



Kars ilinin biyokütle enerji potansiyeli ve kullanılabilirliği

Potential and availability of biomass energy in Kars

Mucip Demir ^{*a}

^a Kafkas Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilimler ve Türkçe Eğitimi Bölümü, Kars.

MAKALE BİLGİ

Geliş/Received: 21.01.2017
Kabul/Accepted: 05.05.2017

Anahtar Kelimeler:
Biyokütle
Biyogaz
Enerji
Kars

Keywords:
Biomass
Biogas
Energy
Kars

*Sorumlu yazar/Corresponding author
(M. Demir) mucipdemir@hotmail.com

<http://dx.doi.org/10.17211/tcd.286858>

ÖZ / ABSTRACT

Bu çalışmada Kars ilindeki biyokütle enerjisi potansiyeli oluşturan kaynakların nitelik ve nicelikleriyle tespit edilmesiyle bu kaynakların biyokütle olarak kullanımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmada saha çalışmalarının yanı sıra, konuyla ilgili kuruluşlardan elde edilen veriler kullanılarak hesaplamalar ve analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarla ildeki biyokütle kaynakları üzerinden biyoenerji potansiyeli belirlenmiştir. Kars ilinde büyük kısmı hayvancılık atıklarından olmak üzere, tarım ürünleri ve atıklarıyla, ormancılık atıkları, kentsel evsel atıklar ve gıda sanayisine dair atıkların biyokütle kaynağı kullanım potansiyeli bulunmaktadır. Biyokütle olarak kullanılacak atık ve kaynaklar toplam 1.558.794 ton/yıl civarında biyokütle oluşturmakta olup, bu kaynaklardan 76.913.077 m³/yıl biyogaza denk 49.991 ton/yıl TEP veya 361.488 mwh/yıl elektrik enerjisi üretim potansiyeli bulunduğu hesaplanmıştır. Buna rağmen ilde yaşayan nüfusun biyokütle oluşturan bu atıkları birçok alanda değerlendirmesi, atıkların yerine ikame edilebilir alternatif azlığı nedeniyle ildeki biyokütle potansiyelinin mevcut durumda kullanılabilirliği düşüktür.

In this research, it is aimed to determine the factors affecting the utilization of these sources as biomass by determining qualities and quantities of potential sources of biomass energy in Kars province. In addition to field studies, calculations and analyzes were carried out using the data obtained from relevant institutions. The bioenergy potential was determined through the available biomass resources with the results obtained. Most of the provinces in Kars have the potential to use biomass resources for agricultural products and wastes, animal wastes, urban household wastes and food industry wastes from livestock wastes. Wastes and resources that can be used as biomass constitute a total of 1.558.794 tons / year biomass, and it is estimated that these sources have the potential of 76.913.077 m³ / year biogas, 49,991 tons / year TEP or 361,488 mwh / year electricity energy. Nonetheless, many inland evaluations of these biomass-producing wastes are still less viable for biomass potential on the ground because of the substitutable alternative to wastes.

1. Giriş

Biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynaklarıdır. Biyokütle endüstriyel olarak, yaşayan ya da yakın zamanda yaşamış varlıklardan yakıt, gaz ve kimyasal madde elde edilmesi ve kullanılmasıyla ilgilidir. Biyokütle, yaygın olarak biyoyakıt elde etmek amacıyla yetiştirilen bitkiler ile lif, ısı ve kimyasal elde etmek üzere kullanılan organik madde ve atıkları kapsar (Doğanay vd. 2011).

Günümüzde biyokütle enerjisini klasik ve modern olarak iki sınıfta ayırmak mümkündür. Ağaç kesiminden elde edilen odun ve hayvan atıklarından elde edilen tezeğin basit şekilde yakılması klasik biyokütle enerjisi olarak tanımlanırken, enerji bitkileri, enerji ormanları ve ağaç endüstrisi atıklarından elde edilen etanol gibi çeşitli yakıtlar modern biyokütle enerjisinin kaynakları olarak tanımlanır (Doğanay vd. 2011).

Biyokütle enerjisi tükenmez bir kaynak olması, her yerde elde edilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (YEGM, 2016). Bu nedenle Dünya genelinde biyokütle kaynaklarından enerji üretimi giderek artarken bu kaynakların toplam enerji tüketimindeki payı da artmaktadır. 2013 yılı verilerine göre neredeyse bütün ülkelerde biyokütle kaynaklarına dayalı olarak enerji üretimi yapılmakta olup Dünya'da tüketilen toplam 355 EJ (egzajoule) elektrik enerjisinin % 13'üne denk gelen 50 EJ'lük kısmı biyokütle enerji kaynaklarından elde edilmektedir (World Bioenergy Association, 2016).

Ülkemizde de biyokütle kaynaklarına dayalı enerji üretimi giderek artarken 2017 yılı verilerine göre 36 ilde toplam 369 MWe Kurulu güce sahip 71 biyokütle santrali faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu tesislerde çeşitli nitelikteki biyokütle kaynak-

ları değerlendirilerek ülke enerji ihtiyacının % 0,61'ini karşılayabilecek ~ 1.580 GWh elektrik enerjisi elde edilmektedir (Enerji Atlası, 2016). Bu veriler ışığında ülkemizdeki biyokütle kaynaklarına dayalı enerji üretiminin Dünya geneline nispetle oldukça az miktar ve oranda olduğu anlaşılırken biyokütle kaynaklarına dayalı enerji üretiminin artırılması halinde gerek ülkemizin enerji ihtiyacının bir kısmı karşılanırken gerekse ülkemizin kalkınmasına önemli katkı sağlanabilecektir.

Ülkemizin kalkınmada geri kalmış illeri arasında bulunan, ekonomik yaşamın hayvancılık faaliyetlerine dayandığı Kars ili, bu nedenle belli oranda biyokütle ve biyokütle enerjisi potansiyeli taşımaktadır. Bu kaynakların değerlendirilmesi halinde ilin kırsal kalkınması ve bağlı olarak genel ekonomik durumunda gelişim sağlanabileceği öngörülmektedir.

2. Kars İlinin Konumu ve Özellikleri

Araştırma konusunun lokasyonunu oluşturan Kars ili, Kuzeydoğu Anadolu'da Erzurum Kars bölümünün Kars yöresi dâhilinde yer almaktadır. İl; kuzeyde Ardahan, doğuda Ermenistan'ın Shirak yönetim bölümü, güneydoğuda Iğdır, güneyde Ağrı, batıda ise Erzurum illeri idari alanları arasında 10.139 km² alana sahiptir (HGK, 2014). İl, Merkez, Sarıkamış, Kağızman, Selim, Susuz, Arpaçay, Akyaka ve Digor olmak üzere 8 ilçeye sahip olup bu ilçelere bağlı 383 köy ve 55 mahalle bulunmaktadır (Demir, 2013) (Şekil 1). Büyük kısmı Ortalama 2.000 metre irtifadaki plato sahasında yer alan il arazisinin tamamına yakın kısmı genç volkanik arazilerden oluşmaktadır. İlde mevcut irtifa ve karasal etkisiyle sert karasal iklim hâkim olup bu nedenle ekonomik hayat hayvancılık faaliyetlerinin yanı sıra kamu istihdamına dayalıdır (Demir, 2013).

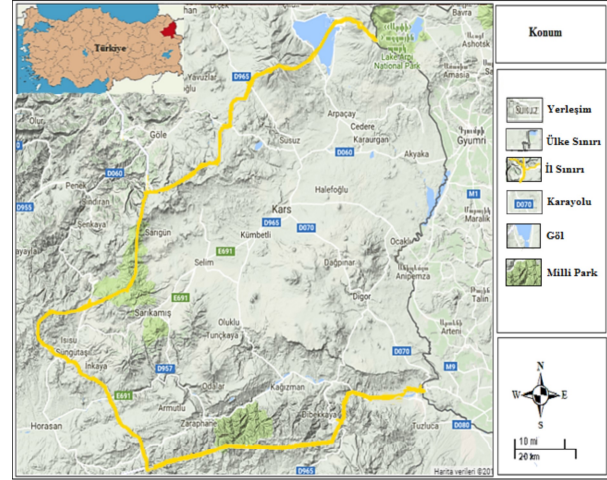
Kars ilinin toplam nüfusu 292.000 olup bu nüfusun % 60'ı kırsal yerleşimlerde '40'ı Kars, Sarıkamış ve Kağızman ilçelerinin merkezini oluşturan kentsel karakteristikteki yerleşimlerde ikamet etmektedir. (TÜİK, 2016). İl daha çok ekonomik nedenlere dayalı olarak nüfus göçü vermektedir (Demir, 2015)

3. Amaç, Veri ve Yöntem

Çalışmanın amacı; Kars ilindeki biyokütle enerjisi potansiyeli oluşturan kaynakların nitelik ve nicelikleriyle tespit edilmesi, bu kaynakların biyokütle olarak kullanımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve biyokütle kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanılabilirliğini araştırılması oluşturmaktadır.

Çalışmaya, öncelikle biyokütle enerjisi ile ilgili literatür taraması ile başlanmış elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi sonrasında çalışmanın yapılacağı Kars iline ait biyokütle oluşturan; hayvancılık, bitkisel tarım, ormancılık, gıda sanayii ve kentsel atık varlığının nicelik ve niteliklerinin tespit edilmesi için; İl Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, TÜİK, EİE gibi kuruluşlardan istatistik veriler temin edilmiştir. Mevcut biyokütle kaynaklarının çevre ile olan ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla ilin HGK ve MTA tarafından yapılmış 1/25.000 ölçekli Kars, jeolojik ve topografik harita paftaların incelenmesiyle sahadaki ana özellikler tespit edilme çalışılmıştır.

Elde edilen verilerin ofis çalışmaları neticesinde değerlendirilmesi sonrasında biyokütle kaynaklarının yerinde incelenmesi ve çevreyle olan ilişkilerinin tespit edilmesi amacıyla yılın değişik zamanlarında ilin birçok yerinde saha gözlemleri ve ince-



Şekil 1. Kars ili ve çevresinin lokasyonu (www.mapsgoogle.com. kullanılarak çizilmiştir).

