



Çanakkale ilinin tarla ürünleri artık ve enerji potansiyelinin belirlenmesi

Sarp Korkut Sümer^{a*}, Sait Muharrem Say^b, Gıyasettin Çiçek^a

^aÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale, ^bÇukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Balcalı, Adana
*Sorumlu yazar/corresponding author: sarpksumer@comu.edu.tr

Geliş/Received: 15/03/2016 Kabul/Accepted: 23/05/2016

ÖZET

Çanakkale’de tarım sektörü, oldukça geniş ürün çeşitliliğine sahiptir. Tarımsal faaliyetler arasında tarla tarımı, toplam tarım alanının %67’sinde yürütülmektedir. Bu alanlarda, artık potansiyeli bulunan ürünlerin yaygın olarak yetiştirilmekte olması nedeniyle, Çanakkale’de dikkate değer miktarlarda tarımsal artıklar oluşmaktadır. Söz konusu artıklar, Çanakkale için olduğu kadar Türkiye için de enerji kaynağı olarak önemli biyokütle potansiyeli oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Çanakkale ilinin tarla tarımı kaynaklı artıkların oluşturduğu biyokütle potansiyeli belirlenmiş ve biyokütle kaynaklı enerji potansiyeli teorik olarak hesaplanmıştır. 2011-2015 yılları arasındaki istatistikleri kapsayan çalışmada, enerji dönüşümüne konu olabilecek tarla tarımı artıkları, ilçelere göre dağılım dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çanakkale’de gıda maddesi olarak tüketilmek üzere yetiştirilen tarla ürünlerinin hasat sonrasında tarlada bırakılan artıklarından elde edilebilecek toplam enerji potansiyelinin 3.33 PJ yıl⁻¹ olduğu saptanmıştır. Çalışma, biyokütle kaynaklarının kullanımı, geleneksel yaklaşımların etkisi, ekonomik ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve tarımsal artıklardan yararlanma konularında tartışma ve bazı çözüm önerilerini de içermektedir.

Anahtar Sözcükler:
Biyokütle
Tarımsal artıklar
Yenilenebilir enerji

Determining the residue and energy potential of field crops in Çanakkale

ABSTRACT

Agricultural sector in Çanakkale province has a wide variety of products. The field crops are produced in 67% of the total agricultural area. Considerable amounts of agricultural residues occur in Çanakkale because of producing the field crops that have potential residue. These residues have a considerable biomass energy potential, which is important for both the Çanakkale and the Turkey. In this research, biomass energy potentials which could be obtained from field crops in Çanakkale province, and residual biomass potential was theoretically calculated by using the statistical data between the years of 2011 and 2015. Potential Residues of field crops were evaluated by considering the distribution by counties. It was determined that total heat capacity which could be obtained from crop residues after harvesting in Çanakkale was 3.33 PJ per year in average. In addition, results include discussion and suggestions about usage of residues, effects of conventional approach on usage of the biomass energy sources in Çanakkale.

Keywords:
Biomass
Residues
Renewable energy

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Son yıllarda; dünyada küresel nüfus artışına paralel olarak sanayileşmenin ve kentleşmenin getirdiği yaşam standardındaki hızlı yükselişler, başta enerji olmak üzere birçok tüketimi hızlı bir şekilde artırmıştır. Literatürde farklı bilgiler bulunmakla birlikte yaygın görüşe göre, enerji tüketiminin yarıya yakınının tüketildiği sanayinin en önemli dayanaklarının başında gelen teknolojiye gelişmelerdir. Sanayi devriminden bu yana gittikçe artan enerji talebini karşılamak için,

fosil yakıtlara daha fazla yüklenilmekte ve bunun sonucu olarak başta çevre sorunları olmak üzere çeşitli sıkıntılar baş göstermektedir. Mevcut bilinen rezervler göz önüne alındığında bu yüzyılın sonlarına doğru fosil yakıtların tükeneceği ya da ciddi oranda azalacağı birçok kaynak tarafından ifade edilmektedir (Yıldırım, 2003; GMKA, 2013).

Ülkemiz; güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle enerjileri başta olmak üzere birçok yenilenebilir enerji kaynağı bakımından oldukça yüksek potansiyele sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Diğer

yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak biyokütle hem yakıt hem de elektrik üretilebilen, sürekli üretim yapılabilen ve kırsal kesimin ekonomisini geliştiren tek kaynaktır. Biyokütle, dünyanın çoğalan nüfusu ve sanayileşmesi ile giderek artan enerji gereksinimini, çevreyi kirlilemeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek önemli enerji kaynaklarından birisidir. Karada ve suda yetişen bitkiler, hayvansal artıklar, gıda endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel artıkları içeren tüm organik maddeler biyokütle, bu kaynaklardan elde edilen enerji çeşitleri ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin yetiştirilmesi, yeryüzünde toprak, su ve güneş enerjisinin var olduğu sürece devam edeceği düşünüldüğünde, biyokütle tükenmez bir enerji kaynağı olarak tanımlanabilmektedir (Yıldırım, 2003; DEKTMK, 2007; DEKTMK, 2014)

Dünya enerji tüketiminin yaklaşık %12.2'si (EIA, 2015 Key World Energy Statistics), gelişmekte olan ülkelerde ise enerji tüketiminin yaklaşık %43'ü biyokütleden sağlanmaktadır. Biyokütle; her yerde yetiştirilebilmesi, çevre korunmasına katkısı ve özellikle taşıtlar için yakıt olabilmesi nedeni ile stratejik bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir (Başçetinçelik ve ark., 2005; Çukurçayır ve Sağır, 2008).

