



Determination of Possible Energy Potential of Banana Residues in Turkey[#]

Bahadır Demirel^{1,a,*}, Hasan Pınar^{2,b}

¹Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Erciyes University, 38030 Melikgazi/Kayseri, Turkey

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Erciyes University, 38030 Melikgazi/Kayseri, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 13th National, 1th International Field Crops Conference (Antalya, TABKON 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 21/11/2019 Accepted : 05/12/2019</p> <p>Keywords: Energy Biomass Banana residue Agricultural residue Alternative energy</p>	<p>Fossil fuels, which are the most widely used and long-used primary energy sources in the world, are estimated to be run out in the near future depending on this amount of usage. As a result of this consumption, the threat of global warming is growing. Increasing the use of renewable energy resources in order to reduce fossil fuel consumption, use of renewable energy resources is a great opportunity to reduce this environmental damage. In this study, the possibilities of evaluating the agricultural residues of banana plants which are intensively cultivated especially in the Mediterranean Region as an energy source were investigated. As a result of agricultural activities, approximately 209,448 tons of dry biomass residues are produced for 498,888 tons /year banana plant in 2018 and it is calculated that these residues will have 987 MW energy potential when recycled as energy. Depending on this potential banana residues, availability of facilities and contribute to the country's economy be able to be converted to energy in Turkey were discussed as solid biofuel.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(sp2): 41-45, 2019

Türkiye’de Muz Artıklarına Ait Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 21/11/2019 Kabul : 05/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Enerji Biyokütle Muz artığı Tarımsal artık Alternatif enerji</p>	<p>Dünyada en çok bulunan ve uzun zamandan beri kullanılan birincil enerji kaynağı fosil yakıtlar olup, kullanım miktarına bağlı olarak yakın bir zamanda tükeneceği tahmin edilmektedir. Bu tüketimin bir sonucu olarak küresel ısınma tehlikesi giderek büyümektedir. Bu çevresel tehdidin en büyük kaynağı olan fosil yakıt tüketimini azaltabilmek adına yenilenebilir enerji kaynak kullanımını artırmak, bu çevresel zararı azaltabilmek için büyük bir fırsat oluşturmaktadır. Bu enerji kaynakları içerisinde en büyük potansiyele sahip alternatif enerji kaynağı biyokütledir. Bu çalışmada, ülkemizde özellikle Akdeniz Bölgesinde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan muz bitkisi tarımsal artıklarının enerji kaynağı olarak değerlendirilebilmesi olanakları araştırılmıştır. 2018 yılında 498.888 ton/yıl üretimi yapılan muz bitkisi için tarımsal faaliyetler sonucunda yaklaşık olarak 209.448 ton kuru biyokütle artığı açığa çıkmaktadır ve bu artıkların enerji olarak geri dönüştürüldüğünde ise 987 MW enerji potansiyeline sahip olacağı hesaplanmıştır. Bu potansiyele bağlı olarak muz artıklarının, Türkiye’deki katı biyoyakıt olarak enerjiye dönüştürülebilme olanakları ve ülke ekonomisine katkıda bulunabilirliği tartışılmıştır.</p>

^a bahdem@erciyes.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-3245-136X> | hasanpinar@erciyes.edu.tr

^c <https://orcid.org/0000-0002-0811-8228>



Giriş

Dünya nüfusunun her geçen gün artması, teknolojinin gelişerek insan yaşamını kolaylaştıracak ürünleri çoğaltarak kullanımını yaygınlaştırması, dünyada kişi başına düşen enerji tüketimini artırmaktadır. Bu da dünyada enerji üretiminin zorunlu olarak artmasına sebep olmaktadır. Sanayi ve tarımsal üretimin artışı bu sektörlerin enerji taleplerini ve üretim sonrası ortaya çıkan artık miktarlarını sürekli artırmaktadır (Sözer ve Yaldız, 2011). Türkiye’de de nüfusun 2020 yılına kadar 82,1 milyona, 2030 yılına kadar da 88,4 milyona ulaşması beklenmektedir (TUİK, 2019). Bu nüfus artış hızına bağlı olarak tarımı yapılan alanların ise aynı kalması sonucu biyokütle artıklarının değerlendirilmesi sınırlı kaynakların kullanımı açısından da son derece önemlidir. Buna bağlı olarak, ülkemizde artıkların iyi değerlendirilmesi ve bu artık kaynaklarının ekonomimize geri kazandırılması oldukça büyük önem arz etmekte ve sürdürülebilir kalkınma ile doğanın, ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin zarar görmeyeceği veya verilen zararların telafi edileceği dönüşüm sistemleri kurulmalıdır. Fosil kökenli enerji kaynaklarının yakın bir gelecekte tükenmesi dünyamızı büyük bir enerji kriziyle baş başa bırakabilir. Böyle bir krizin yaşanmaması için yapılması gereken, bir taraftan bu kaynakların daha verimli, diğer taraftan yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin ve yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır.

