

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAĞI: KATI ATIKLARDAN YAKIT BRİKETİ ÜRETİMİ

M. Said FİDAN⁽¹⁾, Nuri BOZALI⁽²⁾, Murat ERTAŞ⁽³⁾, M. Hakkı ALMA⁽⁴⁾,
Yüksel BÖLEK⁽⁵⁾

^(1,5)KSÜ, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

⁽²⁾KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

^(3,4)KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

saidfidan@myinet.com.tr; nbozali@ksu.edu.tr; mertas@ksu.edu.tr; alma@ksu.edu.tr; yuksel@ksu.edu.tr

Özet

Yenilenemeyen fosil yakıtların hızla azalması ve özellikle yüksek petrol fiyatlarından en çok gelişmekte olan ülkelerin etkilenmesinden dolayı, yeni ve ucuz enerji kaynaklarına olan ihtiyaç hızla artmaktadır.

Türkiye, komşu ülkelere oranla enerjisini pahalı elde eden bir ülkedir. Ülkemizin sağlıklı gelişmesi ve sanayileşmesinin önünde duran bu problem acil olarak çözüm beklemektedir. Farklı enerji üretim metotları arasında biyokütle ile tarımsal ve orman atıklardan enerji üretimi Türkiye'nin potansiyeli göz önüne alındığında son derece etkin bir şekilde kullanılabilir.

Bu çalışmada biyokütle olarak, bütün fosil dışı organik malzemeler, tarımsal üretimden artanlar (pamuk, buğday, mısır, sorgum, ayçiçek sapları vb.), orman endüstrisinden açığa çıkan ağaç atıkları ve bütün ağaç bölümleri, bütün katı organik şehir atıkları ve endüstriyel atıklar olarak ifade edilmiştir. Ülkemizin potansiyel biyokütlesi, diğer biyoenerji teknolojilerine göre daha pratik ve uygulanabilir olması nedeniyle briket (yoğunlaştırılmış katı yakıt) yapımında değerlendirilebilir.

Öncelikle kurtulmak istenilen ve atık olarak bakılan veya basit şekilde değerlendirilen malzemeler, bunların değer kazanmış bir ürüne çevrileceği yeni kurulan endüstriler için önemli bir hammadde kaynağına dönüşecektir. Böylece tarımsal atıklar değerli bir pazar ürününe dönüşecek, bu ise çiftçilere ve kırsal kesimde yaşayanlara yeni bir gelir kaynağı oluşturacaktır. Kırsal kesimlerde ve şehirlerde; toplama, depolama ve paketlenme işlemleri yanında briket fabrikaları da kurulacak, böylece bölgede yaşayanlara yeni istihdam oluşturulabilecektir.

Bu çalışmada, ülkemizin enerji problemi ve alternatif yakıt kaynağı olarak biyokütleden briket üretimi konusu hakkında derlenen bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji, tarımsal atıklar, briket, orman atıkları, biyokütle.

AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE: PRODUCTION OF FUEL BRIQUETTES FROM THE RIGID RESIDUES

Abstract

Since decreasing non-renewable fossil fuel resources quickly and effects of high at prices especially in need for the new cheap energy resources has been increasing fast.

Turkey obtain the energy expensive then its neighbors. This problem staying in front of the industrialization and development of the country need to be solved immediately. Energy production from biomass as well agricultural forestry residues among other energy production methods can be used effectively when Turkish energy production potential way considered.

Biomass in this paper is referred to non-fossil organic materials including residues such as trees and all tree parts from forestry management, agricultural production residues (cotton, wheat, corn, sorghum, sunflower stalks, etc.), all biosolids from municipal solid wastes (MSW), production residues from some industries such as timber, furniture, pulp/paper, textiles and vegetable oil factories. Turkey can perfectly utilize its biomass potential through production of fuel briquettes (densified solid fuel) as it is the simplest and practically applicable one amongst the other bioenergy technologies.