BP (British Petroleum), yayımladığı raporda, dünyada enerji talebinin, 2030'a kadar %36 oranında artacağını öngörmektedir. Bu artışın, neredeyse tamamına yakınının, gelişmekte olan ülkelerin enerji talebindeki yükselişten kaynaklanacağı bildirilmiştir. Raporda, nüfus ve gelir artışı, artan enerji talebinin arkasındaki temel faktör olarak görülmektedir. Diğer yandan, enerji tüketiminde en fazla artışın sanayi sektöründe olacağı, özellikle de gelişmekte olan ülkelerin sanayide ilerlemesinin bu artışta önemli bir etkisinin bulunacağı ifade edilmektedir (BP, 2012).

Dünyada artan enerji ihtiyacı ve biyolojik artıkların çevre bilinciyle daha doğru değerlendirilme gerekliliği, modern uygulamaların geleneksel yakma tekniklerinin yerini almaya başlamasına neden olmuştur. Modern biyokütle teknolojilerinde hammadde elde etme kaygısı, her türlü biyolojik atık ve artıkların değerlendirilmesi üzerine çalışmaların yoğunlaşmasını sağlamış ve bitki yetiştiriciliği ön plana çıkmıştır. Son yıllarda kentsel, endüstriyel ve tarımsal artıklar ile birlikte enerji ormancılığı ve enerji tarımı ile modern biyokütle teknolojilerine bitkisel hammadde sağlanmaktadır (GMKA, 2013).

Enerji tüketimi, ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi ve bireylerin rahat yaşam sürmeleri için vazgeçilmezdir. Gelişen teknoloji ve artan nüfusla birlikte enerji tüketimindeki artış, enerjiyi tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir problem olarak karşımıza çıkarmaktadır. Türkiye'nin enerji konusunda birçok problemi olmasına rağmen, öne çıkan en önemli sorun dışa bağımlılıktır. Türkiye, enerji konusunda gittikçe artan ve önem arz eden bir taleple karşı karşıyadır (Karayılmazlar ve ark., 2011).

Farklı disiplinlerde faaliyet gösteren araştırmacılar, yenilenebilir enerji kaynaklarının incelenmesi üzerine çalışmalar yürütmektedirler. Türkiye'nin yüksek tarımsal üretim kapasitesine sahip olması, ülkemizde araştırmacıların tarımsal biyokütle enerji potansiyelinin ortaya konulmasına olan ilgisini artırmaktadır.

Kurt ve Koçer (2010), Malatya ilinin biyokütle potansiyelinin belirlenmesi ve biyokütleden enerji üretim olanaklarını araştırmışlardır. Demirbaş (2008), Türkiye'de potansiyel biyokütle enerji kaynaklarının incelenmesi ve ülke ekonomisi için önemini araştırmıştır. Özgür (2008) dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumunu incelemiş ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini ortaya koymaya çalışmıştır. Topal ve Topal (2012), yürütmüş oldukları çalışmada Elazığ İli'nin biyokütle enerji potansiyelini belirlemişlerdir. Başçetinçelik ve ark. (2005), Türkiye'de tarımsal biyokütleden enerji üretimi olanaklarını araştırmışlardır. Ünal ve Alibaş (2002), tarımsal biyokütle atığı olan ayçiçeği sapının doğrudan yakılarak enerji dönüşümü ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir.

Çanakkale, Türkiye'nin kuzeybatısında Avrupa ve Asya kıtalarını birbirinden ayıran ve kendi adını taşıyan Boğaz'ın iki yakasında kurulmuştur. Çanakkale; Balkan Yarımadası'nın Doğu Trakya topraklarına bir kısıtla bağlanmış Gelibolu Yarımadası ile Anadolu'nun batı uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde toprakları bulunan, 12 ilçeye sahip bir ilimizdir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale İli coğrafi konumu ve ilçeleri

Avrupa ve Asya'da toprakları bulunan Çanakkale; Edirne, Tekirdağ ve Balıkesir il sınırları ile çevrilidir. İlin yüzölçümü 9 955 km²'dir. Rüzgâr, güneş, akıntıdalga ve biyokütle enerjisi bakımından dikkate değer potansiyellere sahip olan Çanakkale ilinin iklimi, bulunduğu konum nedeniyle geçiş iklimi özellikleri gösterir. Genel karakteriyle Akdeniz iklimi özelliklerini yansıtmaktadır. Bunun yanında kuzeyde bulunması

nedeniyle kışları ortalama sıcaklık daha düşüktür. Bu nedenle Çanakkale, İl sınırları içerisinde, biyokütle kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturan tarım ve hayvancılık sektörü oldukça geniş ürün çeşitliliğine sahiptir. İl yüzölçümünün %55'i ormanlıktır. Kalan

diğer alan çayır, mera ve tarıma elverişli arazi ile kaplıdır (GMKA, 2013; TÜİK, 2013). Çizelge 1'de Çanakkale'de tarım arazilerinin ilçelere göre dağılımları verilmiştir.

