



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Ketencik Bitkisi Sapının Bazı Teknolojik Özellikleri

M. Nevzat Örnek^{1,*}, Ali Yavuz Şeflek², Nurettin Kayahan², Mustafa Acaroğlu³, Haydar Haciseferoğulları²

¹Selçuk Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya

³Selçuk Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 17 Mart 2016

Kabul tarihi 20 Nisan 2016

Anahtar Kelimeler:

Ketencik
Kesme gerilmesi
Spesifik kesme enerjisi
Pelet özellikleri
Elemental analiz

ÖZET

Bu çalışmada, Konya İlinde 2013 yılında yazlık üretimi yapılan ketencik bitkisi saplarının kesme özellikleri ile ketencik peletinin fiziksel özellikleri ve yanma değerleri araştırılmıştır. Kesme deneyleri ketencik sapının %6.86, %10.51 ve %15.93 (y.b) nem değerlerinde, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.0 mm s⁻¹ yükleme hızı değerlerinde beş tekrarlı olarak yapılmıştır. Ayrıca ketencik sapları 10 mm pelet çapında ve 45 mm boyunda peletlenmiştir. Peletlerin fiziksel özellikleri ve elemental analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda, ketencik sapının kesme kuvveti 8.23-23.99 N, kesme gerilmesi 0.84-1.82 N mm⁻², kesme enerjisi 0.027-0.082 J ve spesifik kesme enerjisi ise 0.380-1.325 mJ mm⁻² değerleri arasında bulunmuştur. Elemental analiz sonucunda katıksız ketencik peletinin ısı değeri 4406 cal g⁻¹, karbon yüzdesi %40.61, hidrojen yüzdesi %5.86, sülfür yüzdesi %0.09 ve kül yüzdesi ise %4 olarak bulunmuştur.

Some Technological Characteristics of the Plant Camelina Stem

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 March 2016

Accepted 20 April 2016

Keywords:

Camelina
Cutting stretching
Specific cutting energy
Pellet characteristics
Elemental analysis

ABSTRACT

In this study, cutting characteristics of camelina stem, the physical properties of camelina pellets and burn values were investigated in 2013 which was made the summer production in Konya. The cutting experiments were made in humidity values and loading speed values of the camelina stem with five replicates as 6.86%, 10.51% and 15.93% (y.b) and 0.25, 0.50, 0.75 ve 1mm s⁻¹, respectively. Also, camelina stems were pelleted in the pellet diameter of 10 mm and the height of 45 mm. The physical properties of the pellets and elemental analyzes were made. In result of the research, the values of cutting force of camelina stem as 8.23-23.99 N, cutting stretching as 0.84-1.82 N mm⁻², cutting energy as 0.027-0.082 J and specific cutting energy as 0.380-1.325 mJ mm⁻² were found in the experiments. The calorific value of pure camelina pellet as 4406 cal g⁻¹, carbon as 40.61%, hydrogen as 5.86%, sulphur as 0.09%, and ash as 4% were found in the result of elemental analysis.

1. Giriş

Dünya nüfusu artmakta ve fosil kaynaklara olan talepte yükselmektedir. Petrol atmosferde yükselen karbondioksit düzeyine etki etmekte ve birçok çevresel sorunlara neden olmaktadır. Petrolün, alternatif ve sürdürülebilir kaynaklar ile yer değiştirilmesi için araştırmalar

yapılmaktadır. Bu nedenle bitkisel yağlar bir çözüm olarak görülmektedir.