Firstly, materials that are considered as the waste to dispose or used in some basic ways will be an important raw materials for a new industry where these materials will be processed to a value added product. This will make the agricultural wastes to turn into a market product which will create an extra income for farmers and people living in rural areas. In these areas and cities as well, handling, storing, packaging and activities will be created in to addition establishment of briquette factories which all will offer a new job opportunities to local people.

In this review, energy problem of Turkey and briquette production from biomass as an alternative fuel source will be discussed.

Key Words: Energy, agricultural wastes, briquette, forest residues, biomass.

1. GİRİŞ

Petrol, kömür, doğal gaz ve uranyum yenilenemeyen enerji kaynakları olarak dünya enerji kaynağı rezervlerinin yaklaşık %94'ünü oluşturmaktadır. Ancak bu enerji kaynağı rezervleri gitgide artan dünya enerji ihtiyacını daha uzun süre karşılayamayacak kadar yetersiz bir seviyede kalmıştır. Bu gerçeğe ek olarak, 1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji krizi ve petrol fiyatlarındaki aşırı yükseliş, bütün dünyanın alternatif ve yeni enerji kaynakları konusunda araştırmalara yönelmesine neden olmuştur [1;2;3]. Bu noktada, biyokütle bir enerji kaynağı ve yakıt olarak değerlendirilebilecek önemli bir alternatif kaynaktır. Tanımı çok daha geniş olmasına rağmen bu çalışmada biyokütle (biomass) terimi, orman ve odun atıkları, kabuklar, yıllık bitkiler, tarımsal bitki atıkları, kereste ve mobilya fabrikası atıkları, kağıt ve tekstil fabrikası lifsel atıkları ile atık kağıtlardan oluşan bir organik kütleyi ifade etmek için kullanılmıştır [4;5;6]. Tablo 1 ve 2'de Türkiye'nin yıllık biyokütle üretim ve enerji değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'nin yıllık ana biyokütle üretim ve enerji değeri [7].

Biyokütle	Yıllık Potansiyel (milyon ton)	Enerji Değeri (milyon ton)
Yıllık Bitkiler	55	14,9
ÇokYıllık Bitkiler	16	4,1
Orman Artıkları	18	5,4
Tarım-Sanayi Artıkları	10	3,0
Orman Endüstri Artıkları	6	1,8
Hayvan Artıkları	7	1,5
Diğer	5	1,3
Toplam	117	32,0

Tablo 2. Türkiye'nin yıllık biyokütle üretim ve enerji değerleri [8].

Biyokütle	Yıllık Üretim (milyon ton)	Enerji Değeri (milyon kWh)
Buğday Saplari	26	117,9
Odon ve Odon Benzeri Maddeler	12	62,3
Koza Kabuklari	1	5,3
Fındık Kabuklari	0,35	1,9
Toplam	39,35	187,4

Türkiye'de, Tablo 3'de görüldüğü gibi yıllık toplam tarımsal atıklar 50 milyon ton civarında bulunduğu tahmin edilmektedir. 17.000 ton odunun yakacak amaçlı olarak 2000 yılında Türkiye ormanlarından elde edildiği kaydedilmiştir [9]. Şehir atıkları da başka bir biyokütle kaynağıdır ve özellikle büyük şehirlerde yüksek potansiyeli vardır. Kereste, mobilya, kağıt hamuru ve kağıt, tekstil fabrikalarında üretim faaliyetleri sonucu önemli ölçüde odun kabukları, yongalar, testere talaşları, lifsel atıklar gibi organik malzemelerden oluşan biyokütle; bunlardan daha uygun bir değerlendirme metodu olarak briket üretiminde kullanılabilir [10;11;12].

Tablo 3. Türkiye'nin tarımsal artık potansiyeli [13].

