



Ereğli İlçesinin Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Fatma Didem Tunçez*

KTO Karatay Üniversitesi, İYBF Enerji Yönetimi Bölümü, Karatay/KONYA

E-Posta: didem.tuncez@karatay.edu.tr

Özet: Türkiye'nin büyüme ve kalkınma hedefleri, enerji ihtiyacının da büyümeye orantılı olarak hızlı bir şekilde artacağı anlamına gelmektedir. Artan enerji ihtiyacının kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan karşılanması doğal kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Bir diğer sorun ise enerji ihtiyacındaki artışın giderek daha fazla ithal kaynaklarla karşılanmasıdır. Bu problemin çözümü ise enerji arzının yenilenebilir enerji kaynakları ile çeşitlendirmektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biriside biyogazdır. Bu çalışmada Ereğli İlçesinin Biyogaz potansiyeli ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Yenilenebilir Enerji, Hayvan ve Tarım Atıkları, Ereğli

Biogas Potential of Ereğli City

Abstract: Turkey's growth and development goals mean that its energy need will increase rapidly in proportion to its growth. Meeting the increasing energy need from fossil fuels such as coal, oil and natural gas causes the depletion of natural resources. Another problem is that the increase in energy demand is increasingly met with imports. The solution of this problem is to diversify the energy supply with renewable energy sources. Biogas is one of the renewable energy sources. Biogas potential of Ereğli District was revealed in this study.

Key Words: Biogas, Renewable Energy, Animal and Agricultural Wastes, Ereğli

AMAÇ

Gelecek projeksiyonlarına göre Dünya'da enerji ihtiyacındaki artışın büyük bölümü gelişmekte olan ülkelerden kaynaklanacaktır. Türkiye'de gelişmekte olan ülkelerin başında gelmektedir. Türkiye'nin büyüme ve kalkınma hedefleri, enerji ihtiyacının da büyümeye orantılı olarak hızlı bir şekilde artacağı anlamına gelmektedir. Türkiye'nin geçen on yıllık dönemde OECD ülkeleri arasında, enerji talebinde en hızlı artışın gerçekleştiği ülke olduğu ifade edilmektedir. Dünya çapında bakıldığında da Çin'den sonra elektrik ve doğalgaz talebinin en hızlı arttığı ikinci ülke Türkiye'dir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan açıklamalarda, bu eğilimin gelecek dönemde de korunmasının beklendiği kaydedilmektedir^[1].

Enerji ihtiyacımızın yaklaşık %86'sı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır^[2]. Fosil yakıtların küresel ısınmaya ve çevresel kirlenmeye neden olmasının yanı sıra kısıtlı bir kaynak olması ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmektedir. Ülkemizin başka bir problemi de enerjide dışa bağımlılıktır. Enerji ihtiyacımızın yaklaşık 3/4' ü ithal edilmektedir^[3]. Bu oran gün geçtikçe artmakta ve Türkiye'nin stratejik pozisyonunu zayıflatmaktadır.

Artan dünya nüfusuna paralel olarak bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdaların tüketimi de artmaktadır. Artan gıda ihtiyacı hayvancılık ve tarım işletmelerinin çoğalmasına ve üretimlerini endüstriyel hale getirmesine neden olmaktadır. Hayvancılık tesislerinden kaynaklanan en önemli problemlerden biri de hayvan dışkılarıdır. Hayvan dışkıları kötü koku ve haşereye neden olmasının yanı sıra hava su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. Açığa atılan hayvansal atıklardan yayılan metan, en kötü sera gazlarından birisi olup aynı hacimdeki CO₂'den yirmi kat daha fazla sera gazı etkisi yapmaktadır^[4]. Fermente olmayan hayvan dışkılarının tarım alanlarında kullanılması patojenlerin bitkiye geçerek insan sağlığını tehdit etmesinin yanı sıra toprakta verimliliğin de düşmesine neden olacaktır. Bir diğer olumsuz etkisi ise hayvansal atıkların yüzey sularına veya yer altı sularına ulaşarak suların kalitesini bozması ve kirlenmesidir. Bu durumda sular kullanılmaz duruma gelmektedir^[5].

