

Türkiye'nin Tarımsal Atık Biyokütle Enerji Potansiyelindeki Değişim

Mahmut POLAT*

*Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Eskişehir

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): polat.mahmut@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 13.05.2020

Kabul tarihi (Accepted): 02.10.2020

DOI: 10.21657/topraksu.692275

Öz

Genel anlamda biyoküteller, yakıt olarak kullanılabilen organik maddeleri içerir ve kuru ağırlıklarıyla ölçülürler. Biyokütle enerjisi ise, bu maddelerin yakılması neticesinde elde edilen enerjidir. Tarımsal biyokütlenin hammaddesi tarımsal kökenli atık veya artıklardır.

Bu çalışmada, Türkiye'de en çok tarımı yapılan buğday, arpa, mısır, ayçiçeği, pamuk ve şekerpancarı olmak üzere toplam 6 ürünün 2001 ve 2018 yıllarına ait üretim verileri kullanılmıştır. Tarımsal atık kökenli biyokütle potansiyeli ürün ve yıl bazında hesaplanarak 18 yıldaki değişim irdelenmiştir.

Türkiye'nin 2001 ve 2018 yılında tarımsal atık yönünden sahip olduğu biyokütle enerji potansiyeli sırasıyla, 53 493.91 GWh ve 67 984.03 GWh olarak hesaplanmıştır. Bu 18 yıllık zaman zarfındaki değişim ise yaklaşık olarak %27 dir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, biokütle, tarımsal atıklar, ısı değer

The Variation of Agricultural Wastes Biomass Energy Potential of Turkey

Abstract

In general terms, biomass contains organic materials that can be used as fuel and are measured by their dry weight. Biomass energy which is obtained as a result of burning these materials. The raw material of agricultural biomass is agricultural wastes or residues.

In this study, agricultural production data was used for six species crops, including wheat, barley, sunflower, maize, cotton and sugar beet which is common cultivation of Turkey, year of 2001 and 2018. The biomass potential of agricultural residues was calculated on the basis of product and year, and the change for 18 years period was examined.

The agricultural residues biomass energy potential of Turkey has been estimated that approximately 53 493.91 GWh and 67 984.03 GWh, for year of 2001 and 2018 respectively. The change for this 18 years period is approximately 27%.

Keywords: Turkey, biomass, agricultural wastes, heating value

GİRİŞ

Tarımsal kökenli biyoküteller, fosil kökenli yenilenebilir enerji üretimi potansiyeli yönünden yakıtlara alternatif olan, daha temiz bir çevre ve önemli bir seçenektir.

Türkiye de birçok tarımsal ürüne ait atıklar, hasat sonrası tarlalarda ya çürümeye bırakılmakta ya da yakılmaktadır. Atıkların yakılması, toprakta bulunan faydalı mikroorganizma ve hayvanların yok olmasına ve toprağın üst tabakasını yakarak bazı kimyasal ve fiziksel değişimlere de sebebiyet vermektedir. Ayrıca bu atıklar, aynı zamanda tarla ile ilgili yapılacak mekanizasyon çalışmalarına da bazen engel olabilmektedir (Şekil 1-5).



Şekil 1. Buğday-arpa atıkları.



Şekil 2. Mısır atıkları.



Şekil 3. Ayçiçeği atıkları.



Şekil 4. Pamuk atıkları.



Şekil 5. Şekerpancarı atıkları.

Bu noktada, çiftçileri anız yakma alışkanlığından vazgeçirme sebeplerden birisi de tarımsal artıkların (ek gelir kaynağı olarak) ekonomik açıdan geri dönüşümünü sağlamaktır. Bu ise tarımsal artıkların değerlendirilmesi yöntemleri ile ilgili olup; bu yöntemlerden birisi de tarımsal artıkların Termik Santrallerde yakıt olarak kullanılarak enerji elde edilmesidir.

Tarımsal atık kökenli biyokütle enerjisinin temel ilkesi bitkisel atık ve/veya artıkların yakılması neticesinde açığa çıkan ısıdan enerji elde edilmesidir.

Türkiye de 2001 yılında 19 000 000 ton buğday, 7 500 000 ton arpa, 2 200 000 ton mısır, 650 000 ton ayçiçeği, 2 357 892 ton kütlü pamuk ve 12 632 522 tonda şekerpancarı ürün üretilmiştir. Aradan geçen 18 yıl sonra 2018 yılında bu miktarlar; 20 000 000 ton buğday, 7 000 000 ton arpa, 5 700 000 ton mısır 1 949 229 ton ayçiçeği, 2 570 000 ton kütlü pamuk ve 17 436 100 tonda şekerpancarı olarak değişim göstermiştir (TÜİK, 2019).