Yağ bitkileri en değerli temel tarımsal ticaret materialıdır. Bu nedenle rafine yemeklik yağ ürünleri ve endüstriyel yağlara olan talep her geçen gün artmaktadır. Halen küresel bitkisel yağ üretiminde soya, kolza, ayçiçeği ve palm yağı önemli bir durumdadır (Carlsson, 2009). Ülkemizde yağ bitkisi olarak ayçiçeği, mısır, kamola, soya, aspir, susam, yerkıstığı ve haşhaşın üretimi

* Sorumlu yazar email: nevzat@selcuk.edu.tr

yapılmaktadır. Ancak sürdürülebilir üretim açısından yağ bitkilerinin daha fazla çeşitlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu bitkisel kaynaklar içinde ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinde bulunmaktadır. Türkiye'de ketencik bitkisinin Ankara koşullarında 14 cm sıra aralığında, 5 cm sıra üzeri mesafede ve farklı ekim zamanlarında ekimi sonucunda %29.32 ile %33.99 arasında yağ oranı ve 10.89 kg ha⁻¹ ile 23.53 kg ha⁻¹ arasında tohum verimi elde edilmiştir (Katar ve ark., 2012a). Yine ketencik tohumunun ilkbahar ekiminin Ankara ekolojik koşulları için mart ayının içerisinde yapılmasının uygun olduğu önerilmektedir (Katar ve ark., 2012b). Bir diğer çalışmada, yazlık ve kışlık olarak sekiz farklı zamanda ekilen ketencik bitkisinde %20.57 ile %39.47 arasında yağ oranı ve 0.03 kg ha⁻¹ ile 12.98 kg ha⁻¹ arasında yağ verimi elde etmişlerdir (Katar ve ark., 2012c).

İnsan beslenmesi açısından ketencik yağında yüksek miktarda bulunan Omega-3 ve Omega-6 yağ asitleri insan sağlığı için büyük bir öneme sahiptir. Aynı zamanda verniklerin ve kozmetik sanayinin ihtiyaçlarını karşılamakta (Zubr, 1997; Matthäus, 2004) ve ilaç endüstrisinde (Berti ve ark., 2011) kullanılmaktadır.

Tarımsal materyallerin fiziksel özellikleri arasında kesme, gerilme, eğilme, yoğunluk ve sürtünme özellikleri sayılabilir. Bu özellikler materyalin türü, nem içeriği, hasat tarihi, kimyasal kompozisyonu ve sap çapı gibi özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu fizikomekanik özelliklerden kesme gerilmesi gerçekçi olarak belirlenirse, bu ürünü hasat edecek makinenin projelendirme başarısını artırmaktadır. Böylece uygun bıçak tasarımı ve işletme parametreleri seçilebilmektedir.

Materyalin kesit alanı ve nem içeriğinin kesme enerjisi ve kesme kuvveti üzerine önemli bir etkisinin olduğunu bildirmektedirler (Prasad ve Gupta 1975; ChiveErbach 1986). Yonca saplarının değişik nem içeriklerinde maksimum kesme gerilmesi değerlerinin 0.4 ile 18.0 MPa arasında değiştiğini bildirmektedirler (Halyk ve Hurlbut, 1968). Saha çimleri üzerinde makaslama kesme gerilmesini 16 MPa ve kesme enerjisi ise 12.0 mJ mm⁻² olarak bulunmuştur (McRandal ve McNulty 1980). Kenevir bitkisi için maksimum kuvvet değerinin 243 N ve toplam kesme enerjisinin 2.1 J olarak belirlenmiştir (Chen ve ark. 2004). Aynı zamanda sorgum sapının mekanik özellikleri ile ilgili (Chattopadhyay and Pandey, 1999), ayçiçeği sapı ile ilgili (İnce ve ark. 2005), mısır sapı ile ilgili (Chen ve ark. 2007), yonca sapı ile ilgili (Galedar ve ark. 2008), arpa sapı ile ilgili (Tavakoli ve ark. 2009), çeltik sapı ile ilgili (Zhou ve ark. 2012) ve şeker kamışı sapları için (Taghinezhad ve ark., 2013) araştırmalar bulunmaktadır.

