

established in
2016



MAS JOURNAL of Applied Sciences

ISSN 2757-5675

DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.89>

Araştırma Makalesi

Bitkisel Atıkların Enerji Potansiyelinin Teorik Analizi (Tokat İli Örneği)

M. Fırat BARAN^{1*}, Emine KÜÇÜKER²

¹Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Siirt

²Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt

*Sorumlu yazar: mfb197272@gmail.com

Geliş Tarihi: 19.02.2021

Kabul Tarihi: 28.03.2021

Özet

Tokat ili sahip bulunduğu coğrafi konum sebebiyle bitkisel ürün çeşitliliği açısından geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. İlde tarımsal atık potansiyeli yüksek olduğu için bitkisel üretim kaynaklı atıkların miktarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Tokat İlinin bitkisel üretimden kaynaklanan kullanılabilir tarımsal atık miktarı ve bu atıkların enerji potansiyeli biyokütle açısından teorik olarak değerlendirilmiştir. Tokat İli için biyokütle ve enerji potansiyelinin belirlenmesinde, kullanılabilir atık potansiyeli bulunan üretim materyalleri seçilmiş olup hesaplamalarda Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve İl Tarım Orman Müdürlüğü 2019 yılı bitkisel üretim istatistikleri ile farklı kurum ve araştırmacılar tarafından belirlenmiş olan katsayılar kullanılmıştır. Tokat'ta tarla bitkileri için kuru biyokütle miktarı 993 527, 89 ton/yıl ve toplam ısıl kapasitesi 17 703 258,43 GJ/yıl, meyve ağaçları için budama atıklarının kuru biyokütle potansiyeli 7 845 124,67 ton/yıl ve toplam ısıl kapasitesi 156 902 493,40 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır. İlin biyokütle üretim potansiyeli değerlendirilmiş ve mevcut durum ile geleceğe yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, tarımsal atık, ısıl değer, enerji, Tokat İli

Theoretical Analysis of Energy Potential of Vegetable Waste (A case study in Tokat Province)

Abstract

Tokat Province has a wide range of crop products due to its geographical location. In this study, the amount of agricultural waste used in Tokat province due to plant production and the energy potential of these wastes are calculated theoretically in terms of biomass. Since the production of the products with high waste potential in the province is intense, determining the amount of waste originating from plant production is important. In the determination of biomass and energy potential for Tokat province, production materials with usable waste potential were selected. In the calculations, the crop production statistics of TUIK and provincial directorate of agriculture and forestry, 2019 and the coefficients determined by different institutions and researchers were used. The amount of theoretical dry biomass of the crops in Tokat is 993 527.89 tons year⁻¹ for field crops and the total calorific value capacity is 17 703 258.43 GJ year⁻¹. Dry biomass potential of pruning waste for fruit trees is calculated as 7 845 124.67 tons year⁻¹ and total calorific value capacity is 156 902 493.40 GJ year⁻¹. The biomass production potential of the province was evaluated and recommendations were made for the current situation and the future.

Keywords: Biomass, agricultural waste, calorific value, energy, Tokat Province

GİRİŞ

Biyokütle, yaşayan ya da yakın zamanda yaşamış canlılardan elde edilen fosilleşmemiş tüm biyolojik malzemenin genel adıdır. Biyokütle, bir enerji kaynağıdır ve endüstriyel anlamda biyokütle, bu biyolojik maddelerden yakıt elde edilmesi ya da diğer endüstriyel amaçlarla kullanılması ile ilgilidir. Yaygın olarak, biyoyakıt elde etmek amacı ile yetiştirilen bitkiler ile lif, ısı ve kimyasal elde etmek üzere kullanılan hayvansal ve bitkisel ürünleri ifade eder (Anonim, 2021a). Çevresel bir kirliliğe sebep olmadan kesintisiz enerji ihtiyacının sağlanabilmesi için enerji kaynaklarının sürdürülebilir olması gereklidir. Biyokütle enerjisi tükenmez bir kaynaktır ve özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik bir değere sahiptir (Karabaş, 2019). Denizde veya karada bulunan bitkisel ve hayvansal biyokütle kaynakları arasında bitkisel atıklar, odun, yağlı tohum bitkileri, karbonhidrat bitkileri, elyaf bitkileri, hayvansal atıklar ile şehir ve endüstriyel atıklar yer almaktadır (Kurt ve ark., 2010).