Çizelge 1. Çanakkale'de tarım arazisi dağılımı (ÇGTHİM, 2015)

İlçeler	Tarım alanları, da									
	Tarla bitkileri	Sebze	Meyve				Örtüaltı	Nadas	Kullanılmayan arazi	Tarım arazisi
			Diğer meyve	Zeytin	Bağ	Turunçgil				
Merkez	164074	21084	26058	17742	1490	0	52	6989	5521	243010
Ayvaci	54837	11482	11384	113400	590	419	29	48820	90059	331020
Bayramiç	192681	15094	43504	39900	19630	0	14	3291	1416	315530
Biga	495558	54141	7054	2180	595	0	35	22183	19664	601410
Bozcaada	495	83	135	1750	11750	0	2	2098	4297	20610
Çan	163862	5851	2936	0	475	0	23	20131	71622	264900
Eceabat	100943	6695	3324	15869	4440	0	7	26753	26969	185000
Ezine	97284	22068	6218	116530	1500	0	41	14489	10680	268810
Gelibolu	334106	13265	8123	1610	4450	0	37	25956	9773	397320
Gökçeada	14033	1488	665	7309	1000	0	5	3896	5104	33500
Lapseki	106073	10820	49776	5100	1550	0	88	29910	156883	360200
Yenice	217725	39461	3297	0	204	0	2	9332	12039	282060
Toplam	1941671	201532	162474	321390	47674	419	335	213848	414027	3303370

Çizelge 1'de yer alan veriler, Çanakkale'nin bioenerji üretimine konu olabilecek tarımsal atık potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Çanakkale'de özellikle tarla ve sebze tarımı toplam tarım arazisinin %67'sinde yoğun olarak yürütülmektedir.

Bu çalışmada, Çanakkale ilinin tarla ve sebze tarımı kaynaklı atık potansiyeli ve ısıl kapasitesinin teorik olarak hesaplanması amaçlanmıştır. 2011-2015 yılları arasındaki istatistikleri içeren çalışmada, tarla ve sebze tarımı kapsamında, enerji dönüşümüne konu olabilecek ürünler ve artıkları, ilçelere göre dağılımlar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çalışma, biyokütle kaynaklarının kullanımında yasal ve kurumsal evrelerin etkisi, ekonomik ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve biyokütle enerji kaynaklarından yararlanma konusunda yönetimsel veya teknolojik sınırlamalara karşı çözüm önerilerini de içermektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Çanakkale ilinde 2011-2015 yılları arasında tarla ve sebze tarımı artıklarının enerji potansiyelinin belirlenmesinde, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2016) ve Çanakkale Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü (ÇGTHİM, 2015) verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada öncelikle hasat sonrasında enerji dönüşümüne konu olabilecek artıkların olduğu tarla ürünleri ve üretim miktarlarının ilçelere göre dağılımlarını içeren çizelgeler oluşturulmuştur. 2011-2015 yılları arasındaki verileri

kapsayan çizelgelerde 5 yıllık verilerin ortalaması da verilmiştir. Beklenmeyen iklim değişiklikleri ve diğer etkenler nedeniyle kaldırılan ürün miktarı yıllara göre değişiklik göstermektedir. Söz konusu değişimlerin araştırma sonucu üzerindeki etkilerinin azaltılması ve daha gerçekçi bir yaklaşım sağlanabilmesi için, artık potansiyellerinin belirlenmesinde, ürünlerin son 5 yıllık üretim miktarlarının ortalaması (2011-2015) dikkate alınmıştır. Ortalama yıllık üretim miktarları üzerinden her bir ürün için kullanılabilir artık miktarları ve ısıl değerleri belirlenmiştir. Tarla ürünlerinin artık miktarı ve ısıl değer hesaplamalarında Başçetinçelik ve ark. (2003) ile Acaroğlu ve ark. (2005) tarafından kullanılmış ve kabul görmüş katsayılar dikkate alınmıştır. Her bir ürün için farklılık gösteren oran ve katsayılar, değerlendirmelerin sunulduğu çizelgelerde verilmiştir. Çanakkale il sınırları içerisinde sebze tarımı yürütülen toplam alanın %43'ünde domates üretimi yapılmaktadır. Diğer sebzeler, hasat sonrasında değerlendirilebilir artık içermedikleri ya da çok küçük alanlarda üretimlerinin olması nedeniyle dikkate alınmamıştır. Yüksek miktarlarda üretimi bulunan domatesin artık potansiyelinin belirlenmesinde, konu üzerinde yürütülmüş çalışmalar incelenmiş ve sonuçlarından yararlanılmıştır. Di Blasi ve ark. (1997) açık alan domates yetiştiriciliğinde yaş bazda 1.3 ton/da artık oluştuğunu rapor etmişlerdir. Çalışmada artıkların nem içeriğinin %80-90 arasındaki oranlarda olduğu belirtilmiştir. Bilgin ve ark. (2012) tarafından seraların bitkisel üretim atıklarının belirlenmesine yönelik yürütülmüş olan bir çalışmada, domates sapı artık

