuca bakterilere uygun ortam oluştururlar.

Son aşama ise, bakterilerin asetik asidi parçalayarak veya hidrojen ile karbondioksit sentezi sonucunda biyogaza dönüştürülmesi işlemidir. Metan üretimi diğer süreçlere göre daha yavaş bir süreç olup, metan oluşumundaki etkili bakteriler çevre koşullarından oldukça fazla etkilenirler.



Foto 2.A: Tavuk gübresi fermente işleminden önce piriç kavuzu ile karıştırılır



Foto 2.B: Hammadde bekleme havuzları

Gönen Enerji Tesisinde, parçalanabilen karbonhidrat, yağ (lipit) ve proteinler havasız ortamda fermente edilerek işlenir. Tesiste, suni selüloz, selüloz ve daha çok çeltik saplarında bulunan ligninin parçalanma özelliği olmadığı için çeltik sapları ve hidrojen içerdiği için soğan ve sarımsak işlenmez. Tavuk gübresi, fermantasyon işlemi sırasında azot ve nitratı fazla üretir. Bu da amonyağa dönüşür ve ortamı zehirler. Amonyak fermantasyon işleminin temel unsuru olan mikroorganizmaları öldürür. Bu nedenle tavuk gübresine piriç kavuzu karıştırılır ve öylece işleme alınır. Yıllık 5000 ton piriç kavuzu satın alınarak tavuk gübresinin fermente işlemi için kullanılır (Foto 2A ve 2B). Tesis, hammadde olarak sadece piriç kavuzuna bedel ödemektedir.



Foto 3: Hayvan gübrelere fermentasyon havuzlarına taşınması

Tesiste işlenen hammaddelerinin önemli bir kısmını Balıkesir'in Gönen, Bandırma, Manyas ilçeleri ile Bursa'nın Karacabey ilçelerindeki büyükbaş hayvan çiftliklerinden getirilen hayvan gübre ve idrar oluşturmaktadır. Bu bölgelerden gelen hammaddelerin nakliyesi çiftlik sahiplerine ait olup, hatta çiftlik sahiplerinden atıkları bertaraf etme ücreti alınmaktadır. Yani tesis bu uygulama ile hem sıfır maliyetle hammadde temin etmekte hem de gelir sağlamaktadır.

Tablo 4: Gönen Biyokütle Enerjisi Tesisi Girdileri

	Atık Türü		Atık Türü
1	Sığır atıkları	5	Süt fabrikası atıkları
2	Tavuk atıkları	6	Maya fabrikası atıkları
3	Mezbaha atıkları	7	Atık su bitkileri
4	Tarımsal atıklar	8	Arıtma Çamuru

Büyükbaş ve kümes hayvanları atıkları, mezbaha atıkları, tarımsal atıklar (piriç kavuzu, park ve bahçe atıkları, patates, marul, havuç gibi pazar atıkları), süt fabrikası atıkları, Adana, Ankara ve İzmir'deki bira fabrikalarından getirilen bira mayası, Manyas, Gönen, Bandırma, Karacabey ve İzmir'den getirilen

arıtma çamuru atıkları ve atık su ile yetiştirilmiş enerji bitkileri normal şartlarda ekonomik değeri olmayan, hatta çevreyi tehdit eden biyolojik atık maddeler tesislerde hammadde olarak kullanılmaktadır (Tablo 4). Bu atıklardan biyogazdan elektriğe kadar çeşitli enerji türleri üretilmektedir. Tüm işlemler sıfır atıkla gerçekleştirilirken, doğa dostu ve tarımsal üretimi artırıcı katı, sıvı ve humikten oluşan 3 çeşit biyolojik gübre de elde edilmektedir (Foto 4).



Foto 4: Gönen Biyomas tesislerinde elde edilen katı ve sıvı biyogübre

Gönen Enerji Tesisinde tüm bu hammaddelerin işlenmesi sonucu tonlarca katı atık ortadan kaldırılmaktadır. Ayrıca yalnızca katı atıklar yok edilmekle kalmayıp, atıklardan enerji elde edilerek geri dönüşüm de sağlanmaktadır.

Biyolojik atık maddelerden elektrik enerjisi üretimi farklı uygulamalarla devlet tarafından da teşvik edilmektedir. Devlet bu yöntemle üretilen elektrik enerjisini 10 yıl boyunca alım garantisi ve kw saat başına 13.3 cent/dolar teşvik vermektedir.

