

Afyonkarahisar İlinin Tarımsal Biyokütle Potansiyelinin İncelenmesi

Recep KÜLCÜ^{1,*}

^{1,*} Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri
Mühendisliği Bölümü, Isparta

recepkulcu@sdu.edu.tr.

ÖZET

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinin tarımsal biyokütle potansiyelinin belirlenmesi ve bu biyokütlenin değerlendirilmesinde kullanılabilir yöntemler değerlendirilmiştir. Biyokütle canlı kökenli oluşumları ifade etmekte kullanılan bir kavramdır. Temel olarak fotosentez yapan canlıların ürettikleri ve karbon bağlarından oluşan materyallerdir. Biyokütle, doğal çevrim içerisindeki biyolojik süreçlere bağlı olarak, farklı kimyasal bağlara sahip olabilmektedir. Temel olarak bitki ve hayvansal kaynaklı biyoküteller bulunmaktadır. Tarımsal faaliyetler sonucunda çıkan atıklar da biyokütle olarak kabul edilmektedir. Tarımsal biyoküteller olarak hayvansal ve bitkisel faaliyetler sonucunda açığa çıkan atıklardır. Hayvansal atıklar, et ve süt üretimi sırasında çıkan hayvan dışkıları, bitkisel atıklar ise meyve, sebze ve tahıl üretimi sonrasında toprakta kalan bitki sap ve köklerini, yaprakları, dalları ve anızı ifade etmektedir.

Bu çalışmada Afyonkarahisar açığa çıkan tarımsal biyokütle miktarları incelenmiştir. Öncelikle Afyonkarahisar ilinin canlı hayvan potansiyelleri belirlenmiştir. Sonrasında bu hayvanlardan çıkan dışkı miktarları hesaplanmıştır. Bitkisel biyokütle hesabında ise Afyonkarahisar ilinin üretim deseni ortaya konulmuş ve sonrasında bu üretimden çıkan biyokütle miktarları belirlenmiştir. Afyonkarahisar ilinin biyokütle miktarları belirlendikten sonra bu atıkların değerlendirilmesinde kullanılabilir yöntemler tespit edilmiştir. Biyokütle atıklarının değerlendirilmesinde; biyogaz, pelet ve briket yakıt üretimi ile kompostlaştırma işlemleri incelenmiştir. Afyonkarahisar ilinde 2015 yılında 347 784 adet büyükbaş, 836 737 adet küçükbaş ve 18 963 203 kanatlı hayvan bulunmaktadır. Bu hayvanlardan yılda 5 052 905 ton atık çıkmaktadır. Afyonkarahisar ilinde bitkisel üretimden yılda 2 838 954 ton atık çıkmaktadır ve bu atıkların enerji eşdeğeri 323 841 TEP seviyesindedir. Afyonkarahisar ilinde tarımsal üretim sonucunda çok yüksek miktarda atık çıkmaktadır ve bu atıkların enerji veya kompost gübre üretiminde kullanılması durumunda ülkemizin ekonomisine önemli katkılar sağlama potansiyeli bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Afyonkarahisar, enerji üretimi, kompostlaştırma.

Evaluation of Agricultural Biomass Potentials of Afyonkarahisar City

ABSTRACT

In this study, agricultural biomass potentials of Afyonkarahisar and valorization methods of this biomass were investigated. Biomass is mass of living materials. Biomass is produced by photosynthesizing organisms. Biomasses have different chemical bonds because of different biological process. There are animal and plant basis biomasses. Agricultural wastes named as agricultural biomass. Agricultural biomass divided into animal and plant biomass.

While animal wastes are manures, plant wastes are stalks, stubble, leafs and twigs of fruits, vegetable and Cereals.