Biyokütle de yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesi olup tarımsal faaliyetler sonrasında çok büyük artıklar açığa çıkmaktadır (Özütemiz, 2017). Bunlardan elde edilen her türlü enerjiye de biyoenerji denilmektedir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle, bu kaynaklardan üretilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak adlandırılmaktadır. Biyokütle ısı ve yakıt üretimi için kullanılan temiz, maliyet açısından verimli, CO₂ içermeyen ve düşük kükürt içerikli yenilenebilir bir maddedir ve dünyadaki en büyük enerji kaynaklarından biridir (Chen et al., 2011; Prakash and Karunanithi, 2008).

Muz yetiştiriciliği sonrasında açığa çıkan bu tarımsal artıkların enerji potansiyelinin kullanılabilir bir hale getirilmesi gereklidir. Bunun için açığa çıkan bu artıkların kullanımının odağı, daima pazar taleplerini karşılayan ve önemli ekonomik etkiler yaratan yüksek değerli işlenmiş ham maddelere ya da ürünlere çevrilmelidir (Jayathilakan ve ark., 2012). Muz bitkisinden elde edilen tarımsal artıklardan üretilen ürünlerin farklı teknolojik işlemlerden geçirilerek hem farklı hammaddeler şeklinde kullanılması hem de enerji değerlerinin artırılması, bu artıkların geri kazandırılmasında önemli rol oynayacaktır.

Tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapıldığı ülkemizde, bu faaliyetler sonucu açığa çıkan tarımsal artıkların değerlendirilmesi veya bunların ülke ekonomisine değerli ürünlere dönüştürülmesi için birçok akademik çalışma yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmaların birleştiği ortak nokta, Türkiye’de fazlasıyla var olan tarımsal artık potansiyelidir. Bu çalışmada, ülkemizde muz üretiminin yoğun bir şekilde yapıldığı bölgelerde tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan artıkların katı biyoyakıt olarak potansiyeli araştırılmıştır ve bu bölgeler için bu enerji kaynağından etkili bir şekilde yararlanabilmek için önerilerde bulunulmuştur.

Türkiye’de Muz Üretimi

Muz; Musa L. (Aile; Musaceae, Takım; Gingiberales), milyonlarca insan için önemli bir besin kaynağı olup, dünyadaki tropik bölgelerde üretim ve tüketim açısından dünyanın en önemli meyvelerinden biridir (Simmonds and Shepherd, 1955). Anavatanı, Güney Çin, Hindistan ve Hindistan ile Avustralya arasında kalan adalardır (Mendilcioğlu ve Karaçalı, 1980). Dünya yıllık üretimi yaklaşık 114 milyon tondur ve bunun %10’u ihraç edilmektedir (FAO, 2018).

Bitki, etli kök sap (bitki soğanı), yalancı gövde (yaprak sapları) ve sarmal olarak düzenlenmiş yumurta biçimindeki (oblong) yapraklardan oluşmakla birlikte 5-7 m’ye kadar büyüyebilir. Bir sap tarafından desteklenmiş, uzun yumurta şekilli çiçek durumu, (alttaki 5-15 sırada bulunan) dişi ve erkek çiçekleri (üstteki sıralar) çevreleyen mosmor mumlu çiçek yapraklarından oluşan yalancı gövdenin ucundan çıkmaktadır. Dişi çiçekler, sonunda, beyaz veya sarı etli boynuz şeklinde olgunlaşacak yumuşak meyvelere (hevenk) gelecektir. Tohumlar yabancı türlerde yaygındır ama ekilen türleri, merkezinde hemen hemen görünmez tohum taslağı noktaları olmakla birlikte genellikle tohumuzdur (Arvanitoyannis and Mavromatis, 2009). Muz üretimi sonucunda açığa çıkan tarımsal artıklar Şekil 1’de verilmiştir.