miktarlarının (yaş baz) cam ve plastik seralar için sırasıyla 7.7 ton da⁻¹ ve 6.9 ton da⁻¹ olduğu rapor edilmiştir. İki çalışma sonuçları arasında önemli düzeyde farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Bilgin ve ark. (2012) çalışmalarında atıkların belirlendiği domates seralarında 1 da'lık alana 2800 adet domates fidesi dikildiğini belirtmişlerdir. Açık alanda yapılan domates yetiştiriciliğinde araştırmacılar sıra arası ve üzeri domates fidesi dikim mesafelerinin 135x40 olduğunu belirtmektedirler (Günay, 1992; Kaygısız, 2004). Bu bilgiye göre açık alanda 1 da alanda yaklaşık 1850 adet fide dikimi yapılmaktadır. Ayrıca seralarda birim alandan daha fazla yararlanılması için tercih edilen sırk domates çeşitleri, daha kalın ve uzun gövde yapısına sahiptir. Sera ve açık alan için belirtilen farklılıklar, iki çalışma sonuçları arasındaki farkı açıklamaktadır. Domates yetiştiriciliğinde, serada ve tarlada bitki sıklığı ve çeşidi bakımından farklılıkların olduğu ve Çanakkale'nin domates üretiminin neredeyse tamamının açık alanda yapıldığı dikkate alınarak artık miktarının belirlenmesinde, Di Blasi ve ark. (1997) tarafından önerilen değerin kullanılması uygun bulunmuştur. Ancak, çalışmada söz konusu artıkların enerji değerinin kuru bazdaki miktarı üzerinden belirleneceği dikkate alınarak, belirtilen yaş baz miktarında %75 oranında kütle kaybı olduğu varsayılarak, domates artık miktarının belirlenmesinde 0.32 ton da⁻¹ (kuru baz) değeri kullanılmıştır. Jenkins ve ark. (2000) toprak organik madde içeriğinin korunması için hasat sonrasında oluşan artıkların yarısının tarlada bırakılma gerekliliğini vurgulamışlar ve tarımsal üretim

artıklarının belirlenmesinde tarla ürünleri artıkları için %50 kullanılabilirlik oranının dikkate alınmasını önermişlerdir. Çanakkale'nin kullanılabilir domates artık miktarı belirlenirken bu yaklaşım dikkate alınmıştır. Çanakkale'nin domates artığı ısı değerlerinin belirlenmesinde ise Bilgin ve ark. (2013) tarafından belirlenen 15.74 MJ kg⁻¹ katsayısı dikkate alınmıştır. Biyokütlenin ısı değerinin belirlenmesi konusunda çeşitli çalışmalar yürütülmüş ve bunlarla ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Biyokütlenin ısı değeri biyokütle çeşidine bağlı olarak 12.60-21.75 MJ kg⁻¹ arasında değişmektedir (Ünal ve Alibaş, 2002; Başçetinçelik ve ark., 2005).

3. Bulgular ve Tartışma

Çanakkale merkez ve ilçelerinde artık potansiyeli olan tarla ürünlerinin 2015 yılına ait üretim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgede yer alan ürünler toplam tarla tarımı yapılan alanın %75'lik bölümünü kaplamaktadır. Silajlık mısır, yonca, fiğ gibi yem bitkileri ve kanola, susam gibi yağlık bitkilerin üretimi, tarla tarımı yapılan alanların %23'lik kısmında yürütülmektedir. Bakla, bezelye, nohut, fasulye gibi tarla ürünleri ise %2 gibi oldukça sınırlı alanlarda üretilmektedir. Tarla ürünleri içerisinde artık potansiyeli bulunan ürünlerin son 5 yıl için ilçelere ait üretim miktarları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede ayrıca ürünlerin 5 yıllık üretimlerinin ortalama değerleri de yer almaktadır.