Biyokütle enerjisinin kullanımı klasik ve modern yöntemler olarak iki kategoriye ayrılır. Klasik kullanımda, odun, bitki ve hayvan atıkları gibi biyokütle malzemesinin direkt yakılmasıyla enerji sağlanmaktadır ve özellikle az gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Modern kullanımda ise hayvansal ve tarımsal atıklar, organik içerikli evsel, kentsel ve endüstriyel atıklar/atık sular, enerji bitkileri, enerji ormancılığı ürünleri, orman atıkları, sucul ekosistemlerde yetişen alg ve yosun gibi biyokütle malzemelerinden dönüşüm yöntemleri ile proses ısısı, elektrik ve sıvı ya da gaz yakıt elde etmek mümkün olmaktadır (İllez, 2020).

Dünya enerji tüketiminin yaklaşık %15'i, gelişmekte olan ülkelerde ise enerji tüketiminin yaklaşık %43'ü biyokütleden sağlanmaktadır (Başçetinçelik ve ark., 2006). Enerji üretiminde kullanılmak için seçilmiş kaynaklar termo-kimyasal veya biyo-kimyasal çevrim yöntemleri sayesinde istenilen teknolojiye uygun olan enerji formuna dönüştürülmektedir. Tarımsal kaynaklı biyokütle iklim koşulları ve artan gıda ihtiyacından doğrudan etkilenmektedir. Biyokütle enerji kaynakları sıralamasında

dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. İsveç enerjisinin %16'sını, Avusturya %13'ünü biyokütle den elde etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansına (IEA) göre 2035 yılına kadar dünyadaki elektrik enerjisi talebinin %70 artması beklenmektedir (Anonim, 2021b).

Deniz veya karada bulunabilen hayvansal veya bitkisel biyokütle enerji kaynakları (Karaosmanoğlu, 2003; Kuş ve ark., 2016);

- ✓ Hayvansal atıklar
- ✓ Odun (enerji ormanları, ağaç atıkları)
- ✓ Yağlı tohum bitkileri (ayçiçeği, soya, kolza, pamuk, aspir vb.)
- ✓ Karbonhidrat bitkileri (patates, mısır, pancar, buğday, enginar vb.)
- ✓ Elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum, kenaf vb.)
- ✓ Bitkisel atıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, meyve çekirdeği vb.)
- ✓ Şehirsal ve Endüstriyel atıklar

Tokat ilinin toplam nüfusu 2020 yılına göre 597.861' (Anonim 2021c), İlin elektrik santrali kurulu gücü 702 MWe'dir. Tokat'taki 24 elektrik santrali ile yılda yaklaşık 2.123 GWh elektrik üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2021d).

Ülkemizde tahıllardan elde edilen bitkisel biyokütle atıkları büyük ölçüde hayvan beslemek ve hayvanlar için altlık malzemesi olarak kullanılırken, budama atıkları ısınma amaçlı yakma ve toz haline getirilerek altlık malzemesi olarak değerlendirilmektedir (Karabaş, 2019). Ülkemizin önemli seviyede tarımsal atık potansiyeline sahip olması ve bu atıkların biyogaz enerjisi üretiminde kullanıldığı takdirde ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayabileceğini gösterir (Taşova ve Naneli, 2019).