Tarımsal Artıklar	Yıllık Üretim (milyon ton)	Enerji Potansiyeli (milyon ton)
Buğday Saplari	26,4	7,2
Arpa Saplari	13,5	3,9
Mısır Saplari	4,2	1,2
Pamuk Sap ve Kozalari	2,9	0,9
Ayçiçek Saplari	2,7	0,8
Şeker Pancarı Saplari	2,3	0,7
Fındık Kabuklari	0,8	0,3
Yulaf Saplari	0,5	0,2
Çavdar Saplari	0,4	0,1
Pirinç Saplari	0,4	0,1
Meyve Kabuklari	0,3	0,1
Toplam	54,4	15,5

Biyokütle yakıldığında açığa çıkan karbon dioksit arazide bulunan canlı biyokütle tarafından kullanılmaktadır. Dolayısıyla yakıt briketi kullanılması sera etkisi yapan gaz

oluşumunu da düşürmektedir. Bunun için biyokütle enerji pazarında kapalı bir karbon çevrimi oluşturulmaktadır. Türkiye'nin enerji ihtiyacı Tablo 4 ve 5'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Türkiye'nin 1984-2010 yılları arasındaki enerji ihtiyacı (gigagram) [14;15].

Source	1984	1990	1995	2005	2010
Kömür	3464	6150	5905	12500	17000
Linyit	6408	9765	10570	30500	48000
Asfalt	97	123	-	205	250
Doğalgaz	36	3110	6218	23500	31000
Ham Petrol	17840	23901	29324	39500	47000
Hidrojen	1155	1991	3057	8500	11000
Jeotermal	19	85	138	180	350
Yakacak Odun	5177	5361	5512	7800	13000
Kullanılmış	2755	2548	1556	2500	3800
Güneş	-	21	52	125	250
Toplam	36951	53055	62332	125310	171650

Tablo 5. Türkiye'deki klasik ve planlı biyokütle miktarları (milyon ton) [15].

Yıl	Klasik Biyokütle	Modern Biyokütle	Toplam
1999	7,012	0,005	7,017
2000	6,965	0,017	6,982
2005	6,494	0,776	7,260
2010	5,754	1,660	7,414
2015	4,790	2,530	7,320
2020	4,000	3,520	7,520
2025	3,345	4,465	7,810
2030	3,310	4,895	8,205

Ülkemizde yaklaşık olarak 200 milyon ton/yıl üretim kapasitesi olan orman, tarımsal üretim, orman endüstrisi, kağıt ve tekstil fabrikası atıklarının şehir atıkları ve özellikle hurda kağıt karışımı ve bazı katkı maddeleri ile belli oranlarda, değişik basınç ve sıcaklık değerleri altında sıkıştırılması ve yoğunlaştırılması yoluyla yakıt briketi üretimi gerçekleştirilmektedir [16;17].

2. BRİKET ÜRETİMİNDEKİ HAMMADDELER

Pratik olarak toplanabilmesi mümkün ve belli bir potansiyeli bulunan organik katı atıklar hammadde olarak kullanılmaktadır. Briket üretimindeki hammaddeler;

Orman atıkları: Yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlar ile ağaç parçaları (dal, yaprak, kabuk, kök, gibi).

Tarımsal üretim atıkları: Genel olarak bitkisel kaynaklı materyaller (sap, dal, tohum, kabuk, yaprak gibi)

Fabrika atıkları: Kereste, mobilya, tekstil, pamuk, kağıt hamuru ve kağıt fabrikası atıkları (kabuk, yonga, talaş, organik tozlar, lifsel atıklar gibi hammadde işleme ile üretim atıkları)

Şehir atıkları: Belediye tarafından toplanan yerleşim yerleri atıkları (çöpler içerisindeki, hurda kağıt, kartonlar ve bunlardan yapılmış ürün paketleri ve diğer lignoselülozik çöpler) olarak sıralanabilir. Bazı ağaç türlerimizin gövde odunlarında tespit edilen bileşenler Tablo 6'da görüldüğü gibi belirtilmiştir.

Tablo 6. Bazı ağaç türlerimizin gövde odunlarında tespit edilen bileşenler [18].