Çizelge 2. Çanakkale'de ilçelere göre artık potansiyeli olan tarla ürünleri dağılımı (TÜİK, 2016)

İlçeler	2015 yılına ait tarla ürünleri ve üretim miktarları, ton yıl ⁻¹									
	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Mısır	Çeltik	Triticale	Pamuk	Ayçiçeği	Yerfıstığı
Merkez	24392	6222	3962	10498	85	798	13	49	4594	
Ayvacık	8209	16		4763	112	1274				
Bayramiç	28913	1277		15229	40	2319			85	54
Biga	52236	17962	78049	17751	2777	7496	384		6382	
Bozcaada	76			41		14				
Çan	21047	47	12286	3171	10374	2033			15	
Eceabat	18328	47		3582	12	35			6950	
Ezine	13572	2913	4464	7904	22	556	30	26	623	
Gelibolu	59830	420	5220	6853		248	13		21064	
Gökçeada	449	140		836		53	29			
Lapseki	15877		93	5392	1271	1043	281		1074	
Yenice	15575	40	92	6046	1087	3924	881			
Toplam	258504	29084	104166	82066	15780	19793	1631	75	40787	54

Çizelge 3 incelendiğinde buğday üretiminin en yüksek olduğu ve arpa ile çeltik üretiminin de önemli düzeylerde olduğu görülmektedir. Son yıllarda, tarımsal artıkların geleneksel yöntemler ile doğrudan yakılması

yerine, teknolojik gelişmeler paralelinde bu biyokütle kaynaklarından daha etkin yararlanılabilecek yöntemlerin kullanılması özendirilmektedir. Tarımsal artıklardan biyogaz üretilmesi, Ülkemizde

yaygınlaşmaya başlayan bir artık değerlendirme yöntemidir. Çanakkale’de de artıkların bu yöntem ile değerlendirilme olanakları araştırılmalı ve desteklenmelidir. Bu yaklaşım dikkate alınarak,

Çanakkale’de tarla tarımının %75’sini oluşturan ve artık potansiyeli olan ürünlerin geriye dönük olarak son 5 yıl (2011-2015) ortalaması üzerinden hesaplanan artık ve ısıl kapasiteleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. Çanakkale’de yıllara göre bazı tarla ürünleri üretimi (TÜİK, 2016)

Tarla ürünü, ton yıl ⁻¹	2011	2012	2013	2014	2015	Ortalama
Buğday	266829	253706	242180	266445	258504	257533
Arpa	63656	89555	87128	91035	91181	84511
Çeltik	85686	82555	90295	53284	91880	80740
Ayçiçeği	36578	43614	32554	37837	40787	38274
Mısır	17367	20929	20230	34040	29084	24330
Yulaf	23884	27967	27330	27171	28134	26897
Çavdar	5762	7286	8005	10178	8577	7962
Triticale	4093	4606	4144	3498	3664	4001
Pamuk	2486	645	233	660	75	820
Yerfıstığı	60	46	53	54	54	53

Görüldüğü gibi, Çanakkale ili sınırlarında gıda maddesi olarak tüketilmek üzere yetiştirilen tarla ürünlerinin hasat sonrasında tarlada bırakılan artıklarından elde edilebilecek enerji potansiyelinin 3.11 PJ yıl⁻¹ olduğu hesaplanmıştır. Bu değer belirlenmesinde kullanılabilir artık miktarı dikkate alınmıştır. Çanakkale’de en yüksek artık değeri buğday, arpa ve çeltikten elde edilmektedir. Hasat sonrasında, tarımsal ekinlerin artıkları genellikle toplanır ve depolanır. Depolama süresince bu artıklar kurutulur ve 3-4 ay sonra ise enerji kaynağı olarak kullanımları mümkündür. Doğrudan yakılabildikleri gibi, pelet yapımında kullanılabilirlerdir. Geleneksel

değerlendirme yöntemleri yerine, artıkların taze materyal olarak biyogaz üretimi için kullanımı da mümkündür. Ancak, bu yöntem, biyogaz tesislerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve yeterli materyal teminini güçlüğü nedeniyle Ülkemizde olduğu gibi Çanakkale’de de istenen düzeyde yaygınlaşmamaktadır. Diğer yandan, Türkiye’de sap ve saman artıkları, hayvancılık sektörü için önemli ve yaygın kullanımı olan yem kaynaklarıdır. Söz konusu materyalin hayvan yemi olarak kullanımı ve bu anlamda ticari değerinin bulunması, enerji kaynağı olarak değerlendirilmesini kısıtlamaktadır.

Çizelge 4. Çanakkale’de tarla ürünleri artıkları ve enerji potansiyeli

Ürün	Atıklar	Ortalama üretim ton yıl ⁻¹	Artık katsayısı	Artık miktarı ton yıl ⁻¹	Kullanılabilir oran, %	Kullanılabilir artık, ton yıl ⁻¹	Birim ısıl değer MJ kg ⁻¹	Toplam ısıl kapasite, GJ yıl ⁻¹
Buğday	Saman	257533	1.04	267834	15	40175	17.9	719135
Arpa	Saman	84511	1.09	92117	15	13818	17.5	241807
Çeltik	Sap, kabuk	80740	0.63	50866	60	30520	16.7	509679
Ayçiçeği	Sap	38274	2.70	103340	60	62004	14.2	880455
Mısır	Sap, sömek	24330	2.25	54743	60	32846	18.5	607642
Yulaf	Saman	26897	1.00	26897	15	4035	17.4	70201
Çavdar	Saman	7962	1.41	11226	15	1684	17.5	29469
Triticale	Saman	4001	1.10	4401	60	2641	17.8	47004
Pamuk	Sap, çırcır atığı	820	1.10	902	60	541	18.2	9850
Yerfıstığı	Saman, kabuk	53	0.52	28	80	22	20.7	457
Toplam		525121		612354		188284		3115700