Türkiye’de muz üretimi yoğun olarak Akdeniz bölgesinde, üretim sonrasında açığa çıkan artıklar verimli bir şekilde değerlendirilememektedir. Buradaki sebepler dikkate alındığında, üretici bu artıkları gübre olarak değerlendirebilmesi için farklı organik ve inorganik materyallerle kompost haline getirmesi ve böylece gübre olarak kullanması mümkündür. Ancak bu işlemin yapılabilmesi için hem fazla zamana ihtiyaç duyulması hem de maliyetlerin yüksek olması sebebiyle üretici tarafından tercih edilmemesine sebep olmaktadır (Doran ve ark., 2005; Aseri ve ark., 2008). Diğer taraftan artık maddelerin bertaraf edilmesi bir maliyet gerektirdiği için bu artık maddeler üreticiler tarafından sera içerisine toprak kalitesini arttırmak için yayılıyor ve parçalanması bekleniyor. Fakat bu artıkların parçalanması sırasında sera içerisinde hastalık ve zararlıların oluşumunu arttırmadan dolayı bitkiler için olumsuz bir etki oluşturmaktadır (Doran ve ark., 2005). Aynı zamanda selüloz içeriğinin yüksek olması, besinsel yoğunluğunu büyük oranda düşüren yüksek su yoğunluğuna sahip olması, temel besinler bakımından fakir olması (Ulloa ve ark., 2004) ve sindiriminin zor olması sebebiyle hayvan yemi olarak da çok tercih edilmemektedir (Akinyele ve Agbro, 2007). Bu sebepler dikkate alındığında üretimi yapılan muz için tarımsal faaliyetler sonrasında açığa çıkan bu biyokütle artığının bir enerji kaynağı olarak kullanılması işletme masraflarının azaltılmasında bir katkı sağlayacaktır. Dünyada ve Türkiye’de, 2010-2017 yılları arasındaki muz üretim miktarları Çizelge 1’de verilmiştir.

Türkiye’de muz üretimi 2010-2017 yılları arasında sürekli bir artış göstermektedir. Bu artışın en büyük sebeplerinden biri çabuk gelişip büyüyen muzla dikimi takiben aynı yıl içerisinde ürün almanın mümkün olması ve kısa sürede yapılan yatırım geri kazanılmaya başlanmasıdır.



Resim 1 Muz meyvesinden enerji eldesinde kullanılabilecek artık parçalar
Picture 1 Residual parts that can be used to obtain energy from banana fruits

Çizelge 1 Dünya ve Türkiye muz üretim değerleri (FAO, 2018)

Table 1 World and Turkey banana production values

Yıllar	Dünya muz üretimi (ton/yıl)	Türkiye muz üretimi (ton/yıl)
2010	108664115	210178
2011	109408704	206501
2012	109342149	207727
2013	112235271	215472
2014	112799699	251994
2015	115110163	270500
2016	112599836	305926
2017	113918763	369009

Biyokütle Çevrim Teknolojileri

Doğrudan Yakma

Biyokütlenin doğrudan yakılarak enerji üretilmesidir ve bu sistemlerde her türlü biyokütle kaynağı doğrudan yakılmaktadır.

Havasız Çürütme

Islak ve yeşil biyokütlenin bakteriler yardımı ile oksijensiz ortamda metan ve karbondioksit parçalanmasıdır.

Fermantasyon

Bazı mikroorganizmaların ürettiği enzimlerin etkisiyle organik maddenin üç temel ögesi olan karbonhidratlar, proteinler ve yağların parçalanmasıyla CO₂, asetik asit ve çözülebilir uçucu organik maddelere dönüştürülmesi işlemidir. Fermantasyon, biyokütle sıvılarını yakılabilir yakıt olan alkole dönüştürmektedir.

Piroliz

Piroliz, biyokütleden gaz elde etmek için kullanılan eski ve basit bir yöntem olup, oksijensiz ortamda odunun 900°C'ye kadar ısıtılması ile oluşan kimyasal ve fiziksel olaylar dizisi olarak tanımlanır. Piroliz sonucu gazlar, katran, organik bileşikler, su ve odun kömürü gibi maddeler elde edilir (Anonim, 2019a).

Gazlaştırma

Karbon içeren biyokütle gibi katıların yüksek sıcaklıkta bozunması ile yanabilir gaz elde etme işlemidir. Bu işlem sırasında denetimli bir şekilde yakıt hücresine verilen hava

ile biyokütle yakılır ve çıkan ürünler arasında hidrojen, metan gibi yanabilir gazların yanı sıra karbonmonoksit, karbondioksit ve azot bulunur.