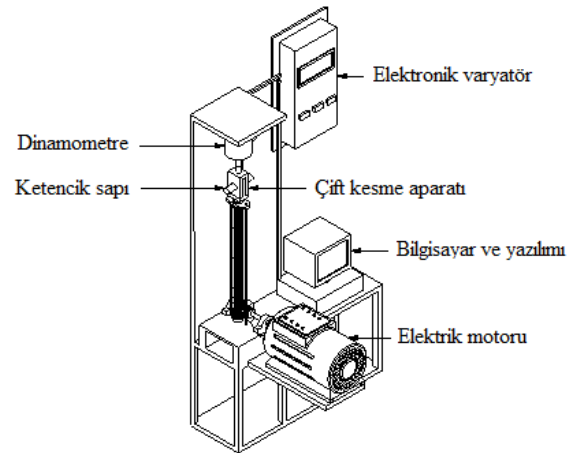
Enerjide dışa bağımlılığımızı azaltmak, çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunmak, istihdam oluşturmak ve ürün maliyetini düşürmek için yerli yenilenebilir enerjide temel araştırmalar yürütmemiz kaçınılmazdır. Aynı zamanda tarımsal atıkların çiftçiye yönelik olarak ekonomik açıdan geri dönüşümünü sağlamamız gerek-

mektedir. Bu kapsamda briket ve pelet katı yakıtlar önemini artırmaktadır. Yukarıda açıklandığı gibi ketencik sapının kesme özellikleri ve pelet özellikleri ile ilgili çalışma bulunmaması nedeniyle bu araştırma planlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Konya'nın Ilgın ilçesinde 2013 yılında yazlık olarak üretimi yapılan ketencik bitkisi sapsuları kullanılmıştır. Ketencik sapsuları üç farklı hasat zamanında hasat edilmiştir. Bu hasat zamanlarında %6.86 (N₁), %10.51 (N₂) ve %15.93 (N₃) (y.b) nem değerleri elde edilmiş ve kesme deneyleri yapılmıştır. Tüm deneyler sapın orta kısmında yapılmış ve sapın geometrik ortalama çap değerleri kullanılmıştır.

Ketencik sapsularının kesme kuvvetini belirlemek için deneysel bir kesme düzeneği kullanılmıştır (Şekil 1). Bu test ünitesi, tahrik (AC elektrik motoru, elektronik redüktör), kesme gerilmesini ölçme aparatı ve veri toplama (bilgisayar kartı ve yazılımı) bölümlerinden oluşmaktadır.



Şekil 1
Kesme düzeneği

Kesme deneyleri 0.25 (V₁), 0.50 (V₂), 0.75 (V₃) ve 1 mm s⁻¹ (V₄) bıçak hızı değerlerinde, beş tekrarlı olarak yapılmıştır. Kesme gerilmesi (τ) MPa cinsinden aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Mohsenin, 1980). Formülde, F_{smax} kesme kuvveti (N) ve A ise ketencik sapının kesit alanıdır (mm²).

$$\tau = \frac{F_{s \max}}{2A} \quad (1)$$

Kesme hızı ve zaman eğrileri her ölçümdeki ketencik sapı için ayrı ayrı çizilmiştir. Kesme enerjisi bu eğrilerin altındaki alan kullanılarak hesaplanmıştır (Chen ve ark., 2004). Eğrilerin altındaki alanlar SigmaScan Pro yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Spesifik kesme enerjisi E_{SC} ise (mJ mm⁻²) aşağıdaki denklemle bulunmuştur (Mohsenin, 1980). Denklemde, E_S toplam kesme

enerjisi (mJ) ve A ise ketencik sapının mm² olarak kesit alanıdır.

$$E_{SC} = \frac{E_s}{A} \quad (2)$$

Ketencik sapları 10 mm çapındaki pelet boyut standardına göre peletlenmiştir (Acaroğlu ve Haciseferoğulları 2014). Yakıt kalite güvencesi için CEN/TS 15234, numune alma ve numune hazırlamada için CEN/TS 14778-1 ve CEN/TS 14780, mekanik dayanıklılık standardı için CEN/TS 15210-2 ve yoğunluk için BS EN 15103 standartları esas alınmış ve ölçümler yapılmıştır. Yanma testleri ise adyabatik kalorimetre cihazında yapılmıştır.