In this study, agricultural biomass potential of Afyonkarahisar was evaluated. Firstly, live animal stocks of Afyonkarahisar were determined. After this animal manure production of live animals were calculated. In plant biomass calculations, plant production quantities and types were investigated. After these calculations, plant waste quantities were determined. In his study valorization methods of agricultural biomass of Afyonkarahisar were evaluated. Biogas, pellet/briquette and composting methods were investigated. The live animal stocks of Afyonkarahisar are 347 784 bovine, 836 737 sheep and goats and 18 963 203 poultry. Animal waste potential of Afyonkarahisar is 5 052 905 tons/year. The plant waste potential of Afyonkarahisar is 2 838 954 tons/year and its energy equivalent is 323 841 TEP. Agricultural biomass potentials of Afyonkarahisar is very high amount. When this biomass used in energy and/or compost production, it provided important contribution to Turkey's economy.

Keywords: Biomass, Afyonkarahisar, energy production, composting.

GİRİŞ

Dünyada nüfusun artışıyla beraber üretim ve tüketim miktarları da önemli seviyelerde artış göstermektedir. Nüfusun artması dünya üzerinde ihtiyaçların artmasına neden olurken, insanların yaşam standartlarının yükselmesi üretimde çeşitliliği arttırmıştır. İnsanların temel yaşamsal ihtiyacı beslenmedir ve bu ihtiyaç tarım sektörü tarafından karşılanmaktadır. İnsanların temel gıda ürünleri bitkisel ve hayvansal olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Hayvansal üretim et ve süt ile bu ürünlerin işlenmesiyle üretilmiş ikincil ürünleri kapsarken, bitkisel üretim meyve, sebze ve tahıl ihtiyacını karşılamayı hedeflemektedir. İnsanların beslenme ihtiyaçlarının ve çeşitliliklerinin artışıyla, üretim miktarını hızla yükselten tarım sektörü, üretim sonrasında açığa çıkan atıklarıyla çevre açısından da önemli riskleri ortaya çıkartabilecek bir yapı içerisinde. Tarımsal faaliyetlerde üretim, biyolojik prosesler ve metabolizma faaliyetlerini içeren süreçlerden oluşmaktadır. Bu süreçler içerisinde üretilen kütleler, biyokütle olarak adlandırılmaktadır. Bu bağlamda, hayvansal üretimde yetiştirilen hayvanların canlı kütleleri ve beslenme süreci içerisinde ürettikleri dışkıları biyokütleyi oluşturmaktadır. Hayvan yetiştiriciliğinde bu biyokütlelerin canlı ağırlık kısmını oluşturan et ve karkas kısımları doğrudan tüketicilere yönlendirilirken, hayvansal yan ürün olarak çıkan deri, sakatat ve dışkı kısımları ikincil olarak değerlendirilmesi gereken biyokütleleri oluşturmaktadır. Hayvancılık sektöründe çıkan derinin doğrudan ticari bir değeri bulunmaktadır ve deri tekstil sanayi tarafından hammadde olarak kullanılmaktadır. Sakatatların bir kısmı insanlar tarafından tüketilebilirken, önemli bir kısmı değerlendirilemeden bertaraf edilmektedir. Hayvancılıkta biyokütle üretiminin önemli bir kısmını hayvan dışkıları oluşturmaktadır. Çünkü hayvanlar gelişim süreçleri boyunca, doğumlarından ölümlerine kadar dışkı üretmektedirler. Örneğin bir büyükbaş hayvan günde yaklaşık 37,5 kg dışkı üretmektedir (KDS, 2016). Büyükbaş hayvanlar yılda kendi ağırlığının (BHB 500 kg) yaklaşık 27 katı, yaşam süresi boyunca yaklaşık 400 katı dışkı üretmektedir. Bu bağlamda, hayvansal biyokütle hesaplamalarında en önemli kısmı hayvan dışkıları oluşturmaktadır. Hayvan dışkıları ülkemizde kontrolsüzce depolanmakta, yakılmakta veya uygun olmayan işlemlerle içeriğindeki önemli elementleri kaybederek bitkisel üretime dahil edilmektedir. Hayvan dışkıların yönetimi tarım sektörü, çevre ve halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Hayvan dışkıları içerisinde cansız biyokütlenin yanında canlı biyokütlelerde bulunmaktadır. Dışkı içerisindeki canlı biyokütleleri mikroorganizmalar oluşturmaktadır. Bu mikroorganizmaların bir kısmı çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturmazken, *Salmonella*, *E.coli*, *Bacillus anthracis* (şarbon) vs. gibi çevre ve insan sağlığını tehdit eden türlerde bulunabilmektedir (Boran, 2015). Hayvan dışkılarının yönetiminde bu riskleri

