



Namık Kemal Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of Tekirdag Agricultural Faculty

An International Journal of all Subjects of Agriculture

Sahibi / Owner

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU
Dekan / Dean

Editörler Kurulu / Editorial Board

Başkan / Editor in Chief

Prof.Dr. Türkan AKTAŞ
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty
taktas@nku.edu.tr

Üyeler / Members

Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL	Zootekni / Animal Science
Prof.Dr. Servet VARIŞ	Bahçe Bitkileri / Horticulture
Prof.Dr. Temel GENÇTAN	Tarla Bitkileri / Field Crops
Prof.Dr. Sezen ARAT	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Prof.Dr. Aydın ADILOĞLU	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
Prof.Dr. Fatih KONUKCU	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Doç.Dr. İlker H. ÇELEN	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Doç.Dr. Mustafa MİRİK	Bitki Koruma / Plant Protection
Doç.Dr. Ümit GEÇGEL	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Araş.Gör. Eray ÖNLER	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

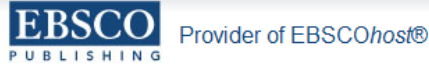
İndeksler / Indexing and abstracting



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in CABI



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in DOAJ



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in EBSCO



FAO AGRIS Veri Tabanında İndekslenmektedir / Indexed by FAO AGRIS Database



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in INDEX COPERNICUS



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr
Web adresi: http://jotaf.nku.edu.tr
Tel: +90 282 250 20 00

ISSN: 1302-7050

Danışmanlar Kurulu / Advisory Board

Bahçe Bitkileri / Horticulture

- Prof. Dr. Ayşe GÜL Ege Üniv., Ziraat Fak., İzmir
Prof. Dr. İsmail GÜVENÇ Kilis 7 Aralık Üniv., Ziraat Fak., Kilis
Prof. Dr. Zeki KARA Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Konya
Prof. Dr. Jim HANCOCK Michigan State University, USA

Bitki Koruma / Plant Protection

- Prof. Dr. Cem ÖZKAN Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Yeşim AYSAN Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Adana
Prof. Dr. Ivanka LECHAVA Agricultural University, Plovdiv-Bulgaria
Dr. Emil POCSAI Plant Protection Soil Conser. Service, Velenca-Hungary

Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

- Prof. Bryan M. JENKINS U.C. Davis, USA
Prof. Hristo I. BELOEV University of Ruse, Bulgaria
Prof. Dr. Simon BLACKMORE The Royal Vet.&Agr. Univ. Denmark
Prof. Dr. Hamdi BİLGİN Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Prof. Dr. Ali İhsan ACAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof. Dr. Ömer ANAPALI Atatürk Üniv., Ziraat Fak. Erzurum
Prof. Dr. Christos BABAJIMOPOULOS Aristotle Univ. Greece
Dr. Arie NADLER Ministry Agr. ARO, Israel

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

- Prof. Dr. Evgenia BEZIRTOGLOU Democritus University of Thrace/Greece
Assoc. Prof. Dr. Nermina SPAHO University of Sarajevo/Bosnia and Herzegovina
Prof. Dr. Kadir HALKMAN Ankara Üniv., Mühendislik Fak., Ankara
Prof. Dr. Atilla YETİŞEMİYEN Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara

Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology

- Prof. Dr. İskender TIRYAKI Çanakkale Üniv., Ziraat Fak., Çanakkale
Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Mehmet KURAN Ondokuz Mayıs Üniv., Ziraat Fak., Samsun
Doç. Dr. Tuğrul GİRAY University of Puerto Rico, USA
Doç. Dr. Kemal KARABAĞ Akdeniz Üniv., Ziraat Fak., Antalya
Doç. Dr. İsmail AKYOL Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Kahramanmaraş

Tarla Bitkileri / Field Crops

- Prof. Dr. Esvet AÇIKGÖZ Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Bursa
Prof. Dr. Özer KOLSARICI Ankara Üniv., Ziraat Fak., Adana
Dr. Nurettin TAHSİN Agriculture University, Plovdiv-Bulgaria
Prof. Dr. Murat ÖZGEN Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Doç. Dr. Christina YANCHEVA Agriculture University, Plovdiv-Bulgaria

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

- Prof. Dr. Faruk EMEKSİZ Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Adana
Prof. Dr. Hasan VURAL Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Bursa
Prof. Dr. Gamze SANER Ege Üniv., Ziraat Fak., İzmir
Prof. Dr. Alberto POMPO El Colegio de la Frontera Norte, Meksika
Prof. Dr. Şule İŞİN Ege Üniv., Ziraat Fak., İzmir

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü / Soil Sciences And Plant Nutrition

- Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN Yüksek İhtisas Üniv., Ankara
Prof. Dr. Metin TURAN Yeditepe Üniv., Müh. ve Mimarlık Fak. İstanbul
Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Adana
Doç. Dr. Josef GORRES The University of Vermont, USA
Doç. Dr. Pasquale STEDUTO FAO Water Division Italy

Zootekni / Animal Science

- Prof. Dr. Andreas GEORGIDUS Aristotle Univ., Greece
Prof. Dr. Ignacy MISZTAL Breeding and Genetics University of Georgia, USA
Prof. Dr. Kristaq KUME Center for Agricultural Technology Transfer, Albania
Dr. Brian KINGHORN The Ins. of Genetics and Bioinf. Univ. of New England, Australia
Prof. Dr. Ivan STANKOV Trakia University, Depart. of Animal Science, Bulgaria
Prof. Dr. Muhlis KOCA Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Erzurum
Prof. Dr. Gürsel DELLAL Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara
Prof. Dr. Naci TÜZEMEN Kastamonu Üniv., Mühendislik Mimarlık Fak., Kastamonu
Prof. Dr. Zlatko JANJEČIĆ University of Zagreb, Agriculture Faculty, Hırvatistan
Prof. Dr. Horia GROSU Univ. of Agricultural Sciences and Vet. Medicine Bucharest, Romanya