MATERYAL VE METOT**Materyal**

Bu çalışmada materyal olarak, Türkiye'de en çok tarımı yapılan buğday, arpa, mısır, ayçiçeği, pamuk ve şekerpancarı olmak üzere toplam 6 ürünün 2001 ve 2018 yıllarına ait üretim verileri kullanılmıştır.

Metot

Tarımsal atık miktarı ile ürün verim arasında dolayısıyla hasat indeksi ile ürün miktarı arasında bir ilişki mevcuttur. Literatürde tarımsal atıkların hesaplanması ile ilgili farklı yöntemler mevcut olmakla birlikte, bu çalışmada hasat indeksine dayanan hesaplama yöntemi kullanılmıştır (Mardikis, 2004).

Hasat indeksi ile atık miktarı arasındaki bağıntı aşağıda verilen eşitlikte olduğu gibi ifade edilebilir:

$$HI = \frac{M_u}{M_a + M_u} \quad (1)$$

$$M_a = M_u * \left(\frac{1}{HI} - 1 \right) \quad (2)$$

Burada, M_a ; atık miktarı (ton), M_u ; ürün miktarı (ton), HI ; hasat indeksi (-).

Atığın kuru madde miktarı ile sahip olduğu nem miktarı arasında ise;

$$M_k = M_a * (1 - r_n) \quad (3)$$

şeklinde bir ilişki mevcuttur.

Burada; M_k ; atığın kuru madde miktarı (ton), r_n ; nem oranı (%).

Tarımsal ürünlerden elde edilen atıkların tamamının kullanılabilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla her atığa ait kullanılabilirlik yüzdesi veya indeksi çalışmalar neticesinde tespit edilmiştir. Sonuç olarak kullanılabilir toplam kuru kütle miktarı:

$$M_{kk} = M_k * k_a \quad (4)$$

eşitliği yardımı ile bulunabilir.

Bu eşitlikte; k_a ; atığın kullanılabilirlik yüzdesi (%) dir.

Elde edilecek ısı miktarı ise;

$$H_b = M_{kk} * H_u \quad (5)$$

Bu eşitlikte; H_b ; atığın toplam biyokütle ısı miktarı (MJ), H_u ; atığın alt ısı değeri [MJ.kg⁻¹ (kuru madde)] ifade etmektedir. Elde edilecek toplam enerji miktarı ise;

$$E_b = \frac{H_b}{3600} \quad (6)$$

eşitliği yardımı ile bulunabilir.

Bu eşitlikte; E_b ; biyokütle enerji miktarı (kWh), ifade etmektedir.

Hesaplamalarda hasat indeksleri; buğday için 0.37 (Önder, 2007), (Deniz, 2010), arpa için 0.34 (Deniz, 2010), Mısır için 0.42 (Taner ve ark., 2004), ayçiçeği için 0.35-0.42 (Deniz, 2006), pamuk için ise ortalama olarak 0.30 (Baydar, 2010) ve şekerpancarı için ise 0,90 (Anonymous, 2010) olarak alınmıştır.

Nem oranları; buğday ve arpa için %15, mısır için %47, ayçiçeği için %15, pamuk için %17 ve şekerpancarı için ise %30 olarak alınmıştır (Keneer ve ark., 1993), (Başçetinçelik, 2007).

Kullanılabilirlik yüzdeleri ise; buğday için %14, arpa için %15, ayçiçeği ve mısır için %60, pamuk için %70 ve şekerpancarı için ise %55 olarak alınmıştır (Başçetinçelik, 2007), (Mardikis, 2004).

Tarımsal atıklara ait en yüksek biyokütle ısı enerji değerleri kuru madde olmak üzere; buğday için 17.9 MJ.kg⁻¹, arpa için 17.5 MJ.kg⁻¹, mısır için 18.4 MJ.kg⁻¹, ayçiçeği için 14.2 MJ.kg⁻¹, pamuk için 18.2 MJ.kg⁻¹ ve şekerpancarı için 14.6 MJ.kg⁻¹ olarak alınmıştır (Keener ve ark., 1993), (Matsumura, 2004), (Mardikis, 2004).