Ağaç Türleri	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Sabit Karbon
Ladin	0,39	71,78	17,67
Gök nar	0,25	78,39	14,60
Kızıldağ	0,26	78,61	12,12
Karaçam	0,26	76,33	12,85
Meşe	0,38	74,48	14,69
Kayın	0,22	76,51	13,25
Kızıldağ	0,44	75,87	14,69
Gürgen	0,59	77,42	13,59

Tablo 7. Bazı yakıtların enerji değerleri [18].

Yakıtın Cinsi	Enerji Değeri
Fuel-oil	10.000 kcal/kg
Taş Kömürü	7.000 kcal/kg
Linyit	4.200 kcal/kg
Odun	3.000 kcal/kg

Toplanan hammaddeler sınıflara ayrılarak bir takım fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmektedir. Bu amaçla malzemelerin nem oranları, özgül ağırlık, kimyasal içerikleri tespit edilebilmektedir. Malzemelerin ayrıca kül miktarı, yanma sonucu açığa çıkan gazlar ve kalori değerleri de Tablo 7'de belirtildiği gibi tespit edilebilmektedir.

3. YAKIT BRİKETLEME YÖNTEMLERİ

Yakacak olarak değerlendirilmesi amaçlanan biyokütle materyalin sıkıştırılarak dağılmadan bir arada kalabilmesi için her şeyden önce, hammaddeyi oluşturan partiküllerin birbirine yapışması ya da bağlanması gereklidir. Aglomerasyon; gıda ve yeniden kazandırılmış materyallerin birbirlerine tutunmaları yoluyla agregatlar oluşturulmasına verilen addır. Bu işlemler ajitasyon ve sıkıştırma yöntemleri olarak kısaca iki kısma ayrılır. Ajitasyon aglomerasyonu sanayide genel olarak granülasyon olarak bilinmektedir. Sıkıştırma aglomerasyonu ise partiküler haldeki materyallerin veya karışımların bir sıkıştırma ekipmanı ile basınç etkisi altında aglomerasyonunun sağlandığı bir boyut büyütme yöntemidir. Bu

ikinci yöntemle ya sürekli yapıya sahip levhalar şeklinde ya da briket ya da tablet gibi çeşitli biçimlere sahip katı malzemeler üretilmektedir [19].

Basınçlı sıkıştırma işlemlerinde kullanılan ekipmanlar genel olarak iki sınıfa ayrılabilir. Bunlardan birincisi kapalı bir haznede sıkıştırma yapan aletler (döküm kalıplama, pistonlu sıkıştırıcılar, tablet yapıcılar ve dönel presler), ikincisi ise ekstrüzyon aletleridir (peletleme makinesi, vidalı ekstrüzyon cihazları ve vidalı presler). Bunlardan briketleme için en çok kullanılanları pistonlu ve vidalı preslerdir. Pistonlu presler, mekanik ya da hidrolik olarak çalıştırılabilir ve iki parçalı bir kalıptan meydana gelir. Bu kalıplardan üniform briketler üretilmekte olup; basınç ve ısı uygulaması partiküler haldeki materyalin, içinde bulunduğu kalıbın şeklini alacak biçimde akmasına ve sıkışmasına neden olmaktadır [19].

Ekstrüzyonla briketleme yönteminde vidalı presler en yaygın olarak kullanılan ekipmandır. Vidalı preslerde, materyalin kalıp içerisinde sürekli olarak plastik akışının sağlandığı bir vida kuvveti uygulanmaktadır. Üretilen briketler içerisinden geçtiği kalıbın yuvarlak olup olmamasına göre değişik biçimlerde oluşmaktadır. Bu tür makinalarda ıslak ve kuru ekstrüzyon teknikleri kullanılmakta olup, her iki durumda da parçacıklarla kalıp duvarları arasındaki sürtünme özellikleri önemli rol oynamaktadır [19].