Konya ili Ereğli ilçesi, 37°31' Kuzey enlemi ile 34°04' Doğu boylamı arasında yer almaktadır. İl merkezine uzaklığı 153 km'dir. İlçenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1.054 metredir. İlçenin, kuzeyinde Aksaray, güneyinde Halkapınar ve Toros Dağları ile İçel ili, batısında Karaman ilinin Ayrancı ilçesi ve doğusunda Niğde ilinin Ulukışla ilçesi bulunmaktadır. İlçenin yüzölçümü 2.260 km²'dir.

*İlgili E-posta: didem.tuncez@karatay.edu.tr

Bu çalışma Uluslararası Sağlık ve Çevre Kongresinde (23-25 Ekim 2017, Adana) Sözlü Bildiri olarak sunulmuştur.

Konya'nın ilçeleri arasında nüfus olarak en büyük ilçesidir. Ereğli ilçesi geniş ve düz tarla arazileri, sulu tarım arazileri, tarım geçmiş ve deneyimleri ile büyük bir tarım potansiyeli taşımaktadır. Ereğli ilçesinde işlenen arazi 954,884 da olup, bu alan Konya ilinin %5 ini kapsamaktadır. Ereğli ilçesi arazilerinin %56,93'ü sulu arazi, %43,07'si kuru arazi niteliğindedir. Konya sulu arazilerinin %14,45'i Ereğli'de bulunmaktadır. İlçe sulu arazi oranı, Konya sulu arazi oranının (%23,03) ve Türkiye sulu arazi oranının (%22,31) oldukça üzerindedir. Ereğli ilçesi Konya'daki büyükbaş hayvan varlığı açısından bakıldığında ildeki mevcut toplam büyükbaş hayvanın %12,68 ini oluşturduğu görülmektedir. İlçede süt ve süt ürünleri üretimi en önemli sektör konumundadır. Bunun dışında şeker fabrikası, meyve suyu imalatı ve tekstil sektörleri en önemli sektörler arasında yer almaktadır ^[6].

Türkiye'nin enerji problemine ve hayvansal atıkların çevre kirliliğine aynı anda çözümü biyogaz tesisleri sağlayabilir. Tarımsal faaliyetler sonucunda yetiştirilen veya atık olarak geriye kalan bitkiler, insanların atık olarak ortaya çıkarttığı organik çöpler, hayvan gübreleri, şeker ve gıda sanayinin faaliyetleri sonucu oluşan melas ve meyve posaları, arıtma çamurları, şeker endüstrisi atıkları, kağıt sanayi atıkları ve mezbahane atıkları gibi çeşitli organik maddelerin, havasız bir ortamda biyokimyasal dönüşümler sonucu bakteriler tarafından parçalanmasıyla, bileşiminde metan, karbondioksit, hidrojen sülfür, amonyak, azot, hidrojen ve su buharı bulunan biyogaz üretimi gerçekleştirilir ^[7]. Biyogaz; organik bazlı atıkların oksijensiz ortamda fermentasyonu sonucu oluşan renksiz-kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan bir gaz karışımıdır ^[8]. Biyogaz üretiminde hayvansal ve bitkisel atıklar tek başına kullanılabilir gibi belli esaslar doğrultusunda karıştırılarak da kullanılabilir ^[9].

Biyogaz; yoğunluğu 0,83 g/L, oktan sayısı yaklaşık olarak 110, yanma sıcaklığı 700 °C, alev sıcaklığı 870 °C olan bir gazdır ^[10]. Biyogaz tesislerinde elde edilen metan yakılarak CO₂'e dönüştürülür ^[4]. Biyogazın bileşimi, elde edildiği organik maddenin cinsine ve fermentasyon şekline bağlı olarak değişir. 1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı; 0.63 litre gaz yağına, 3.47 kg oduna, 0.43 kg butan gazına, 4.7 kW h-1 elektriğe ve 0.8 litre benzine eş değerdir ^[11]. Biyogaz, doğalgaz veya LPG ile çalışan tüm cihazlarda, küçük modifikasyonlar yapılarak rahatlıkla kullanılabilir ^[12]. Fermentasyon sonucunda biyogaz haricinde elde edilen bir başka ürün ise, yüksek kaliteli tarımsal gübre olarak kullanılabilen katı ve sıvı fermentasyon artıklarıdır. Biyogaz üretim süreci sonucunda elde edilen sıvı ve katı gübre genelde kokusuzdur. Hastalık oluşturucu bakteriler de biyogaz üretimi süreci içerisinde büyük ölçüde yok edilmektedir. Biyogaz üretimi sırasında hayvansal atıklarda bulunan zararlı ot tohumları çimlenme özelliğini kayıp eder ve elde edilen fermente gübre yüksek azot içeriğine sahip, yaklaşık %10 daha verimli organik gübredir ^[12].