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

H. Arda, İ. Atılğan Helvacıoğlu, Ç. Meriç, C. Tokatlı İpsala İlçesi Sulama Sularında Bazı Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması Investigation on the Heavy Metal Contents in Irrigation Water of İpsala District	1-7
A. Semerci, O. Parlakay, A. Duran Çelik Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi: Hatay İli Örneği Economic Analysis of Dairy Farms: The Case of Hatay Province	8-17
T. Gümüş, İ. Alper Bursa Eritme Peynirinde Bazı Patojen Bakteriler Üzerine Farklı Baharatların İnhibisyon Etkisi The inhibition effect of different spices on some pathogen bacteria in processed cheese	18-26
R. Olgun, T. Yılmaz Kentsel Yeşil Alanlarda Vandalizm ve Olası Tasarım Çözümleri: Antalya Kenti Örneği Vandalism and Possible Design Solutions in Urban Green Areas: The Case of Antalya	27-39
G. Ertemli, N. Demirbaş Competitiveness of The Turkish Dried Fruit Sector Türk Kurutulmuş Meyve Sektörünün Rekabetçiliği	40-46
Ş. Çelik, H. İnci, T. Şengül, B. Söğüt Diskriminant Analizi ile Bildircin Yumurtalarında Bazı Kalite Özellikleri ile Tüy Rengi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi Investigation by Discriminant Analysis of the Relationship Between Plumage Color in Some Quality Characteristics and Quail Eggs	47-56
M.İ. Soysal, E.K. Gürcan, S. Genç, M. Aksel The Comparison of Growth Curve with Different Models in Anatolian Buffalo Mandalarda Büyüme Eğrisinin Farklı Büyüme Modelleri ile Karşılaştırılması.....	57-61
N. Büyüktosun, F. Tan Farklı Özelliklerdeki Polietilen Malzemelerin Paket Silajlarda Kullanımı ve Yem Kalitesi Üzerine Etkileri Effects on Forage Quality and Use in Vaccumed Silage Bags of Different Polyethylene Materials	62-67
D. Demiroğlu, Y. Memlük Sivas Kentsel Gelişim Alanının Kentin Peyzaj Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi Evaluation of Sivas Urban Development Space by The City's Landscape Features	68-81
N. Öner, H.H. Tok, M.T. Sağlam Merlot Üzüm Çeşidinde Yaprak Gübresi Uygulamasının Verim ve Şıra Kalitesi Üzerine Etkisi Effects on The Yield and Quality of Grape Juice in Merlot Grape Varieties Foliar Fertilizer Application	82-99
B. Karakaya Aytin, A. B. Korkut Edirne Merkez İlçe Kentsel Sit Alanı Sınırları İçerisindeki Açık ve Yeşil Alan Varlığının İrdelenmesi Investigation Open and Green Areas Existence in The Boundaries of Protected Area of Edirne City	100-108
A. Aybek, S. Üçok, M. Ali İspir, M. Emin Bilgili Türkiye'de Kullanılabilir Hayvansal Gübre ve Tahıl Sap Atıklarının Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması Digital Mapping and Determination of Biogas Energy Potential of Usable Animal Manure and Cereal Straw Wastes in Turkey	109-120

Türkiye’de Kullanılabilir Hayvansal Gübre ve Tahıl Sap Atıklarının Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması

A. Aybek^{1,*}

S. Üçok¹

M. Ali İspir²

M. Emin Bilgili³

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

² Kahramanmaraş İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kahramanmaraş, Türkiye

³ Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

Türkiye’nin gelecek yıllar için oluşturulmuş enerji üretim ve tüketim senaryolarına göre, önümüzdeki on yıla kadar hem üretim hem de tüketim miktarlarında hızlı bir artış beklenmektedir. Kullandığı enerjinin 3/4’lük bölümünü ithal eden Türkiye’nin, temel enerji kaynaklarını ise linyit, hidroelektrik ve biyokütle enerjileri oluşturmaktadır. Biyokütle, ekonomik ihtiyaçlara cevap verebilen, çevre dostu, yenilenebilir ve yerel bir enerji kaynağıdır. Biyokütle kaynaklardan biyogaz üretimi, doğrudan yakma dışında en basit ve en etkili değerlendirme yöntemidir. Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2014 yılı verilerine göre, Türkiye’nin tarım bölgeleri bazında toplam kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyel değerleri belirlenerek haritalandırılmıştır. Türkiye’nin biyogaz amaçlı, hayvansal gübrelerden elde edilebilir uçucu kuru madde miktarı 33.210,844 milyar ton/yıl, tahıl sap atıklarından elde edilebilir uçucu kuru madde miktarı ise 7,169 milyar ton/yıl’dır. Bu atıklardan (hayvansal gübreler+tahıl sapları) elde edilebilecek toplam biyogaz enerji potansiyeli yaklaşık 331,860 PJ/yıl’dır. Bu enerjinin (PJ/yıl) tarım bölgelerine göre dağılımı; <20 sınıfında Doğu Karadeniz, 20-30 sınıfında Batı Karadeniz, Orta Anadolu, Orta D. Anadolu ve Batı Anadolu, 30-40 sınıfında Kuzey D. Anadolu, Akdeniz ve Güney D. Anadolu, 40-55 sınıfında Ege ve >55 sınıfında Marmara Bölgesi olmak üzere beş sınıfta değerlendirilmiştir. Biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenmesine ilişkin oluşturulan sayısal haritalar, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının planlamalarında kullanılabilir niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Hayvan gübresi, tahıl sap atıkları, biyogaz, Türkiye

Digital Mapping and Determination of Biogas Energy Potential of Usable Animal Manure and Cereal Straw Wastes in Turkey

According to energy production and consumption scenarios for Turkey, until the next decade a rapid increase both in amount of production and consumption is expected. The main energy sources of Turkey, ¾ of which the total energy consumption is imported, are lignite, hydroelectric and biomass energy. Biomass, which is responsive to the economic needs is environmentally, friendly, renewable and local energy source. The biogas obtained from biomass sources is the simplest and most effective assessment method except for direct combustion. In this study, the amount of total available animal manure and cereal straw wastes/residues and biogas and energy potentials using data from TUIK 201 on the basis agricultural regions of Turkey has been mapped. Turkey’s annual total available animal manure amount are 33 210.844 billion tons of dry volatile solid and the amount of cereal straw wastes are 7.169 billion tons of dry volatile solid. Therefore, the total biogas energy potential that can be derived from these wastes (Animal Manure and Cereal Straw Wastes) approximately is 331.86 PJ / year. The distribution of this energy based on agricultural regions (PJ/year), has been evaluated as follows: Eastern Black Sea region < in the 20 class, the western Black, Central Anatolia, the Middle Eastern Anatolia and Western Anatolia regions in the 20-30 class, the North East Anatolia in the 30-40 class, Mediterranean and Southeast Anatolia regions, Aegean region in the 40-55 class, and in the 55 range > the Marmara region is located. The digital maps for biogas and energy potential can be utilized by the Ministry of Energy and Natural Resources and Ministry of Food, Agriculture and Livestock.