BULGULAR VE TARTIŞMA**2001 yılı'na ait biyokütle enerji potansiyelinin hesaplanması**

Türkiye'de 2001 yılında; 19 000 000 ton buğday, 7 500 000 ton arpa, 2 200 000 ton mısır, 650 000 ton ayçiçeği, 2 357 892 ton kütlü pamuk ve 12 632 522 tonda şekerpancarı üretilmiştir (TÜİK, 2019).

Bu veriler ışığında, (2) nolu eşitlik yardımı ile 2001 yılına ait atık miktarları sırasıyla: buğday; 32 351 351.35 ton, arpa; 14 558 823.53 ton, mısır; 3 038 095.24 ton, ayçiçeği; 975 000 ton, pamuk (kütlü); 5 501 748 ton ve şekerpancarı için; 1 403 613.6 ton olarak hesaplanmıştır.

Kullanılabilir kuru madde miktarları (3 ve 4) nolu eşitlikler yardımı ile buğday 3 849 810.8 ton, arpa 1 856 250 ton, mısır 966 114.3 ton, ayçiçeği 497 250 ton, pamuk(kütlü) 3 196 515.6 ton ve şekerpancarı 540 391.2 ton olarak belirlenmiştir.

Toplam enerji miktarları ise (5 ve 6) nolu eşitlikler yardımı ile; buğday; 19 169.8 GWh, arpa; 9 036.5 GWh, mısır; 4 945.1 GWh, ayçiçeği; 1 964.21 GWh, pamuk(kütlü);16 183.54 GWh şekerpancarı için 2 194.76 GWh olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen toplam 53 493.91 GWh enerjinin petrol karşılığı ise 4 611 544 TEP dir.

2018 yılı'na ait biyokütle enerji potansiyelinin hesaplanması

Türkiye'de 2018 yılında; 20 000 000 ton buğday, 7 000 000 ton arpa, 5 700 000 ton mısır 1 949 229 ton ayçiçeği, 2 570 000 ton kütlü pamuk ve 17 436 100 tonda şekerpancarı üretilmiştir (TÜİK, 2019).

Bu veriler ışığında, (2) nolu eşitlik yardımı ile 2018 yılına ait atık miktarları sırasıyla: buğday; 34 054 054.05 ton, arpa; 13 588 235.3 ton, mısır; 7 871 428.57 ton, ayçiçeği; 2 923 843.5 ton, pamuk (kütlü); 5996666.7 ton ve şekerpancarı için; 1 937 344.4 ton olarak hesaplanmıştır.

Kullanılabilir kuru madde miktarları (3 ve 4) nolu eşitlikler yardımı ile; buğday; 4 052 432.432 ton, arpa; 1 732 500 ton, mısır; 2 503 114.3 ton, ayçiçeği; 1 491 160.2 ton, pamuk(kütlü); 3 484 063.3 ve şekerpancarı; 745 877.6 ton olarak belirlenmiştir.

Toplam enerji miktarları ise (5 ve 6) nolu eşitlik yardımı ile; buğday; 20 178.74 GWh, arpa; 8 434.1 GWh, mısır; 12 812.2 GWh, ayçiçeği; 5 890.31 GWh, pamuk(kütlü);17639.35GWh, şekerpancarı için 3 029.33 GWh olarak hesaplanmıştır. Elde edilen toplam 67 984.03 GWh enerjinin petrol karşılığı ise 5 860 692.3 TEP dir. Hesaplanan değerler Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1'den, Türkiye'nin 2001 yılı buğday, arpa, mısır, ayçiçeği, pamuk ve şekerpancarı olmak üzere 6 ürüne ait tarımsal atık yönünden sahip olduğu biyokütle enerji potansiyeli 53 493.91 GWh olup bu enerjinin petrol karşılığı ise 4 611 544 TEP dir.