Çanakkale’de artık potansiyeli bulunan sebze üretimi 201 532 da alanda oldukça zengin çeşitlilikle yürütülmektedir. Çanakkale’nin 2011-2015 yılları arasında üretimi yapılan sebze çeşitlerinin 5 yıllık ortalamaları dikkate alındığında, yıllık sebze üretiminin %70’ini domates (553 893 ton) oluşturmaktadır. Çanakkale’de toplam kuru bazda 14 261 ton yıl⁻¹ domates artığı potansiyeli bulunmaktadır (Çizelge 5). Çanakkale’nin domates artığı miktarı üzerinden toplam

ısı değerlerinin ilçelere göre dağılımı 5 yıllık üretim alanı değerlerinin ortalamaları dikkate alınarak hesaplanmış ve Çizelge 5’de verilmiştir. Çanakkale’de domates artıkları çiftçiler tarafından genellikle problem olarak görülen bir tarla artığıdır. Hasat sonrasında tarladan mekanizasyon teknikleri kullanılarak sökülen artıklar, kuruduktan sonra toplanarak doğrudan

Çizelge 5. Çanakkale’de domates üretim alanı, tarla artığı potansiyeli ve ısı kapasite değerleri (TÜİK, 2016)

İlçeler	Domates Üretim Alanı, da						Domates Artığı	
	2011	2012	2013	2014	2015	Ortalama	ton yıl ⁻¹	Toplam Isıl Değer GJ yıl ⁻¹
Merkez	17250	17730	15230	14100	16600	16182	2589	40753
Ayvacık	4620	4615	4470	4560	4500	4553	728	11466
Bayramiç	6000	6640	6500	6680	7400	6644	1063	16732
Biga	30000	29580	29438	32129	25000	29229	4677	73611
Bozcaada	25	20	25	38	40	30	5	75
Çan	900	825	730	640	1200	859	137	2163
Eceabat	3243	3760	3000	2671	4068	3348	536	8433
Ezine	13040	13140	12500	10800	10000	11896	1903	29959
Gelibolu	7500	6300	5560	5500	8000	6572	1052	16551
Gökçeada	450	465	450	440	220	405	65	1020
Lapseki	4500	4510	4350	4080	4400	4368	699	11000
Yenice	5200	5040	5000	4810	5165	5043	807	12700
Toplam	92728	92625	87253	86448	86593	89129	14261	224463

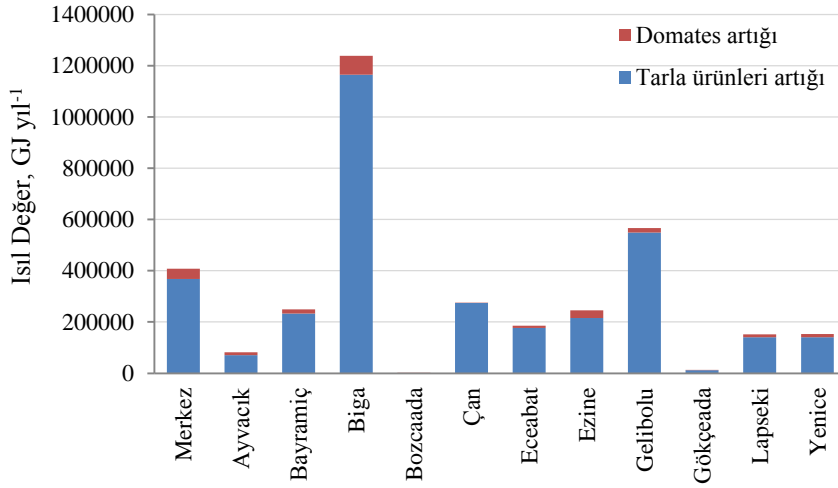
yakılarak enerjiye dönüştürülmektedir. Söz konusu atıkların 5 yıllık ortalama değeri dikkate alındığında, toplam ısı kapasitenin 0.22 PJ yıl⁻¹ olduğu belirlenmiştir. İlçelere göre ısı kapasite dağılımı dikkate alındığında, domates yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Merkez, Biga ve Ezine ilçelerinde bu atıkların değerlendirilebileceği biyogaz üniteleri kurulması için fizibilite çalışmaları ve girişimlerin yapılması uygun görünmektedir.

Çanakkale’de yetiştirilen tarla ve sebze ürünleri arasında biyokütle enerji üretimine konu olabilecek artık potansiyeline sahip ürünlerin artıkları dikkate alınarak hesaplanan ısı değerlerinin ilçelere göre dağılımı Şekil 2’de verilmiştir.