Figure 1. Location of Kars and its surroundings (Drawing using www.mapsgoogle.com).

lemeleri yapılmış, eş zamanlı olarak biyokütle oluşturan varlıkların üretimi ve yönetiminde çalışan ilgililerle görüşmeler yapılarak bu kaynakların üretimine dair bilgiler alınmıştır.

Yapılan saha çalışmaları sırasında ve sonrasında, elde edilen bilgiler değerlendirilmiş, konunun daha somut ve anlaşılır hale gelmesi için harita, grafik ve tablo haline getirilmiştir. Çalışmanın nihai aşamasında elde edilen tüm bilgiler belirtilen hedefler doğrultusunda coğrafya ilmi nihai ilkeleri ışığında değerlendirilerek kaleme alınmıştır. Çalışmanın sonuç kısmında elde edilen bilgiler ışığında, ildeki biyokütle enerjisi potansiyelinin değerlendirilip sürdürülebilirliğine ait çeşitli öneriler sunulmuştur.

Kars ilinin biyokütle ve biyoenerji varlığının belirlenmesi amacıyla TÜİK ve Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğünden sağlanan 2015 yılı istatistiksel verileri kullanılmıştır. İlde biyokütle oluşturan kaynaklar, hayvancılık, bitkisel tarım, bitkisel organik, ormancılık ve gıda sanayii atıkları olmak üzere 5 ana grupta ele alınmıştır. Bu biyokütle kaynaklarının birim başına oluşturacağı atık miktarının tespiti için literatür verilerinin ildeki coğrafi koşullara göre değerlendirilmesiyle özgün birim çarpanları oluşturulmuştur (Tablo 1).

Çalışmada biyokütle kaynağı olarak ele alınan hayvansal atıkların oluşumu için, hayvancılık faaliyetleri 215 gün ortalamaya sahip yaz ve 150 gün ortalamaya sahip kış olmak üzere iki dönemde ele alınmıştır (Demir, 2015). Araştırmada TÜİK yaş tasnifi dikkate alınarak büyük ve küçükbaş hayvanlardan 0-2 yaş aralığındakiler genç, 2 yaş ve üzerindeki bireyler yetişkin bireyler olarak kabul edilerek hayvanlar iki temel yaş gurubuna ayrılmıştır. Bu hayvanların Yaz ve kış dönemlerinde açık arazide ve hayvan barınaklarında buldukları süreler dikkate alınarak birey başına atık miktarları günlük ve yıllık olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. İldeki kanatlı hayvanlara ait atıklar miktarının düşüklüğü nedeniyle dönemlere ayırmadan literatürde standart katsayı ile hesaplanmıştır (Tablo 1).

Bitkisel kaynaklardan hasat edilen tarımsal ürün ve atıkların ekim alanları ve verimleri sahada yerinde yapılan çalışmalarla literatür verileri dikkate alınarak belirlenmiş ve her bir ürün için ayrı katsayılarla ve yıllık olarak hesaplanmıştır.

Hayvancılık ve bitkisel tarım faaliyetleri dışında ilde biyokütle oluşturan kentsel organik, ormancılık ve gıda sanayii atıklarının hesaplanmasında da literatürde belirtilen katsayılar temel alınarak ildeki özgün coğrafi koşullara uyarlanmıştır. Kentsel organik atıklardan günlük % 5-10, ormancılık atıklarından % 10, gıda sanayii atıklarından % 80 biyokütle oluştuğu kabul edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırmada kullanılan biyokütle değeri taşıyan unsurlara ait üretim ve enerji katsayıları.

Table 1. Production and energy multipliers of biomass factors used in research.

Biyokütle Kaynağı	Yaz Dönemi (215 gün)	Kış Dönemi (150 gün)	Biyogaz m ³ /ton Atık (Ton* x)	TEP Katsayı (Biyogaz m ³ *0,65)	Elektrik (kWh) (Biyogaz m ³ *4,7)
Hayvansal Atıklar					
Büyükbaş Yetiştirilen	5 kg/gün	15 kg/gün	33	0.65	4.7
Büyükbaş Genç-Yavru	2,5 kg/gün	7,5 kg/gün	33	0.65	4.7
Küçükbaş Yetiştirilen	0,70 kg/gün	1,5 kg/gün	58	0.65	4.7
Küçükbaş Genç-Yavru	0,35 kg/gün	0,75 kg/gün	58	0.65	4.7
Kanatlı Hayvan	0,05 kg/gün		78	0.65	4.7
Tarımsal Atıklar					
Tahıl Samanı	0,2 ton/ dekar		20	0.65	4.7
Yeşil Ot			40	0.65	4.7
Yumrulu Kök Bitkileri	0,7 ton dekar		17	0.65	4.7
Şehırsel Organik Atıkları					
Toplam Atık*0,05-0.1			40	0.65	4.7
Gıda Sanayii Atıkları					
İşlenen Süt*0,8			50	0.65	4.7
Ormancılık Atık					
Toplam Atık*0,01			30	0.65	4.7

Kaynak: (Demir, 2016, Demir, 2016b, TÜİK, 2016, E.İ.E, 2016, Balat, M., 2005, verilerinin ildeki coğrafi koşullara uyarlanmasıyla oluşturulmuştur.)

İlde biyokütle kaynağı olarak değerlendirilen tüm varlıkların enerji değerlerinin hesaplanmasında optimum fermantasyon sıcaklık koşullarının varlığı kabul edilerek öncelikle günlük ve yıllık biyogaz üretimleri her bir ürün için standart katsayılar kullanılarak hesaplanmıştır. Biyogaz üretim değerleri kullanılmasıyla her bir biyokütle unsurunun dizel akaryakıt enerjisi eşdeğerliği temel alınarak TEP değeri hesaplanmış ardından biyogaz varlığı üzerinden elektrik eşdeğeri katsayısı kullanılarak üretilebilecek elektrik enerjisi hesaplanmıştır.

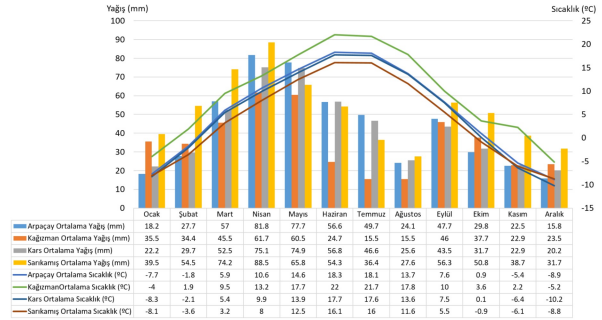
4. Bulgular

4.1. Hayvancılık Kaynaklı Biyokütle Varlığı

Kuzeydoğu Anadolu'da büyük kısmı ortalama irtifası 2000 metre civarındaki plato sahasında yerleşik bulunan ve birçok yerinde volkanik materyallerle örtülü bulunan Kars ili toprakları kışları uzun ve soğuk, yazları kısa serin ve yağışlı sert karasal iklimin etkisindedir (Demir, 2015). Kars İli uzun yıllar (1970- 2012) ortalamalarına göre Doğu Anadolu ve Türkiye geneline kıyasla oldukça düşük yıllık sıcaklık ve yıllık yağış ortalamalarına sahip olup il genelinin yıllık sıcaklık ortalaması 5 °C, yıllık yağış ortalaması 500 mm civarındadır. İl genelinde iklimik değerlerin yıl içinde dağılışı önemli farklılıklar gösterirken yaklaşık beş ayı bulan kış döneminde hava sıcaklıkları 0 °C'nin oldukça altında seyretmekte bu dönemde meydana gelen toplam 170 mm yağış, yıllık yağışın % 30'unu oluşturmaktadır. İlde yaklaşık yedi aylık döneme yayılan yaz veya sıcak dönemde hava sıcaklıkları 0 °C'nin üzerinde seyretmesine rağmen 12 °C ortalama serin bir karakter göstermekte bu dönemde oluşan toplam 340 mm yağış yıllık yağışın % 70'ini oluşturmaktadır (DMİG 2014), (Şekil 2).

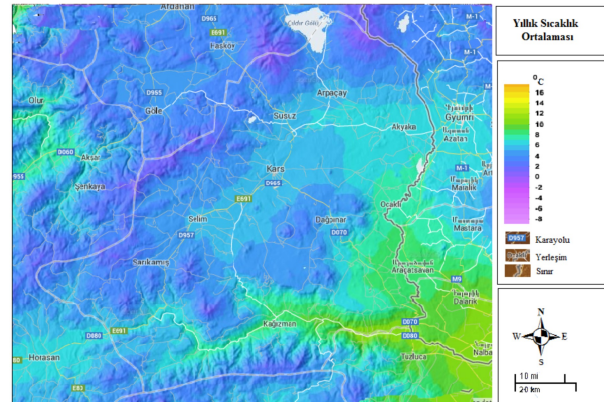
İl genelinde iklimi etkileyen morfolojik koşulların Aras Vadisi dışında benzer karakter arz etmesi nedeniyle iklimi elemanları ve iklimin dağılımı bakımından da önemli farklılık bulunmamaktadır. İl genelinde 5 °C civarındaki yıllık sıcaklık ortalaması Aras

Vadisinde 8 °C, il genelinde 500 mm civarındaki yağış ortalaması Aras Vadisinde 425 mm civarındadır (Şekil 3). Bu genel durumun sonucunda ilde bitkisel tarım faaliyetleri kısıtlı olup beşeri ekonomik faaliyetler Mayıs ayı ile beraber yeşeren ve ağustos ayına kadar yeşil kalan Alpin çayırların varlığına bağlı olarak daha çok mera tipi geçim hayvancılığına dayalı olarak gelişmiştir (Demir, 2016). Bu mevcut iklimik durum nedeniyle ilde biyokütle enerjisi için en önemli kaynağı büyükbaş hayvancılık faaliyetleri oluşturmaktadır.



