



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.302527



## Fındık zurufu atığından yakıt briketi elde edilmesi ve briquete ait bazı özelliklerin belirlenmesi

Bahadır Demirel, Gürkan Alp Kağan Gürdil\*

OMÜ Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ggurdil@omu.edu.tr

Geliş/Received 29/03/2017

Kabul/Accepted 27/10/2017

### ÖZET

Ülkemizin kalkınmasında önemli bir sorun olan artan enerji ihtiyacının özellikle petrol ve doğal gaz gibi dışa bağımlı kaynaklarca karşılanmaya çalışılması, ülke ekonomisi üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Türkiye fosil kaynaklar açısından fakir bir ülke olmasına karşın, yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından zengin kaynaklara sahiptir. Karadeniz Bölgesi, fındık yetiştiriciliği ve buna bağlı olarak hasat ve harman işlemlerinden sonra geriye kalan atık/artıklarından dolayı önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, Samsun'da tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan fındık zurufu atığı, yakıt briketi üretimi amacıyla kullanılmıştır. Kurutma işleminden sonra % 13-15 nem aralığına sahip tarımsal atıklar, 10 mm öğütme inceliği altında küçültülüp, 80 MPa sıkıştırma basıncında briketler elde edilmiştir. Fındık zurufu tarımsal atığı için elde edilen briketlerin ortalama alt ısıl değeri 4232 cal g<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Briketlerin kül içeriği değeri; % 10.65, tumbler indeksi % 75.82, shatter indeksi % 95.82 ve birinci dakika sonunda su alma direnci % 91.52 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Briket  
Enerji  
Fındık zurufu  
Tarımsal atık

### Production and characterization of fuel briquette from hazelnut husk residues

#### ABSTRACT

Turkey's energy status mainly depends on imported resources such as oil and natural gas. Such imported resources create extra load on the country's economy and cause an important problem on its development. Despite being a poor country in terms of fossil fuel, Turkey has rich renewable energy sources. In this study, hazelnut husks were used as an agricultural residue after harvesting to obtain fuel briquette. The materials were firstly dried up to 13 – 15 % moisture content and grinded into 10 mm size, and then they were pressed under 80 MPa pressure in order to form briquettes. Heating values of hazelnut husk briquette was found to be 4232 cal g<sup>-1</sup>. Ash content was 10.65 %, while tumbler index, shatter index and water resistance were 75.82 %, 95.82 % and 91.52%, respectively.

Keywords:

Briquette  
Energy  
Hazelnut husk  
Agricultural residue

© OMU ANAJAS 2018

### 1. Giriş

Enerjinin yeterli düzeyde sağlanması ekonomik ve sosyal kalkınmanın temelidir (İncekara, 2011; García ve ark., 2015; Ayamga ve ark., 2015). Değişen ve gelişen dünyada enerji gereksinmesi sürekli artmakta, var olan kaynaklar ise tükenmektedir (Kızılaslan ve Ünal, 2014). Mevcut kaynakların tükenme sorununun ve insan yaşamının küresel ısınma tehlikesiyle karşılaşmasından dolayı fosil yakıtların yerini artık yenilenebilir enerji kaynakları, yani doğada sürekli var olan, güneş, rüzgâr, biyokütle, biyoyakıtlar, jeotermal, hidrolik, okyanus kaynakları vb. almaya başlamıştır (Skeie ve ark., 2009). Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri ve diğer sanayileşmiş ülkelerde enerjinin neredeyse tamamı

kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir. (Geller, 2002). Özellikle gelişmiş ülkelerdeki yaşam tarzını tanımlayan ve onu geleneksel yaşam biçimlerinden farklılaştıran ve üstünlük sağlayan özellik, enerji bolluğudur (Prug ve ark., 2005). Ülkemizde nüfus artışı, konfor standartlarının yükselmesi, sanayi ve teknolojiye gelişmelere paralel olarak enerji tüketimi hızla artmaktadır. Bu enerji artışının Türkiye'nin sahip olmadığı özellikle doğal gaz gibi kaynaklara doğru yoğunlaşması ve kaynakların uluslararası güçlerce yönetilen fiyat artışlarının ülke ekonomisi üzerinde oluşturduğu ağır yük, Türkiye'nin kalkınmasında önemli bir problemidir.