Bu çalışmada, Tokat ili 2019 yılına ait kullanılabilir bazı tahıl (buğday, mısır, arpa, ayçiçeği ve şeker pancarı) ve bazı meyve çeşitlerinin (elma, armut, kiraz, vişne, şeftali, ceviz, fındık, badem ve erik) sap atık değerlerinden elde edilebilecek kullanılabilir atık miktarı (ton/yıl) ve elde edilebilecek enerji potansiyeli (GJ/yıl) değerleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Tokat İlinin Bitkisel Üretim Potansiyeli

Tokat, Karadeniz Bölgesinde Orta Karadeniz bölümünün iç kısımlarında yer alır. Kuzeyinde Samsun, kuzeydoğusunda Ordu, güneyinde Sivas, güneybatısında Yozgat, batısında: Amasya ili ile çevrilidir. İlin yüzölçümü: 9958 km² dir. Bu alanı ile Türkiye topraklarının % 1,3 ünü kaplar. Denizden yükseltisi 623 metredir. Coğrafi Koordinatları: 39° 51' 40" 55' kuzey enlemleri ile 35° 27' - 37° 39' Doğu boylamları arasındadır. Tokat'ın merkez ilçesi güneyde yüksek kesim, orta

kesim ve kuzeyde aşağı kesim olmak üzere üç bölüm halinde kümelenmiştir. Tokat, 1923 yılında il olmuş, Erbaa, Niksar, Reşadiye, Zile ilçeleri bağlanmış, 1943 yılında Taşova, 1944'te Artova ve Turhal, 1954 yılında Almus, 1987 yılında Pazar ve Yeşilyurt, 1990 yılında Sulusaray ve Başçiftlik ilçeleri kurulmuştur. Tokat'a bağlı Taşova ilçesi, 1953 yılında Amasya'ya bağlanmıştır. Merkez ilçe dahil 12 ilçenin yanında 65 belde ve 609 köy mevcuttur. Merkeze bağlı 41 mahalle, 103 köy ve 9 belde bulunmaktadır (Anonim, 2021e).

Çizelge 1. Tokat ili arazi kullanım durumu

Arazi Dağılımı	Alan (ha)	%
Tarımsal Arazi	363.547	36.09
Çayır-Mera Arazileri	122.106	12.12
Orman Arazisi	444.341	44.12
Diğer Araziler	77.206	7.67
İlin Yüzölçümü	1.007.200	100

Kaynak: İl Tarım Orman Müdürlüğü Brifingi- 2019

Çizelge 2. Tarım alanları

Tarımsal Faaliyetler	Ekiliş Alanları (ha)	Ekiliş oranı (%)
Tarla	243.018	66.85
Nadas	37.199	10.23
Sebze	12.110	3.33
Meyve	8.562	2.35
Bağ	6.226	1.71
Süs Bitkileri	164	0.05
Örtü Altı Alanlar	112	0.003
Kavak ve Söğütlük	3.807	1.05
Tarıma Elverişli Boş Alan	52.351	14.40
Genel Toplam	363.547	100.00

Kaynak: İl Tarım Orman Müdürlüğü Brifingi- 2019

Tokat İlinde tarım alanlarının dağılımı incelendiğinde; 363.547 ha'lık tarım alanlarının %66.85' lik kısmını tarla alanları kaplamaktadır. Daha sonra sırası ile %14.40 ile tarıma elverişli olup da boş bırakılan araziler, %10.23 ile nadas alanları, %3.33 ile sebze alanları, %2.35 ile meyve alanları, %1.71 ile bağ alanları ve %1.05 ile kavak ve söğütlükler yer almaktadır. Tarla Ürünleri ekilişlerinde; İl genelinde %54.7 ile buğday ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 2). Türkiye tarım alanlarının içerisinde sebze alanlarının oranı %1.7'dir. Tokat İlinde bu pay %3.33 olup,

Türkiye ortalamasının üzerindedir. İlde ağırlıklı olarak domates, taze fasulye, karpuz, biber, hıyar ve lahana yetiştiriciliği yapılmaktadır. Özellikle Kazova'da sırım domates yetiştiriciliği son yıllarda büyük ilerleme kat etmiştir. Türkiye'de meyve alanları tarım alanlarının %5.3'ünü, Tokat İlinde ise %2.35'ini kaplamaktadır. İlde ağırlıklı olarak elma, vişne, şeftali, erik, armut ve kiraz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Elma alanları; toplam meyve alanlarının %17.6'sını, vişne alanları; %16.7'sini, şeftali alanları; %13.3'ünü, armut alanları; %5.8'ini, kiraz

alanları da %4.9'unu kaplamaktadır. Toplam 6.226 ha bağ alanı İlin tarım alanlarının %1.71'lik kısmını kaplamaktadır (Anonim, 2021f). Tokat, tarımsal potansiyeli yüksek olan bir ildir ve ülkenin tarımsal üretimdeki payı tarla ürünlerinde % 1.58, sebze