Enerji ihtiyacını kısıtlı ve ithal fosil yakıtlardan karşılayan Ülkemizin enerji bağımlılığını en aza indirgeyebilmesi için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin araştırılması son derece önemlidir. Ülkemizde tarım ve hayvancılığın gelişmiş olması biyogaz enerjisini ön plana çıkarmaktadır. Biyogaz enerjisi yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Bu çalışmada önemli alternatif enerji kaynaklarından biri olan biyogazın Ereğli İlçesindeki potansiyeli ortaya konmuştur.

YÖNTEM

Ereğli İlçesinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi için bölgenin 2016 yılına ait; büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan varlığı, bitkisel ve gıda üretim istatistikleri Türkiye İstatistik Kurumu verilerinden elde edilmiştir. Melas üretim miktarı Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş verilerinden, peynir üretim miktarı Mevlana Kalkınma Ajansı verilerinden elde edilmiştir. Hayvan atıklarından biyogaz potansiyelinin tespitinde her hayvan cinsi için yıl bazında yaş gübre miktarı ton olarak hesaplanmış ve m³ cinsinden biyogaz miktarı bulunmuştur. Bitkisel artıklardan kaynaklı biyogaz potansiyelinin tespitinde her bitki türü için artık miktarı ton olarak hesaplanmış ve m³ cinsinden biyogaz miktarı bulunmuştur. Gıda atıklarından kaynaklı biyogaz potansiyelinin tespitinde atık miktarı ton olarak hesaplanmış ve biyogaz verimi ile çarpılarak m³ cinsinden biyogaz miktarı bulunmuştur. Toplam biyogaz miktarı ve elde edilecek enerji miktarını bulmak için literatürdeki kabuller kullanılmış olup kullanılan kabuller tablolarda verilmiştir. İlçede biyokütle kaynağı olarak değerlendirilen tüm varlıkların enerji değerlerinin hesaplanmasında optimum fermentasyon sıcaklık koşullarının varlığı kabul edilerek yıllık biyogaz üretimleri her bir ürün için standart katsayılar kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. 2016 yılı Hayvan Sayıları ^[13]

Hayvan Cinsi	Sayısı
Büyükbaş	131.999
Küçükbaş	154.419
Tavuk	535

Tablo 2. Hayvan cinsine göre yaş gübre ağırlıkları ^[14]

Hayvan Cinsi	Yaş gübre miktarı (ton dışkı/ hayvan *yıl)
Büyükbaş	13,7
Küçükbaş	0,88
Tavuk	0,047

Tablo 3. Bazı hayvan türlerinin gübresinin biyogaz üretim potansiyeli ^[15]

Hayvan Cinsi	Biyogaz verimi m ³ /ton dışkı
Büyükbaş	33
Küçükbaş	58
Tavuk	78

Tablo 4. Hububat ekilen Alan ^[16]

Ürün Adı	Ekilen Alan (dekar)
Arpa	125.265
Buğday	203.81
Mısır	57.161

Tablo 5. Farklı bitki türlerinden elde edilmesi mümkün artık miktarları ^[17]

Tahıl çeşidi	Artık miktarları kg/da
Arpa	200
Buğday	325
Mısır	1480

Tablo 6. Şeker Pancarı üretimi ^[16]

Ürün adı	Miktar(ton)
Şeker Pancarı	264.705

Tablo 7. Şeker pancarı yapraklarının özellikleri ^[18]

Substrat	Pancar yaprak oranı
Şekerpancarı Yapağı	0,7

Tablo 8. Ereğli Şeker Fabrikası Melas Üretim İstatistikleri ^[19]