Enerji sağlamada fosil yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere başlıca iki kaynak vardır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük özelliklerinin başında sürekli tekrarlanabilir olmaları ya da kaynağının tükenme hızından daha hızlı bir şekilde kendilerini yenileyebilmeleri geliyor. Bunun yanında bu teknolojiler, özellikle çevre dostu olmaları, ülkemiz açısından potansiyelinin yüksek olması ve ekolojik denge yönünden olumlu etkileri ile fosil yakıtlara nazaran üstünlük sağlamaktadır. Biyokütle de bu enerji kaynaklarından biri olup, son yıllarda mevcut artık potansiyelinden dolayı dikkate alınması gereken enerji kaynaklarından biridir.

Biyokütle enerjisi dünyada kömür ve petrolden sonra en büyük birincil enerji kaynağıdır ve dünya nüfusunun yarısından fazlası birincil enerji kaynağı olarak biyokütle kullanmaktadır (Öztürk ve Ekinci, 2016). Biyokütle tanım olarak, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Topal ve Arslan, 2008; Polat ve Aksu, 2009; Chouhan ve ark., 2014). Biyokütle genel olarak bitki veya hayvan kaynaklı hidrokarbon içeren maddelerdir ve çoğunlukla organik içeriklidir. Biyokütlenin çeşidine bağlı olarak içeriğindeki inorganik madde miktarı değişebilir. Çoğu biyokütle kaynağı bitkilerden oluşur. Bitkilerin atmosferden CO<sub>2</sub> ve topraktan su alarak; bunları karbohidratlara dönüştürmesiyle biyokütle meydana gelir (Kantarelis ve Zabaniotou, 2009; Özçiğçi ve Özbay, 2013).

Biyokütle kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahip olan ülkemizde, yılda ortalama 50 milyon ton çeşitli tarımsal ürün artığı üretilmektedir ve bu artıkların kullanım oranları oldukça düşüktür (Karaca ve ark., 2016). Açığa çıkan bu artıkların enerji değerinin 4.1017 kJ yıl<sup>-1</sup> olduğu ve toplam enerji tüketimimizin % 17'sini karşılayabileceği tahmin edilmektedir (Alibaş ve Ünal, 1995). Ayrıca tarımsal ürün artıklarının enerji kaynağı olarak değerlendirilebilmesinde ve çevreye olan etkilerinin belirlenmesinde ısı değer, kül içeriği ve baca gazı emisyon değerlerinin bilinmesi gereklidir.

Bu çalışmada, Samsun'da tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan fındık zuru tarımsal atığı kullanılarak 80 MPa sıkıştırma basıncı altında briketler elde edilmiştir. Elde edilen briketlerin ısı değer, kül içeriği ve baca gazı emisyon değerleri tespit edilmiştir ve ayrıca bu atıklardan elde edilen briketlerin alt ısı değerleri ve kül içerikleri mevcut yakıtlarla karşılaştırılmıştır.

### 1.1. Türkiye Tarımsal Atık Potansiyeli

Türkiye'de, 2012 yılında petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar birincil enerji arzının yaklaşık %90'ını karşılamıştır ve birincil enerji arzı 121 MTEP'dir (TMMOB Oda Raporu, 2014). Fosil yakıtlar bittiğinde, Türkiye enerji kıtlığı ve önemli enerji fiyat artışlarıyla karşı karşıya kalacaktır. Bundan dolayı, Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik gelişimi için yenilenebilir enerji kaynaklarının ve teknolojisinin kullanım ve gelişimi hayati bir önem taşımaktadır. Arz güvenliğini

artırmak ve çevre kirliliğine sebep olan sera gazlarını azaltmak amacıyla Türkiye yenilenebilir enerji politikalarına önem vermektedir.