Sunulan istatistikler ve bilgiler dikkate alındığında Çanakkale’nin tarla ürünleri ile sebze ürünlerinden domates artıkları bakımından önemli potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Özellikle Merkez, Biga ve Ezine ilçeleri, tarla ürünleri ve domates üretim değerleri paralelinde artık potansiyeli yüksek olan ilçelerin başında gelmektedirler. Tarla ürünleri artıklarının tamamı, enerji üretimi amaçlı biyokütle olarak düşünülebilir. Ancak dünyada olduğu gibi ülkemizde de

bazı tarla ürünleri artıklarının hayvan yemi amaçlı kullanılma eğilimi vardır ve bu eğilim, temiz enerji kullanımı ile ilgili yaptırım ve teşviklere rağmen artarak devam etmektedir.

Son yıllarda sürekli olarak artan dünya nüfusunun gıda ve giyecek ihtiyaçlarının karşılanması için artan tarımsal faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan artık miktarında da artışlar meydana gelmiştir. Söz konusu artıkların, mikroorganizmalar vasıtasıyla kompost, biochar ya da biyogaza dönüştürülerek, ekonomik katma değer oluşturabilecek bir hammadde olarak değerlendirilmesi mümkündür. Bu tür tarımsal artıkların, pelet ya da briket formuna dönüştürülerek katı yakıt olarak evsel ısınma ve yemek pişirme amaçlarında ya da birleşik ısı güç santrallerinde elektrik ve ısı enerjisi üretiminde de kullanılabilirliği, çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmektedir. Bilgin ve ark. (2013) sera bitki atıklarından elde edilen briketin alternatif yakıt olarak kullanımı ve çevreye etkileri üzerine bir araştırma yürütmüşler ve yanma veriminin %70 olduğunu belirtmişlerdir. Kurt ve Koçer (2010) yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle



Şekil 2. Çanakkale tarla atığı kaynaklı ısıl kapasitesinin ilçelere göre dağılımı

enerjisinin ülkemiz için geliştirilmeyi bekleyen önemli bir enerji kaynağı olduğunu vurgulamışlar ve bu kaynakları etkin değerlendirilebilmesi için geleneksel yöntemler yerine modern tekniklerin kullanımının gerekliliğini belirtmişlerdir. Koçer ve Ünlü, (2007) biyokütle kaynaklarının enerji yanında, mobilya, kâğıt, yalıtım maddesi yapımı gibi daha birçok alanda biyokütleden yararlanılabileceğini rapor etmişlerdir. Yürütülen çalışmada, biyokütlenin enerji amaçlı kullanımında; katı, sıvı ve gaz yakıtların elde edilmesi için çeşitli modern teknolojilerin kullanılması gerekliliği ve bu sayede biyoetanol, biyogaz, biyodizel gibi yakıtların yanı sıra, gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi yakıt çeşitlerinin üretilmesinin mümkün olduğu belirtilmiştir.

Çanakkale ili tarla üretim faaliyetleri incelendiğinde; buğday, arpa, çeltik, ayçiçeği, mısır ve yulaf ürünlerinin ön planda olduğu görülmektedir. Ayçiçeği üretiminde Gelibolu ilçesi, çeltikte Biga ilçesi öne çıkmaktadır. Bu ilçelerdeki üretim miktarları dikkate alınarak bu ilçelerin yakınlarına biyokütle enerjisi üretecek tesislerin planlanması düşünülebilir. Ancak bu ürünlerin artıkları dikkate alınarak planlanabilecek tesislerin sürdürülebilir olabilmesi için, söz konusu artıkların çiftlik işletmeleri tarafından geleneksel yöntemler ile kullanılmaması gerekir. Ülkemizde olduğu gibi, Çanakkale’de de bu artıklar, halen büyük oranda geleneksel olarak değerlendirilmektedir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2013 yılı bütçe raporunda, 2023 yılında Türkiye birincil enerji talebinin %90 oranında artacağı beklenmektedir. Bu projeksiyonda yenilenebilir enerjinin payının %30’a çıkarılması ve toplam birincil enerji talebi içerisinde biyokütle kaynakları oranının %2 olması öngörülmektedir. Rapora göre Türkiye, OECD ülkeleri

içerisinde son 10 yıllık dönemde (2003-2013) enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır. Aynı şekilde ülkemiz, dünyada 2002 yılından bu yana elektrik ve doğal gazda Çin’den sonra en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi olmuştur (ETKB, 2013). Söz konusu projeksiyonlar, bu eğilimin orta ve uzun vadede de devam edeceğini göstermektedir. “Yenilenebilir enerjinin payının %30’a çıkarılması, her yıl en az 5 milyar dolar enerji yatırımının gerçekleştirilmesi, özel sektörün payının %75’e çıkarılması ve tüm termik potansiyelimizin harekete geçirilmesi” gibi hedefler, özümüzdeki süreçte Türkiye’deki diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte biyokütle kaynaklarının modern teknikler ile enerjiye dönüşüm olanaklarının artırılacağı ve özel teşebbüslerin çeşitli kaynaklarca destekleneceğinin göstergesidir.