Gönen Enerji Tesisi, saatte yaklaşık 3,7 MW elektrik üretmektedir. Tesiste bir günde üretilen elektrik enerjisi ile 60 bin konutun günlük elektrik ihtiyacı karşılanabilmektedir. Tesiste catLiq ve organik gübre tesisi enerji ihtiyacı için yıllık 13,000 ton buhar, catLiq tesisi ve organik gübre tesisi hammaddesi olan fermantasyon sonucu stabilize olmuş katı ıslak posa, yardımcı binaların ısıtılması ve hümik asit proses ısıtmak için de sıcak su üretilir (Gönen Enerji, 2019).

Tesiste 50 kişi çalışmaktadır. Katma değer olarak düşünüldüğünde daha geniş bir kitleye; ulaşım, pazarlama gibi farklı yönlerden katkı sağlamaktadır. Yıllık cirosu 6 milyon doları gübre, 2 milyon doları ise elektrik üretim faaliyetleri olup, toplamda 8 milyon dolar civarındadır.

Tamamen yerli ve milli imkânlarla üretilen biyokütle enerjisi, Türkiye için ekonomik anlamda oldukça önemlidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biyokütle enerjisi, geçmişte bazı bireysel girişimcilerin kendi ilkel imkânlarıyla sadece biyogaz üretimi şeklinde uyguladığı bir yöntem iken, günümüzde artık daha kapsamlı (biyogaz, elektrik ve sentetik petrol), bilimsel ve profesyonelce yapılmaktadır. Balıkesir Gönen'de 2014 yılında kurulan Gönen Enerjisi Tesisinde, Gönen, Bandırma, Manyas ve Karacabey'deki hayvan gübre ve idrarları, tarım atıkları, mezbaha ve süt atıkları gibi birçok atık işlenmektedir. Hatta İzmir, Manyas, Gönen, Karacabey ile Bandırma'dan arıtma çamuru, Ankara, Adana ve İzmir'deki Efes'in bira fabrikalarından getirilen bira mayası da işlenmektedir. Tesisin günlük biyolojik atık işleme kapasitesi 800 metre küp veya 120 ton katı atıktır. Tesiste saatte 3.7 MW elektrik üretilirken, günlük üretilen elektrikle 60 bin konutun günlük enerji ihtiyacı karşılanabilmektedir. Atıkların çıktığı alanlardaki, atıkları bertaraf etme ve çevreyi kirliliği sorununu da ortadan kaldırırken, sıfır atıkla yerli, milli, yeni, yenilenebilir, tükenmeyen, dışarıya bağımlılığı azaltan enerji üretilmektedir.

Biyokütle enerjisi üretimiyle birlikte, canlılara, toprağa ve su kaynaklarına zarar vermeyip tarımsal verimi arttıran biyogübre de elde edilmektedir. Kimyasal gübrelere göre daha ucuz olan biyogübrenin yıllık üretim kapasitesi 18 bin ton katı gübre, 10 bin ton sıvı gübre ve 10 bin ton da hümik asittir. Tesiste yıllık 2 milyon doları elektrik, 6 milyon doları gübre olmak üzere yaklaşık 8 milyon dolar ciro elde edilmektedir.



Ayrıca tesiste çalışan 50 kişiye, ulaşım ve diğer alanlarda çalışanlarla beraber birkaç yüz kişiye de istihdam imkânı vermektedir.

Biyokütle enerjisi ve biyogübre üretiminde bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Geçmişte aile tipi ve dağınık hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan gübrelerin toplanması ekonomik anlamda oldukça büyük bir sorundu. Ancak günümüzde hayvancılık faaliyetlerinin modern, büyük tesislerde ve toplu alanlarda yapılması bu sorunu büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır. Ancak işlenecek hammaddelerin uygun araçlarla tesise taşınması sorunu hala mevcuttur. Gübrelerin bazen traktörlerin açık römorkları ile taşınması, yollara taşması, sızması ve koku yayması gibi sorunlara neden olmaktadır. Söz konusu nakliye durumunun yerleşmelerin olduğu kısımlarında sorunu daha hissedilir hale getirmektedir. Diğer bir sorun ise, ülkemiz çiftçileri arasında biyogübrenin bilinmemesi ve kullanımının yaygın olmamasıdır.