Türkiye'nin toplam tarımsal alanı, yaklaşık 38.5 milyon hektardır. Bu tarımı yapılan alanların %40.2'si ekili alan, %11'i nadas alanı ve %10.4'ü meyve, sebze, zeytin ve bağ alanıdır (TUİK, 2014). Oldukça tarımsal atık çeşitliliğine sahip ülkemizde yıllık yaklaşık çıkan atık miktarı 50 milyon ton civarındadır, ancak bu kaynak yeterince iyi değerlendirilememektedir. Tarımsal atıklar genelde tarlalarda bırakılmakta veya hasat ertesi yakılmaktadır (Akpınar ve ark., 2009). Türkiye'de modern biyokütle enerjisinin kullanılmaya başlanması ülke ekonomisi ve çevre kirliliği açısından oldukça faydalıdır. Birçok ülke kendi ekosistemlerine elverişli olan tarımsal ürünlerden alternatif enerji elde etmektedir (Yıldırım, 2003). Türkiye dünya fındık üretiminde birinci sıradadır. Türkiye İstatistik Kurumunun verdiği bilgilere göre 660 bin ton kabuklu fındık üretimi ile Türkiye en yakın takipçisi İtalya'nın (85 bin ton) yaklaşık 6 katı fındık üretimine sahiptir (TUİK, 2014) (Çizelge 1). Fındık endüstrisi atıklarından fındığın sert kabuğunu saran fındık zuru tarımsal atıkların miktarı köy yerlerinde hayvanlara altlık olarak kullanılmaktadır ancak, önemli bir kısmı herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip çoğunlukla rastgele yakılıp bertaraf edilmektedir (Şekil 1).

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Araştırmada materyal olarak; Karadeniz Bölgesinde tarımı yapılan fındık zuru tarımsal atığı kullanılmıştır. Hasat ve harmanlama sonrası ortaya çıkan bu tarımsal atıklar doğal şartlarda nem oranı % 13-15 nem aralığına düşene kadar kurutulmuştur.

Materyal öncelikle çekiçli değirmen yardımıyla parçalanarak parçacık boyutları 10 mm parçacık boyutunda küçültülmüştür (Şekil 2). Ögütülen materyal briket elde edebilmek için herhangi bir yapıştırıcı madde kullanılmadan hidrolik tip pres yardımıyla 80 MPa basınç altında briketlenmiştir (Şekil 3). Materyalin briketleme öncesinde özgül kütlesi 140-150 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmektedir.

Elde edilen briketlerin yoğunlukları stereometrik yöntem ile belirlenerek 950-1115 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Sıkıştırıldıktan sonra yoğunluğu artan materyallerin depolama ve taşıma maliyetleri azaltılabilmektedir (Chen ve ark., 2015). Örneklerin alt ısı değerleri, EN 14918 standardına göre kalorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Materyallerin kül içerikleri ise EN 14775 standardına göre tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Dünya fındık üretimi (TUİK, 2014).

Ülke	Dünya Fındık Üretimi (Kabuklu Ton <sup>-1</sup> )								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	ORT:
Türkiye	530.000	661.000	530.000	800.791	500.000	600.000	430.000	660.000	588.974
İtalya	65.000	138.000	95.000	125.000	85.000	87.200	140.000	85.000	102.525
Azerbaycan	27.986	25.000	30.800	40.000	30.000	25.000	55.000	45.000	34.848
Gürcistan	16.393	14.000	25.000	35.000	27.000	40.000	30.000	40.000	28.424
ABD	25.400	39.010	33.570	36.280	42.600	24.500	35.000	36.000	34.045
İspanya	20.000	28.000	18.000	26.000	18.000	20.000	22.000	16.000	21.000
Diğerleri	47.876	52.244	48.880	5.900	20.000	27.000	27.000	27.000	31.988
Toplam	732.655	957.254	781.250	1.068.97	722.600	823.700	739.000	909.000	841.804