ortadan kaldıracak yöntemlerin seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca hayvan dışkıları içeriklerinde makro ve mikro besin elementleriyle bitkisel üretim açısından da değerlendirilmesi gereken biyokütledir. Ancak hayvan dışkılarının kontrolsüz proseslerle gübreleştirilmesi içeriklerindeki bitki besin elementlerinin kaybolmasına veya bitkiler tarafından kullanılabilir forma dönüştürülememesine neden olmaktadır. Bu nedenle bu biyokütelerin tarımsal üretimde gübre veya toprak düzenleyici olarak kullanılabilmesi için kontrollü sistemlerde işlenmeleri gerekmektedir.

Bitkisel üretim kendi içerisinde tarla ve bahçe tarımı olarak ayrılmaktadır. Bu üretimdeki temel hedef bitkilerin insanlar tarafından tüketilen kısımlarının biyokütelerinin artırılmasıdır. Ancak bitki kütlelerinin bütün aksamaları insanlar tarafından tüketilememektedir. Tahılların sap, gövde, kök ve anız kısımları insanlar tarafından tüketilemezken, çok yıllık bitkilerde yaprak ve budama sonucunda açığa çıkan biyoküteler insan tüketiminde kullanılmayan fakat bir şekilde değerlendirilmesi gereken atık kısımlardır. Bu atıklarında uygun proseslerde değerlendirilmesi, hem çevre ve insan sağlığı açısından oluşturacakları riskleri ortadan kaldıracak hem de bu biyokütelerden ekonomik değeri olan ürünlerin üretilmesine ve ekonomiye kazandırılmasını sağlayacaktır.

Tarımsal biyokütelerin değerlendirilmesinde, her atığın niteliğine, bölgesel ve ülke ihtiyaçları ile ekonomik koşullara uygun proseslerin tercih edilmesi stratejik öneme sahiptir. Dünyada hayvan dışkılarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kompost ve biyogaz prosesleri kullanılmaktadır (Üçgül ve Akgül, 2010). Kompostlaştırma işlemiyle hayvan dışkıları pastörize edilmekte ve bitkisel üretimde kullanılacak gübre ve toprak düzenleyici özelliğe sahip bir ürün ortaya çıkartılmaktadır. Biyogaz işleminde ise hayvan dışkılarından enerji kaynağı olarak metan ve fermente gübre üretilmektedir. Bitkisel üretim sonucunda açığa çıkan atıkların değerlendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan prosesler ise briket ve pelet katı yakıtların üretilmesidir (Külcü ve Yıldız, 2014). Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinin tarımsal biyokütle miktar ve çeşitliliği ortaya konularak bu biyokütelerin değerlendirilmesinde kullanılacak alternatifler değerlendirilmiştir.

Afyonkarahisar İlinde Tarımsal Üretim

Afyonkarahisar ili Türkiye'nin tarımsal üretiminde önemli bir paya sahiptir. Hem bitkisel hem de hayvansal üretimin yoğun bir şekilde yapıldığı Afyonkarahisar'da hayvancılıkta büyükbaş ve tavukçuluk, bitkisel üretimde ise haşhaş, patates, arpa, buğday ve ayçiçeği yetiştiriciliği ön plana çıkmaktadır.