Şekil 2. Kars ili genelinde sıcaklık ve yağış ortalamalarının, yıllık gidişi.(1970-2012). (MGM verileri kullanılarak hazırlanmıştır)

Figure 2. Annual temperature and precipitation averages in Kars province (1970-2012)



Şekil 3. Kars ili ve çevresinde, yıllık sıcaklık ortalamalarının dağılımı. (MGM verileri kullanılarak Solargis programı ile hazırlanmıştır).

Figure 3. Distribution of average annual temperatures in and around Kars.

Genel olarak iki dönemde incelenebilen ildeki hayvancılık faaliyetlerinin, çoğunlukla açık arazide sürdürülen bahar ve yaz dönemine günlük ortalama hava sıcaklıklarının 0 °C ve üzerine çıkıp gecikmeli de olsa bahar karakteristiklerinin görülmesiyle nisan ayı ile başlanmaktadır. Yaklaşık olarak 215 gün süren ve ekim ayının sonlarında biten bu dönemde yağış ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak nisan ayından itibaren yeşermeye başlayıp, yağışlı geçen yıllarda, ağustos ayı sonları ile eylül ayı başlarında kuruyan ve hayvancılık faaliyetleri için temel girdiyi oluşturan İran-Turan florasına mensup, dağ bozkırları ve çayırlardan oluşan otsu topluluklar gelişmektedir (Atalay ve Mortan 2003). Bu mevcuttaki serin ve yağışlı iklimik koşullar ve bitki varlığı nedeniyle baskın olarak büyükbaş hayvancılığın yapıldığı sahada hayvanlar direkt olarak kırsal yerleşim birimleri civarındaki meralarda otlatılırken mera alanı bulunmayan veya kısıtlı olan kırsal yerleşimler yayla olarak kullanılan daha yüksek alanlara çıkarak faaliyetlerini sürdürmektedir (Demir, 2016). Hayvan besin kaynaklarının artması nedeniyle hayvan başına birim üretimin arttığı bu dönemde hayvansal atık miktarı da artmaktadır.

Ancak yaz döneminde bir gün süresinin 2/3'ünü oluşturan gündüz süresi boyunca hayvancılık faaliyetlerinin meralarda sürdürülmesi nedeniyle hayvan atıkları çoğunlukla bu alanlara düzensiz ve toplanamayacak şekilde dağılmakta bu nedenle hayvan atıkları ancak gün süresinin 1/3'ünü oluşturan gece süresince hayvanların konakladıkları barınaklar civarında birikmektedir. Bu nedenle literatürde hayvan başına 15-20 kg/gün civarında olabileceği belirtilen birim hayvan atığının ildeki bu özgün hayvancılık koşulları nedeniyle ancak 1/3'ünün toplanabileceği yapılan yerinde gözlem ve çalışmalar sonucunda anlaşılmaktadır.

Yaklaşık 215 gün süren bu dönemde ilde beslenen bir yetişkin büyükbaş hayvanın 5 kg, bir genç-yavru büyükbaş hayvanın günde 2,5 kg, yaş atk üretebileceği tespit edilmiştir. Buna göre il genelindeki 336.524'ü yetişkin 106.051'i genç yavru toplam 442.575 büyükbaş hayvanın (TÜİK, 2016) 1948 ton/gün yaş atk üretebileceği hesaplanmaktadır (Tablo 2).

Aynı dönemde ile özgün koşullarda yetiştirilen küçükbaş yetişkin bir hayvanın 0.7 kg/gün, bir genç-yavru küçükbaş hayvanın 0.35 kg/gün, yaş atk üretebileceği kabul edildiğinde il genelindeki 407.383'ü yetişkin 159.165'i genç yavru toplam 567,148 Küçükbaş hayvanın (TÜİK, 2016) ise 341 ton/gün yaş atk üretebileceği hesaplanmaktadır. İldeki sayısı 1.009.723 (TÜİK, 2016) olan tüm büyük ve küçükbaş hayvanların yaz döneminde günlük 1.948 ton/gün, 215 gün olarak kabul edilen tüm yaz dönemi boyunca ise 492.099 ton/dönem toplam toplanabilir atk üretebileceği hesaplanmaktadır (Tablo 2).

İlin yüksek plato sahasındaki hayvancılık faaliyetlerinin çoğunlukla kapalı barınak ve ahırlarda yapılan kış dönemine irtifa fazlalığı ve karasallık nedeniyle günlük ortalama hava sıcaklıklarının erken bir şekilde 0 °C'nin altına düşmeye başlayıp kış koşullarının hâkim olmasıyla kasım ayıyla birlikte başlamaktadır. Kasım ve nisan ayları arasında yaklaşık 150 günlük süreye yayılan bu dönemde il genelinde günlük sıcaklık ortalaması 0 °C'nin oldukça altındadır (Demir, 2016). Hayvancılık faaliyetleri için çok uzun ve soğuk geçen kış döneminde büyük ve küçükbaş hayvanlar, birçoğu derme çatma taştan yapılmış toprak damlı, düzenli ısıtması, havalandırması, suyu ve gideğini olmayan ilkel barınaklarda tutulmaktadır. İstisnai günler dışında bu dönemdeki arazinin karla örtülü olması ve ot örtüsünün de bulunmaması nedeniyle hayvanlar meralara çıkarılamamaktadır (Demir, 2016). Bu dönemde hayvanların atıkları bu barınaklar civarında biriktirilerek bahar döneminde tarım alanlarında çiftlik gübresi olarak ya da tezek olarak ısıtmada kullanılmak üzere ilkel

yığınlar şeklinde depolanmaktadır (Demir, 2016). Bu dönemde hayvan besin kaynaklarının azalması ve hayvanların daha çok kurutulmuş ot, saman ve diğer besin maddeleri ile beslenmesi nedeniyle yaz dönemine göre bir büyükbaş hayvan başına günlük birim üretim ve atk miktarı 20-25 kg/gün ortalamadan 15-20 kg civarına düşmektedir. Buna rağmen bu dönemde neredeyse tüm gün süresi boyunca kapalı alanlarda sürdürülen hayvancılık faaliyetleri nedeniyle birim hayvan başına elde edilebilecek hayvansal atk miktarı yaz döneminin neredeyse 3 katına çıkmaktadır. (Tablo 3).

Yaklaşık 150 gün süren bu dönemde ilde beslenen bir yetişkin büyükbaş hayvanın 15 kg, bir genç-yavru büyükbaş hayvanın 7,5 kg, yaş atk üretebileceği kabul edilmektedir. Böylece il genelindeki 336.524'ü yetişkin 106.051'i genç yavru toplam 442.575 büyükbaş hayvanın (TÜİK, 2016) 5843 ton/gün yaş atk üretebileceği hesaplanmaktadır (Tablo 3).

Aynı dönemde ile özgün koşullarda yetiştirilen yetişkin bir küçükbaş hayvanın 0,70 kg/gün, bir genç-yavru küçükbaş hayvanın 0,35 kg/gün, yaş atk üretebileceği kabul edilmektedir. Buna göre il genelindeki 407.383'ü yetişkin 159.765'i yavru toplam 567,148 Küçükbaş hayvanın (TÜİK, 2016) ise 730 ton/gün yaş atk üretebileceği hesaplanmaktadır (Tablo 3).

İldeki sayısı 1.009.723 (TÜİK, 2016) olan tüm büyük ve küçükbaş hayvanların kış döneminde günlük 6574 ton/gün, 150 gün olarak kabul edilen tüm kış dönemi boyunca ise 986.121 ton/dönem toplam toplanabilir atk üretebileceği hesaplanmaktadır (Tablo 3).

İldeki Hayvancılığın kış ve yaz dönemlerinde büyük ve küçükbaş hayvanlardan toplanabilecek toplam hayvancılık atk miktarı 1.500.000 ton/yıl civarındadır (Tablo 5). İlde büyükbaş hayvan varlığının % 9'u, küçükbaş hayvan varlığının ise % 6'sı merkez, Sarıkamış, Kağızman, Selim, Akyaka, Arpaçay, Susuz ve Diğor'dan oluşan 8 ilçe merkezinde bulunmaktadır. İldeki büyükbaş hayvan varlığının % 91'ini oluşturan 398.000'ü ve küçükbaş hayvan varlığının % 94'ünü oluşturan 533.000'ü ise bu ilçe merkezlerine ortalama 30-40 km mesafedeki kırsal yerleşimlerde bulunmaktadır (Şekil 2, Şekil 3).

İldeki büyükbaş hayvan atıklarının miktarı, topografik ve iklimik koşullara bağlı olarak çayır bitkilerinin yetişmesine elverişli olan ve bu nedenle mera tipi büyükbaş hayvancılık faaliyetlerinin yoğunlaştığı ilin yüksek plato sahasında artmaktadır. İldeki küçükbaş hayvan atıkları ise topografik ve iklimik koşulların ilin geneline oldukça farklılaşması nedeniyle küçükbaş hayvan-

Tablo 2. Kars ilinde büyük ve küçükbaş hayvanların yaz dönemindeki teorik atk miktarı (2015).

Table 2. Theoretical waste amount of livestock in Kars during summer (2015).