Şekil 1. Fındık bitkisi artık resimleri



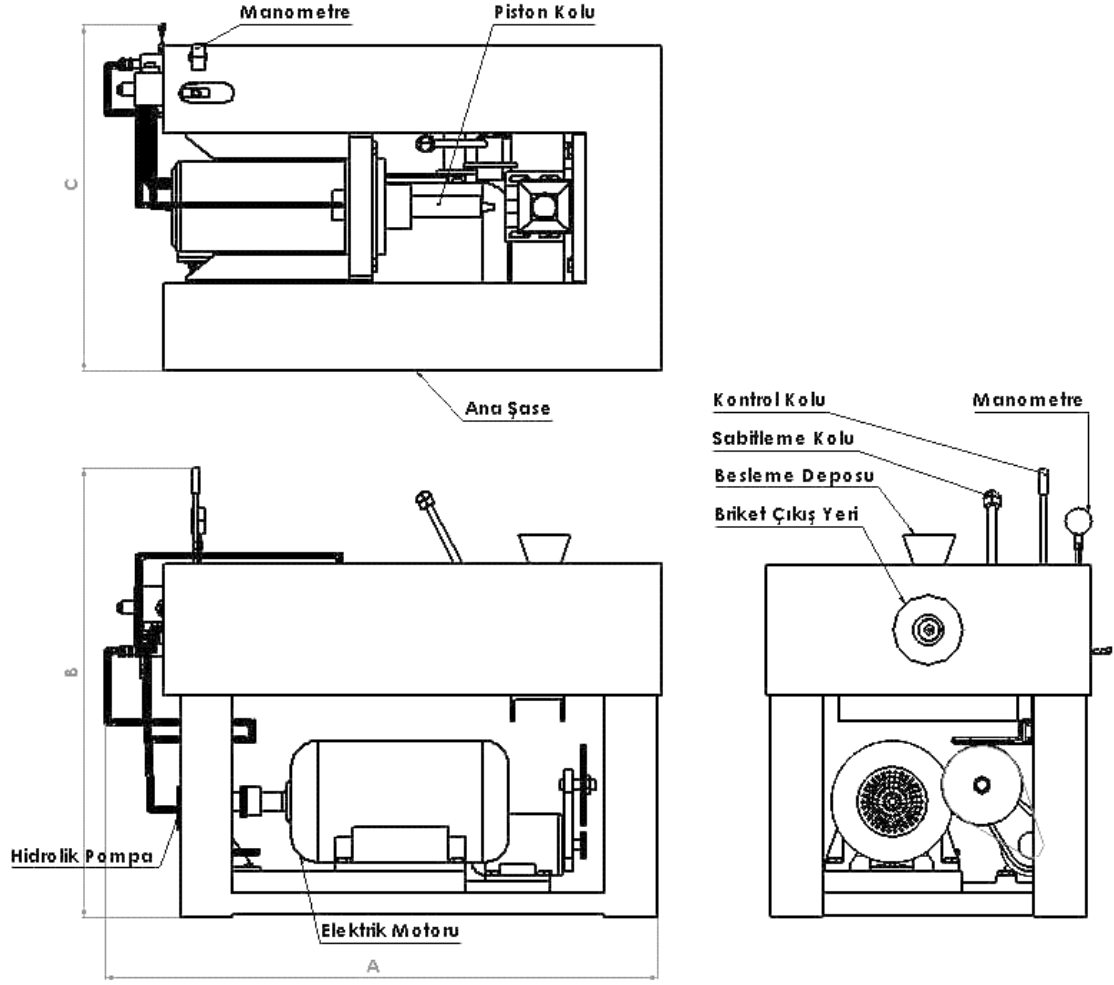
Şekil 2. Tarımsal artıkların öğütülmesi

Elde edilen briketlerin düşme dayanıklılık direnci (tumbler indeksi) testi EN 15210-2 standartına göre yapılmıştır. Briketlerin kırılma (shatter) direncinin belirlenmesinde, briketler test öncesi tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra briketler belirli bir yükseklikten (1-1.8 m) sert bir zemin üzerine 10 defa yere düşürülmüş ve tekrar tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Kırılma sonucu meydana gelen kayba bağlı olarak kırılma (shatter) direnci yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Briketlerin su alma direnci belirlenirken, her bir briket ağırlığı, suya daldırılmadan önce tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra her bir briket yaklaşık 11 °C sıcaklıktaki soğuk şebeke suyuna daldırılarak, 30'ar saniye aralıklarla ağırlıkları tekrar tartılarak