üretiminde %1.53 ve meyve üretiminde %0.24 'tür (Anonim, 2021f). İlde başta buğday olmak üzere arpa, ayçiçeği, şekerpancarı ve mısır tarla bitkileri yanında meyvecilikte başta üzüm olmak üzere şeftali, elma, kiraz, vişne ve erik yetiştiriciliği yapılmaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tokat tarımında öne çıkan tarla ürünleri (2019)

Tarla Ürün Çeşitleri	Alan (Dekar)	Verim(Kg/da)	Üretim(Ton)
Buğday	1.132.976	245	277.069
Mısır	55.754	1.016	56.650
Arpa	296.127	259	76.461
Ayçiçeği	162.301	321	52.163
Şeker Pancarı	92.100	6.235	574.200

Kaynak: İl Tarım Orman Müdürlüğü Brifingi- 2019

Çizelge 4. Meyve ağacı ekim alanı ve üretim miktarları

Meyve Ürün Çeşitleri	Alan (dekar)	Meyve Veren Ağaç Sayısı (adet)	Üretim (Ton)
Elma Çeşitleri	9988	291971	13959
Armut	2786	162254	6759
Kiraz	5582	216106	8849
Vişne	5229	216220	6238
Şeftali	8819	316162	20239
Ceviz	23180	266935	4733
Fındık	28220	1252320	2627
Badem	170	21535	495
Erik	1040	74159	3233

Hesaplama yapılacak bitkisel ürün atık miktarı ve enerji potansiyeli hesaplamaları (Başçetinçelik ve ark., 2005; Karaca ve ark., 2016; Karabaş, 2019) tarafından kullanılan yöntemlere göre aşağıdaki 1 ve 2 nolu eşitliklerle hesaplanmıştır.

Bitkisel ürün atık miktarı ve enerji potansiyeli hesaplanması

Teorik bitkisel üretim atıklarının mevcut miktarı, ürünlerin üretim miktarı ile atık ürün oranının çarpımı ile elde edilir. Tokat ilinde yetiştiriciliği yapılan tarla bitkileri için atık ürün oranları ve kullanılabilirlik oranları Çizelge 5'te yer almaktadır

$$TBAM = \dot{U}M \times AK \quad (1)$$

Burada;

TBAM= Teorik bitkisel ürün atık miktarı (ton/yıl)

$\dot{U}M$ = Üretim miktarı (ton/yıl)

AK= Atık katsayısı

Bitkisel üretim atıklarının enerji potansiyeli ise teorik bitkisel üretim atık miktarı ile atık ısı değerinin çarpımı ile elde edilir

$$AEP = TBAM \times AID \quad (2)$$

Burada;

AEP= Atık ürün enerji potansiyeli (MJ)

TBAM= Teorik bitkisel ürün atık miktarı (kg)

AID= Atık ısı değeri (MJ/kg)

Bir hektarlık ortalama bir verime sahip araziden yılda ortalama 25-30 ton arasında kuru biyokütle sağlanabilmektedir (Karabaş 2019). Elverişli olan iklim koşulları açısından özellikle yarı tropik bölgelerde bu oran 40 tona kadar çıkabilmektedir. Kuru biyokütle'den elde edilen ısı değeri 3800-4300 kcal/kg (1 kcal=1.10⁻⁷ ton eşdeğer petrol) değerleri arasında olmaktadır (Yorgun ve ark., 1998; Kurt ve Koçer, 2010; Karabaş, 2019). Kullanılabilirlik oranı meyve ağaçları için 0.7 (%70), tarla bitkileri için 0.5 (%50) alınmıştır (CEC, 2015; Sümer ve ark. 2016; Karabaş, 2019)

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tokat İli'nin mevcut bitkisel üretim faaliyetlerine konu olan atık potansiyeli yüksek olan ürünler çalışmada kullanılmıştır.