Biyofotoliz

Bazı mikroskopik alglerden güneş enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen elde etme işlemidir.

Karbonlaştırma

Genel olarak çeşitli biyokütle kaynaklarının 220-350°C sıcaklıkta oksijensiz ortamda kömürleşme işlemidir. Karbonlaştırma (tofefikasyon) yoluyla biyokütleden biyokömür elde edilmektedir. Elde edilen biyokömür, fosil yakıtlardan türetilen enerji bakımından daha temiz bir alternatif enerji kaynağıdır (Batur, 2017).

Briketleme ve Peletleme

Biyokütlenin yüksek basınç ve sıcaklık altında sıkıştırılması ile üretilmesi işlemidir (Kurt ve Koçer, 2010).

Materyal ve Yöntem

Türkiye'de muz yetiştiriciliğine ait biyokütle potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu 2019 yılı verileri dikkate alınarak hesaplanmıştır. 2018 yılında üretimi yapılan ürünlerin kapladığı alanlar hektar olarak alınmış ve ortalama kuru biyokütle miktarları ve enerji potansiyelleri

hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda, bir hektar tarladan yılda ortalama 25-30 ton kuru biyokütle elde edildiği ve kuru biyokütlenin ısı değeri 3800-4300 kcal/kg arasında değiştiği baz alınmıştır (Yorgun ve ark., 1998; Kurt ve Koçer, 2010; Topal ve Topal, 2012). Belirtilen bu değerler için ortalama değerler belirlenmiştir. 1 kcal değeri de 10^{-7} TEP (ton eşdeğer petrol) olarak alınmıştır. Aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Formüller	Simgeler
$B_1=25 \times A$	A: Alan (ha)
$B_2=30 \times A$	B_1 ve B_2 : Minimum ve maksimum kuru biyokütle miktarı (ton)
$B_{ort}=(B_1+B_2)/2$	B_{ort} : Ortalama kuru biyokütle miktarı (ton)
$C_1=B_{ort} \times 3800$	C_1 ve C_2 : Minimum ve maksimum kuru biyokütle ısı değeri (kcal)
$C_2=B_{ort} \times 4300$	C_{ort} : Ortalama kuru biyokütle ısı değeri (kcal)
$C_{ort}=(C_1+C_2)/2$	D_{ort} : Ortalama kuru biyokütle enerji miktarı (TEP)
$D_{ort}=C_{ort} \times 10^{-7}$	E_{ort} : Ortalama kuru biyokütle enerji miktarı (MW)
$E_{ort}=D_{ort} \times 11,63$	

Bulgular

Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan muz üretim miktarlarının alana bağlı olarak son 5 yıla ait değişimi Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2 dikkate alındığında, muz üretimine bağlı olarak açığa çıkacak biyokütle artıklarından elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle miktarları ve enerji potansiyelleri Çizelge 3’te hesaplanmıştır.

Çizelge 3’te hesaplanan değerler incelendiğinde Türkiye’de son 5 yıl içerisinde yetiştiriciliği yapılan muz üretimi sonucunda açığa çıkan ortalama kuru biyokütle miktarı 2014 yılında 147 117 ton iken bu değer 2018 yılı için 209.448 ton olarak artış göstermiştir. Muz ihtiyacının artışına bağlı olarak bu zaman periyodunda yaklaşık %42’lik bir artış olmuştur. 2018 yılı için elde edilebilecek enerji potansiyeli miktarı 84,83 TEP (987 MW) olarak hesaplanmıştır.

Muz üretimi sonucunda açığa çıkan tarımsal artıklardan elde edilebilecek enerji potansiyelinin bir yıl için 987 MW olduğu düşünüldüğünde, elde edilebilecek elektrik enerjisi potansiyeli bu enerji için yıllık ekonomik değer (TEDAŞ 2019 elektrik tarifesi fiyatlarına göre elektrik kWh ‘lık tüketim fiyatı 0,54 TL’dir Anonim 2019b), 532.980 TL olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyel göz önüne alındığında ülke ekonomisine büyük bir enerji ve maliyet geri dönüşü sağlanmıştır olacaktır.