Hayvansal Üretim

Afyonkarahisar ili hayvansal üretimde hem ülke geneline hitap eden hem de yöresel ürünleriyle geniş bir pazar payına sahiptir. Afyonkarahisar'da 2015 yılı yetiştiricilik verilerine göre toplam 347 784 adet büyükbaş, 378 319 adet küçükbaş ve 18 963 203 adet kanatlı canlı hayvan potansiyeli bulunmaktadır. İlin büyükbaş hayvan potansiyelinin 5 183 adedini manda türleri, geri kalanını sığır türleri oluşturmaktadır. Manda sütü, yoğurdu ve kaymağı ilin önemli, yöresel ürünleri içerisinde yer almaktadır. İlin büyükbaş hayvanlardan süt üretimi, 2015 yılı için 401 459 ton seviyesindedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Afyonkarahisar ilinin canlı büyükbaş hayvan potansiyeli (TUİK, 2016)

Hayvan Adı	Yetişkin	Genç-Yavru	Toplam	Süt (ton)
Sığır (Kültür)	182.240	64.434	246.674	329.887
Manda	3.920	1.263	5.183	2.359
Sığır(Melez)	45.559	16.109	61.668	54.703
Sığır(Yerli)	25.310	8.949	34.259	14.510
Toplam	257.029	90.755	347.784	401.459

Afyonkarahisar ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliği de yapılmaktadır. İlde toplam 836 737 adet küçükbaş hayvan bulunmaktadır. Bu hayvanların 58 469 adedi kıl keçisi, 150 adedi tiftik keçisi ve geriye kalanı koyunlardan oluşmaktadır. Afyonkarahisar’da küçükbaş hayvanlardan yılda 20 691 ton süt üretilmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Afyonkarahisar ilinin canlı küçükbaş hayvan potansiyeli (TUİK, 2016)

Hayvan	Yetişkin	Genç-Yavru	Toplam	Süt (ton)
Koyun (Yerli)	351.315	311.542	662.857	18.008
Keçi (Kıl)	26.315	32.154	58.469	1.170
Keçi (Tiftik)	103	47	150	1
Koyun (Merinos)	80.685	34.576	115.261	1.512
Toplam	458.418	378.319	836.737	20.691

Afyonkarahisar ili yumurta ve et tavukçuluğu başta olmak üzere kanatlı hayvan yetiştirildiğinde de oldukça yüksek potansiyele sahiptir. İl genelinde toplam 18 963 203 adet kanatlı hayvan bulunmakta ve bu hayvanların 18 468 607 adedini yumurta tavukları, 415 000 adedini et tavukları ve kalanını hindi, kaz ve ördekler oluşturmaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Afyonkarahisar ilinin kanatlı hayvan potansiyeli (TUİK, 2016)

Hayvan	Mevcut sayı
Et Tavuğu	415.000
Yumurta Tavuğu	18.468.607
Hindi	38.870
Kaz	32.130
Ördek	8.596
Toplam	18.963.203

Afyonkarahisar ili hayvancılıkta önemli potansiyele sahiptir ve bu potansiyelin büyük kısmını sığır, koyun ve tavuklar oluşturmaktadır. Bu hayvanlardan üretilen birincil ürünler et, süt ve yumurtadır. Ancak bu hayvanlardan çıkan dışkıları hayvansal yan ürünleri oluşturmaktadır. Bu atıkların yönetimi en az birincil ürünlerin yönetimi kadar önem taşımaktadır. Hayvan yan ürünlerinin uygun prosesler kullanılarak yönetilmesi bu atıklardan kaynaklanan çevre sorunlarını azaltacağı gibi, işletmelere yeni gelir kalemleri de oluşturarak üretim maliyetlerini düşürecektir.