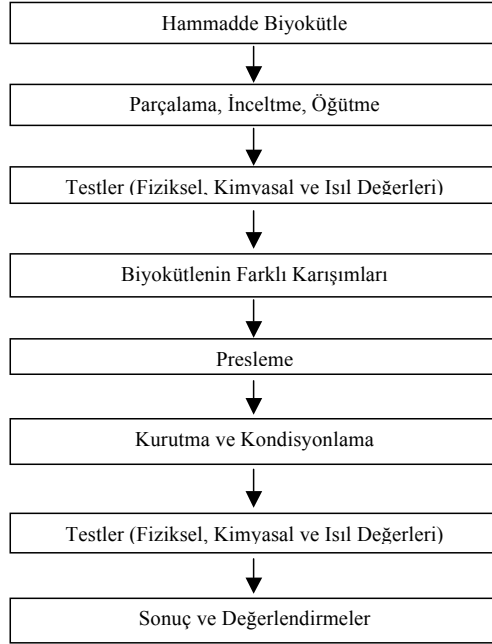
Pistonlu ve vidalı tip preslerin karşılaştırılması yapıldığında; vidalı preslerden elde edilen briketlerin Tablo 8'de de görüldüğü gibi yanma performanslarının daha iyi olduğu anlaşılmaktadır. Bunun başlıca nedeni, vidalı presten çıkan briketlerin ortasındaki boşluğun yeterli hava sirkülasyonunu sağladığından yanmanın iyi olması; buna karşılık pistonlu presten çıkan briketlerin homojen olmaması yüzünden yanmanın olumsuz etkilenmesidir [19].

Tablo 8. Briketlemede kullanılan pistonlu ve vidalı pres teknolojilerinin karşılaştırılması [19].

Kriterler	Pistonlu Pres	Vidalı Pres
Materyalin optimum nem içeriği	%10-15	%8-9
Temas yüzeylerindeki aşınma	Piston ve kalıpta az aşınma	Aşınma fazla
Ürünün makinadan çıkışı	Her sıkışmada	Sürekli
Güç tüketimi	50 kW/h	60 kW/h
Briket yoğunluğu	1-1.2 g/cm ³	1-1.4 g/cm ³
Makine bakımı	Fazla	Az
Briketlerin yanma performansı	Çok iyi değil	Çok iyi
Odun kömürüne dönüşümü	Olanaksız	Olanaklı
Briketlerin homojenliği	Homojen değil	Homojen
Gaz haline dönüşüm uygunluğu	Uygun değil	Uygun

4. YAKIT BRİKETİ ÜRETİMİ

Yakıt briketi üretim şeması Şekil 1'de gösterildiği gibi yapılmaktadır.



Şekil 1. Yakıt briketi üretimi.

Biyoküteller; parçalama, inceltme ve öğütme işlemlerine alınarak farklı ebatlarda yonga ve unlar elde edilir. Bunu takiben kurutulacak olan materyaller farklı yüzde karışımları ve katkı maddeleri ilavesi ile preslerde silindirik şekil ve farklı ebatlarda, değişik basınç ve sıcaklık değerlerinde briket yapımında kullanılmaktadır. Elde edilecek briket ebatları genelde 50, 60 ve 70 mm çap ve yüksekliklerinde yapılır. Briketler sırasıyla 600, 1200 ve 1800 kPa basınç ile 100, 150 ve 200 °C sıcaklık değerlerinde üretilmektedir. Briket üretiminde yoğunlaştırma işlemi sırasında bütün örnekler eşit sürelerde preslerde tutulurlar. Üretilen briketler sabit ağırlığa ulaşmaya kadar 100 °C sıcaklık altında fırında bekletilirler. Daha sonra kondisyonlanarak bir dizi testlerden geçirilmektedirler. Bu testler; yoğunluk, rutubet, nem tayini, ezilme ve kırılma dirençleri, ısıtma ve yanma deneyleri olarak farklı şekillerde uygulanmaktadır. Yanma deneyleri sonunda briketlerin yanma hızları, süreleri, açığa çıkan gazlar ve verdikleri ısı enerjileri bulunmaktadır [20;21]. Yakıt briketi üretiminde katkı maddeleri olarak atık kağıtlar, liginosülfonat, nişasta, tall yağı ve kepek ile NaOH karışımı farklı oranlarda kullanılmaktadır. Briketler, preslerde (vidalı veya pistonlu) farklı şekil ve ebatlarda hazırlanmış kalıplar içerisinde sıkıştırma metodu ile elde edilirler. Presleme