Çizelge 2 Türkiye’de son 5 yıla ait muz üretimi*

Table 2 Turkey banana production for the last 5 years

Yıllar	Alan (da)	Üretim (ton)
2014	53 497	251 994
2015	58 380	270 500
2016	62 245	305 926
2017	68 211	369 009
2018	76 163	498 888

*(TÜİK, 2019)

Çizelge 3 Muz artıklarına ait hesaplanan kuru biyokütle ve enerji değerleri

Table 3 Calculated dry biomass and energy values of banana residues

Yıllar	Ort. kuru biyokütle miktarı (ton)	Ort. ısı değeri (kcal)	Ort. kuru biyokütle enerji miktarı (TEP)	Ort. kuru biyokütle enerji miktarı (MW)
2014	147116.8	595 822 838	59.58	692.92
2015	160545	650 207 250	65.02	756.18
2016	171173.8	693 253 688	69.32	806.19
2017	187580.3	759 700 013	75.97	883.53
2018	209448.3	848 265 413	84.83	986.57

Çizelge 4 Farklı enerji kaynaklarına ait emisyon değerleri

Table 4 Emission values of different energy sources

Kaynak	Sera Gazı Emisyonu (Ton-CO ₂ /GWh)
Doğalgaz	499
Linyit	1054
Taş kömürü	888
İthal kömür	888
Fuel-oil	733
Nükleer	66
Hidroelektrik	26
Rüzgâr	10
Jeotermal	38
Biyokütle	26
Güneş	23

Fosil yakıt ve sanayiden kaynaklanan küresel CO₂ emisyonlarının, 2017'deki artışın ardından 2018'de de %2 artarak yeni bir rekor düzeye çıkması ve bu değer in atmosferik CO₂ yoğunluğu 2018 ortalamasının, sanayi öncesi döneme göre %45 artarak, 407 ppm'e çıkması beklenmektedir. Küresel CO₂ emisyonlarındaki artışın başlıca nedeni petrol ve doğalgaz kullanımının artmaya devam etmesidir. Bitkisel kökenli ürünlerden elde edilen yakıt türevi ürünlerin emisyon değerlerinin petrol ve türevi ürünlere göre çok daha az olması (Çizelge 4), aynı zamanda çevreye verilen zararların ve küresel ısınmanın etkilerinin de azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Emisyonların azaltılması amacıyla, enerji verimliliği ve enerji tasarrufu sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının artırılması teşviki sağlanabilir.

Sonuç ve Öneriler

Yenilenebilir bir kaynak olan biyokütle doğada fazlasıyla bulunmaktadır. Bu kaynakların sürdürülebilir tarıma katkı sağlaması ve olumlu bir çevresel etkinliğe ulaştırılabilmesi için ticari olarak değerlendirilebilir hale getirilmesi ve geri dönüştürülebilir potansiyeli yüksek hammaddelere dönüştürülmesi gerekmektedir. 2018 yılı ortalama 209.448 ton kuru biyokütle miktarı ve 987 MW (532.980 TL) enerji potansiyeline bağlı olarak, Türkiye'de muz üretimi sonucu açığa çıkan kuru biyokütlenin yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılması, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına ve hem ülkemiz hem de işletmelerin enerji talebinin karşılanması için büyük önem arz etmektedir.

Muz dahil bitkisel kökenli birçok artık, düşük yoğunluklarından, yüksek hacimlerinden, yüksek nem içeriklerinden ve çok düşük bir enerji yoğunluğundan ötürü yanma ile doğrudan enerjiye dönüştürülemezler. Bu eksiklik, doğrudan doğruya bu katı maddelerin nakliyelerini ve depolanmalarını etkilemektedir (Mani ve ark., 2006). Tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan artık ham maddenin taşınma özelliklerini geliştirmek ve biyokütlenin enerji içeriğini yükseltebilmek için briketleme veya peletleme teknolojileri kullanılarak yoğunlaştırma işlemi ile yapılabilir. Uygun işlem aşamalarından geçmeyen bu artıklar hantaldırlar ve uygulanabilir bir enerji kaynağı olamamaları gibi çevreyi kirletebilen yetersiz bir yanma yaratmaktadırlar. Bunun için bu artıklar kurutularak, briketleme ve peletleme gibi üretim teknolojileri kullanılmasıyla, farklı katkı maddeleri eklenerek hem yakma kolaylığı hem de çevreye daha az emisyon salınımı sağlanabilir. Elde edilecek bu katı biyokütle enerji kaynağı ile, kömür gibi katı fosil yakıtların yerine muz bitkisine ait artıkların yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kullanılmasına olanak sağlayacaktır.