Büyükbaş Hayvan								
İlçeler	Gün Sayısı	Yetişkin Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Genç-Yavru Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Toplam Hayvan Sayısı	Günlük Atık Toplam (kg)	Dönem Atık Toplam (kg)
Merkez	215	81.578	5	27.202	2,5	108.780	475.895	102.317.425
Akyaka	215	24.882	5	7.335	2,5	32.217	142.748	30.690.713
Arpaçay	215	41.451	5	15.708	2,5	57.159	246.525	53.002.875
Diğor	215	30.051	5	10.745	2,5	40.796	177.118	38.080.263
Kağızman	215	30.936	5	6.175	2,5	37.111	170.118	36.575.263
Sarıkamış	215	47.248	5	13.578	2,5	60.826	270.185	58.089.775
Selim	215	53.279	5	14.116	2,5	67.395	301.685	64.862.275
Susuz	215	27.099	5	11.192	2,5	38.291	163.475	35.147.125
Toplam	215	336.524	5	106.051	2,5	442.575	1.947.748	418.765.713
Küçükbaş Hayvan								
İlçeler	Gün Sayısı	Yetişkin Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Genç-Yavru Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Toplam Hayvan Sayısı	Günlük Atık Toplam Kg	Dönem Atık Toplam Kg
Merkez	215	60.545	0,70	9.455	0,35	70.000	45.691	9.823.511
Akyaka	215	16.895	0,70	5.105	0,35	22.000	13.613	2.926.849
Arpaçay	215	58.574	0,70	26.076	0,35	84.650	50.128	10.777.606
Diğor	215	59.790	0,70	15.850	0,35	75.640	43.818	9.425.063
Kağızman	215	152.738	0,70	65.945	0,35	218.683	129.997	27.949.430
Sarıkamış	215	29.652	0,70	14.997	0,35	44.649	26.005	5.591.150
Selim	215	20.053	0,70	17.497	0,35	37.550	20.161	4.334.626
Susuz	215	14.226	0,70	4.840	0,35	19.066	11.652	2.505.223
Toplam	215	407.383	0,70	159.765	0,35	567.148	341.086	73.333.458
Genel Toplam	215	743.907	0,70	265.816	0,35	1.009.723	2.288.833	492.099.170

Kaynak: TÜİK verileri ve saha çalışmalarına dayalı olarak hazırlanmıştır.

Tablo 3. Kars ilinde büyük ve küçükbaş hayvanların kış dönemindeki teorik atık miktarı (2015).**Table 3.** Theoretical waste amount of livestock in Kars during winter (2015).

Büyükbaş Hayvan								
İlçeler	Günlük Sayısı	Yetişkin Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Geç-Yavru Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Toplam Hayvan Sayısı	Günlük Atık Toplam (kg)	Dönem Atık Toplam (kg)
Merkez	150	81.578	15	27.202	7,5	108.780	1.427.685	214.152.750
Akyaka	150	24.882	15	7.335	7,5	32.217	428.243	64.236.375
Arpaçay	150	41.451	15	15.708	7,5	57.159	739.575	110.936.250
Diğor	150	30.051	15	10.745	7,5	40.796	531.353	79.702.875
Kağızman	150	30.936	15	6.175	7,5	37.111	510.353	76.552.875
Sarıkamış	150	47.248	15	13.578	7,5	60.826	810.555	121.583.250
Selim	150	53.279	15	14.116	7,5	67.395	905.095	135.758.250
Susuz	150	27.099	15	11.192	7,5	38.291	490.425	73.563.750
Toplam	150	336.524	15	106.051	7,5	442.575	5.843.243	876.486.375
Küçükbaş Hayvan								
İlçeler	Günlük Sayısı	Yetişkin Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Geç-Yavru Hayvan	Günlük Ortalama Atık /kg	Toplam Hayvan Sayısı	Günlük Atık Toplam Kg	Dönem Atık Toplam Kg
Merkez	150	60.545	0,70	9.455	0,35	70.000	97.909	14.686.313
Akyaka	150	16.895	0,70	5.105	0,35	22.000	29.171	4.375.688
Arpaçay	150	58.574	0,70	26.076	0,35	84.650	107.418	16.112.700
Diğor	150	54.700	0,70	15.850	0,35	70.550	93.938	14.090.625
Kağızman	150	152.738	0,70	65.945	0,35	218.683	278.566	41.784.863
Sarıkamış	150	29.652	0,70	14.997	0,35	44.649	55.726	8.358.863
Selim	150	20.053	0,70	17.497	0,35	37.550	43.202	6.480.338
Susuz	150	14.226	0,70	4.840	0,35	19.066	24.969	3.745.350
Toplam	150	407.383	0,70	159.765	0,35	567.148	730.898	109.634.738
Genel Toplam	150	743.907		265.816		1.009.723	6.574.141	986.121.113

Kaynak: TÜİK verileri ve saha çalışmalarına dayalı olarak hazırlanmıştır.

cılığın yoğunlaştığı Aras Vadisi civarında artmaktadır. (Şekil 2, Şekil 3). Bu mevcut durum nedeniyle ilde biyogaz üretim tesislerinin büyükbaş hayvancılığın ve bağlı olarak atık miktarının arttığı ilin yüksek plato sahasında kurulmasının daha rasyonel olabileceği anlaşılmaktadır. Buna rağmen ilde hayvancılık atıklarının kırsal alanda yaşayan nüfus tarafından organik gübre ve katı yakıt olarak kullanımından dolayı ilk etapta doğrudan büyük boyutlu ve merkezi konumdaki biyokütle enerji santrallerinde değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle hayvancılık atıklarının biyokütle santrallerinde kullanımından önce kırsal alanda yaşayan nüfusa bu atıkların yerine ikame edilebilecek yakıt alternatiflerinin sunulması gereklidir.

İlde kendine bağlı kırsal yerleşimlere göre merkezi konumda bulunan ilçe merkezlerinde kurulabilecek 200 m³ üzerindeki biyogaz üretim ve depolama kapasitesine sahip (EİE, 2015) tesislerin ortalama 30-40 km mesafedeki çevre kırsal yerleşimlerden hayvansal atık tedarik edilmesi; satın alma, hizmet ve nakliye den kaynaklanan maliyet ve potansiyel lojistik

sorunlar nedeniyle ekonomik olarak rasyonel gözükmemektedir. Bu nedenle ilde oldukça geniş bir alana dağılan kırsal yerleşimlerdeki hayvancılık kaynaklı biyokütle varlığının değerlendirilmesi için bu kırsal yerleşimlerde, ortalama 10-200 m³/gün (EİE, 2015) biyogaz üretimi kapasitesine sahip çiftlik veya köy tipi biyokütle santrallerinin kurulmasının daha rasyonel olabileceği düşünülmektedir.

İldeki Hayvancılığın kış ve yaz dönemlerinde büyük ve küçükbaş hayvanlardan toplanabilecek toplam hayvancılık atık miktarı 1.500.000 ton/yıl civarındadır (Tablo 5). İlde büyükbaş hayvan varlığının % 9'u, küçükbaş hayvan varlığının ise % 6'sı merkez, Sarıkamış, Kağızman, Selim, Akyaka, Arpaçay, Susuz ve Diğor'dan oluşan 8 ilçe merkezinde bulunmaktadır. İldeki büyükbaş hayvan varlığının % 91'ini oluşturan 398.000'ü ve küçükbaş hayvan varlığının % 94'ünü oluşturan 533.000'ü ise bu ilçe merkezlerine ortalama 30-40 km mesafedeki kırsal yerleşimlerde bulunmaktadır (Şekil 4, Şekil 5).

Tablo 4. Kars ilinde biyokütle oluşturan hayvansal atıklardan üretilebilecek teorik enerji miktarları (2015).**Table 4.** Theoretical energy quantities that can be produced from animal wastes producing biomass in Kars (2015).

İlçeler	Büyükbaş	Yaş Gübre (ton/yıl)	Biogaz Eşdeğeri (m ³ /ton)	Üretilebilecek Biyogaz (m ³ /yıl)	TEP Eşdeğeri (Motorin)	TEP Toplam (ton/yıl)	Elektrik Eşdeğeri (kWh)	Üretilebilecek Elektrik (Mwh/yıl)
Merkez	108.780	316.470	33	10.443.510	0,65	6.788	4,7	49.084
Akyaka	32.217	94.927	33	3.132.591	0,65	2.036	4,7	14.723
Arpaçay	57.159	163.939	33	5.409.987	0,65	3.516	4,7	25
Diğor	40.796	117.783	33	3.886.839	0,65	2.526	4,7	18
Kağızman	37.111	113.128	33	3.733.224	0,65	2.427	4,7	18
Sarıkamış	60.826	179.673	33	5.929.209	0,65	3.854	4,7	28
Selim	67.395	200.621	33	6.620.493	0,65	4.303	4,7	31
Susuz	38.291	108.711	33	3.587.463	0,65	2.332	4,7	17
Toplam	442.575	1.295.252	33	42.743.316	0,65	27.782	4,7	200.894
Küçükbaş Hayvan								
İlçeler	Küçükbaş Hayvan							
Merkez	70.000	24.510	58	1.421.580	0,65	924	4,7	6.681
Akyaka	22.000	7.303	58	423.574	0,65	275	4,7	1.990
Arpaçay	84.650	26.890	58	1.559.620	0,65	1.013	4,7	7.330
Diğor	70.550	23.516	58	1.363.928	0,65	886	4,7	6.410
Kağızman	218.683	69.734	58	4.044.572	0,65	2.628	4,7	19.009
Sarıkamış	44.649	13.950	58	809.100	0,65	525	4,7	3.803
Selim	37.550	10.815	58	627.270	0,65	408	4,7	2.948
Susuz	19.066	6.251	58	362.558	0,65	236	4,7	1.704
Toplam	567.148	182.968	58	10.612.144	0,65	6.895	4,7	49.877
Kanatlı Hayvan								
İlçeler	Kanatlı Hayvan							
Merkez	181.000	3.303	78	257.634	0,65	167	4,7	1.210
Akyaka	34.730	633	78	49.374	0,65	32	4,7	232
Arpaçay	87.450	1.596	78	124.488	0,65	80	4,7	585
Diğor	40.650	742	78	57.876	0,65	38	4,7	272
Kağızman	38.000	694	78	54.132	0,65	35	4,7	254
Sarıkamış	52.500	958	78	74.724	0,65	49	4,7	351
Selim	77.000	1.405	78	109.590	0,65	71	4,7	515
Susuz	46.000	840	78	65.520	0,65	43	4,7	308
Toplam	557.330	10.171	78	793.338	0,65	516	4,7	3.728
Genel Toplam		1.488.391		54.148.798	0,65	35.193	4,7	254.499