Türkiye'nin 2001 yılı toplam enerji üretimi miktarı 122 725 GWh olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019). Dolayısıyla söz konusu 6 ürünün toplam potansiyelinin üretilen toplam enerji miktarına oranı 2001 yılı için yaklaşık %44 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Türkiye'de tarımsal kökenli atıkların sahip olduğu tahmini biyokütle enerji potansiyeli (2001)

Table 1. The estimated biomass energy potential of agricultural wastes of Turkey (2001)

Atık Çeşidi	Mü (ton)	Hİ (-)	Ma (ton)	k (%)	rn (%)	Mkk (ton)	Hu (MJ.kg ⁻¹)	Eb (GWh)
Buğday	19000000	0.37	32351351.4	14	15	3849810.8	17.9	19169.8
Arpa	7500000	0.34	14558823.6	15	15	1856250	17.5	9036.5
Mısır	2200000	0.42	3038095.3	60	47	966114.3	18.4	4945.1
Ayçiçeği	650000	0.37	975 000	60	15	497250	14.2	1964.21
Pamuk (kütlü)	2357892	0.30	5501748	70	17	3196515.6	18.2	16183.54
Şekerpancarı	12632522	0.90	1403613.6	50	30	540391.2	14.6	2194.76
Toplam								53493.91

*1 TEP=10.000.000 kCal=11,6 MWh

Çizelge 2. Türkiye'de tarımsal kökenli atıkların sahip olduğu tahmini biyokütle enerji potansiyeli (2018)

Table 2. The estimated biomass energy potential of agricultural wastes of Turkey (2018)

Atık Çeşidi	Mü (ton)	Hİ (-)	Ma (ton)	k (%)	rn (%)	Mkk (ton)	Hu (MJ.kg ⁻¹)	Eb (GWh)
Buğday	20000000	0.37	34054054	14	15	4052432.4	17.9	20178.74
Arpa	7000000	0.34	13588235.3	15	15	1732500	17.5	8434.1
Mısır	5700000	0.42	7871428.57	60	47	2503114.3	18.4	12812.2
Ayçiçeği	1949229	0.37	2923843.5	60	15	1491160.2	14.2	5890.31
Pamuk (kütlü)	2570000	0.30	5996666.7	70	17	3484063.3	18.2	17639.35
Şekerpancarı	17436100	0.90	1937344.4	50	30	745877.6	14.6	3029.33
Toplam								67984.03

*1 TEP=10.000.000 kCal=11,6 MWh

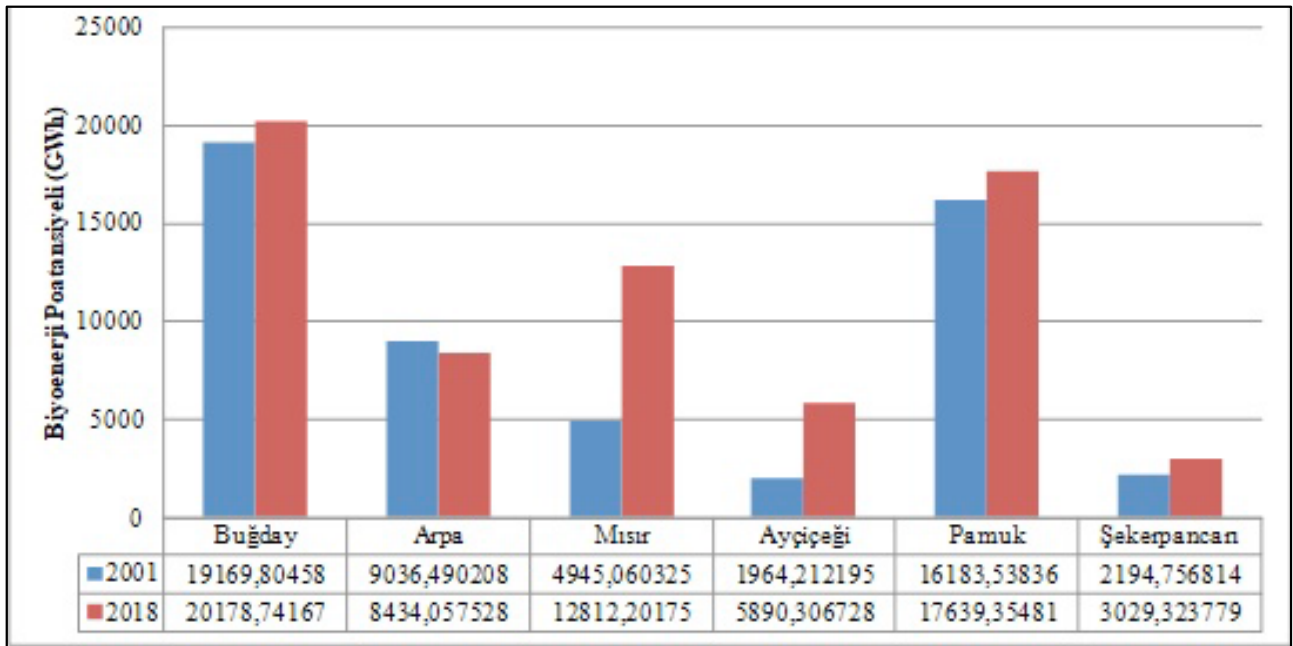
Çizelge 2'den, Türkiye'nin 2018 yılı buğday, arpa, mısır, ayçiçeği, pamuk ve şekerpancarı olmak üzere 6 ürüne ait tarımsal atık yönünden sahip olduğu biyokütle enerji potansiyeli 67 984.03 GWh olup bu enerjinin petrol karşılığı ise 5 860 692,3 TEP dir.