kaydedilmiştir. Su alma direnci, ağırlıktaki artışa bağlı olarak yüzde olarak hesaplanmıştır.

Ölçülen değerlerin varyans analizine uygunluğunu test etmek amacıyla normallik analizi Kolmogorov-Smirnov tek örnek testi ile yapılmış olup verinin normal dağılıma sahip olduğu ( $P>0.05$ ) ve varyans homojenliği Levene testi ile değerlendirilmiş olup varyansların homojen olduğu ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir. Bu durumda varyans analizinin güvenilir sonuçlar üretebileceği anlaşılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Analizler SPSS 20.0 yazılımında OMÜ lisansı ile yapılmıştır. Denemeler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 3. Hidrolik tip briketleme makinesi ve ana elemanları

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yapılan denemeler sonucunda, Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve materyal olarak kullanılan fındık zurufu tarımsal atığının %13-15 nem aralığında kurutulup 10 mm öğütme inceliği parçalandıktan sonra hidrolik tip briketleme makinesinde 80 MPa basınç altında briketlenmesi sonucu elde edilen briketlerin belirlenen alt ısıl enerji değerleri, kül içerikleri, tumbler ve shatter indeksi değerleri belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar bazı fosil yakıtlara ait alt ısıl değerlerle ve kül içerikleriyle karşılaştırılmıştır (Çizelge 2).

Fındık zurufundan elde edilen briketlerin ortalama alt ısıl değeri  $4232 \text{ cal g}^{-1}$  ve kül içeriği değeri; %10.65 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, diğer bazı yakıtlarla karşılaştırıldığında düşük olduğu fakat tarımsal faaliyetler sonrasında değerlendirilmeyen bu atıkların briket şeklinde yakıt kaynağı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca odunun alt ısıl değerinin  $2500 \text{ cal g}^{-1}$  olduğu düşünüldüğünde bu tarımsal atıklardan elde edilen briketlerin alt ısıl değerleri oldukça yüksektir (Gürdil ve ark., 2014).

Yüksek kül oranına sahip olan düşük kaliteli Soma-kömürüne ait ısıl değer fındık zurufu briketlerinin ısıl değerinden bile düşük olduğu görülmektedir. Briketleme işleminde Soma-kömürünün ısıl değerine yakın olması bu atıklardan yakıt briketlerinin üretilmesinin mümkün olacağını göstermektedir. Fındık zurufuna ait briketlerin düşme dayanıklılık direnci (tumbler) %75.82, ortalama kırılma direnci (shatter) %95.82 ve birinci dakika sonunda ortalama su alma direnci %91.52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3'de elde edilen değerler incelendiğinde, fındık zurufu tarımsal atığından 80 MPa sıkıştırma basıncı altında elde edilen briketlerin kırılma direnci testleri sonucunda 3 parçaya ayrılmış fakat tamamen dağılmadığı gözlemlenmiştir. Düşme dayanıklılık testi uygulanan örnekler için ise kırılma direnci testine göre daha az dayanıklılığa sahip olduğu fakat briketlerin dayanımının iyi olduğu belirlenmiştir. Düşme dayanıklılık ve kırılma direnci testlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde Karunanithy ve ark. (2012) ve Akman (2012) yılında yapmış olduğu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Atıklara ait alt ısıl değerler (Yaşam, 2015)