Kaynak: Tablo 1. verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

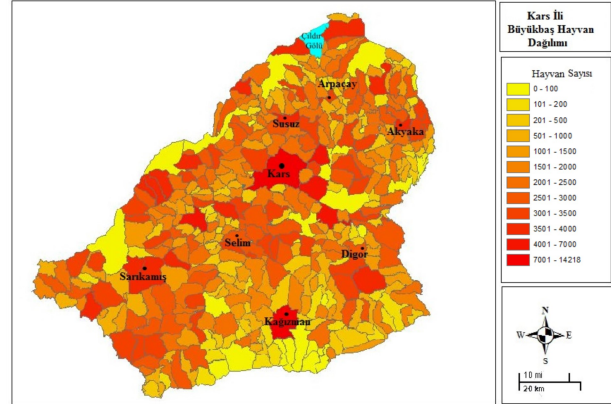
İldeki büyükbaş hayvan atıklarının miktarı, topografik ve iklim koşullara bağlı olarak çayır bitkilerinin yetişmesine elverişli olan ve bu nedenle mera tipi büyükbaş hayvancılık faaliyetlerinin yoğunlaştığı ilin yüksek plato sahasında artmaktadır. İldeki küçükbaş hayvan atıkları ise topografik ve iklimik koşulların ilin geneline oldukça farklılaşması nedeniyle küçükbaş hayvancılığın yoğunlaştığı Aras Vadisi civarında artmaktadır. (Şekil 4, Şekil 5). Bu mevcut durum nedeniyle ilde biyogaz üretim tesislerinin büyükbaş hayvancılığın ve bağlı olarak atık miktarının arttığı ilin yüksek plato sahasında kurulmasının daha rasyonel olabileceği anlaşılmaktadır. Buna rağmen ilde hayvancılık atıklarının kırsal alanda yaşayan nüfus tarafından organik gübre ve katı yakıt olarak kullanımından dolayı ilk etapta doğrudan büyük boyutlu ve merkezi konumdaki biyokütle enerji santrallerinde değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle hayvancılık atıklarının biyokütle santrallerinde kullanımından önce kırsal alanda yaşayan nüfusa bu atıkların yerine ikame edilebilecek yakıt alternatiflerinin sunulması gereklidir.

İlde kendine bağlı kırsal yerleşimlere göre merkezi konumda bulunan ilçe merkezlerinde kurulabilecek 200 m³ üzerindeki biyogaz üretim ve depolama kapasitesine sahip (EİE, 2015) tesislerin ortalama 30-40 km mesafedeki çevre kırsal yerleşimlerden hayvansal atık tedarik edilmesi; satın alma, hizmet ve nakliye den kaynaklanan maliyet ve potansiyel lojistik sorunlar nedeniyle ekonomik olarak rasyonel gözükmemektedir. Bu nedenle ilde oldukça geniş bir alana dağılan kırsal yerleşimlerdeki hayvancılık kaynaklı biyokütle varlığının değerlendirilmesi için bu kırsal yerleşimlerde, ortalama 10-200 m³/gün (EİE, 2015) biyogaz üretimi kapasitesine sahip çiftlik veya köy tipi biyokütle santrallerinin kurulmasının daha rasyonel olabileceği düşünülmektedir.

İlde biyokütle olarak kullanılabilir diğer bir hayvansal kaynağı kanatlı hayvan (kümes) atıkları oluşturmaktadır. 557.000 civarında kanatlı hayvanın bulunduğu ilde, bu hayvanların % 43'ünü oluşturan 240.000 civarındaki kısmı yumurta amaçlı tavuklardan, % 49'unu oluşturan 270.000'i kazlardan, geri kalan % 8'ini oluşturan 47.000'ni ise hindi ve ördeklerden oluşmaktadır (TÜİK, 2015).

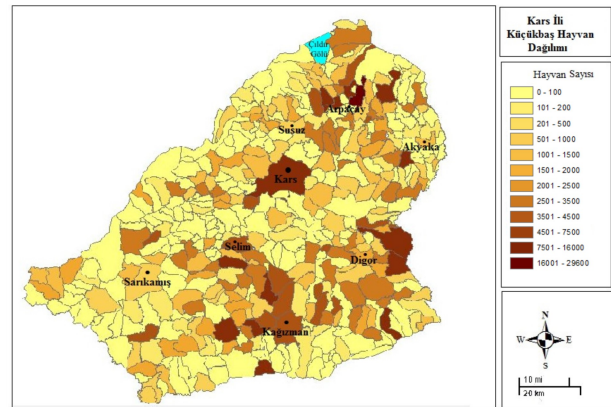
İlde önemli miktarda kanatlı hayvan bulunmasına rağmen bu hayvanların çiftçi ailelerinin günlük beyaz et ve yumurta ihtiyacını gidermek amacıyla az sayıda hayvanla sürdürülmesi ve ilde ekonomik amaçlı kanatlı hayvan üretimi ve çiftliklerinin bulunmaması nedeniyle kanatlı hayvan yetiştiriciliğinin ekonomik önemi bulunmamaktadır.

İlde yetiştirilen kanatlı hayvanlar genellikle hayvancılık kaynaklı ve evsel organik atıklarla beslenirken, gündüzleri aile konutları çevresindeki açık alanlarda serbest şekilde dolaşmakta, geceleri ise ahır ve kümeslerde barındırılmaktadır. Bu nedenle kanatlı hayvan atıkları çevreye çok düzensiz ve küçük boyutlu parçalar şeklinde yayılmaktadır. Birey başına 50 gr kadar atık üretebilen kanatlı hayvanların (Akdağ 2007) atıklarının toplanması bu nedenle oldukça güçken ilde ekonomik amaçla kanatlı hayvancılık üretimi yapıp büyük miktarda kanatlı hayvan atığı üreten besihane ve işletme de bulunmaması nedeniyle biyokütle olarak kullanılabilir toplu atık elde edilmesi neredeyse mümkün değildir. Diğer hayvansal atıklar gibi organik gübre ve katı yakıt olarak kullanılmayan ve özellikle toprakta tuzlanma ve tarımsal verim kaybına neden olan bu gibi atıkların toplanarak bertaraf edilmesi veya biyokütle enerjisi üretiminde kullanıldığı



Şekil 4. Kars ilinde büyükbaş hayvan dağılımı (TÜİK 2015 hayvancılık verileri ve saha gözlemlerine dayalı olarak hazırlanmıştır)

Figure 4. Distribution of cattle animal in Kars (Based on TURKSTAT 2015 livestock data and field observations).



Şekil 4. Kars ilinde küçükbaş hayvan dağılımı (TÜİK 2015 hayvancılık verileri ve saha gözlemlerine dayalı olarak hazırlanmıştır)

Figure 4. Distribution of sheep animal in Kars (Based on TURKSTAT 2015 livestock data and field observations).

düşünüldüğünde (Akdağ, 2007) yine de çok önemli bir biyokütle varlığı oluşmamaktadır. Buna rağmen ildeki yaklaşık 557.000 (TÜİK, 2015) civarındaki tüm kanatlı hayvanların atıklarının toplanabileceği düşünüldüğünde 10.171 ton/yıl civarında biyokütle elde edilebilmekte bu kaynaklardan 793.338 m³ biyogaz, 516 ton/yıl TEP'e eşdeğer petrol ve 3728 mwh/yıl enerji edilebilme potansiyeli bulunmaktadır (Tablo 5).

İldeki toplam 557.330 kanatlı hayvanın % 7'sine denk gelen 40.000 kanatlı hayvan ve 700 ton/yıl civarındaki atıkları; Merkez, Sarıkamış, Kağızman, Selim, Akyaka, Arpaçay, Susuz ve Dığor'u kapsayan 8 ilçe merkezinde oluşmaktadır. İldeki kanatlı hayvan varlığının % 93'üne denk gelen 500.000 civarındaki kanatlı hayvan ve oluşturabilecekleri 9500 ton/yıl civarındaki atıklar ise ilçe merkezlerine ortalama 30-40 km mesafedeki kırsal yerleşimlerde oluşmaktadır. İldeki kanatlı hayvan atıklarının miktarın az olması ve oldukça geniş alana yayılan bu kırsal yerleşimlerden toplanmasının oluşturduğu güçlükler nedeniyle sadece kanatlı hayvan atıklarına dayalı olarak biyokütle kaynaklarını değerlendirerek enerji üreten tesislerinin kurulması rasyonel gözükmemektedir. Bu cinsten atıkların ancak diğer hayvancılık atıklarıyla karıştırılarak enerji üretiminde kullanımının daha rasyonel olacağı anlaşılmaktadır.

İlde 1.500.000 civarındaki tüm büyükbaş küçükbaş ve kanatlı hayvanların oluşturabileceği ortalama yıllık toplam atık miktarı

Tablo 5. Kars ilinde yetiştirilen kanatlı hayvanların atık miktarı (2015).
Table 5. Wasted amount of poultry grown in Kars (2015).

İlçeler	Kanatlı Hayvan	Yaş Gübre (ton/yıl)	Biogaz Eşdeğeri (m3/ton)	Üretilebilecek Biyogaz (m3/yıl)	TEP Eşdeğeri (Motorin)	TEP Toplam (ton/yıl)	Elektrik Eşdeğeri (kWh)	Üretilebilecek Elektrik (Mwh/yıl)
Merkez	181.000	3.303	78	257.634	0,65	167	4,7	1.210
Akyaka	34.730	633	78	49.374	0,65	32	4,7	232
Arpaçay	87.450	1.596	78	124.488	0,65	80	4,7	585
Diğor	40.650	742	78	57.876	0,65	38	4,7	272
Kağızman	38.000	694	78	54.132	0,65	35	4,7	254
Sankamış	52.500	958	78	74.724	0,65	49	4,7	351
Selim	77.000	1.405	78	109.590	0,65	71	4,7	515
Susuz	46.000	840	78	65.520	0,65	43	4,7	308
Toplam	557.330	10.171	78	793.338	0,65	516	4,7	3.728

Kaynak: TÜİK verileri ve saha çalışmalarına dayalı olarak hazırlanmıştır.