Bitkisel Üretim

Afyonkarahisar ili hayvansal üretimin yanında bitkisel üretimde de ülkemizin önemli bir bölgesidir. Afyonkarahisar ilinde üretilmekte olan bitkisel ürünlerin miktarları ve üretim alanları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Afyonkarahisar ilinde ağırlıklı olarak; haşhaş, fasulye, nohut, patates, arpa, buğday, çavdar ve yulaf üretimi yapılmaktadır. En yüksek üretim kapasitesi; alan olarak arpa ve buğdayda, üretim miktarı olarak; patates, arpa ve buğdayda bulunmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Afyonkarahisar bitkisel üretim miktarları (TUIK, 2016)

Ürün adı	Ekilen alan (da)	Üretim (ton)
Fiğ	5.350	687
Gül (Yağlık)	3.425	935
Lavanta	900	108
Yonca (Tohum)	1.100	55
Bezelye	250	50
Burçak (Dane)	402	56
Fasulye (Kuru)	9.705	1.691
Mercimek	7.126	863
Nohut	46.680	5.281
Patates	149.426	434.932
Arpa	1.195.160	348.066
Buğday (Durum)	1.658.107	484.527
Çavdar	11.454	3.328
Mısır (Dane)	1.120	781
Tritikale (Dane)	5.015	1.514
Yulaf (Dane)	6.773	1.625
Aspir	5.681	795
Ayçiçeği	54.073	8.547
Haşhaş (Tohum)	132.172	7.796
Susam	3.359	207

Bitkisel üretimde de ana ürünlerin beraberinde çıkan yan ürünler kökler, sap, saman ve yapraklardan oluşmaktadır. Buğday ve arpa samanı hayvancılıkta girdi olarak kullanılmaktadır.

Ancak anız, kök ve gövde gibi başka bir üretimde kullanılmayan biyoküteller, yakıt ve kompost üretiminde kullanılabilir niteliktedir.

AFYONKARAHİSAR İLİNDE TARIMSAL BIYOKÜTLELERİN DEĞERLENDİRME ALTERNATİFLERİ

Tarımsal biyoküteller hayvansal ve bitkisel kökenli biyolojik materyallerdir. Bu çalışmada tarımsal üretimden çıkan yan ürünlerin değerlendirilme potansiyelleri incelenmiştir. Bitkisel ve hayvansal biyoküteller farklı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere sahiptir. Bu özellikleriyle biyokütellerin değerlendirilmesinde kullanılacak yöntemler farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle çalışmada Afyonkarahisar ilinden çıkan biyokütellerin değerlendirilmesinde kullanılabilir alternatifler her iki biyokütle grubu için ayrı ayrı incelenmiştir.

Hayvansal Üretim Sonucunda Çıkan Atıklar ve Değerlendirme Alternatifleri

Hayvansal üretim sonucunda açığa çıkan atıklar büyük oranda hayvan dışkılarıdır. Afyonkarahisar ilinde hayvansal üretim sonucunda bir yılda toplam 5.052.905,52 ton dışkı şeklinde biyokütle çıkmaktadır. Bu atıkların %53'ünü büyükbaş dışkıları, %30'unu kanatlı hayvanların dışkıları ve % 17'sini küçükbaş hayvanların dışkıları oluşturmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Afyonkarahisar ilinin hayvansal atık miktarları (TUİK, 2016)

Hayvan Türü	Atık Miktarı (ton/yıl)
Büyükbaş Atık Miktarı	2.685.350,26
Küçükbaş Atık Miktarı	838.760,15
Kanatlı Atık Miktarı	1.528.795,12
Toplam	5.052.905,52