Key words: Animal manure, cereal straw wastes, biogas, Turkey

Giriş

Toplumların ekonomik kalkınma, sosyal gelişim ve yaşam kalitesinin belirleyici faktörlerinin başında enerji ve enerji kullanımı gelmektedir. Günümüzde

enerji ihtiyacı, gelişen teknoloji, demografik ve ekonomik büyüme nedeniyle, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de artmaktadır (Tunc ve ark., 2006;

Acaroğlu, 2007; Akova, 2008; Toklu ve ark., 2010; Yüksel, 2010; Karayılmazlar ve ark., 2011; Yılmaz, 2012; Koç ve Şenel 2013). Dünyada ihtiyaç duyulan enerjinin büyük bir kısmı fosil kaynaklardan (petrol, kömür, doğal gaz) karşılanmaktadır (IEA, 2015). Türkiye üretebileceğinden üç katı fazla enerjiyi tüketmektedir ve ithal enerji ihtiyacı %70'in üzerindedir. Türkiye'nin temel enerji kaynaklarını ise linyit, hidroelektrik ve biyokütle enerjileri oluşturmaktadır. Türkiye'nin gelecek yıllar için oluşturulmuş enerji tüketim ve üretim senaryolarına göre, 2020 yılına kadar hem üretim hem de tüketim oranlarında hızlı bir artış beklenmektedir. Türkiye enerji ve çevre politikalarında yeterli değişikliğe ve düzenlemelere gitmez ise, 2020 yılı sonunda hala enerjisini ithal eden bir ülke olarak kalacaktır (Anonim, 2011).

Türkiye'nin yüksek biyokütle enerji potansiyeli vardır ve bu potansiyel şu an için değerlendirilmemektedir. Türkiye'de toplam enerji tüketiminin sadece %10'u yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır ve kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarını da hidroelektrik ve jeotermal enerji oluşturmaktadır. Biyokütle kullanım ve uygulamalarının enerji tüketimine sağlayabileceği katkılar üzerine yeterli çalışma bulunmamaktadır (Anonim, 2011).

Biyokütle, biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütesidir. Kaynağı tarım ve orman ürünleri, bitkisel artıklar, deniz bitkileri, endüstriyel ve evsel atıklar (Çizelge 1) olan biyokütle, ekonomik ihtiyaçlara cevap verebilen, çevre dostu, yenilenebilir ve yerel bir enerji kaynağıdır (Anonim, 2006; Acaroğlu, 2007; Öztürk, 2008).

Biyokütleden biyoetanol, biyogaz, biyodizel, odun briketi ve birçok yakıt türü elde edilmektedir (Kapluhan, 2014). Biyokütle enerjisi, üretim yöntemine göre klasik ve modern olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Klasik biyokütle enerjisi konvansiyonel ormanlardan elde edilen odunun ve bitki ve hayvan artıklarının çoğunlukla ısınma ve pişirme amacıyla doğrudan yakılması; modern biyokütle ise odun, tarımsal ürünler, tarımsal artıklar ve organik atıkların fermantasyon, esterifikasyon, gazlaştırma, piroliz gibi modern tekniklerle değerlendirilmesi sonucu ısı, elektrik, sıvı ve gaz yakıt elde edilmesidir (Anonim, 2006).

Biyokütle kaynaklardan biyogaz üretimi, doğrudan yakma dışında en basit ve en etkili değerlendirme yöntemidir. Başta Çin ve Hindistan olmak üzere Tayland, Filipinler, Kore, İsviçre, ABD ve Almanya gibi birçok ülkede uygulanmaktadır. 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 (Akova, 2008).

Biyogaz, anaerobik madde bozunmasının bir ürünü olarak oluşur ve içeriğinde, organik maddeye bağlı olarak, %60-75 metan (CH₄), %23-38 karbondioksit (CO₂), %2 hidrojen (H₂) ve %2 hidrojen sülfür (H₂S) bulunan bir gaz karışımıdır. Optimal durumların oluşması halinde, organik madde fermantasyonunu sağlayan mikroorganizmalar meydana gelir. Fermantasyon süreci, Clostridium sp. aktivitesi ile yağ asitlerinin oluşmasından sonra Methanobacterium sp. ve Methanosarcina sp. aktivitesi tarafından metanın yıkılmasıyla meydana gelir. Anaerobik fermantasyon ve biyogaz oluşum sürecini etkileyen faktörler; pH düzeyi, organik madde, sıcaklık, alkalilik, uçucu yağ asitlerinin oranı, besleyici ve toksik maddelerdir (Bukvic ve ark., 2002).

Biyogaz üretiminin sektörel bazlı yararları Çizelge 2'de özetlenmiştir. Biyogaz teknolojisi enerji üretiminin yanı sıra çevre koruma açısından da büyük öneme sahiptir ve gelişmiş ülkelerde ilgi görmesinin başlıca nedenlerindedir (Yaldız, 2004).

Türkiye gerek hayvansal gerekse bitkisel üretim açısından yüksek potansiyele sahip önemli bir tarım ülkesidir. Değerlendirilebilecek organik atık potansiyelinin olmasına rağmen enerji üretim metodu olarak bilinen biyogaz, gerektiği gibi değerlendirilememektedir. Konunun değerlendirilmesi halinde, enerji açısından ekonomik bir girdi sağlanabilecek, çevre açısından da zararlı atıkların azaltılarak sürdürülebilir kaliteli bir çevrenin sağlanması dolayısıyla kırsal gelişme de gerçekleştirilebilecektir.

Çizelge 1. Sektörel bazda biyokütle hammaddeleri ve örnekler (Anonim, 2006)

Table 1. Biomass raw materials and samples on the sectoral basis (Anonim, 2006)

Sektör	Biyokütle hammadde kaynağı	Örnek
Tarım	Kuru lignoselülozik enerji bitkileri	Otsu bitkiler (miskantus, kamışlar vb.)
	Yağlı tohumlu enerji bitkileri	Kanola, ayçiçeği, soya vb.
	Şekerli enerji bitkileri	Şeker pancarı, tatlı sorgum vb.
	Niştalı enerji bitkileri	Mısır, buğday, patates vb.
	Tarımsal artıklar Hayvan atıkları	Sap, saman, budama vb. artıkları Yaş ve kuru dışkı
Ormancılık	Ormanlar	Hızlı büyüyen ağaçlar (söğüt, kavak, okaliptus vb.)
	Orman yan ürünleri	Odun bloklar (talaş vb.)
Sanayi	Sanayi atıkları	Kağıt, odun vb. atıklar
Atık	Kuru lignoselülozik maddeler	Park ve bahçe artıkları (yaprak vb.)
	Organik atıklar	Odun parçacıkları, biyolojik olarak parçalanabilen atık ve çöp gazı, kanalizasyon çamuru

Çizelge 2. Biyogaz üretiminin sektörel bazda yararları (Anonim, 2011)

Table 2. The benefits of biogas production on the sectoral basis (Anonim, 2011)