1.500.000 ton/yıl civarındadır. İldeki kırsal nüfus tarafından katı yakıt ve organik gübre olarak kullanılan bu atıkların toplanabileceği ve yerlerine alternatif ürün ikame edilerek biyokütle enerjisi olarak değerlendirildiği varsayıldığında ilde; yıllık 54.148.198 m³ biyogaza eşdeğer 35.193 ton petrol veya 254.499 mwh/yıl elektrik enerjisi, enerjisi üretim potansiyeli bulunmaktadır (Tablo 4; Tablo 5).

Hava sıcaklık ortalamalarının oldukça düşük olduğu ilde, hayvancılık faaliyetleri sonucunda elde edilebilecek hayvansal biyokütle varlığının enerji üretiminde kullanılmasını etkileyebilecek doğal faktörlerden biri çevre ve fermentasyon ortamı sıcaklığıdır. İlde 12 °C sıcaklık ortalamasına sahip yaklaşık 215 gün süren bahar ve yaz döneminde biyokütle enerjisi üretimi bakımından çevre ve fermentasyon ortam sıcaklığı fazla önem taşımazken, özellikle 150 gün gibi oldukça uzun ve -3 °C sıcaklık ortalamasına sahip kış döneminde büyük önem taşıyacaktır (DMİG 2014), (Şekil 2). İlde kış döneminde 38-39 °C ilk sıcaklığa sahip büyük ve küçükbaş hayvan atıkları, hayvan barınakları dışında ilkel koşullarda depolanmakta ve 0 °C'nin altındaki dış ortam sıcaklığında bir saati bile bulmayan sürede hızlı şekilde soğuyup donmaktadır. Bu nedenle Biyogaz üretimi için gerekli fermentasyon sıcaklığını taşıyamayacak bu atıkların fermentasyon için gerekli olan 35 °C - 56 °C arasındaki sıcaklıklara çıkarılması gereklidir (EİE, 2015). Bu sıcaklık koşullarının sağlanmasının kış döneminde üretim ve üretim maliyetleri açısından önemli güçlükler doğurması olası gözükmemektedir. Ancak ilk faaliyet başlangıcıyla birlikte açığa çıkan sıcak su ve buhar nedeniyle sürekli ortam ısıtmasına sahip olan ve ısı izolasyonlu fermentasyon odaları ve biyogaz santrallerinde, atık ve dış ortam sıcaklığının önemli bir sorun oluşturmayacağı anlaşılmaktadır.

4.2. Bitkisel Tarım Kaynaklı Biyokütle Varlığı

Daha çok hayvancılık faaliyetlerine dayalı olarak biyokütle potansiyeli bulunduğu değerlendirilen ilde, ikincil önemli kaynağı bitkisel tarım varlıkları oluşturmaktadır. Büyük kısmı nispeten düz plato yüzeyleri üzerinde bulunan il arazisinin % 46'sı başta hububat ve yem bitkileri ekimi yapılan alanlardan, % 50'si çayır ve mera alanlarından % 1'i endüstri bitkileri ve bağ bahçe alanlarından % 3'ü ise tarım dışı alanlardan oluşmaktadır (Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, 2016). (Tablo 6) Genel arazi varlığına nispetle bitkisel tarım alanlarının, kullanımı bakımından oldukça iyi değerlere sahip olan ilde, arazi kullanım durumundan da anlaşılacağı üzere tarım alanlarının büyük kısmı hayvancılık faaliyetlerine destek amacıyla da kullanılan tahıl, yem ve mera bitkileri tarımına ayrılmış bulunmaktadır (Tablo 6). Buna rağmen ilde görülen mevcut sert karasal iklim nedeniyle tarımsal faaliyetlerin yeteri kadar verim ve ürün alınma-

maktadır. 2014 yılı verilerine göre Kars'ta tahıl ekimi yapılan birim alandan 100-150 kg/dekar verim alınırken ilde tahıl ekimi yapılan toplam 220 hektar alandan 200.000 ton tahıl elde edilmiştir (TÜİK, 2015).

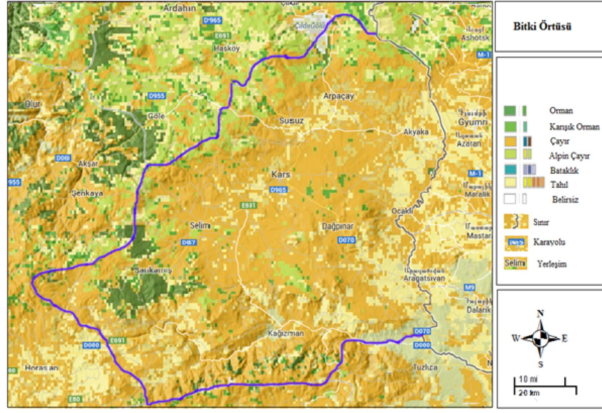
Tablo 5. Kars ilinde arazi kullanımı (2015).
Table 5. Land use in Kars Province (2015).

Arazi Türü	Kullanım Alanı (ha)	Kullanım Alanı (%)
Tarımsal Alan Toplamı	351.959	46
Tahıllar	219.9	62.5
Endüstri Bitkileri	0.202	0.1
Bağ- Bahçe	1.42	0.40
Yem Bitkileri	88.8	25.3
Nadas	41.6	11.7
Tarım Dışı Alan	227.010	3
Çayır Mera Alanı	396.031	50.6
Ormanlık/Fundalık Alan	37.700	0.04
Toplam	1.012.700	100

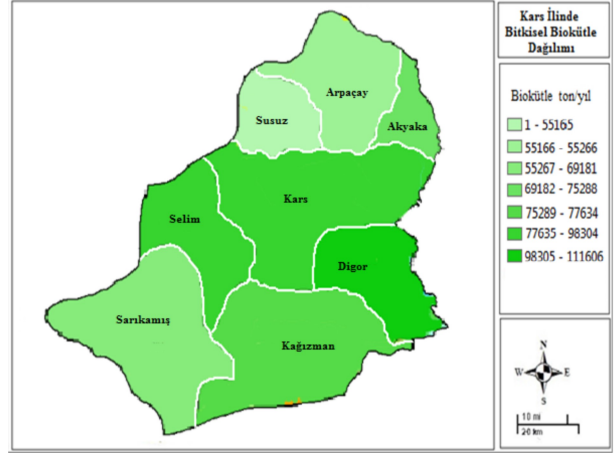
Kaynak: Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Verileri.

İlde biyokütle olarak kullanılacak tarım ürünleri ve tarımsal atıkların tamamı yakını mera bitkileri üretimi ve tahıl tarımından kaynaklanmaktadır. İldeki tahıl tarımı tüm ilçeler ve bağlı kırsal yerleşimlerde yapılmakta olup buna rağmen daha çok ilin yüksek plato sahasındaki yerleşimlerde yoğunlaşmıştır (Şekil 6,7). İldeki mera bitkileri ve tahıl üretimi yapılan alanların tamamı yakını oluşturan ve yıllık 240.000 ton yeşil ot, 160.000 ton çeşitli cinsten tahılla, 200.000 ton civarında tahıl hasat atığının (saman) üretildiği bu alanda (TÜİK, 2015) üretimin % 80'ni oluşturan kısmı başta hayvan yemi ve insani besin maddesi olarak üretici ailelerin ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Doğrudan çiftçiler tarafından kullanılmayan ve toplam üretimin % 10-20'sini oluşturan üretim fazlası ürünler ise ortalama 30-40 km mesafedeki ilçe merkezlerine nakledilerek buradaki zahireciler veya diğer çiftçilere pazarlanmaktadır. İlde tahıllar dışında biyokütle oluşturan şekerpancarının hasat döneminde oluşan yeşil atıklarının tamamı hayvan yemi, şekerpancarının işlenmesi ortaya çıkan organik atıklarının tamamı ise ildeki şeker fabrikasında değerlendirilmektedir (TŞFAŞ Kars Şeker Fabrikası, 2016).

İlde üretilen 2.125.780 ton/ yıl civarındaki tüm tarımsal ürünler ve atıklarının biyokütle olarak değerlendirildiği düşünüldüğünde 19.397.719 m³/yıl biyogaz veya 12,610 ton/yıl TEP veya 91,167 mwh/yıl elektrik enerjisi üretim potansiyeli bulunmaktadır (Tablo 7). Ancak ilde üretilen tüm tarımsal ürün ve atıklarının % 80-90'ının başta hayvan yemi ve insani besin maddesi olarak direkt üreticilerin ihtiyaçları için kullanılması nedeniyle toplam tarımsal üretimin % 10-20 civarındaki kısmının biyokütle olarak değerlendirilme potansiyeli bulunmaktadır. Bu ih-



Şekil 6. Kars ilinde bitki örtüsünün dağılımı (Solargis programı kullanılarak hazırlanmıştır).
Figure 6. Distribution of vegetation cover in Kars province (Prepared using Solargis Program).



Şekil 7. Kars ilinde biyokütle oluşturan tarımsal kaynakların dağılımı (TÜİK 2015 tarım verileri ve saha çalışmalarına dayalı olarak hazırlanmıştır).
Figure 7. Distribution of agricultural resources that form biomass in Kars Province (TURKSTAT 2015 prepared based on agriculture data and site studies).

Tablo 7. Kars ilinde Biyokütle Oluşturan Tarımsal Atıkların Oluşturabileceği Teorik Enerji Miktarları (2015).

Table 7. Theoretical Energy Quantities of Agricultural Wastes Producing Biomass in Kars (2015).