Biyogaz Üretimi

Biyogaz, biyokütellerin anaerob (oksijensiz) şartlar altında mikroorganizmalar tarafından fermentasyona uğratarak yakıt olarak kullanılabilir metan ve fermente olmuş gübrenin üretildiği bir prostestir. Günümüzde biyogaz tesislerinde üretilen metan gazı kojenerasyon tesislerinde yakılarak elektrik ve ısı enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir. Biyogazdan üretilen enerji, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde değerlendirilmekte ve ülkemizde YEK (Yenilenebilir Enerji Kaynakları) kanunu kapsamında üretilen elektrik desteklenmektedir. Afyonkarahisar ilinde bulunan hayvanların dışkılarından yılda yaklaşık 219,76 milyon m³ metan üretme potansiyeli bulunmaktadır. Bu metanın kojenerasyon ünitelerinde yakılması ile yılda yaklaşık 764,45 GWh elektrik enerjisi ve 873,77 GWh ısı enerjisi üretme potansiyeli bulunmaktadır. Bu kapasitelerde elektrik üretimi gerçekleştirecek biyogaz tesisinin yılda 770.881,3 ton CO₂ emisyonunun azalmasını sağlayacağı tahmin edilmektedir. Biyogaz tesislerinde enerji üretiminin yanında fermente gübre üretimi de gerçekleştirilmektedir. Biyogaz reaktöründen yaklaşık %10 km (kuru madde) ile çıkan fermente gübreler seperatörlerde işlenerek %40 km seviyesine getirilmektedir. Afyonkarahisar'da hayvan dışkılarının biyogaz tesislerinde işlenmesi sonucunda yaklaşık 2,95 milyon ton fermente gübre üretme potansiyeli bulunmaktadır. Ancak bu rakamlar gübrelerin tamamının toplanması ve mezofilik (35°C fermentasyon ısısında) şartlarda anaerob

işleme tabi tutulması şartları için belirlenmiştir. Afyonkarahisar ilinin yıllık toplam elektrik enerjisi üretimi 872 GWh'dir (Enerji Atlası, 2016). Bu bağlamda, Afyonkarahisar ilinde hayvan gübrelerinden biyogaz üretilmesi durumunda ilin mevcut elektrik üretim kapasitesinin yaklaşık %88'i kadar daha elektrik üretme potansiyeli ortaya çıkmaktadır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Hayvansal atıklardan biyogaz ve enerji üretimi (KDS, 2016)

Biyogaz Tesisinde Üretilen Çıktılar	Miktar
Metan (m ³ /yıl)	219.760.415,36
Biyogaz (m ³ /yıl)	399.564.391,00
Elektrik(kWh/yıl)	764.546.486,05
Isıl enerji (kWh/yıl)	873.767.411,48
Fermente Gübre (%40 km)	2.948.921,81
CO ₂ azalması (ton/yıl)	770.881,3

Kompost Üretimi

Kompostlaştırma, organik biyokütlenin aerob (oksijenli) koşullar altında mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması işlemidir. Kompostlaştırma işleminin iki temel hedefi vardır. Birincisi aerob mikroorganizmaların biyokütleleri ayrıştırması sonucunda açığa çıkan ısı ile yığın kütlelerinin sıcaklıklarının artırılması ve pastörize edilmesi, ikincisi ise besin elementlerinin bitkiler tarafından kullanılabilir forma getirilmesidir. Kompostlaştırma süreci ile hayvan dışkılarından, pastörize edilmiş gübre ve toprak düzenleyici bir ürün olan kompost üretilmektedir. Afyonkarahisar ilinde toplam 5.052.905,52 ton hayvan dışkısından yılda 2.211.691,36 ton kompost gübre (%80 km) üretme potansiyeli bulunmaktadır. Üretilen kompostun ekonomik karşılığı (50 Euro/ton birim fiyatıyla) 110.584.568 Euro seviyesindedir.

Bitkisel Üretim Sonucunda Çıkan Atıklar ve Değerlendirme Alternatifleri

Afyonkarahisar ilinde tarla üretiminden yılda 2.727.577,03 ton, bahçe üretiminden yılda 11.364,00 ton ve sebzeçilik faaliyetlerinden yılda 100.013,32 ton atık üretilmektedir. Bu atıkların değerlendirilmesinde enerji üretimi ve kompost seçenekleri en doğru tercihlerdir. Ancak bitkisel atıklardan tek başına enerji üretiminde biyogaz doğru bir seçenek değildir, çünkü bitkisel atıkların hem metan verimleri düşük ve C/N oranları mikrobiyolojik işlem için yüksektir hem de hayvan dışkıları gibi içerisinde hazırda mikroorganizma kolonileri barındırmamaktadırlar. Bu nedenle bitkisel atıkların tek başına değerlendirilmesinde briket ve pelet gibi katı yakıt üretim teknolojilerinin uygulanması doğru olacaktır. Bitkisel atıklar kompost üretiminde hayvansal atıklarla birlikte kullanılabilirler (Çizelge 7).