Ürün adı	Miktar (ton)
Melas	61. 877

Tablo 9. Ereğli İlçesi Peynir Üretim Miktarı ^[6]

Ürün adı	Miktar (ton/yıl)
Peynir	100.657

Tablo 10. Süt peynir ve peynir altı suyu Oranı ^[17]

Süt Peynir Oranı	7,5
Süt Peynir altı suyu oranı	0,9

Tablo 11. Bitki atıklarının biyogaz potansiyeli ^[17,20,21]

Materyal	Biyogaz Verimi [m ³ /t Materyal]
Arpa	168
Buğday	188
Mısır Sapı	451
Şeker Pancarı Yaprağı	70
Melas	316
Peyniraltı suyu	31

Tablo 12. Organik atıklardan üretilen biyogaz içeriği ^[22]

İçeriği	Birim	Biyogaz
Metan (CH ₄)	Hacim (%)	50-70
Karbondiyoksit (CO ₂)	Hacim (%)	30-50
Azot (N ₂)	Hacim (%)	<1
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	ppm	Eki.00
Oksijen (O ₂)	Hacim (%)	<0,2

Tablo 13. Çeşitli yakıtların ısı değerleri ^[23]

Yakıt türü	Isıl Değeri	
	MJ/L	MJ/kg
Propan	25.5	50.2
Bütan	28.7	49.6
Gazolin	34.8	47.1
Dizel fuel	38.7	45.6
Fuel Oil (No:2)	39	43.2
Doğalgaz (%99 CH ₄)	37.3*	52
Biyogaz (%65 CH ₄)	24*	33.5
Bitümlü Kömür		32.6
Linyit		14
Odun		19.8

*MJ/m³

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ereğli İlçesinin atıklardan elde edilecek biyogaz miktarı Tablo 11 ve 12 de hesaplanmıştır.

Tablo 14. Hayvansal atık kaynaklı biyogaz miktarı

Hayvan Türü	Hayvan Sayısı	Atık (t dışkı/hayvan *yıl)	Toplam atık	Biyogaz Verimi	Toplam Biyogaz
			(ton/yıl)	(m ³ /t dışkı)	Miktarı(m ³)
Büyükbaş	131.999	13,7	1.808.386	33	59.676.748
Küçükbaş	154.419	0,88	135.889	58	7.881.545
Kanatlı	535	0,047	25.145	78	1.961.310
Toplam					69.519.603

Ereğli İlçesinde hayvansal kaynaklı atıklardan toplam 69.519.603 m³ biyogaz potansiyeline sahiptir.

Tablo 15. Hububat artıklarından kaynaklı biyogaz miktarı

Ürün Adı	Ekilen Alan	Artık miktarları (t/da)	Toplam Artık miktarları (t)	Biyogaz Verimi [m ³ /t]	Toplam Biyogaz Miktarı (m ³)
	(da)				
Arpa	125.265	0,200	25.053	168	4.208.904
Buğday	203.81	0,325	66.238	188	12.452.791
Mısır	57.161	1,480	84.598	451	38.153.824
Toplam					54.815.519

Ereğli İlçesinde hububat artıklarından toplam 54.815.519 m³ biyogaz potansiyeline sahiptir.

Tablo 16. Şeker Pancarı Yaprağından elde edilecek biyogaz miktarı

Ürün Adı	Miktar	Pancar/Yaprak Oranı	Pancar Yaprağı Miktarı(t)	Biyogaz Verimi (m ³ /t)	Toplam Biyogaz Miktarı(m ³)
	ton				
Şeker Pancarı	264.705	0,7	185.294	70	12.970.545

Ereğli İlçesinde şeker pancarı yapraklarından toplam 12.970.545 m³ biyogaz potansiyeline sahiptir.

Tablo 17. Melastan elde edilecek biyogaz miktarı

	Miktar	Biyogaz Verimi (m ³ /t)	Toplam Biyogaz Miktarı (m ³)
Melas	61.877	316	19.553.132

Ereğli İlçesinde melastan toplam 19.553.132 m³ biyogaz potansiyeline sahiptir.