Kesme deneyleri sonucunda elde edilen kesme kuvveti, kesme gerilmesi, kopma enerjisi ve spesifik kesme enerjisi değerlerine, ürün neminin ve yükleme hızının etkisini belirlemek için varyans analizi ve LSD testleri uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Tablo 1

Ketencik bitkisi sapının kesme deneylerinde elde edilen kuvvet, kesme gerilmesi, kopma enerjisi ve spesifik kesme enerjisi değerleri ve nem değerlerine uygulanan LSD testi sonuçları

Nem (%)	Yükleme hızı (mm s ⁻¹)	Geometrik ortalama çap (mm)	Kuvvet (N)	Kesme gerilmesi (N mm ⁻²)	Kesme Enerjisi (J)	Spesifik kesme enerjisi (mJ mm ⁻²)
N ₁	V ₁	2.94	23.99	1.82	0.079	1.325
	V ₂	3.49	22.27	1.41	0.061	0.838
	V ₃	3.37	21.03	1.39	0.054	0.691
	V ₄	3.07	19.58	1.25	0.082	0.678
	N ₁ ortalaması			21.72 _a	1.47 _a	0.069 _a
N ₂	V ₁	2.23	14.88	1.73	0.049	0.938
	V ₂	1.98	9.36	1.51	0.039	0.891
	V ₃	2.03	8.74	1.19	0.027	0.785
	V ₄	2.10	8.50	1.23	0.036	0.380
	N ₂ ortalaması			10.38 _b	1.42 _a	0.038 _b
N ₃	V ₁	2.39	13.27	1.40	0.050	1.186
	V ₂	2.41	9.54	1.05	0.032	0.829
	V ₃	2.55	9.41	0.90	0.029	0.751
	V ₄	2.47	8.23	0.84	0.028	0.700
	N ₃ ortalaması			10.12 _b	1.05 _b	0.035 _b
			LSD=3.679	LSD=0.3362	LSDS=0.0249	

Tablo 2

Ketencik bitkisi sapının kesme deneyinde elde edilen yükleme hızı değerlerine uygulanan LSD testi sonuçları

	Kuvvet (N)	Kesme gerilmesi (N mm ⁻²)	Spesifik kesme enerjisi (mJ mm ⁻²)
V ₁	17.38 _a	1.68 _a	1.149 _a
V ₂	13.73 _{ab}	1.34 _{ab}	0.852 _{ab}
V ₃	13.06 _b	1.25 _b	0.742 _b
V ₄	12.11 _b	0.98 _b	0.586 _b
LSD=4.248			LSD=0.3882
			LSD=0.3922

Ketencik bitkisi saplarının kesme deneylerinden elde edilen sonuçlar topluca Tablo 1'de verilmiştir. Tablonun incelenmesiyle kesme kuvveti değerlerinin 8.23 ile 23.99 N arasında değiştiği görülmektedir. Uygulanan varyans analizi sonucunda, kesme kuvveti değerlerine materyal neminin (F=46.69) ve yükleme hızının (F=4.24) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Materyal nemi x yükleme hızı interaksyonu ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F=0.20). Genel olarak nem değerleri ve yükleme hızı değerleri arttıkça kesme kuvveti değerleri azalma göstermiştir. Kesme kuvveti değerlerine uygulanan LSD testi sonucunda, materyal neminin %6.86 olduğu değerlerde elde edilen ortalama kesme kuvveti değeri (21.72 N) diğer nem değerlerinde elde edilen kesme kuvveti değerlerinden farklılık göstermiştir. Yükleme hızı değerleri incelendiğinde ise 0.25 mm s⁻¹ yükleme hızındaki kesme kuvveti değerinin (17.38N) diğer yükleme hızı değerlerine göre farklılık gösterdiği görülmektedir (Tablo 2).