Çizelge 7. Afyonkarahisar ilinin bitkisel atık miktarları (BEP, 2016)

	Atık Miktarı (ton/yıl)
Tarla Bitkileri	2.727.577,03
Bahçe Bitkileri	11.364,00
Sebze Bitkileri	100.013,32
Toplam	2.838.954,35

Pelet ve Briket Yakıtların Üretimi

Afyonkarahisar ilinde bitkisel üretim sonucunda açığa çıkan toplam 2.838.954,35 ton atığın enerji değeri 323.841,50 TEP'tir (Çizelge 7). Bu enerji potansiyeli 3.766 GWh'e denk gelmektedir. Bu bağlamda bitkisel üretim sonucunda açığa çıkan biyokütlelerin hayvansal üretimden kaynaklanan biyokütle atıklarından daha fazla enerji potansiyeli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak bitkisel biyokütlelerin toplanması, tarımsal üretimin yapısı gereği, hayvansal biyokütlelerin toplanmasından daha zordur. Bu kapsamda bu biyokütlelerin küçük ölçekli işletme veya tesislerde katı yakıtlara dönüştürülerek taşınması ve merkezi enerji santrallerinde elektrik ve/veya ısı enerjisiye dönüştürülmesi en doğru seçenek olarak görülmektedir. Bu nedenle bitkisel biyokütlelerin küçük merkezlerde pelet veya brikete dönüştürülmesi gerekmektedir.

Pelet ve briketlemenin hedefi tarımsal biyokütlelerin hacim ağırlıklarının düşük olması nedeniyle, birim enerji kaynağı için yüksek hacim gereksinimini ortadan kaldırmaktır. Peletleme ve briketleme yönteminde atıklar, kullanılan teknolojinin özelliklerine sıkıştırılarak hacim ağırlığı artırılmış katı yakıtlar haline dönüştürülürler. Peletleme işleminde kurutulmuş ve öğütülmüş atıklar 6-10mm çapında katı yakıtlara dönüştürülürken briketlemede 5-20 cm boyutlarına getirilir (Alkaya vd., 2010). Peletleme ve briketleme sistemleri küçük, orta ve yüksek kapasitelerde uygulanabilir özelliktedir. Üretilen pelet ve briketler ısıtma amacıyla doğrudan çiftlik ölçeğinde kullanılabilirdiği gibi merkezi sistemlerde kojenerasyon ünitelerinden elektrik ve ısı enerjisi üretimi amacıyla da kullanılabilir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Afyonkarahisar ilinin bitkisel atıklarının enerji değerleri (BEPA, 2016)

	Enerji Değeri (TEP/yıl) :
Tarla Bitkileri Atıkları	309.970,23
Bahçe Bitkileri Atıklar	1.369,60
Sebze Bitkileri Atıkları	12.501,67
Toplam	323.841,50