işlemindeki en önemli kriterler, malzemenin nem oranı, sıcaklık ve basınç şiddetidir. Buna ek olarak briket üretilecek materyalin karışım oranları ve içeriği de önemli bir kalite faktörüdür. Bu nedenle farklı şekillerde ve karışım oranlarında, değişik sıcaklık ve basınçlar altında oldukça fazla briket üretilmesi gerekmektedir.

Kondisyonlama işleminden çıkan yakıt briketleri ezilme ve kırılma deneylerine alınırlar. Briketlerin yakma deneyleri yapılarak, kül miktarı, kalori değerleri, yanma süresi ve şiddeti tespit edilmektedir. Ayrıca briketlerin yanma sonucu verdiği gaz miktarlarının da ölçülmesi gerekmektedir [22].

5. SONUÇLAR

Orman ürünlerini işleyen kereste, mobilya, kağıt hamuru, kağıt fabrikası ile tekstil fabrikası atıkları, çevreyi kirleten bir çöp olmaktan çıkıp ve bir hammaddeye dönüşmesi mümkündür. Tarımsal üretim atıklarının çöp sınıfından çıkması ve değerli bir hammadde konumuna gelmesi ise üreticiye ek gelir kaynağı olarak yansıtacaktır. Böylece; şehir çöplerinin yaklaşık %7-20'sini oluşturan hurda kağıt, karton ve gazetelerin enerjide dönüştürülmesi sağlanmış olacaktır. Bu çalışma genel olarak çöplerin daha gerçekçi değerlendirilmesi bilinci ve çalışmasını başlatması açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Ayrıca biyokütlenin daha farklı amaçlar için kullanılması konularında başka araştırmalara da başlangıç teşkil edecektir.

Bu şekilde yıllık üretimi toplam 50 milyon tonu geçen, Türkiye genelinde veya bazı bölgelere özel olarak üretilen potansiyel yıllık bitki artıkları daha optimum bir şekilde değerlendirilebilecektir. Genel olarak ülkemizde yüksek potansiyeli olan ve gereği gibi değerlendirilemeyen biyokütlenin yakıt briketi olarak değerlendirilmesi, ülkemizin enerji problemine olumlu yönde kısmen fayda sağlayacaktır. Sürdürülebilir bir enerji üretme metodunun gelişmesini sağlayacaktır. Orman atıkları daha optimum olarak değerlendirilerek enerji ormancılığının oluşmasına da bir katkı sağlayacaktır.