İlçeler	Ürün adı	Ekim Alanı (dekar)	Üretim (ton)	Ürün Artığı (ton/da)	Toplam Atık (ton)	Biogaz Eşdeğeri (m ³ /ton)	Üretililebilecek Biogaz (m ³ /yıl)	TEP Eşdeğeri (Motorin)	TEP Toplam (ton/yıl)	Elektrik Eşdeğeri (kWh)	Üretililebilecek Elektrik (Mwh/yıl)	
Merkez	Yonca (Yeşil Ot)	2.841	923	-	923	40	36.920	0,65	24	4,70	174	
	Yulaf (Yeşil Ot)	5.410	947	-	947	40	37.880	0,65	25	4,70	178	
	Korunga (Yeşil)	57.100	18.558	-	18.558	40	742.320	0,65	483	4,70	3.489	
	Arpa	115.497	19.573	0,20	23.099	20	461.988	0,65	300	4,70	2.171	
	Buğday	41.168	5.460	0,30	12.350	20	247.008	0,65	160	4,70	1.161	
	Fig (Yeşil Ot)	228.441	39.977	-	39.977	40	1.599.080	0,65	1.039	4,70	7.516	
	Şekerpancarı	144	377	0,70	264	17	4.486	0,65	3	4,70	21	
	Patates	60.323	149	0,30	45	17	760	0,65	1	4,70	4	
	Toplam	510.924	85.964		96.163	234	3.130.442	0,65	2.035			14.714
	Akyaka	Yonca (Yeşil Ot)	922	622	-	622	40	24.880	0,65	16	4,70	117
Korunga (Yeşil)		24.360	17.052	-	17.052	40	682.080	0,65	443	4,70	3.206	
Mısır (Silajlık)		7.541	15.082	-	15.082	40	603.280	0,65	392	4,70	2.835	
Arpa		53.948	8.565	0,20	10.790	20	215.792	0,65	140	4,70	1.014	
Buğday		7.992	1.030	0,30	2.398	20	47.952	0,65	31	4,70	225	
Fig (Adi) (Yeşil)		30.360	12.144	0,20	12.144	40	485.760	0,65	316	4,70	2.283	
Şekerpancarı		5.686	24.359	0,70	17.051	17	289.872	0,65	188	4,70	1.362	
Patates		177	497	0,30	149	17	2.535	0,65	2	4,70	12	
Toplam		130.986	79.351		75.288	234	2.352.151	0,65	1.529			11.054
Arpaçay	Yulaf (Dane)	629	65	0,20	126	20	2.516	0,65	2	4,70	12	
	Yonca (Yeşil Ot)	697	220	-	220	40	8.800	0,65	6	4,70	41	
	Korunga (Yeşil)	18.000	5.400	-	5.400	40	216.000	0,65	140	4,70	1.015	
	Arpa	80.000	13.200	0,20	16.000	20	320.000	0,65	208	4,70	1.504	
	Buğday	50.453	6.883	0,30	15.136	20	302.718	0,65	197	4,70	1.423	
	Fig (Adi) (Dane)	45.861	16.051	-	16.051	40	642.040	0,65	417	4,70	3.018	
	Şekerpancarı	2.131	352	0,20	426	20	8.524	0,65	6	4,70	40	
	Patates	304	749	0,30	225	17	3.820	0,65	3	4,70	18	
	Toplam	198.639	45.323		55.266	234	1.533.014	0,65	996			7.205
Digor	Yulaf (Dane)	2.369	267	0,20	474	20	9.476	0,65	6	4,70	45	
	Yonca (Yeşil Ot)	2.030	711	-	711	40	28.440	0,65	19	4,70	134	
	Korunga (Yeşil)	36.123	12.643	-	12.643	40	505.720	0,65	329	4,70	2.377	
	Arpa	86.434	24.670	0,20	17.287	20	345.736	0,65	225	4,70	1.625	
	Buğday	193.891	47.024	0,30	58.167	20	1.163.346	0,65	756	4,70	5.468	
	Fig (Adi) (Yeşil)	74.413	22.324	-	22.324	40	892.960	0,65	581	4,70	4.197	
Toplam	395.260	107.639		111.606	180	2.945.678	0,65	1.915			13.846	
Kağızman	Yonca (Yeşil Ot)	6.275	2.510	-	2.510	40	100.400	0,65	65	4,70	472	
	Korunga (Yeşil)	24.406	9.762	-	9.762	40	390.480	0,65	254	4,70	1.835	
	Arpa	48.374	6.903	0,20	9.675	20	193.496	0,65	126	4,70	909	
	Buğday	167.453	17.768	0,30	50.236	20	1.004.718	0,65	653	4,70	4.722	
	Fig (Yeşil Ot)	33.960	5.434	-	5.434	40	217.360	0,65	141	4,70	1.022	
	Patates	29	57	0,30	17	17	291	0,65	1	4,70	1	
Toplam	280.497	42.434		77.634	177	1.906.745	0,65	1.240			8.961	
Sarıkamış	Yulaf (Dane)	654	61	0,20	131	20	2.616	0,65	2	4,70	12	
	Yonca (Yeşil Ot)	905	272	-	272	40	10.880	0,65	7	4,70	51	
	Korunga (Yeşil)	8.755	3.064	-	3.064	40	122.560	0,65	80	4,70	576	
	Arpa	83.316	14.862	0,20	16.663	20	333.264	0,65	217	4,70	1.566	
	Buğday	82.382	12.488	0,30	24.715	20	494.292	0,65	322	4,70	2.323	
	Fig (Adi) (Yeşil)	3.979	1.592	-	1.592	40	63.680	0,65	41	4,70	299	
	Şekerpancarı	56.757	22.703	-	22.703	40	908.120	0,65	590	4,70	4.268	
	Patates	70	137	0,30	41	17	699	0,65	1	4,70	3	
	Toplam	236.818	55.179		69.181	237	1.936.111	0,65	1.259			9.098
Selim	Yulaf (Dane)	1.268	131	0,20	254	20	5.072	0,65	3	4,70	24	
	Yonca (Yeşil Ot)	1.622	568	-	568	40	22.720	0,65	15	4,70	107	
	Korunga (Yeşil)	10.843	4.337	-	4.337	40	173.480	0,65	113	4,70	815	
	Arpa	68.159	9.727	0,20	13.632	20	272.636	0,65	177	4,70	1.281	
	Buğday	32.268	3.913	0,30	9.680	20	193.608	0,65	126	4,70	910	
	Fig (Yeşil Ot)	139.080	69.540	-	69.540	40	2.781.600	0,65	1.808	4,70	13.073	
	Şekerpancarı	35	87	0,70	61	17	1.035	0,65	1	4,70	5	
	Patates	393	775	0,30	233	17	3.953	0,65	3	4,70	19	
	Toplam	253.668	89.078		98.304	214	3.454.104	0,65	2.246			16.234
Susuz	Yulaf (Dane)	880	116	0,20	176	20	3.520	0,65	2	4,70	17	
	Yonca (Yeşil Ot)	107	29	-	29	40	1.160	0,65	1	4,70	5	
	Korunga (Yeşil)	8.700	3.480	-	3.480	40	139.200	0,65	90	4,70	654	
	Arpa	9.476	1.183	0,20	1.895	20	37.904	0,65	25	4,70	178	
	Buğday	2.583	235	0,30	775	20	15.498	0,65	10	4,70	73	
	Fig (Adi) (Yeşil)	96.556	48.278	-	48.278	40	1.931.120	0,65	1.255	4,70	9.076	
	Şekerpancarı	219	88	-	88	40	3.520	0,65	2	4,70	17	
	Patates	51	195	0,70	137	17	2.321	0,65	2	4,70	11	
	Toplam	118.988	54.630		55.165	254	2.139.475	0,65	1.390			10.056
Genel Toplam	2.125.780	559.598	1	638.607	1.764	19.397.719	0,65	12.610			91.167	

Kaynak: Tablo 1. verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

tiyaç fazlası ürün ve atıkların biyokütle enerji üretiminde değerlendirildiği varsayıldığında ildeki tarımsal ürünlerin yıllık 15.518.175 m³/yıl biyogaz veya 10.088 ton TPE/yıl, veya 72.934 mwh/yıl elektrik enerjisi üretim potansiyeli bulunmaktadır.

İlde üretimi yapılan tarım ürünleri haricinde sahaya ekimi yapılabilecek ve biyokütle olarak kullanılabilecek alternatif ürünlerden; mısır, buğday, hayvan pancarı, dalı darı gibi ürünlerin ilde sadece bu amaçla yetiştirilmesi mümkünken, bu üretimin;

- Tahıl ve yem bitkileri ekim alanları ve üretiminin azalmasına yol açarak, ildeki hayvancılık faaliyetlerinde kullanılan klasik besin maddelerinin azalmasına,
- Kaliteli toprak isteği bulunan bu gibi ürünlerin düşük verimli bozkır topraklarının hâkim olduğu ilde, toprak veriminin azalması ve kırılaşmasına,
- Belli oranda su ihtiyacı bulunan bu gibi ürünlerin su ihtiyacının giderilmesinin, mevcut karasal iklim nedeniyle sınırlı yağış, sınırlı yer altı ve yerüstü kaynakları bulunan ilde su azlığı oluşturmamasına,
- Birincil kullanım amacı insan ve hayvan besin maddesi üretmek olan önemli tarım alanlarının amacı dışında enerji kaynağı olarak kullanılmasına,

ve bir dizi diğer zincirleme soruna yol açabileceği anlaşılmaktadır.