Ürünler	Alt Isıl Değer (cal g <sup>-1</sup> )	Kül İçeriği (%)
<b>Fındık Zurufu</b>	<b>4232</b>	<b>10.65</b>
Soma Kömürü	5500	27.3
Zonguldak kömürü	6100	14.3
Linyit	2750	19.10
Kalorifer Yakıtı	9700	0.1
Motorin (% Kütlesel)	10200	<0.01

Çizelge 3. Briketler için belirlenen bazı fiziksel özellikler

Fiziksel Özellikler	Değerler
Materyal yoğunluğu	140-150 kg m <sup>-3</sup>
Briket yoğunluğu	950-1115 kg m <sup>-3</sup>
Düşme dayanıklılık direnci	%76.72
Kırılma direnci	%95.82
Su alma direnci	%91.52

Briketlerin su alma dirençleri incelendiğinde, su alma sonucunda briketlerde 1. dakikadan sonra şişmeler meydana gelmiş ve briketlerin su içinde kalma süreleri arttıkça belirli bir süre sonunda tamamen parçalandığı gözlemlenmiştir. Su alma direnci testlerinde briket kalitesi için test edilen her dakikanın sonunda briket başlangıç ağırlığında %50'den daha az bir artışın olması gerekmekte olduğu belirtilmiş ve bu çalışmada elde edilen briketlerin bunu sağladığı görülmüştür.

Sonuç olarak Karadeniz Bölgesinde tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan fındık zurufu, tarımsal atığından elde edilen briketlerin sahip olduğu ısıl değerleri ve kül içerikleri bakımından katı yakıtlı çalışan yakma sistemlerinde alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Fındık zurufu tarımsal atığının herhangi bir yapıştırıcı madde kullanılmadan hidrolik tip briketleme makineleri ile oldukça kaliteli olarak briketlenebileceği görülmüştür. Bölgemizde tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan tarımsal atıklardan olan fındık zurufunun briketlenerek katı biyoyakıtla dönüştürülmesi ile hem tarımsal atıklar çevreye zarar vermeden bertaraf edilmiş olacaktır hem de bu alanda istihdam olanağı oluşturabileceğinden ülke ekonomisine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir (Demirel ve Gürdil, 2014).

## Teşekkür

Bu araştırma Ondokuz Mayıs Üniversitesi ZRT.1904.12.013 nolu proje ile BAP tarafından ve 1120454 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Akman, H.E., 2012. Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.) Damıtma atıklarının briketlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s, Antalya.
- Akpınar, O., K. Erdogan, Ş. Bostancı., 2009. Enzymatic production of xylooligosaccharide from selected agricultural wastes, Food and Bioproducts Processing, Cilt 87, 145-51.
- Alibas, K., H. Ünal., 1995. Ülkemizde sap ve samanın enerji potansiyeli ve sap-saman yakıcıların çalışma prensipleri. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S. 138-146, Bursa.
- Ayanga, E.A., Kemausuor, F., Addo, A., 2015. Technical analysis of crop residue biomass energy in an agricultural region of Ghana. Resources, Conservation and Recycling, 96: 51-60. doi: 10.1016/j.resconrec.2015.01.007.
- Chen, W.H., Peng, J. Bi, X.T., 2015. A state of the art review of biomass torrefaction, densification and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews 44: 847-866. doi: 10.1016/j.rser.2014.12.039.
- Chouhan, K., Ladhe, Y., Upadhayay, V., 2014. Biomass a versatile fuel for energy and power generation. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X PP, Volume 7:08-11.
- Demirel, B., Gürdil, G.A.K., 2014. Tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan atık/artıkların katı biyoyakıt olarak değerlendirilmesi, Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 229-238, 28-29 Mayıs 2014, Samsun.
- EN 14775, 2013 Solid biofuels - Determination of ash content.
- EN 14918, 2013 Solid biofuels - Determination of calorific value.
- EN 15210-2, 2013 Solid biofuels - Determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 2: Briquettes.
- García, R., Pizarro, C., Álvarez, A., Lavín, A.G., Bueno, J.L., 2015. Study of biomass combustion wastes. Fuel, 148: 152-159. doi:10.1016/j.fuel.2015.01.079.
- Geller, H., 2002. Energy Revolution: Policies for a Sustainable Future, Island Pres, 276 s, Washington DC.
- Gürdil, G.A.K., Demirel, B., Acar, M., Dok, M., 2014. Samsun'da tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan bazı tarımsal atıklardan elde edilen briketlerin özellikleri, Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal

- Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 123-130, 28-29 Mayıs 2014, Samsun.
- İncekara, Ç.Ö., Oğulata, S.N., 2011. Enerji darboğazında ülkemizin alternatif enerji kaynakları. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi Cilt 3 (1): 1-10, ISSN: 1309-8012.
- Kantarelis, E., Zabaniotou, A., 2009. Valorization of cotton stalks by fast pyrolysis and fixed bed air gasification for syngas production as precursor of second generation biofuels and sustainable agriculture. *Bioresource Technology*, 100 (2): 942-947. doi:10.1016/j.biortech.2008.07.061
- Karaca, C., Öztürk, H.H., Ekinci, K., 2016. Aydın ilinde bitkisel kökenli tarımsal biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi, 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, 47-56, 27-30 Eylül 2016, Samsun.
- Karunanithy C., Wang Y., Muthukumarappan K., Pugalandhi S., 2012. Physiochemical characterization of briquettes made from different feedstocks. *Biotechnology Research International*, Volume 2012, 1-12.
- Kızılaslan N., Ünal, T., 2014. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Biyoyakıt. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 26–33. ISSN: 2148-3647.
- Özçifçi, A., Özbay, G., 2013. Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, orman endüstri mühendisliği bölümü, mobilya endüstrisi atıklarından katalitik piroliz yöntemi ile biyoyakıt üretimi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, Cilt 28(3): 473-479. ISSN: 1304 – 4915.
- Öztürk, H.H., Ekinci, K., 2016. Türkiye'de biyokütleden elektrik üretimi: Mevcut durum ve beklentiler, 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, 17-26, 27-30 Eylül 2016, Samsun.
- Polat, F., Aksu, T., 2009. Yenilenebilir enerji kaynağından potansiyel yem kaynağına giden yol: damıtık tahıllar i- damıtık tahılların elde edilişi ve nitelikleri. *Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 4(3): 197-208. ISSN: 2147-9615.
- Prug, T., Christopher, F., Savin, L., 2005. Petrol ekonomisini değiştirmek, dünyanın durumu 2005 küresel güvenliği yeniden tanımlamak. *TEMA Vakfı Yayınları*, İstanbul, ss.125-153.
- Skeie, R.B., Fuglestedt, J., Berntsen, T., Lund, M.T., Myhre, G., Rypdal, K., 2009. Global temperature change from the transport sectors: historical development and future scenarios. *Atmospheric Environment* 43: 6260–6270. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.05.025.
- TMMOB Oda Raporu, 2014. Türkiye'nin enerji görünümü. Türkiye Makine Mühendisleri Odası. 3. Baskı, Ankara. Yayın No: MMO/616, ISBN: 978-605-01-0626-8.
- Topal, M., Arslan, E.I., 2008. Biyokütle enerjisi ve Türkiye. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, 241-247, 17-19 Aralık, İstanbul.
- TUİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, Geçerli adres URL: <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim: 25.03.2014).
- Ünal, H., Alibaş, K., 2002. Biyokütle enerji kaynağı olarak ayçiçeği sapının yakılması ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 113-128.
- Yaşam, 2015. Atıklara ait ısı değerleri. Geçerli adres URL: [http://http://www.yasam.com.tr/liste\\_goster.asp?id=37](http://http://www.yasam.com.tr/liste_goster.asp?id=37), (Erişim tarihi: 13.03.2015).
- Yıldırım, R.G., 2003. Dünyada ve Türkiye'de biyokütle enerjisi, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 357-360, 3-4 Ekim 2003, Kayseri.