Sektör	Biyogazın sağladığı yararlar
Tarım	<ul style="list-style-type: none">• Tarımda modernleşme: Sürdürülebilir ve çevresel yöntemlerle daha çok üretim• Modern hayvan atığı yönetmeliği: Nitrat döngüsünün promosyonu (dışkı depolama ve lojistik)• 2010-2014 Strateji planı: Kırsal gelişme sürdürülebilir ve rekabetçi tarım
Enerji	<ul style="list-style-type: none">• Strateji planı 2010-2014: 2023 yılı yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının %30'a ulaşması hedefine katkı• Enerji güvenliği
Sanayi ve ekonomik gelişme	<ul style="list-style-type: none">• Strateji planı 2010-2014: Çevrenin güçlendirilmesi, çevre ve sanayi ticari ilişkileri• Yerli sanayi üretimi• Çevre ile ilgili işler ve Türkiye'de büyüme
Çevre	<ul style="list-style-type: none">• Sera gazı emisyonlarında azalma ve iklim değişikliği ile mücadele• Su kalitesi ve toprağın iyileştirilmesi• Tarım ve hayvancılık atıklarından kaynaklı kirliliğin azaltılması

Bu çalışmada, TÜİK 2014 verilerine göre, Türkiye'nin tarım bölgeleri bazında hayvansal gübre ve tahıl saplarından elde edilebilecek biyogaz potansiyeli ve biyogaz enerjisi belirlenerek haritalandırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Türkiye'de kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl saplarının biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi için gerekli hayvan ve tahıllara ilişkin veriler, Türkiye İstatistik Kurumunun 2014 yılı kayıtlarından alınmıştır. Veriler, TÜİK veri tabanındaki "Hayvansal Üretim İstatistikleri" ve "Bitkisel Üretim İstatistikleri" sekmeleri kullanılarak elde edilmiştir (TÜİK, 2015). Hayvansal veriler; büyükbaş (sığır yetişkin, sığır genç),

küçükbaş (koyun, keçi) ve kanatlı (tavuk, hindi, ördek ve kaz) sayılarından oluşmaktadır. Tahıllara (buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, pirinç) ilişkin veriler ise ürünlerin üretim alanlarından oluşmaktadır.

Türkiye'nin toplam kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sapı atıklarından elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyelleri; on tarım bölgesine göre (Ekinci ve ark., 2010) oluşturulmuş (Çizelge 3) ve değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Türkiye'nin tarım bölgeleri ve kapsadığı iller

Table 3. Agricultural areas of Turkey and the provinces

Tarım bölgesi	Kapsadığı iller	Tarım bölgesi	Kapsadığı iller
Marmara	İstanbul, Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Balıkesir, Çanakkale, Bursa, Eskişehir, Bilecik, Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova	Batı Karadeniz	Zonguldak, Karabük, Bartın, Kastamonu, Çankırı, Sinop, Samsun, Tokat, Çorum, Amasya
Ege	İzmir, Aydın, Denizli, Muğla, Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak	Doğu Karadeniz	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane
Batı Anadolu	Ankara, Konya, Karaman	Kuzey Doğu Anadolu	Erzurum, Erzincan, Bayburt, Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan
Akdeniz	Antalya, Isparta, Burdur, Adana, Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye	Orta Doğu Anadolu	Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli, Van, Muş, Bitlis, Hakkâri
Orta Anadolu	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir, Kayseri, Sivas, Yozgat	Güney Doğu Anadolu	Gaziantep, Adıyaman, Kilis, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Batman, Şırnak

Çizelge 4. Tahıl saplarının kullanılabilir atık miktarları (Başçetinçelik ve ark., 2006; Onurbaş Avciöğlü ve ark., 2011)

Table 4. The available wastes of cereal straw (Bascetincelik et al., 2006; Onurbas Avcioglu et al., 2011)

Tarla bitkisi	Kullanılabilir atık miktarı (kg/da)
Buğday	37
Arpa	36
Çavdar	37
Yulaf	32
Mısır	527
Pirinç	38

Biyogaz amaçlı kullanılacak hayvan gübreleri, hayvanların barınakta kalma süreleri dikkate alınarak atığın kullanılabilirliği, büyükbaş için %50, küçükbaş için %13 ve kanatlı için %99 seçilmiştir (Külcü, 2007; Ekinci ve ark., 2010; Onurbaş Avciöğlü ve Eliçin, 2010, Anonim, 2011).

Tahıl saplarının kullanılabilir atık değerlerinin belirlenmesi için ise Çizelge 4 dikkate alınmıştır. Biyogaz potansiyelinin belirlenmesi için Çizelge 5 dikkate alınmıştır. Biyogazın %60 metan içeriğindeki enerji değeri 22,7 MJ/m³ (Acaroğlu, 2007) olduğundan, 1m³ metan gazının enerji değeri 36 MJ alınarak biyogazın enerji potansiyel değerleri hesaplanmıştır.

Türkiye iller haritası, Arcmap 10.2 programı ile WGS 84 koordinat referans sisteminde

sayısallaştırılmış ve iller bazında on tarım bölgesi (Çizelge 3) olacak şekilde vektör katman haline getirilmiştir. Oluşturulan tarım bölgeleri, üç kategoride (hayvansal gübreler, sap atıkları, hayvansal gübreler+sap atıkları) sağlanabilecek biyogaz enerji değerlerine (PJ/yıl) göre beş sınıf olacak şekilde QGIS 2.8.1 programı ile sınıflandırmaya tabi tutulmuş ve sınıf değerlerine göre renklendirilmiştir.

Türkiye'nin tarım bölgeleri bazında toplam kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sap atıkları, bu atıklardan elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyeli değerleri Çizelgelere (Çizelge 6, 7) aktararak, atıklardan elde edilebilecek biyogaz enerji potansiyeli değerleri ise haritalanarak yorumlanmıştır.

Çizelge 5. Hayvansal ve bitkisel atık özellikleri ve biyogaz verimleri

Table 5. Animal and plant wastes properties and biogas methane production rate

Hammadde Tipi	Birim hayvan için gübre üretimi (kg/hayvan-gün)	KM (kuru madde) (%)	UKM (Uçucu kuru madde) (%)	Hammadde özgül metan üretim oranı (m ³ CH ₄ /kg UKM)	Referans
Büyükbaş gübresi					Hill ,1982;
Yetişkin	43,00	13,95	83,33	0,18	Ekinci ve ark.,
Genç	2,48	8,39	44,23	0,33	2010
Küçükbaş gübresi	2,40	27,50	83,64	0,30	Ekinci ve ark.,
					2010
Kanatlı gübresi	0,18	25,88	77,27	0,35	Hill ,1982;
					Ekinci ve ark.,
					2010
Tahıl sapsarı		88,00	87,00	0,25	Sharma ve ark.,
					1988

Bulgular ve Tartışma

Türkiye'nin tarım bölgeleri bazında, TÜİK 2014 yılı; hayvan sayıları verilerine göre elde edilebilir toplam uçucu kuru madde miktarları, bu maddelerden elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyel değerleri Çizelge 6'da, tahıl üretim alanları, bu alanlardan sağlanacak sapsarlardan elde edilebilir toplam uçucu kuru madde miktarlarına göre elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyel değerleri ise Çizelge 7'de verilmiştir.