Kompostlaştırma

Bitkisel biyokütleler, kompostlaştırma işleminde biyokütle yığınlarına belirli oranlarda ilave edilmektedir. Bitkisel atıkların büyük kısmında C/N oranı yüksektir ve bu özelliğiyle kompost yığınlarında hayvan gübrelerinin C/N oranını düzenlemek amacıyla kullanılmaktadır. Kompost yığınlarına bitkisel atıkların ilave edilmesinin bir diğer nedeni de hayvan dışkılarının porozite değerini artırarak mikroorganizmalar için gerekli oksijenin yığın içerisine homojen olarak iletilip dağılmasını sağlamaktır (Külcü ve Yıldız, 2014). Bu hedefler doğrultusunda bitkisel atıklar kompost yığınlarına dahil edilerek kompost üretimi gerçekleştirilebilir. Afyonkarahisar ilinde bir yılda açığa çıkan 2.838.954,35 ton bitkisel atıktan %20 nem içeriğinde 1.490.451 ton kompost üretilmesi mümkündür. Üretilme potansiyeli bulunan bu kompostun ekonomik karşılığı (50 Euro/ton birim fiyattan) 74.522.552 Euro'dur. Ancak bu potansiyel rakamını değerlendirirken bitkisel atıkların tamamının toplanamayacağını ve bir kısmının da (saman vs.) hayvan besleme gibi farklı sektörlerde değerlendirildiğini göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde tarımsal faaliyetler sonucunda açığa çıkan atık biyokütlelerin miktarları ve farklı yöntemlerle değerlendirilmesi durumunda sağlayacağı katkılar incelenmiştir. Yapılan inceleme ve hesaplamalara göre Afyonkarahisar ilinde hayvancılık faaliyetleri sonucunda yılda 5.052.905,52 ton hayvan dışkısı çıktığı ve bitkisel üretimden 2.838.954,35 atık oluştuğu belirlenmiştir. Hayvansal atıkların biyogaz işlemleriyle değerlendirilmesinde yılda 764,45 GWh elektrik enerjisi ve 873,77 GWh ısı enerjisi üretme potansiyeli bulunmaktadır. Hayvansal biyokütleler kompost üretiminde değerlendirilmesinde ise yılda 2.211.691,36 ton kompost gübre üretme potansiyeli ortaya çıkmaktadır. Bitkisel üretimde çıkan biyokütle miktarı yılda 2.838.954,35 tondur. Bu atıklar da katı yakıt üretimi ve kompostlaştırma işleminde kullanılmaya uygun niteliktedir. Bitkisel atıkların enerji eşdeğeri 3.766 GWh'dir. Bitkisel atıkların kompostlaştırma prosesinde kullanılması durumunda yılda 1.490.451 ton kompost üretme potansiyeli bulunmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan hesaplamalar, toplam potansiyel değerleridir, kullanılabilir potansiyel değerleri ise atıkların toplanabilirlik ve işlenebilirlik düzeyine göre değişecektir. Ancak toplam potansiyel değerleri incelendiğinde Afyonkarahisar ilinde tarımsal atık oluşumunun çok yüksek olduğu ve bu biyokütlelerin uygun proseslerde değerlendirilmesi durumunda bölge ve ülke ekonomisine önemli katkılar sunabileceği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Alkaya E., Altay T A., Ata A B., Çakar S Ö., Durtaş. P. 2010. Tarımsal atıklardan yüksek katma değerli Biyoürün üretimi. TTGV İleri Teknoloji Projeleri (İteP) Destek Programı Raporu.
- BEPA, 2016. Biyokütle Potansiyeli Atlası. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü, <http://bepa.yegm.gov.tr/>, erişim tarihi 10/02/2016.
- Boran, D. (2015). Farklı ısı teknikleri uygulanmış solucan gübresinin kalite parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi Toprak ve Bitki Besleme Anabilim Dalı.
- Enerji Atlası, 2016. <http://www.enerjiatlası.com/sehir/afyon/>, erişim tarihi 07/02/ 2016.
- KDS, (2016). Karar Destek Sistemleri Yazılımı. www.biyogaz.org.tr Erişim Tarihi 15/02/2016.
- Külcü R., Yıldız, O. (2014). The Composting of Agricultural Wastes and the New Parameter for the Assessment of the Process, Ecological Engineering 69, 220-225 .
- Külcü, R., Yıldız, O. (2014). Determination of Aeration Rate and Kinetics of Composting Some Agricultural Wastes, Bioresource Technology, 93, 49-57.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Tarım İstatistikleri. www.tuik.gov.tr, erişim tarihi 15/02/2016.
- Üçgül, İ., Akgül, G. 2010. Biyokütle Teknolojisi. YEKARUM DERGİ, 1(1), 2010, 3-11.