Tablo 18. Peynir altı suyundan elde edilecek biyogaz miktarı

Peynir (ton/yıl)	Peynir/Süt Oranı	Peynir altı suyu oranı	Peynir altı suyu (ton)	Biyogaz Verimi (m ³ /t)	Toplam Biyogaz Miktarı (m ³)
100.657	7,5	0,9	679.435	31	21.062.477

Ereğli İlçesinde peynir altı suyundan toplam 21.062.477 m³ biyogaz potansiyeline sahiptir.

Tablo 19. Biyogazdan enerji potansiyeli

	Biyogaz Miktarı (m ³)	Isıl Değer (GJ/m ³)	Isıl Değeri (GJ)
Hayvansal atık kaynaklı biyogaz miktarı	69.519.603	0.024	1.668.470
Hububat artığı kaynaklı biyogaz miktarı	54.815.519		1.315.572
Pancar Yaprağı kaynaklı biyogaz miktarı	12.970.545		311.293
Melas kaynaklı biyogaz miktarı	19.553.132		469.275
Peynir altı suyu kaynaklı biyogaz miktarı	21.062.477		505.499
Toplam	177.921.276		4.270.110

Hesaplamalar sonucunda Ereğli İlçesinin toplam biyogaz potansiyeli 177.921.276 m³ olarak bulunmuştur. Bu miktarda biyogaz ile 4.270.110 GJ enerji elde edilebilir. Çiftliklerde üretilen biyogaz evsel kullanım olarak yemek pişirmede ve ısınmada, ticari olarak sera ısıtmasında ve daha büyük tesislerde ise Isı ve Güç üniteleri vasıtasıyla elektrik ve ısı enerjisi elde edilmesinde kullanılabilir. Son yapılan yasal düzenlemeler ile üretilen elektrik işletmelerin kendi ihtiyaçları için kullanabileceği gibi fazla kısmını da doğrudan elektrik şebekesine verilebilmektedir. Fermente edilmiş ve gazı alınmış hayvansal gübre organik gübre olarak da bir ticari değer kazanmış olacaktır.

SONUÇ

Türkiye gelişmekte olan ülkelerin başında gelmekte olup enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Gelecek projeksiyonlarına göre enerjiye olan ihtiyacın artarak devam ettiği öngörülmektedir. Enerji ihtiyacının kısıtlı olan fosil kaynaklardan karşılanmasının yanı sıra başka bir problemde enerji ihtiyacının yaklaşık 3/4'ünün ithal edilmesidir. Bu problemin çözümü için Türkiye'nin stratejik öneme sahip yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de biyogazdır. Ülkemizde tarım ve hayvancılık önemli bir yere sahiptir. Bu durum yenilenebilir enerji kaynağı olan Biyogaz enerjisini ön plana çıkarmaktadır.

Hayvansal atıkların işlem görmeden tarım arazileri uygulanması çevre kirliliğine neden olduğu gibi verimde de düşmeye neden olmaktadır. Hayvansal atıklar biyogaz tesislerinde işlenerek enerji

eldesinin yanında organik gübreye dönüştürülmektedir. Ülkemizde tarım alanlarında genellikle kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Kimyasal gübrelerin yanlış uygulanmasıyla, topraklarda tuzlanma, ağır metal birikimi, besin maddesi dengesizliği, mikroorganizma etkinliğinin bozulması, sularda ötrofikasyon ve nitrat birikimi, havaya azot ve kükürt içeren gazların verilmesi, sera etkisi vb. sorunlar oluşmaktadır. Ayrıca kimyasal gübrelerin veya hammaddelerinin birçoğu ithal edilmektedir. Biyogaz tesislerinden elde edilen organik gübre ile bu sorunların önüne geçilmiş olacaktır.