Türkiye genelinde; büyükbaş (yetişkin+genç) hayvan sayısı 14,244 milyon, küçükbaş sayısı 41,403 milyon, kanatlı sayısı 298,030 milyon adettir (Çizelge 6) ve toplam 114,936 milyon dekar alanda tahıl (buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, pirinç) üretimi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 7).

Tüm hayvan gübrelereinden elde edilebilir toplam uçucu kuru madde miktarı; en yüksek Marmara Bölgesinde (5.731.232.000 ton/yıl) en düşük Doğu Karadeniz Bölgesinde (8.602.630.000 ton/yıl), Türkiye genelinde ise 33.210.844.000 ton/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6).

Tahıl sap atıklarından elde edilebilir toplam uçucu kuru madde miktarı; en yüksek Güney D. Anadolu Bölgesinde (1.565.000 ton/yıl) en düşük Doğu Karadeniz Bölgesinde (126.000 ton/yıl), Türkiye genelinde ise 7.169.000 ton/yıl olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 7).

Türkiye genelinde yıllık hayvansal gübrelereinden elde edilebilecek biyogaz metan değeri yaklaşık 7,846 milyar m³'tür. Tarım bölgelerine göre hayvansal gübrelereinden elde edilebilecek biyogaz metan değerlerinin en yüksekten en düşük olana

doğru; Marmara, Ege, Kuzey D. Anadolu, Güney D. Anadolu, Orta D. Anadolu, Akdeniz, Batı Anadolu, Orta Anadolu, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz Bölgesidir (Çizelge 6). Türkiye'nin hayvansal gübrelereinden sağlanabilecek yıllık biyogaz değerleri, Ekinci ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada 3,66 milyar m³, Özcan ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise 2,26 milyar m³ olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada biyogaz değerinin daha yüksek bulunmasının nedeni, önceki yıllara göre hayvan sayılarındaki artıştan kaynaklanmaktadır.

Türkiye genelinde yıllık tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz metan değeri yaklaşık 1,372 milyar m³'tür. Tarım bölgelerine göre tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz metan değerlerinin en yüksekten en düşük olana doğru; Güney D. Anadolu, Akdeniz, Batı Anadolu, Marmara, Ege, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Kuzey D. Anadolu, Orta D. Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesidir (Çizelge 7).

Türkiye'nin hayvansal gübrelereinden elde edilebilecek biyogaz enerji potansiyeli, 282,462 PJ/yıl'dır. Tarım bölgeleri bazında en yüksek değeri Marmara (52,885), en düşük değeri ise Doğu Karadeniz (6,255) oluşturmaktadır. Türkiye'nin hayvansal gübrelereinden yıllık biyogaz enerji değeri, Anonim (2011) tarafından yapılan bir çalışmada brüt 144,366 PJ olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki değerlerin yüksek olması, hayvan sayılarındaki artıştan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6. Türkiye'nin tarım bölgeleri bazında, TUİK 2014 yılı, hayvan sayıları ve gübreden yıllık elde edilebilir toplam uçucu kuru madde miktarları, bu maddelerden elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyel değerleri

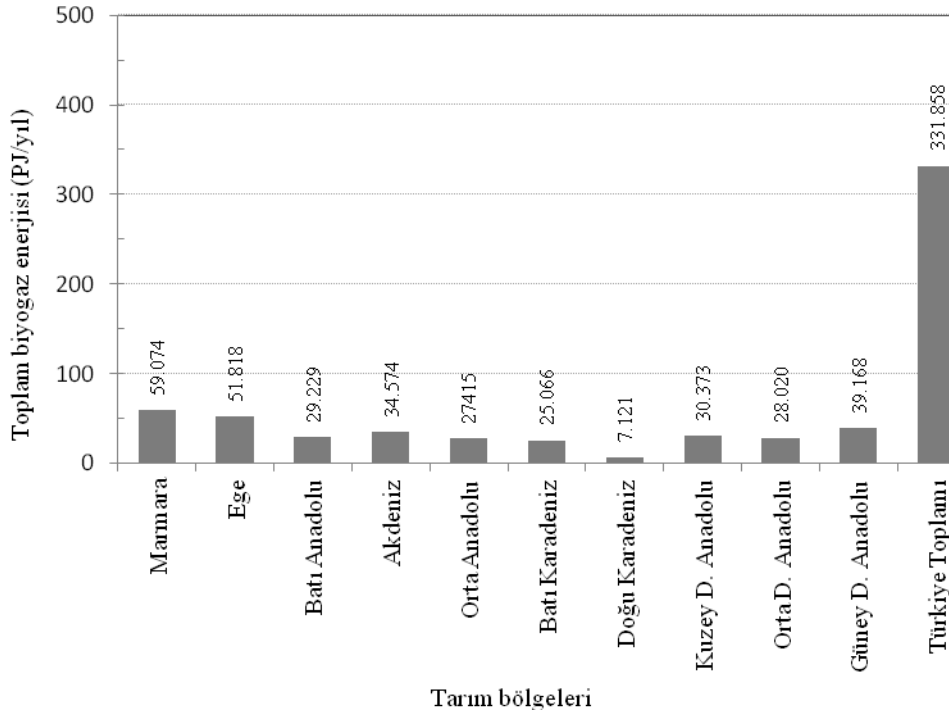
Table 6. TUİK 2014, the number of animals and total annual amount of volatile dry solids that can be obtained from the manure on the basis of Turkey's agricultural regions, biogas and energy potential values that can be obtained from these materials