Ülkemizde yıllar öncesine dayanan geleneksel yöntemlerle değerlendirilen biyokütle kaynaklarının modern yöntemler ile değerlendirilmesi, ekonomik, çevresel ve sosyolojik açıdan sürdürülebilirliğe ve kalkınmaya önemli katkılar sağlayacaktır. Modern yöntemlerle donatılan biyokütle enerji sistemlerinden elde edilecek ürünler, tarım, hayvancılık ve çeşitli endüstriyel sektörlerin enerji gereksinimlerinin karşılanmasında belirli katkılar sağlayacaktır. Tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olduğu Çanakkale’de tarımsal artıklar ve modern yöntemler ile geri kazanımı konusunda farkındalık oluşturma için planlanacak proje ya da diğer faaliyetler kapsamında, bilim insanları, sivil toplum örgütleri, kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör temsilcilerinin katkı sağlayacağı kentsel ve kırsal bölge odaklı organizasyonlar düzenlenmelidir.

Kaynaklar

- Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H.H., Kacıra, M., Ekinci, K., 2005. Agricultural Biomass Potential in Turkey. Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture 195-199, Sep.27-29, İzmir, Turkey.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kaçira, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., Güneş, K., Komitti, N., Barnes, I., Nieminen, M., 2003. A guide on exploitation of agricultural residues in Turkey, LIFE03TCY/TR/000061, ANNEX 14 Final Report.
- Bilgin, S, Ertekin, C., Kürklü, A., 2013. Determination of burning and flue gas emission values of greenhouse crop residue briquettes as an alternative fuel. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1): 11-17.
- Bilgin, S., Ertekin, C., Kürklü, A., 2012. Türkiye'deki sera bitkisel biyokütle atık miktarının belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, 5-7 Eylül, Samsun.Acaroğlu, M., Kocar G., Hepbaslı A., 2005. The potential of biogas energy. Energy Sources, 27(3): 251-259.
- BP, 2012. Biritish Petroleum, Dünya Enerji İstatistiksel Araştırması, <http://www.bp.com/statisticalreview>
- ÇGTHİM, 2015. Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü, Tarımsal ve Hayvansal Üretim İstatistikleri.
- Çukurçayır, M.A., Sağır H., 2008. Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20: 257-278.
- DEKTMK, 2007. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Hidrolik ve Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu Biyokütle Enerjisi Alt Çalışma Grubu Raporu. Ankara.
- DEKTMK, 2014. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2014, Ankara, ISSN:1301-6318.
- Demirbaş, A., 2008. Importance of biomass energy sources for Turkey. Energy Policy, 36: 834-842.
- Di Blasi, C., Tanzi, V., Lanzetta, M., 1997. A Study of the Production of Agricultural Residues in Italy. Biomass and Bioenergy, 12(5): 321-331.
- ETKB, 2013. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2013 Yılı Bütçe Sunumu. http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/2013_Plan_ve_Butce_Komisyonu_Konusmasi.pdf/ [Ulaşım: 25 Aralık 2013].
- GMKA, 2013. TR22 Güney Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Araştırması Raporu. Güney Marmara Kalkınma Ajansı, Balıkesir.
- Günay, A., 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği Cilt IV. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Jenkins, B.M., Bakker-Dhaliwal R., Summers, M.D., Bernheim,L.G., Lee, H., Huisman W., Yan, L., 2000. Equipment performance, costs, and constraints in the commercial harvesting of rice straw for industrial applications. ASAE Paper No. 006035, ASAE, St. Joseph, MI 49085-9659.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., Kurti, R., 2011. Biyokütlenin Türkiye'de enerji üretiminde değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19): 63-75.
- Kaygısız, H., 2004. Domates Yetiştiriciliği, Hasat Yayıncılık, İstanbul.
- Koçer, N. N., Ünlü, A., Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 175-181.
- Kurt, G., Koçer, N., 2010. Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(3): 240-247
- Özgür, M.A., 2008. Review of Turkey's renewable energy potential. Renewable Energy, 33: 2345-2356.
- Topal, M., Topal, E.I.A., 2012, Elazığ İli biyokütle enerji potansiyeli üzerine: 2000-2010. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 3(2): 21-30.
- TÜİK, 2013. Seçilmiş Göstergelerle Çanakkale 2013, Türkiye İstatistik Kurumu. Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara ISBN 978-975-19-6091-7.
- TÜİK, 2016. Konularına Göre İstatistikler. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist/> [Ulaşım: 10 Şubat 2016].
- Ünal, H., Alibaş, K., 2002. Biyokütle enerji kaynağı olarak ayçiçeği sapının yakılması ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 113-128.
- Yıldırım, R.G., 2003. Dünyada ve Türkiye'de biyokütle enerjisi. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, s.357-360.