Yakıt briketi üretiminin rasyonel hale getirilmesi ile bazı bölgelerimizde değişik kapasitelerde çalışan tesisler kurulabilir. Bu ise kuruldukları yerlere yeni bir iş ve istihdam kaynağı oluşturarak ekonomiye katkı sağlayabilir. Kırsal kesime yakıt briketini tanıtmak ve kabul ettirmekle, kaçak orman kesimleri ciddi oranlarda azaltılarak ormanlarımızın korunması sağlanmış olunabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Zerbe, J.I. and Skog, K.E., (1988). Sources and Uses of Wood Energy // Proceedings of International Symposium "Energy Options for the Year 2000; Contemporary Concepts in Technology and Policy. pp. 1.243-1.254.
2. Rowell, R.M., Shultz, T.P. and Narayan, R., (1992). Emerging Technologies for Materials and Chemicals from Biomass, ACS series 476.
3. Hasselgren, K., (1998). Use of Municipal Wastewater in Short Rotation Energy Forestry-Full Scale Application. Biomass for Energy and Industry. Proceedings of the International Conference, Wurzburg, Germany, p. 835-8.
4. Gomes, R.S., Wilson, P.N., Coates, W.E. and Fox, R.W., (1997). Cotton (Gossypium) Plant Residue for Industrial fuel: an Economic Assessment. Industrial Crops and Products, 7:1±8.
5. White, D.H., Coates, W.E. and Wolf, D., (1994). Conversion of Cotton Plant and Cotton Gin Residues to Fuels by the Extruder-Feeder Liquefaction Process. In: Proceedings of the Liquid Fuels, Lubricants and Additives from Biomass Conference. Kansas City, pp.134-42.
6. Murphey, W. K. and Cutter, B. E., (1974). Gross Heat of Combustion of Hardwood Species at Differing Moisture Contents. Forest Production Journal, 24(2): 44-5.
7. Demirbaş, A., Bakış, R., (2004). Energy from Renewable Sources in Turkey. Energy Sources, Vol. 26, pp: 473-484.
8. Parikka, M., (2003). Woody Biomass Resources in Europe.
9. Konukçu, M., (1999). Turkish Forestry, The State Planning Organization, Ankara.
10. Geyer, W.A. and Walawender, W.P., (1994). Biomass Properties and Gasification Behavior of Young Black Locust. Wood and Fiber Sci, 26(3): 354-9.
11. Klasnja, B., Kopitovic, S. and Orlovic, S., (2002). Wood and Bark of Some Poplar and Willow Clones as Fuelwood, Biomass and Bioenergy 23: pp. 427-432.
12. Hansen, U., Strenziok, R., Meier, D. and Achenbach, D., (2002). Energy from Contaminated Waste Wood, Proceedings of Twelfth European Biomass Conference, Amsterdam, Netherlands, 17-21 June, Vol: 1, pp: 254-257.
13. Bolat, M., (2005). Use of Biomass Sources for Energy in Turkey and a View to Biomass Potential. Biomass and Bioenergy , Vol. 29, pp: 32-41.
14. Sürmen, Y., (2002). The Necessity of Biomass Energy for Turkish Economy. Energy Education Science and Technology, Vol. 10, pp: 19-26.
15. Saraçoğlu, N., (2007). The Importance of Bioenergy and Energy Forestry for Turkey. Zero Emission Power Generation Workshop, 16-18 Nisan 2007, Gebze.
16. Klasnja, B. and Kopitovic, S., (1996). Basic Thermal Characteristics of Poplar Wood in Direct Combustion Process. Biomass for Energy and the Environment. Proceedings of the Ninth European Bioenergy Conference, Copenhagen, Denmark, Vol. 2, p. 974-9.
17. Fao, (1995). Non wood forest products 3, Report of the International Expert Consultation on Non-Wood Forest Products, FAO. Rome, Italy.
18. Durkaya, A. ve Saraçoğlu, N., (1998). Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Enerji Ormancılığının Önemi. Ekoloji, Cilt: 7, Sayı: 27, s: 3-5.
19. Uçar, T. ve Yumak, H., (2001). Biyokütle Yakacakların Briketlenmesinde Kullanılan Teknolojiler, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 12-13 Ekim 2001, s:221-229, Kayseri.
20. Ooi, C. C., Bari, S. and Siddiqui, K.M.,(1998). Densification and Properties of Briquetted Wastes. Renewable Energy, 16-4.
21. Husain, Z., Zainac, Z. and Abdullah, Z., (2002). Biomass and Bioenergy, Briquetting of Palm and Shell from the Processing of Palm Nuts to Palm Oil, pp. 505 – 509.
22. Bhattacharya, S.C. and Shrestha, R.M., (1989). A Survey of Uncarbonised Briquettes and Biocoal Markets in Thailand. RERIC International Journal, 11: pp. 17-27.