Bölgeler	Toplam hayvan sayıları (1000 adet)				Gübreden elde edilebilir uçucu kuru madde (UKM) miktarı (1000 ton/yıl)					Biyogaz ve enerji	
	Büyükbaş		Küçükbaş	Kanatlı	Büyükbaş		Küçükbaş	Kanatlı	Toplam	Metan (10 ⁶ m ³ /yıl)	Enerji (PJ/yıl)
	Yetişkin	Genç			Yetişkin	Genç					
Marmara	1.573	602	4.461	128.963	2.870.108	202.101	898.766	1.760.256	5.731.232	1.469,032	52,885
Ege	1.572	591	4.883	84.341	2.867.844	198.627	983.855	1.151.200	5.201.525	1.279,835	46,074
Batı Anadolu	777	282	3.685	24.224	1.417.258	94.777	742.454	330.644	2.585.133	624,844	22,494
Akdeniz	883	292	5.183	17.746	1.610.869	98.240	1.044.222	242.218	2.995.549	720,419	25,935
Orta Anadolu	1.135	316	3.001	8.136	2.071.002	106.242	604.695	111.044	2.892.983	628,114	22,612
Batı Karadeniz	1.225	391	1.302	19.207	2.234.185	131.249	262.379	262.166	2.889.979	615,937	22,174
Doğu Karadeniz	392	106	500	650	715.214	35.526	100.649	8.873	860.263	173,762	6,255
Kuzey D. Anadolu	1.573	480	3.695	2.013	2.869.460	161.212	744.534	27.479	3.802.686	802,681	28,897
Orta D. Anadolu	767	238	7.065	7.862	1.400.270	80.049	1.423.608	107.317	3.011.245	743,109	26,752
Güney D. Anadolu	863	187	7.628	4.886	1.573.748	62.762	1.537.045	66.692	3.240.248	788,442	28,384
Toplam	10.759	3.485	41.403	298.030	19.629.959	1.170.786	8.342.209	4.067.890	33.210.844	7.846,176	282,462

Çizelge 7. Türkiye'nin tarım bölgeleri bazında, TÜİK 2014 yılı, tahıl üretim alanları, yıllık tahıl sap atıklarından elde edilebilir toplam uçucu kuru madde miktarları, bu maddelerden elde edilebilecek biyogaz ve enerji potansiyel değerleri

Table 7. TÜİK 2014, grain production areas and total annual amount of volatile solids that can be obtained from annual cereal straw wastes on the basis of Turkey's agricultural regions, biogas and energy potential values that can be obtained from these materials

Bölgeler	Tahıl sap atıklarından elde edilebilir UKM değerleri															
	Tahıl üretim alanları (1000 da)							(1000 ton/yıl)							Biyogaz ve enerji	
	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Mısır	Pirinç	Toplam	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Mısır	Pirinç	Toplam	Metan (10 ⁶ m ³ /yıl)	Enerji (PJ/yıl)
Marmara	10.629	2.294	205	276	714	777	14.894	393	83	8	9	376	30,00	898	171,902	6,188
Ege	6.712	3.556	84	92	856		11.299	248	128	3	3	451		834	159,552	5,744
Batı Anadolu	12.725	5.634	147	188	555	1	19.249	471	203	5,4	6	292	0,04	977	187,082	6,735
Akdeniz	7.996	1.818	40	47	1.688		11.590	296	65	1,5	1,5	889		1.254	239,963	8,639
Orta Anadolu	12.645	5.215	531	235	27		18.652	468	188	19,6	7,5	14		697	133,416	4,803
Batı Karadeniz	7.780	811	13	53	169	301	9.128	288	29	0,5	1,7	89	11,50	420	80,331	2,892
Doğu Karadeniz	366	188	10	19	198		781	14	7	0,4	0,6	104		126	24,038	0,865
Kuzey D. Anadolu	3.422	1.814	114	29	33		5.411	127	65	4,2	0,9	17		214	41,025	1,477
Orta D. Anadolu	3.724	1.201	7	0,1	5	2	4.939	138	43	0,3	0,003	3	0,08	184	35,224	1,268
Güney D. Anadolu	12.776	4.426	0,26		1.769	21	18.993	473	159	0,0		932	0,80	1.565	299,572	10,785
Toplam	78.774	26.957	1.151,00	939,00	6.014	1.103	114.936	2.915	970	42,6	30,00	3.169	42,00	7.169	1.372,104	49,396



Şekil 1. Türkiye'nin tarım bölgelerine göre hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarından elde edilebilecek yıllık toplam biyogaz enerji değerleri

Figure 1. The total annual values of biogas energy that can be derived from animal manure and cereal straw wastes according to Turkey's agricultural areas

Türkiye'nin tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz enerji potansiyeli, 49,396 PJ/yıl'dır. Tarım bölgeleri bazında en yüksek değeri Güney Doğu Anadolu (10,785), en düşük değeri ise Doğu Karadeniz (0,865) Bölgesi oluşturmaktadır.

Hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarından elde edilebilecek toplam biyogaz enerji değerleri; Türkiye genelinde 331,858 PJ/yıl'dır. Bu enerjinin (PJ/yıl) tarım bölgeleri bazında büyükten küçüğe doğru; Marmara (59,074), Ege (51,818), Güney Doğu Anadolu (39,168), Akdeniz (34,574), Kuzey Doğu Anadolu (30,373), Batı Anadolu (29,229), Orta Doğu Anadolu (28,020), Orta Anadolu (27,415), Batı Karadeniz (25,066) ve Doğu Karadeniz (7,121) şeklindedir (Şekil 1).

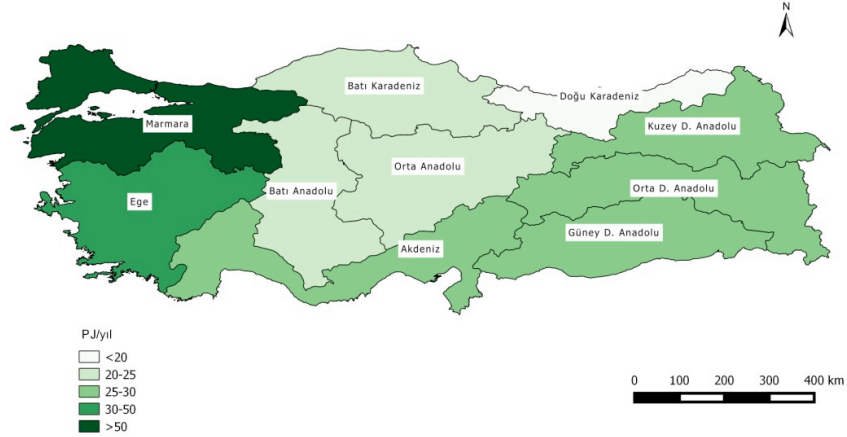
Türkiye'nin tarım bölgelerine göre; hayvansal gübrelerden sağlanabilecek biyogaz enerji potansiyeli Şekil 2'de, tahıl sap atıklarından sağlanabilecek biyogaz enerji potansiyeli Şekil 3'de, hayvansal gübreler ve tahıl sap atıkları toplamından sağlanabilecek biyogaz enerji potansiyeli Şekil 4'de verilmiştir. Hayvansal gübrelerden elde edilebilecek biyogaz enerji değerlerine göre tarım bölgelerinin

sınıflandırılması Çizelge 8'de, tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz enerji değerlerine göre tarım bölgelerinin sınıflandırılması Çizelge 9'da, hayvansal gübreler ve tahıl sap atıkları toplamından elde edilebilecek biyogaz enerji değerlerine göre tarım bölgelerinin sınıflandırılması Çizelge 10'da verilmiştir.