Ketencik saplarının kesme gerilmesi 1.82 ile 0.84 N mm⁻² değerleri arasında bir değişim göstermiştir. Varyans analizi sonucunda, kesme gerilmesi değerlerine materyal neminin (F=12.08) ve yükleme hızının (F=7.93) etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.01). Materyal nemi x yükleme hızı interaksyonu ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (F=0.61). Tablo 1 ve 2' nin incelenmesiyle nem değerleri ve yükleme hızı değerleri arttıkça kesme gerilmesi değerleri azalma eğilimi göstermiştir. Materyal neminin %15.93 olduğu nem değerinde elde edilen ortalama kesme gerilmesi değeri 1.05 N mm⁻² olarak elde edilmiş ve diğer nem değerlerine oranla daha düşük bir değerde bulunmuş ve uygulanan LSD testi sonucunda istatistiksel olarak da farklılık göstermiştir. Yükleme hızı değerlerinin 0.25 mm s⁻¹ olduğu değerde kesme gerilmesi 1.68 N mm⁻² olarak bulunmuş ve diğer yükleme hızı değerlerine göre istatistiksel bir fark oluştuğu saptanmıştır.

Belirlenen kesme enerjisi değerleri 0.027 ile 0.082 J arasında bulunmuştur. Kesme enerjisi değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, materyal neminin (F=16.68) istatistiksel açıdan önemli (p<0.01), yükleme hızı (F=0.93) ve nem x yükleme hızı interaksyonunun (F=0.33) ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Ketencik sapı nem değerinin düşük olduğu %6.86'lık değerinde elde edilen ortalama kesme enerjisi değeri 0.069 J olarak elde edilmiştir. Bu nem değerinde elde edilen kesme enerjisi değeri diğer nem değerlerine oranla daha yüksek ve istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 3

Ketencik peletinin fiziksel özellikleri ve yanma değerleri (pelet çapı 10 mm ve boyu 45 mm)

Değerler	Katkısız pelet	Katkılı pelet
Pelet özellikleri		
Dayanıklılık direnci (%)	99.68	99.99
Kırılma direnci (%)	99.54	99.60
Su Alma Direnci (%)	6.50	6.90
Hacim ağırlığı (kg m ⁻³)	1326	1345
Elemental analizler		
Isıl değeri (cal g ⁻¹)	4406	4503
Karbon (%)	40.61	39.56
Hidrojen (%)	5.86	5.45
Sülfür (%)	0.09	0.12
Kül (%)	4.00	6.30

Ketencik saplarının spesifik kesme enerjisi değerleri 0.380 ile 1.325 mJ mm⁻² değerleri arasında bir değişim göstermiştir. Spesifik kesme enerjisi değerlerine yapılan varyans analizi sonucunda, yükleme hızı değeri (F=2.97) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Materyal nemi (F=0.38) ve materyal nemi x yükleme hızı interaksyonu (F=0.31) ise istatistiksel ola-

rak anlamlı bulunmamıştır. Materyal neminin ve yükleme hızının artmasına bağlı olarak spesifik kesme enerjisi değerleri azalma eğilimi göstermiştir. Ancak bu değerler incelendiğinde 0.50, 0.75 ve 1 mm s⁻¹ yükleme hızı değerlerinde istatistiksel bir farklılık oluşmadığı görülmektedir (Tablo 2).

Ketencik peletinin fiziksel özellikleri ve elemental analiz sonuçları Tablo 3'de görülmektedir. Katkılı ketencik peletinden elde edilen dayanıklılık direnci, kırılma direnci, su alma direnci ve hacim ağırlığı değerleri katıksız ketencik peletine oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla %99.99, %99.60, %6.90 ve 1345 kg m⁻³ olarak elde edilmiştir.

Elemental analiz sonuçlarına göre katkılı ketencik peletinin ısıl değerinin katıksız ketencik peletine göre %10, karbon oranının %2, sülfür oranının %7 ve kül oranının ise %33 daha fazla olduğu görülmektedir.