Tokat'taki biyokütle kapasitesini değerlendirebilmek için iki kategoride toplam 14 farklı bitki dikkate alınmıştır. Bu bitkiler tarla bitkileri grubunda mısır, buğday, arpa, şekerpancarı, ve ayçiçeği iken meyve ağaçları grubunda ise elma çeşitleri, armut, kiraz, vişne, şeftali, ceviz, fındık badem ve erik bulunmaktadır. İlde yetiştiriciliği yapılan ürünlerin atık potansiyelleri belirlenirken bu ürünlerin ekim alanları ve üretim miktarları, 2019 yılı Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri (TÜİK, 2019), Tokat İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2019 yılı faaliyet raporlarında yer alan verilerden alınmıştır. Bu verilerle Tokat ilinin biyokütle üretimine konu olabilecek atık potansiyeline sahip tarla bitkileri ve meyvelerin kullanılabilir atık miktarları hesaplanmıştır.

Seçili ürünler için tarla bitkilerinin atık miktarlarının belirlenmesinde ürün hasadı yapılan arazilerin büyüklüğü esas alınmıştır. Seçilen ürünlerin atık katsayısı, kullanılabilirlik oranları ve birim ısıl değerleri California Energy Commission 2015 (CEC) tarafından belirlenen değerlerden alınmıştır (CEC, 2015; Karabaş, 2019). Tokat da 2019

yılındaki bitkisel üretimin %66.85 ini oluşturan tarla bitkilerinin atık potansiyeli ve bu atıklara ait ısıl değerler Çizelge 5 te verilmiştir. Çizelgede yer alan atık miktarları ve toplam ısıl kapasiteler 1 ve 2 nolu eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır. Bahçe ziraatin de ağaç budama işlemleri de biyokütle üretimine ait atıklar oluşturduğu için söz konusu atıkların belirlenmesinde seçilen meyve türlerine ait ağaçların sayıları göz önünde bulundurulmuştur. Meyve veren ağaç sayıları Tokat İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2019 yılı faaliyet raporundaki veriler esas alınarak belirlenirken budama atık katsayıları, kullanılabilirlik oranları ve birim ısıl değerleri CEC, (2015); Sümer ve ark. (2016) ve (Karabaş 2019)'dan faydalanılmıştır. Çizelge 5 te ise Tokat da 2019 yılında meyve ağaçlarının budanması sonucu elde edilen atık miktarları ve bunlara ait ısıl değerleri Çizelge 5'te yer almaktadır. Tarla bitkileri için seçilen her bir ürünün tarlada bıraktığı yıllık atık miktarı ve seçilmiş meyve ağaçlarının budanması ile bahçede bıraktıkları yıllık atık miktarları hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Tokat İlinde tarla bitkileri atıkları ve enerji potansiyeli

Ürün	Atık	Üretim (Ton)	Atık Katsayısı	Atık miktarı (ton/yıl)	Kullanılabilirlik oranı	Kullanılabilir atık (ton/yıl)	Birim ısıl değer (MJ/kg)	Toplam ısıl kapasite (GJ/yıl)
Buğday	Saman	277.069	1.63	451622.47	0.5	225811.235	17.51	3953954.725
Mısır	Sap koçan	56.650	4.04	228866	0.5	114433	17.65	2019742.45
Arpa	Saman	76.461	1.12	85636.32	0.5	42818.16	17.31	741182.3496
Ayçiçeği	Sap	52.163	0.73	38078.99	0.5	19039.495	18	342710.91
Şeker Pancarı	Baş yaprak	574.200	2.06	1182852	0.5	591426	18	10645668
TOPLAM						993527.89		17703258.43