Türkiye'nin 2018 yılı toplam enerji üretimi miktarı 303 000 GWh olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019). Dolayısıyla söz konusu 6 ürünün toplam potansiyelinin üretilen toplam enerji miktarına oranı 2018 yılı için yaklaşık %22 olarak hesaplanmıştır.

Tarımsal atık biyokütle enerji potansiyelindeki artış oranına bakıldığında 2018 yılında (2001 yılına

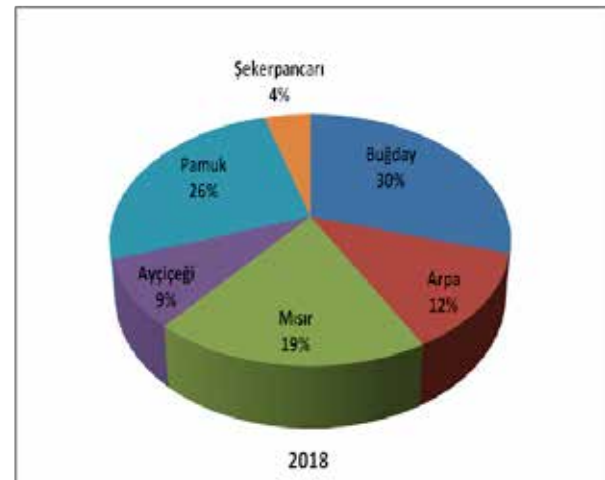
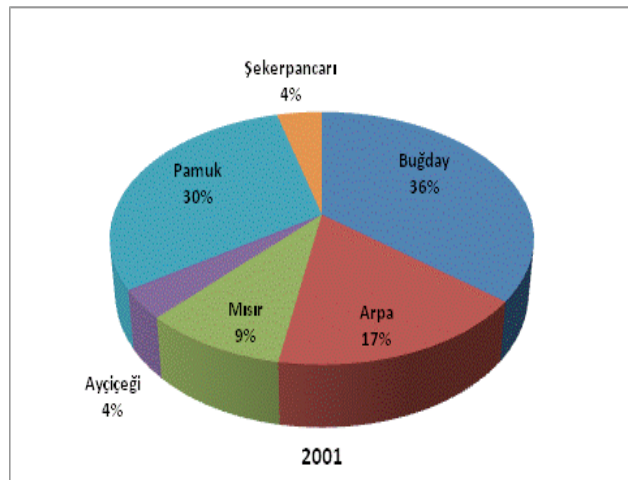
nazaran) %27'lik bir artış olmasına rağmen; 2001 yılında biyokütle enerjisinin o yıl üretilen toplam enerji miktarına oranı %44 iken bu oran 2018 yılında %22 ye düştüğü görülmektedir.

Ürün bazında 2001 ve 2018 yılı biyoenerji potansiyeli yönünden karşılaştırma yapıldığında en büyük potansiyelin buğday ve pamukta olduğu; 2018 yılında arpa dışında tüm ürünlerde belirgin bir artış olduğu ve bu toplam artış oranının %27 olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Ürün bazında biyokütle enerji potansiyeli dağılımları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4).



Çizelge 3. Türkiye'nin 2001 ve 2018 yıllarında sahip olduğu tarımsal atık biyokütle enerji potansiyeli.

Table 3. Agricultural waste biomass energy potential in Turkey in 2001 and 2018



Çizelge 4. Türkiye'nin 2001 ve 2018 yıllarında tarımsal atık biyokütle enerji potansiyelinin ürün bazında dağılımı

Table 4. Distribution of energy potential based on agricultural waste biomass energy potential in Turkey in 2001 and 2018

Çizelge 4' ten Türkiye'de 2001 yılında, biyokütle enerjisi yönünden hububat atıklarının, toplam yüzdenin yaklaşık olarak %53'nü teşkil ederken; 2018 yılında bu oranın %42'ye düştüğü görülmektedir. En büyük artış mısırdan olurken şekerpancarı yüzdesi sabit kalmıştır.