4. Teşekkür

Bu çalışmaya desteklerinden dolayı KONYA Çimento Sanayi A.Ş.'ye ve BİYOSFER Biyokütle Enerji Çözümleri Geri dönüşüm Makine Mühendislik San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

- Acaroğlu M, Haciseferoğulları H (2014). *Biyokütle Enerjisinde Briketleme ve Peletleme Yeni Test Prosedürleri*. 2014 Kış Okulu Biyokütle Enerji Teknolojileri, 10-15 Şubat, İzmir, 47-84.
- Berti M, Wilckens R, Fischer S, Solis A, Johnson B (2011). Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. *Industrial Crops and Products* (34):1358-1365.
- BS EN 15103 (2009). Solid biofuels - Determination of bulk density.
- Carlsson AS (2009). Plant oils as feed stock alternatives to petroleum - A short survey of potential oil crop platforms. *Biochimie* (91): 665-670.
- CEN/TS 14778-1 (2005). Solid biofuels - Sampling Part 1: Methods for sampling.
- CEN/TS 14780 (2005). Solid biofuels -Methods for sample preparation.
- CEN/TS 15210-2 (2005). Solid biofuels - Methods for the determination of mechanical durability of pellets and briquettes. Part 2: Briquettes.
- CEN/TS 15234 (2006). Solid biofuels - Fuel quality assurance.
- Chattopadhyay PS, Pandey KP (1999). Mechanical properties of sorghum stalk in relation to quasi-static deformation. *Journal of Agricultural Engineering Research* (73): 199-206.

- Chen Y, Gratton JL, Liu J (2004). Power requirements of hemp cutting and conditioning. *Biosystems Engineering* 87(4): 417-424.
- Chen, YX, Chen J, Zhang YF, Zhou DW (2007). Effect of harvest date on shearing force of maize stems. *Livestock Sciences* 111(1-2): 33-44.
- Choi CH, Erbach DC (1986) Corn stalk residue shearing by rolling coulters. *Transactions of the ASAE* 29(6): 1530-1535.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1983). *Araştırma Deneme Metotları (İstatistik Metodları II)*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı; 295, Ankara.
- Halyk RM, Hurlbut LW (1968). Tensile and Shear Strength Characteristics of Alfaalfa Stems. *Transaction of the ASAE* 11(3): 256-257.
- Ince A, Ugurluay S, Guzel E, Ozcan MT (2005). Bending and Shearing Characteristics of Sunflower Stalk Residue. *Biosystems Engineering* 92(2): 175-181.
- Katar D, Arslan Y, Subaşı İ (2012a). Kışlık Farklı Ekim Zamanlarının Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Bitkisinin Verim ve Verim Öğelerine Etkisi. *GOP Ziraat Fakültesi Dergisi* 29 (1): 105-112.
- Katar D, Arslan Y, Subaşı İ (2012b). Ankara Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Bitkisinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Dergisi.* 43 (1): 23-27.
- Katar D, Arslan Y, Subaşı İ (2012c). Ankara Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) Bitkisinin Yağ Oranı ve Bileşimi Üzerine Olan Etkisinin Belirlenmesi. *Te-kirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 9 (3): 84- 90.
- Matthäus B (2004). Leindotteröl – ein altes Öl mit neuer Zukunft? *Ernährungs-Umschau* 51: 12- 16.
- McRandal DM, McNulty PB (1980). Mechanical and physical properties of grasses. *Transaction of the ASAE* 23(4): 816-821.
- Mohsenin NN (1980). *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Galedar MN, Tabatabaeefar A, Jafari A, Sharifi A, Rafiee S (2008). Bending and Shearing Characteristics of Alfalfa Stems. *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal*. Manuscript FP 08 001. Vol. X. May.
- Prasad J, Gupta CB (1975). Mechanical properties of maize stalks as related to harvesting. *Journal of Agricultural Engineering Research* 20(1): 79-87.
- Taghinezhad J, Alimardani R, Jafari A (2013). Effect of moisture content and dimensional size on the shearing characteristics of sugar cane stalks. *Journal of Agricultural Technology* 9(2): 281-294.
- Tavakoli H, Mohtasebi SS and Jafari A (2009). Effect of Moisture Content and Loading Rate on the Shearing Characteristics of Barley Straw by Internode Position. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript 1176. Vol. XI. March.
- Zhou D, Chen J, She J, Tong J, Chen Y (2012). Temporal dynamics of shearing force of rice stem. *Bio-mass and Bioenergy* 47: 109-114.
- Zubr J 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products*. 6 (2): 113-119.