Türkiye'nin üç atık madde grubu (hayvansal gübreler, tahıl sap atıkları, hayvansal gübreler+tahıl sap atıkları) için tarım bölgelerine göre sağlanabilecek biyogaz enerji potansiyeli, her bir atık madde grubu için ayrı beş sınıfta değerlendirilmiştir. Buna göre, enerji değerleri, PJ/yıl olarak; hayvansal gübrelerden sağlanacak biyogaz enerji değerleri; <20 sınıfında Doğu Karadeniz bölgesi, 20-25 sınıfında Batı Karadeniz, Batı Anadolu ve Orta Anadolu Bölgeleri, 25-30 sınıfında Akdeniz, Orta D. Anadolu, Güney D. Anadolu ve Kuzey D. Anadolu Bölgeleri, 30-50 sınıfında Ege bölgesi, >50 sınıfında Marmara Bölgesi yer almaktadır (Şekil 2, Çizelge 8). Sap atıklarından sağlanacak biyogaz enerji değerleri; <2 sınıfında Doğu Karadeniz, Kuzey D. Anadolu ve Orta D. Anadolu Bölgesi, 2-4 sınıfında Batı

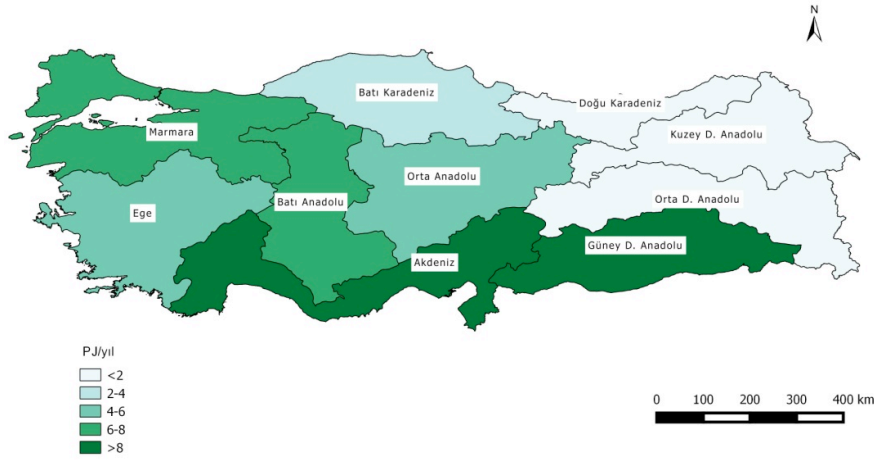
Karadeniz Bölgesi, 4-6 sınıfında Orta Anadolu ve Ege Bölgeleri, 6-8 sınıfında Marmara ve Batı Anadolu Bölgeleri, >8 sınıfında Akdeniz ve Güney D. Anadolu Bölgeleri yer almaktadır (Şekil 3, Çizelge 9). Hayvansal gübreler ve tahıl sap artıklarının toplam biyogaz enerji (PJ/yıl) değerleri ise; <20 sınıfında Doğu Karadeniz Bölgesi, 20-30

sınıfında Batı Karadeniz, Orta Anadolu, Orta D. Anadolu ve Batı Anadolu Bölgeleri, 30-40 sınıfında Kuzey D. Anadolu, Akdeniz ve Güney D. Anadolu Bölgeleri, 40-55 sınıfında Ege Bölgesi, >55 sınıfında Marmara Bölgesi yer almaktadır (Şekil 4, Çizelge 10).

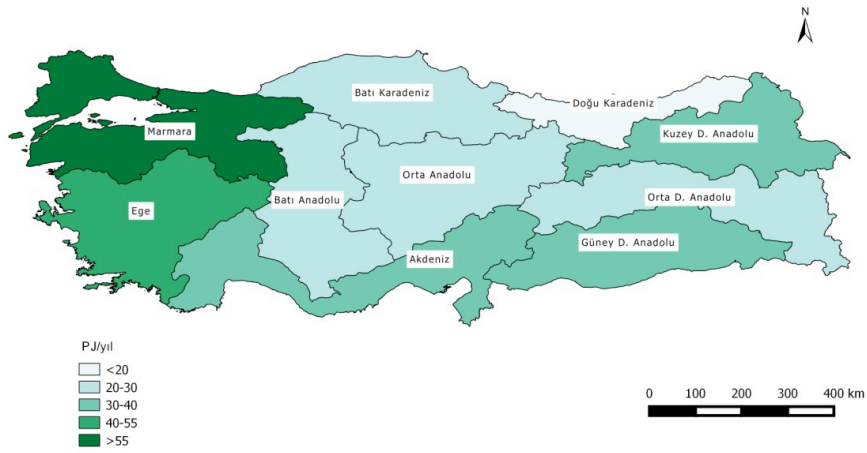


Şekil 2. Türkiye'nin tarım bölgelerine göre hayvansal gübrelerden sağlanabilecek biyogaz enerji potansiyeli

Figure 2. Energy potential of biogas that can be provided from animal manure according to Turkey's agricultural areas



Şekil 3. Türkiye'nin tarım bölgelerine göre tahıl sap artıklarından sağlanabilecek biyogaz enerji potansiyeli
Figure 3. Energy potential of biogas that can be provided from cereal straw wastes according to Turkey's agricultural areas



Şekil 4. Türkiye'nin tarım bölgelerine göre hayvansal gübreler ve tahıl sap atıklarından sağlanabilecek biyogaz enerji potansiyeli

Figure 4. Energy potential of biogas that can be provided from the total animal manure and cereal straw wastes according to Turkey's agricultural areas

Çizelge 8. Hayvansal gübrelerden elde edilebilecek biyogaz enerji değerlerine göre tarım bölgelerinin sınıflandırılması

Table 8. The classification of agricultural areas according to biogas energy values that can be derived from animal manure

Biyogaz enerji değerleri (PJ/yıl)	sınıf	Tarım bölgeleri
< 20		Doğu Karadeniz
20-25		Batı Karadeniz, Orta Anadolu, Batı Anadolu
25-30		Orta D. Anadolu, Kuzey D. Anadolu, Güney D. Anadolu, Akdeniz
30-50		Ege
>50		Marmara

Çizelge 9. Tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz enerji değerlerine göre tarım bölgelerinin sınıflandırılması

Table 9. The classification of agricultural areas according to biogas energy values that can be derived from cereal straw wastes

Biyogaz enerji (PJ/yıl) sınıf değerleri	Tarım bölgeleri
< 2	Orta D. Anadolu, Kuzey D. Anadolu, Doğu Karadeniz
2-4	Batı Karadeniz
4-6	Ege, Orta Anadolu
6-8	Marmara, Batı Anadolu
>8	Akdeniz, Güney D. Anadolu