SONUÇLAR

Türkiye'de yaygın olarak tarımı yapılan; buğday, arpa, mısır, ayçiçeği, pamuk ve şekerpancarı olmak üzere 6 ürün ile ilgili olmak üzere:

- 2001 yılındaki tarımsal atık biyokütle enerji potansiyeli; 53 493.91 GWh olup bu enerjinin petrol karşılığı ise 4 611 544 TEP dir.
- Türkiye'nin 2001 yılı toplam enerji üretimi miktarı 122 725 GWh olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019). Dolayısıyla söz konusu 6 ürünün toplam potansiyelinin üretilen toplam enerji miktarına oranı yaklaşık %44 olarak hesaplanmıştır.
- 2018 yılındaki tarımsal atık biyokütle enerji potansiyeli; 67 984.03 GWh olup bu enerjinin petrol karşılığı ise 5 860 692.3 TEP dir.
- Türkiye'nin 2018 yılı toplam enerji üretimi miktarı 303 000 GWh olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019). Dolayısıyla söz konusu 6 ürünün toplam potansiyelinin üretilen toplam enerji miktarına oranı 2018 yılı için yaklaşık %22 olarak hesaplanmıştır.
- Biyokütle enerji potansiyelindeki artış oranına bakıldığında 2018 yılında (2001 yılına nazaran) %27'lik bir artış olmasına rağmen; 2001 yılında biyokütle enerjisinin o yıl üretilen toplam enerji miktarına oranı %44 iken bu oran 2018 yılında %22 ye düştüğü görülmektedir. Bu da nüfustaki artış ve sanayi sektörünün gelişmesiyle izah edilebilir.
- Ürün bazında 2001 ve 2018 yılları arasında enerji potansiyeli yönünden karşılaştırma yapıldığında; en büyük potansiyelin buğday ve pamukta olduğu görülmektedir. 2018 yılında arpa dışında tüm ürünlerde belirgin bir artış olduğu ve bu toplam artış oranının da %27 gerçekleştiği belirlenmiştir.
- Biyokütle enerji potansiyeli yönünden 2001 yılında hububat atıkları, toplam yüzdenin yaklaşık olarak %53'nü teşkil ederken; 2018 yılında bu oranın %42'ye düştüğü görülmektedir. En büyük artış mısırdan olurken şekerpancarı yüzdesi sabit kalmıştır.

▪ Türkiye, tarımsal kökenli atık yönünden büyük bir potansiyele sahip olduğundan, bu potansiyelin bitki besleme maddesi ve enerji olarak değerlendirilmesi mümkündür.

▪ Tarımsal atık toplama ve kompost maddesi hazırlama mekanizasyonu ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Başçetinçelik A, Karaca C, Öztürk HH, M Kacıra, K Ekinci (2007). Türkiye'de tarımsal biokütleden enerji üretimi olanakları. IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. Bildiriler Kitabı, s.101-109, Kayseri.

Deniz İ, Tutuş A, Ateş S, Okan OT (2010). The harvest index and soda-oxygen-ıq pulping of wheat straw. 3th National Black Sea Forestry Congress. Proceedings, pp. 2050-2060, Trabzon, Turkey.

Önder O (2007). A research on tillering dynamics of some bread wheat varieties grown in Central Anatolian dry conditions. Osman Gazi University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Field Crops. Master Thesis, Eskisehir, Turkey.

Keener HM, Marugg C, Hansen RC, Hoitnik HAJ (1993). Optimizing the efficiency of the composting process. Science And Engineering of Composting Design (pp. pp. 59-94). Columbus, Ohio: Renaissance Publications.

Kolsarıcı Ö (2004). The effects of irrigation applied at different growing periods on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Ankara University Scientific Research Project Report, Ankara, Turkey.

Mardikis M, ve ark. (2004). Agricultural biomass in Greece: Current and future trends. biomass and agriculture, OECD report, pp. 363-376.

Matsumura Y (2004). The possibility of agricultural biomass utilisation in Japan. Biomass and Agriculture, OECD report, pp. 129-3137.

Taner F, ve ark. (2004). Biomass use and potential in Turkey. Biomass and Agriculture. OECD report, pp. 439-453.

TÜİK (2019). www.tuik.gov.tr.