Çizelge 5'i incelendiğimizde Tokat ilinde tarla bitkileri atıkları arasında en büyük potansiyele sahip olan ürün şeker pancarıdır. 2019 yılında 574 200 ton olarak üretilen şeker pancarından 591 426 ton atık elde edilebileceği görülmektedir. İl genelinde tarla bitkilerine ait atıklar hayvan yemi ve hayvanlar için altlık malzemesi olarak değerlendirilmekte veya bir kısım çiftçiler tarafından yakılarak yok edilmektedir. Tokat ili için seçilen tarla bitkilerine ait atıkların toplam teorik kullanılabilir miktarı 993 527.89 ton/yıl olup bu atıkların toplam teorik ısıl değeri 17 703 258.43 GJ/yıl olmaktadır.

Çizelge 6'ya baktığımızda meyve ağaçları içinde ise en fazla budama atığı 2 673 703,2 ton/yıl ile fındıktan elde edilebilmektedir. Fındığı sırasıyla; şeftali 1 600 095,88 ton/yıl, kiraz 892 517.78 ton/yıl, vişne 812 770.98 ton/yıl, ceviz 640 910.94 ton/yıl, elma çeşitleri 478 248,50 ton/yıl, erik 381 028.94 ton/yıl, armut 278 265.61 ton/yıl ve badem'de ise 87 582,85 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. İlimizde meyve ağaçlarının budanmasına ait atıkların toplam teorik kullanılabilir miktarı 7 845 124,672 ton/yıl olup budama atıklarının teorik toplam ısıl değeri 156 902 493,40 GJ/yıl olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Tokat İlinde meyve ağaçları atıkları ve enerji potansiyeli

Ürün	Atık	Meyve Veren Ağaç Sayısı	Atık Katsayısı	Atık miktarı (ton/yıl)	Kullanılabilirlik oranı	Kullanılabilir atık (ton/yıl)	Birim Isıl değer (MJ/kg)	Toplam Isıl kapasite (GJ/yıl)
Elma Çeşitleri	Budama	291.971	2.34	683212.1	0.7	478248.498	20	9564969.96
Armut	Budama	162.254	2.45	397522.3	0.7	278265.61	20	5565312.2
Kiraz	Budama	216.106	5.9	1275025	0.7	892517.78	20	17850355.6
Vişne	Budama	216.220	5.37	1161101	0.7	812770.98	20	16255419.6
Şeftali	Budama	316.162	7.23	2285851	0.7	1600095.882	20	32001917.64
Ceviz	Budama	266.935	3.43	915587.1	0.7	640910.935	20	12818218.7
Fındık	Budama	1.252.320	3.05	3819576	0.7	2673703.2	20	53474064
Badem	Budama	21.535	5.81	125118.4	0.7	87582.845	20	1751656.9
Erik	Budama	74.159	7.34	544327.1	0.7	381028.942	20	7620578.84
TOPLAM						7845124.672		156902493.4

SONUÇ ve ÖNERİLER

Birçok farklı unsurun yakılması üzerinden kimyasal enerji ile beraber elektrik enerjisi elde edilme sistemi, biyokütle enerjisi olarak öne çıkmaktadır. Sürekli olarak teknolojinin gelişmesi ve yapılan araştırmalar neticesinde, biyokütle enerjisi üzerinden kullanım alanları her geçen zaman artış göstermektedir. Özellikle daha düşük maliyet ve yenilenebilir enerji olanakları sebebiyle her geçen zaman kullanımı artmaktadır. Tarım ve hayvancılık ile ormancılık üzerinden oluşan atıklar sebebiyle, çevrede ikamet eden pek çok kişi de ek gelir elde etme şansı yakalamaktadır.