Çizelge 10. Hayvansal gübreler ve tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz enerji değerlerine göre tarım bölgelerinin sınıflandırılması

Table 10. The classification of agricultural areas according to biogas energy values that can be derived from animal manure and cereal straw wastes

Biyogaz enerji (PJ/yıl) sınıf değerleri	Tarım bölgeleri
< 20	Doğu Karadeniz
20-30	Batı Karadeniz, Orta Anadolu, Batı Anadolu, Orta D. Anadolu
30-40	Kuzey D. Anadolu, Güney D. Anadolu, Akdeniz
40-55	Ege
>55	Marmara

Sonuç ve Öneriler

TÜİK 2014 verilerine göre Türkiye’de kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarının biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenerek sayısal haritalarının oluşturulması için yapılan bu araştırmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Türkiye genelinde, kullanılabilir hayvansal gübrelerden sağlanabilecek yıllık biyogaz metan değeri yaklaşık olarak 7,846 milyar m³, biyogaz enerji değeri ise 282,462 PJ/yıl’dır.
- Türkiye genelinde, tahıl sap atıklarından elde edilebilecek biyogaz metan değeri yaklaşık 1.372,104 milyon m³, biyogaz enerji değeri ise 49,396 PJ/yıl’dır.
- Türkiye’nin tarım bölgelerine göre, hayvansal gübreler ve tahıl sap artıklarının toplam biyogaz enerji (PJ/yıl) değerleri beş sınıfta değerlendirilmiştir. <20 sınıfında Doğu Karadeniz Bölgesi, 20-30 sınıfında Batı Karadeniz, Orta Anadolu, Orta D. Anadolu ve Batı Anadolu Bölgeleri, 30-40 sınıfında Kuzey D. Anadolu, Akdeniz ve Güney D. Anadolu Bölgeleri, 40-55 sınıfında Ege Bölgesi, >55 sınıfında Marmara Bölgesi yer almaktadır.

Bu sonuçlar kapsamında aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- Günümüzde birçok ülkede, biyogazın ekonomik ve çevresel önemi benimsenmiş ve uygulamaları başlatılmıştır. Türkiye’de ise bu uygulamalar henüz beklenen düzeye ulaşmamıştır. Konuya ilişkin, daha yoğun olarak yapılacak araştırma ve uygulamalar ile bilgi ve teknolojiler yaygınlaşabilecektir.
- Türkiye’deki biyokütle enerji potansiyeli, bu enerjinin kullanım oranı ve çevresel etkileri konusunda yapılacak çalışmalar veri tabanını güçlendirecektir.
- Hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarının biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenmesine ilişkin oluşturulan sayısal haritalar, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının planlamaları ve diğer çalışmalar için kullanılabilir temel çalışma niteliğindedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2006. Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Türkiye Çevre Vakfı, Yayın No: 175, 368s, Ankara.
- Anonim, 2011. Türkiye’de Biyogaz Yatırımları İçin Geçerli Koşulların ve Potansiyelin Değerlendirilmesi. Türk-Alman Biyogaz Projesi. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Acaroğlu, M., 2007. Alternatif Enerji Kaynakları. Nobel Yayın No: 1253, 609s, Ankara.
- Akova, İ., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Nobel Yayın No: 1294, 224s, Ankara.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kaçıra, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., Güneş, K., Komitti, N., Barnes, I., Nieminen, M., 2006. A Guide on Exploitation of Agricultural Residues in Turkey. Final Report Annex XIV, LIFE 03 TCY/ TR /000061, Adana.
- Bukvic, Z., Kralik, D., Tolisic, Z., 2002. Biomass Methane. Energy Efficiency and Agricultural Engineering. Conference Proceedings, Volume 1, p 264-270. Rousse, Bulgaria.
- Ekinci, K., Kulcu, R., Kaya, D., Yaldiz, O., Ertekin, C., Ozturk, H., 2010. The Prospective of Potential Biogas Plants That can Utilize Animal Manure in Turkey. Energy Exploration & Exploitation, 28(3):187-206.
- Hill, D.T., 1982. A Comprehensive Dynamic Model for Animal Waste Methanogenesis. Transactions of the ASAE 25 5, pp. 1374-1380.
- IEA, 2015. Key World Energy Statistics. International Energy Agency.
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf> (Erişim:08.01.2015).
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., Kurt, R., 2011. Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19): 63-75.
- Kapluhan, E., 2014. Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu. Marmara Coğrafya Dergisi, (30): 97-125.
- Koç, E., Şenel, M.C. 2013. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makine Dergisi, 54(639):32-44.
- Külcü, R. 2007. Bazı Tarımsal Atıkların Kompostlaştırılmasında Optimum Çevresel Şartların Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Antalya.
- Onurbaş Avcioğlu, A., Türker, U., Demirel Atasoy, Z., Koçtürk, D., 2011. Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler-Biyoyakıtlar. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Yayın No: 72, 493s, Ankara.
- Onurbaş Avcioğlu, A., Eliçin, A. Konuralp, 2010. Ankara’nın Hayvansal Atıklardan Biyogaz Potansiyeli ve Uygun Reaktör Büyüklüğünün Belirlenmesi. 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, s356-362, 22-23 Eylül, Hatay.
- Özcan, M., Öztürk, S., Yıldırım, M., 2011. Türkiye’nin Farklı Kaynak Tiplerine Göre Biyogaz Potansiyellerinin

- Belirlenmesi. IV. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu. 12-13 Mayıs, Kocaeli, s.243-247
- Öztürk, H. H., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı. Teknik Yayınevi, 367s, Ankara.
- Sharma, S. K., Mishra, I. M., Sharma, M. P. & Saini, J.S. 1988. Effect of particle size on biogas generation from biomass residues. Biomass 17: 251–263.
- Toklu, E., Güney, M.S., Isik, M., Comaklı, O., Kaygusuz, K. 2010: Energy Production, Consumption, Policies and Recent Developments in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14, 1172-1186.
- Tunc, M., Camdali, U., Parmaksizoglu, C., 2006. Comparison of Turkey's Electrical Energy Consumption and Production with some European Countries and Optimization of Future Electrical Power Supply Investments in Turkey. Energy Policy 34, 50–59.
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. Konularına Göre İstatistikler, Tarım. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategori> (Erişim: 27.02 2015).
- Yaldız, O., 2004. Biyogaz Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Yayın No: 78, 181s, Antalya.
- Yılmaz, M., 2012. Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4(2): 33-54.
- Yüksel, I. 2010. Energy Production and Sustainable Energy Policies in Turkey. Renewable Energy 35, 1469 - 1476.