Çalışma sırasında tespit edilen bu sorunların çözümü noktasında şunlar önerilebilir:

- 1.Ahır hayvancılığı ve biyokütlesi enerjisi üretim faaliyetleri ile ilgili destek ve teşviklere devam edilmelidir.
- 2.Atık maddelerin tesise nakliyesi sırasında taşma, dökülme ve sızmalara karşı kapalı ve uygun araçlar kullanılmalıdır.
- 3.Tarımda biyogübre kullanımının yaygınlaşması için destekleme, tanıtım ve teşvik çalışmaları yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, A., & Dikici, A. (2004). Elazığ İlinin Biyogaz Potansiyeli ve Maliyet Analizi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 36-41.
- Altukat, S., & Çelik, A. (2012). Iğdır İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 61-66.
- Ankan, B. (2008). *Organik Evsel Katı Atıklardan Anaerobik Ortamda Biyogaz Üretiminin Verimliliğinin Araştırılması*. Adana: Çukurova Üniversitesi.
- Atlası, E. (2019). *www.enerjiatlası.com*. Erişim 29.01.2019, Saat:15.30.
- Aydın, İ., & Derinöz, B. (2013). Balıkesir Merkez İlçede Ticari Süt Hayvancılığının Çevresel Etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*(28), 117-138.
- Demirbaş, A. (2006). Turkey's Renewable Energy Facilities in the Near Future. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 28(6), 527-536.
- Deublein, D., & Steinhäuser, A. (2010). *Biogas From Waste and Renewable Resources*. Wiley-VCH.
- Doğanay, H. (1998). *Ekonomik Coğrafya 2 Enerji Kaynakları*. Erzurum: Şafak Yayınevi.
- Eryaşar, A. (2007). *Kırsal Kesime Yönelik Bir Biyogaz İsteminin Tasarımı, Kurulumu, Testi ve Performansına Etki Eden Parametrelerin Araştırılması*. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gönen Enerji. (2019). *http://www.altacaenerji.com*. Erişim: 29.01.2019, Saat:15.30.
- Gülen, J., & Çesmeli, Ç. (2012). Biyogaz Hakkında Genel Bilgi ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 65-84.
- Gürel, A. (2010). Tekirdağ İlinin Keşfedilmeyen Değerlerinden Biyogaz Potansiyeli. *Tekirdağ Değerleri Sempozyumu* (s. 62-75). İstanbul: Ege Basım.
- Ilgar, R. (2016). Hayvan Varlığına Göre Çanakkale Biyogaz Potansiyeline Yönelik Bir Çalışma. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 21(35), 89-106.
- Kacar, B. (1984). Yakıt mı, Gübre mi? *Bilim ve Teknik Dergisi*, 1989(17).
- Karaca, C. (2017). Hatay İlinin Hayvansal Gübre Kaynağından Üretilen Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 34-39.
- Kılıç, F. (2011). Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye'deki Yeri. *Mühendis ve Makina*, 52(617), 94-106.
- Koçar, G. (2009). *Kırsal Kesim Biyogaz Teknolojilerinin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması, Gündümlü Teknoloji Geliştirme Projesi*. İzmir: Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü.
- Köse, E. (2017). Trakya Bölgesinde Hayvan Gübrelerinin Biyogaz Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi ve Sayısal Haritaların Oluşturulması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(6), 762-772.
- Onurbaş Avcıoğlu, A., Çolak, A., & Türker, U. (2013). Türkiye'nin Tavuk Atıklarından Biyogaz Potansiyeli. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 21-28.
- Özbaşer, F. T., & Erdem, E. (2013). Biyogaz Üretimi ve Kullanımı (Derleme). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 53(2), 115-124.
- Özşahin, E. (2008). Gönen Ovası'nda Pirinç Tarımı. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 49-70.
- Şen, H. (2007). Türkiye'nin Genel Enerji Durumu, Türkiye'de Enerji ve Geleceği. *İTÜ Görüşü*, 27-35.
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü., & Şenol, M. (2017). Biyogaz Üretimi İçin Ankara'nın Başlıca Organik Atık Kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 15-28.
- Taşova, M. (2017). Kümes Hayvanları Atıklarının Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Tokat İli Örneği. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 296-303.
- TMMOB Makina Mühendisleri Odası. (2008). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Ankara: Oda Raporu.
- Tolay, M., Yamankaradeniz, H., Yardımcı, S., & Reiter, R. (2008). Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. İstanbul.
- Tolay, M., Yamankaradeniz, H., Yardımcı, S., & Reiter, R. (2008). VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu UTES. *Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi*. İstanbul.
- Topaloğlu, B., & İmren, V. (2011). Samsun İlinde Biyogaz Enerjisi Potansiyeli ve Uygulanabilirliği. *Samsun Sempozyumu*.
- Türker, M. (2008). *Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyoenerji Üretimi*. İzmir: Çevkor Vakfı Yayınları.
- Vijayalekshmy, V. (1985). *Biogas Technology Information Package*. Bombay: Tata Energy Research Institute.