Kaynaklar

Akinyele BJ, Agbro O. 2007. Increasing the Nutritional Value of Plantain Wastes by the Activities of Fungi Using the Solid State Fermentation Technique. *Res J Microbiol* 2 (2): 117–124.

Anonim 2019a. YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü). Erişim: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_cevrim_tekno.aspx. (Erişim tarihi: 05 Aralık 2019).

Anonim. 2019b. TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) Elektrik Tarifeleri. Erişim: http://www.tedas.gov.tr/#itedas_tarifeler. (Erişim tarihi: 05 Aralık 2019).

Arvanityannis S, Mavromatis A. 2009. Banana Cultivars, Cultivation Practices, and Physicochemical Properties. *Crit Rev Food Sci Nutr* 49(2): 113–135.

Aseri GK, Jain N, Panwar J, Rao AV, Meghwal PR. 2008. Biofertilizers Improve Plant Growth, Fruit Yield, Nutrition, Metabolism and Rhizosphere Enzyme Activities of Pomegranate (*Punica granatum L.*) in Indian Thar Dessert. *Sci Hortic* 117: 130–135.

Batur T. 2017. Biyokömür Elde Edilmesine Yönelik Bir Karbonlaştırma Makinasının Tasarımı, İmalatı ve Denenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı.

Chen T, Wu C, Liu R, Fei W, Liu S. 2011. Effect of Hot Vapor Filtration on the Characterization of Bio-Oil from Rice-Husks with Fast Pyrolysis in a Fluidized-Bed Reactor. *Bioresource Technology*, 102: 6178-6185.

Doran I, Sen B, Kaya Z. 2005. The Effects of Compost Prepared From Waste Material of Banana on The Growth, Yield And Quality Properties of Banana Plants. *J Environ Biol* 26(1): 7–12.

FAO. 2018. Food and Agriculture Organization. Erişim: <http://www.fao.org/>. (Erişim Tarihi: 15 Eylül 2019).

Jayathilakan K, Sultana K, Radhakrisna K, Bawa AS. 2012. Utilization of by Products and Waste Materials From Meat, Poultry and Fish Processing Industries: A Review. *J Food Sci Technol*, 29 (3): 278–293.

Kurt G, Koçer N.N. 2010. Malatya İlinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (3): 240-247.

Mani S, Tabil LG, Sokhansanj S. 2006. Effects of Compressive Force, Particle Size and Moisture Content on Mechanical Properties of Biomass Pallets From Grasses. *Biomass Bioenergy* 30(7): 648–654.

Mendilcioğlu K, Karaçalı İ. 1980. Muz Yardımcı Ders Kitabı. E.Ü.Z.F. Yayınları, No 377, 74 s. İzmir.

Özütemiz E. 2017. Avrupa Birliği Enerji İhtiyacının Karşılanmasında Biyoyakıtların Rolü. Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı, Uluslararası İlişkiler Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Pinar H, Uzun A. 2019. Banana Production in Turkey. *International Congress on Vocational & Technical Sciences – V. January 24-27, Cairo-Egypt*. 79-83.

Prakash N, Karunanithi T. 2008. Kinetic Modeling in Biomass Pyrolysis- A Review. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(12): 1627-1636.

Simmonds NW, Shepherd K. 1955. The Taxonomy and Origins of Cultivated Bananas. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 55(359): 302–312.

Sözer S, Yıldız O, 2011. Muz Serası Atıkları Ve Sığır Gübresi Karışımlarından Mezofilik Fermantasyon Sonucu Üretilebilecek Biyogaz Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 24 (2): 75-78.

Topal M, Topal EIA. 2012. Ürün Bitkilerinden Yenilenebilir Enerji Kaynağı Biyokütle Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi: Afyonkarahisar İli Örneği (2006-2010). *AKÜ FEBİD* 12: 1-11.

TUİK. 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim: <http://www.tuik.gov.tr/>. (Erişim Tarihi 25 Eylül 2019).

Ulloa JB, Weerd JH, Huisman EA, Varreth JAJ. 2004. Tropical Agricultural Residues and Their Potential Uses in Fish Feeds: The Costa Rican Situation. *Waste Manage* 24(1): 87–97.

Yorgun S, Şensöz S, Şölen M. 1998. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli ve Değerlendirme Çalışmaları, *Uzman Enerji*, 8: 44-48.