Türkiye'nin enerji gereksinimi ve atıklardan kaynaklanan çevre problemleri birlikte dikkate alındığında; her iki sorun için de çözüm önerisi biyogaz tesislerinin kurulmasıdır. Biyogaz tesislerinin planlanması, tahmin edilen yük talebini karşılayacak ve yüksek güvenilirliği sağlayacak mevcut birincil kaynakların potansiyel değerlerinin bilinmesi esasına dayanır. Biyogaz ve biyogübre eldesi konusunda yatırım yapmayı düşünen tesis sahiplerinin öncelikle tesisleri için bir fizibilite çalışması yaptırmaları gerekmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerle görülmüştür ki Ereğli İlçesi önemli miktarda biyogaz üretim potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin enerji ihtiyacının karşılanmasında ve enerji sorununun çözümünde bu potansiyel tarımsal ve hayvansal atıkların anaerobik işlemler ile değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Bu potansiyel göz önüne alındığında, Ereğli İlçesi biyogaz tesisi kurulması için elverişlidir.

KAYNAKLAR

- [1] İş Bankası İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2013, Türkiye'nin Enerji Görünümü, web sayfası: <https://ekonomi.isbank.com.tr>.
- [2] BP Statistical Review of World Energy, June 2016, web sayfası: <http://www.bp.com>.
- [3] Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM), 2017, Denge Tablosu 2015, web sayfası: <http://www.eigm.gov.tr>
- [4] Tolay, M., Karadeniz, H.Y., Yardımcı, S., Reiter, R., 2008, Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, İstanbul.
- [5] Karaman, S., 2006, Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları, Journal of Science and Engineering, 9 (2): 133-139.
- [6] Mevlana Kalkınma Ajansı (Mevka), 2014, Ereğli İlçe Raporu, web sayfası: <http://www.konyadayatirim.gov.tr>
- [7] Akova, İ., 2008, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Nobel Yayın No: 1294, 224s, Ankara.
- [8] Arkutman, F., 2003, Atıksu Arıtımı ve Arıtma Teknikleri, Bilim ve Teknik, 428:42- 52.
- [9] Gülen, J., and Çişel Ç., 2012, Biyogaz Hakkında Genel Bilgi Ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 65-84.
- [10] Bayrakçeken H., 1997, Biyogaz Üretim Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 21-29.
- [11] Yıldız, O., 2004, Biyogaz teknolojisi Ders Kitabı, Akdeniz Üniversitesi Yayınları. Yayın no: 78, 181 sayfa, Antalya.
- [12] Gürel, A., 2010, Tekirdağ İlinin Keşfedilmeyen Değerlerinden Biyogaz Potansiyeli, Tekirdağ Değerleri Sempozyumu, 21 Ekim 2010., Ege Basım, Ataşehir, İstanbul, 62-75.
- [13] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017, Hayvancılık İstatistikleri, web sayfası: <https://biruni.tuik.gov.tr>.
- [14] Ekinci et al., 2010, The prospective of potential biogas plants that can utilize animal manure in Turkey. Energy exploration & exploitation Volume 28 Number 3 pp. 187-206.
- [15] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGEM), 2017, Biyogaz, web sayfası: <http://www.eie.gov.tr>.
- [16] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017, Bitkisel Üretim İstatistikleri, web sayfası: <https://biruni.tuik.gov.tr>.
- [17] Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum (DBFZ), 2011, Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelin değerlendirilmesi (Türk-Alman Biyogaz Projesi), web sayfası: <http://www.biyogaz.web.tr>.
- [18] Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum (DBFZ), 2011, Biyogaz Üretimi İçin Özgeniller (Türk-Alman Biyogaz Projesi), web sayfası: <http://www.biyogaz.web.tr>.
- [19] Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş., 2017, Yan Ürünler Üretimi Bilgileri, web sayfası: <http://www.turkseker.gov.tr>.

- [20] Demirer, G.N., Duran, M., Ergüder, T.H., Güven, E., Ugurlu, Ö., Tezel, U., 2000, Anaerobic treatability and biogas production potential studies of different agro-industrial wastewaters in Turkey, *Biodegradation* 11: 401–405.
- [21] Solea Enerji, 2017, Biyogaz Verimi, web sayfası: <http://www.soleaenerji.com/biyogaz-verimi/>
- [22] Dirkse, E.H.M., 2007, “Biogas Upgrading Using the DMT TS- PWS Technology” Report, Page 2-12, DMT Environmental Technology.
- [23] Staffort, D.A., Hawkes, D.L. ve Horton, H.R., 1980, Methane production from wasteorganic matter, Agriculture Canada Publication, no: 1528, Canada.