Tokat bulunduğu coğrafi bölge ve iklim şartlarının uygunluğu sebebiyle bitkisel ürün çeşitliliği fazla olan bir ildir. Hem tarla bitkileri hem de meyve ağaçlarının budama atıkları açısından önemli bir bitkisel biyokütle potansiyeline sahiptir. Bu çalışma ile Tokat İl'inde 2019 yılı içinde tarla bitkileri ve meyve ağaçlarının budanması kaynaklı olarak 8 838 652,562 ton atığın oluştuğu teorik olarak hesaplanmıştır. Bu atıkların (tarla ve meyve) oluşturduğu ısıl değerlerin toplamı 174 605 751,9 GJ/yıl dır. Bir atık olarak düşünülen bitkisel biyokütleden yararlanmanın mevcut enerji potansiyeline sağlayacağı katkı çok net olarak görülmektedir. Geri dönüşümün ve sıfır atık hedefinin önem kazandığı günümüzde, yaşam döngüsünü tamamlamış insan ve hayvanların beslenmesi için gerekli katkıyı

sağlamış olan biyokütle potansiyeline sahip bitkilere ait atık kısımların ekonomiye kazandırılması enerji arzı açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2021a. Biyokütle, Erişim linki: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Biyok%C3%BCtle#:~:text=Biyok%C3%BCtle%2C%20ya%C5%9Fayan%20ya%20da%20yak%C4%B1n,end%C3%BCstriyel%20ama%C3%A7larla%20kullan%C4%B1lmas%C4%B1%20ile%20ilgilidir>. Erişim Tarihi: 20.04.2021.
- Anonim, 2021b. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2014>, Erişim Tarihi: 14.02.2021.
- Anonim, 2021c. Tokat ili Nüfusu, Erişim linki: <https://www.nufusu.com/il/tokat-nufusu>, Erişim tarihi: 05.05.2021.
- Anonim, 2021d. Enerji atlası, Tokat; Erişim linki: <https://www.enerjiatlası.com/sehir/tokat/> Erişim tarihi: 04.05.2021.
- Anonim, 2021e. Coğrafi yapı - Tokat Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Erişim linki: <https://tokat.esb.gov.tr/cografi-yapi-i-1211>, Erişim tarihi: 10.05.2021
- Anonim 2021f, Tokat ili Stratejik planı, Erişim linki: <http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/A16Js+TokatIOISP0608.pdf>, Erişim tarihi: 05.05.2021
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Kaya, D., Kaçıra M., Ekinci, K., Karaca, C. 2006. Türkiye'de jeotermal enerji kullanımını geliştirme olanakları. VI. Ulusal Temiz

- Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı: 846-857, 25-27 Mayıs 2006, Isparta.
- CEC, 2015. California energy commission, an assessment of biomass resources in california, 2015. University of California, Davis,. Public Interest Energy Research (PIER) Program Interim Project Report. March 2015, CEC-500-11-020.
- İllez, B. 2020. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi, Türkiyenin Enerji Görünümü, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020_13_%20Biyok%C3%BCtle%20Enerjisi%20_B%C3%BClent%20%C4%B0llez.pdf, erişim tarihi: 02.05.2021.
- Karabaş, H. 2019. Tokat ilinin bitkisel biyokütle açısından atık miktarının ve enerji potansiyelinin araştırılması. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 2(1): 35-43.
- Karaca, C., Öztürk, H.H., Ekinci, K. 2016, Aydın ilinde bitkisel kökenli tarımsal biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 27-30 Eylül 2016, Samsun.
- Karaosmanoğlu, F. 2003. Yenilenebilir enerji kaynakları ve Türkiye. Görüş Dergisi, 30 – 34.
- Kuş, E., Yıldırım, Y., Kuş, A.K., Demir, B. 2016. Iğdır ili tarımsal biyokütle potansiyeli ve enerji eşdeğeri. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 6(1): 65-73.
- Kurt, G., Koçer, N.N. 2010, Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(3): 240-247.
- Sümer, S.K., Kavdır, Y., Çiçek, G. 2016 Türkiye’de tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesi. KSÜ Doğa Bil. Derg., 19(4): 379-387.
- Tasova, M., Naneli, I. 2019. Bolu ve Tokat illerindeki buğday sap atıklarının enerji potansiyel değerlerinin karşılaştırmalı teorik analizi. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 2(3):136-144.
- Yorgun, S., Şensöz, S., Şölener, M. 1998. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli ve Değerlendirme Çalışmaları, Uzman Enerji, 8:44-48.