4.3. Ormancılık Kaynaklı Biyokütle Varlığı

Kars ilinde bulunduğu yüksek irtifa, denizel alanlara uzaklık ve karasal konum özellikleri nedeniyle sert karasal iklim etkisi görülmektedir. Bu nedenle orman alanları son derece kısıtlı olduğu ilde tüm arazilerin ancak % 3,6'sına denk gelen 36.003 hektarlık kısmı ormanlık alanlardan oluşmaktadır (OGM, 2016). İl geneline homojen olarak dağılmayan ormanlar Sarıkamış ilçesi ve civarında yoğunlaşırken bu alanda tamama yakını sarıçam, çok az bir kısmı ise huş, kavak, ardıç gibi karasal alanların tanımlayıcı ağaçlarından oluşan orman örtüsü bulunmaktadır. Geçmiş yıllardaki yakacak ve yapı malzemesi ihtiyacı nedeniyle yerel halk ve orman işletmesi tarafından yapılan kesimlerle önemli tahribata uğrayan bu alanda, 2015 yılında kesimi yapılan ağaçlardan 36.173 ster/yıl orman ürünü elde edilmiştir. Bu ağaç kesimlerinden doğrudan farklı amaçlarla kullanılması nedeniyle biyokütle olarak kullanılamayan 19.421 ster/yıl orman ürünü ve tahminen toplam orman kesiminin % 1'ini oluşturan 195 ster/yıl biyokütle olarak kullanılabilir süceyrat (orman altı atığı) elde edilmiştir (OGM, 2016). 1 ster Orman atığının 200 kg kabul edilmesiyle toplam 39 ton biyokütle oluşturduğu varsayılan bu atıkların yıllık 1560 m³/yıl biyogaz veya 1 ton/yıl TEP veya 7 mwh/yıl elektrik enerjisi üretim potansiyeli bulunmaktadır (Tablo 8). İlde düzensiz periyotlarla yapılan orman kesimleri nedeniyle ormancılık kaynaklı organik atıkların yıllara göre sürekliliği ve istikrarlı üretim imkânı bulunmazken, bu atıkların ormanlık alanlarda oluşturdukları humus ile toprağı zenginleştirmeleri nedeniyle, biyokütle ve diğer amaçlarla kullanım potansiyelleri düşüktür.

4.4. Kentsel Organik Atıklardan Kaynaklı Biyokütle Varlığı

İlde biyokütle potansiyeli oluşturan kaynaklardan biri de kent kaynaklı organik evsel atıklardır. İlde diğer birçok ile nispetle satın alma gücünün düşüklüğü ve ambalajsız ev üretimi yerel

Tablo 8. Kars ilinde biyokütle değeri taşıyan ormancılık, kentsel ve gıda sanayii atıklarına ait enerji üretim potansiyeli.

Table 8. Energy production potential for forestry, urban and food industry wastes carrying biomass value in Kars province.

Biyokütle Kaynağı	Biyokütle (ton/yıl)	Üretilebilecek Biyogaz (m ³ /yıl)	TEP Toplam (ton/yıl)	Üretilebilecek Elektrik (Mwh/yıl)
Orman Biyokütle	39	1.560	1	7
Kentsel Biyokütle	9.125	365.000	237	1.715
Gıda Sanayii Biyokütle	60.000	3.000.000	1.950	14.100
Toplam	69.164	3.366.560	2.188	15.822

Kaynak: (Demir, 2016, Demir, 2016b, TÜİK, 2016, E.I.E, 2016, Balat, M., 2005, verilerinin ildeki coğrafi koşullara uyarlanmasıyla oluşturulmuştur).

organik ürünlere yönelik tüketim alışkanlığı nedeniyle kişisel çöp veya atık üretimi de son derece düşük düzeydedir. İlde düzenli atık toplayan Kars, Sarıkamış ve Kağızman belediyelerinin verilerine göre günlük toplam 40-50 kamyon ya da yaklaşık 500 ton/gün ağırlığında son derece kısıtlı miktarda atık toplanmaktadır. İldeki evsel veya kentsel atıkların 450-480 ton ağırlığındaki % 90-95 gibi büyük bir kısmı organik olmayan cam, plastik, karton ve kâğıt gibi organik olmayan atıklardan oluşurken 25-50 ton ağırlığındaki % 5-10'luk kısmı biyokütle özelliği taşıyan organik atıklardan oluşmaktadır. Bu cinsten organik atıklar ilde; yıllık 365.000 m³/yıl biyogaz veya 237 ton/yıl TEP veya 1,715 mwh/yıl elektrik enerjisi potansiyeli (Tablo 8) oluşturmamasına rağmen bu cinsten organik atıkların, konutlarda ayrıştırılmaması ve belediyelerce düzenli olarak toplanıp ayrıştırılarak depolanmaması nedeniyle mevcut durumda biyokütle olarak değerlendirilebilirliği düşük düzeydedir.

İlde büyük sayıdaki hayvan varlığı nedeniyle biyokütle potansiyeli taşıdığı düşünülen diğer bir kaynağı mezbahane ve hayvan kesim atıkları oluşturmaktadır. Ancak ildeki düşük gelir seviyesi, hayvancılık ürünlerinin sahip olduğu yüksek fiyatlar ve ildeki genel nüfusun azlığı gibi nedenlerle hayvan kesiminin düşük düzeyde bulunması ve ildeki mezbahanelerde bu kesimler sonucunda oluşan kan, kemik ve diğer katı atıkların depolanmaması nedeniyle mezbahane atıklarının biyokütle olarak değerlendirilme imkânı bulunmamaktadır.

4.5. Gıda Sanayii Kaynaklı Biyokütle Varlığı

İlde diğer bir biyokütle kaynağını şeker fabrikası ve süt ürünleri fabrikalarının üretimi nedeniyle meydana gelen organik atıklar oluşturmaktadır. İldeki Kars Şeker Fabrikasındaki şeker üretimi sonucunda oluşan atıkların tamamı şeker fabrikasında işlenerek fabrikanın kendi elektrik ihtiyacını üretiminde kullanılmaktadır (TŞFAŞ, 2016).

İlde biyokütle oluşturan diğer bir kaynak süt endüstrisi atıklarıdır. İlde süt ve süt ürünleri üretimine dayalı olarak üretim yapan ve tamama yakını Kars Organize Sanayii Bölgesinde faaliyet gösteren 49 işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerin üretimi sonucunda organik atık madde olarak peynir altı suyu açığa çıkmaktadır. Tamama yakın kısmı peynir üretiminin sürdürüldüğü mayıs ve ağustos ayları arasında dört aylık dönemde açığa çıkan ve 60.000 ton/yıl (Demir, 2016) civarında biyokütle oluşturan atıklardan 3.000.000 m³/yıl biyogaz veya 1.950 ton/yıl TEP veya 14.100 mgw/yıl elektrik enerjisi üretim potansiyeli bulunmaktadır (Tablo 8). Peynir altı suları, çevre için birçok mahsurları bilinmesine rağmen herhangi bir arıtma veya bertaraf işlemi uygulanmadan doğrudan Kars Çayına deşarj edilmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

İlde; hayvancılık atıkları, tarım ürünleri ve atıklarıyla, ormancılık atıkları, kentsel evsel atıklar ve gıda sanayisine dair atıkların biyokütle kaynağı kullanımı potansiyeli bulunmaktadır. Biyokütle olarak kullanılacak atık ve kaynaklar toplam 1.558.794 ton/yıl civarında biyokütle oluşturmakta olup, bu kaynaklardan 76.913.077 m³/yıl biyogaza denk 49.991 ton/yıl TEP veya 361,488 mwh/yıl elektrik enerjisi üretim potansiyeli bulunduğu hesaplanmaktadır (Tablo 9).

Tablo 9. Kars ilinde biyokütle değeri taşıyan unsurlara ait enerji üretim potansiyeli.

Table 9. Potential of energy production of the elements carrying biomass value in Kars province.

Biyokütle Kaynağı	Biyokütle (ton/yıl)	Üretilebilecek Biyogaz (m ³ /yıl)	TEP Toplam (ton/yıl)	Üretilebilecek Elektrik (Mwh/yıl)
Hayvansal Biyokütle	1.488.391	54.148.798	35.193	254.499
Tarımsal Biyokütle	638.637	19.397.719	12.610	91.167
Orman Biyokütle	39	1.560	1	7
Kentsel Biyokütle	9.125	365.000	237	1.715
Gıda Sanayi Biyokütle	60.000	3.000.000	1.950	14.100
Toplam	2.196.192	76.913.077	49.991	361.488

Kaynak (Demir, 2016, Demir, 2016b, TÜİK, 2016, E,İ,E, 2016, Balat, M., 2005, verilerinin ildeki coğrafi koşullara uyarlanmasıyla oluşturulmuştur).

İlde görülen mevcut sert karasal iklim koşullarının bitkisel tarım faaliyetlerini kısıtlaması nedeniyle, ekonomisi mera tipi hayvancılık faaliyetlerine dayanan Kars'ta biyokütle oluşturan varlıklar içerisinde en önemli kaynağı hayvancılık atıkları oluşturmaktadır. 2015 yılı verilerine dayalı olarak yapılan hesaplamalara göre ilde 1.500.000 civarındaki tüm büyükbaş küçükbaş ve kanatlı hayvanların oluşturabileceği ortalama yıllık toplam atık miktarı 1.500.000 ton/yıl civarındadır. İldeki kırsal nüfus tarafından katı yakıt ve organik gübre olarak kullanılan bu atıkların toplanabildiği ve yerlerine alternatif ürün ikame edilerek biyokütle enerjisi olarak değerlendirildiği varsayıldığında ilde; yıllık 54.148.198 m³ biyogaza eşdeğer 35.193 ton/yıl petrol veya 254.499 mwh/yıl elektrik enerjisi, enerjisi üretim potansiyeli bulunmaktadır.

Başta hayvancılık atıkları olmak üzere önemli biyokütle potansiyeli taşıyan Kars ili yaklaşık 10.139 km²'ye yayılan 8 ilçe merkezine bağlı 55 mahalle ve 383 köyden oluşan oldukça geniş yerleşim ağına sahiptir. Bu idari dağılım nedeniyle ildeki hayvancılık atıklarının ilin merkezi alanlarında kurulabilecek büyük boyutlu biyokütle depoları ve enerji santrallerine taşınması, gerek lojistik gerekse lojistikten kaynaklanacak maliyet sorunlarına neden olabilecektir. Böylece biyokütle enerji santralleri önemli ekonomik kayıplara uğrayarak faaliyetlerini karlı olarak devam ettiremeyeceklerdir. Bu olumsuzlukların aşılması için, ilde büyük boyutlu depolama tesisleri ve enerji santralleri yerine her kırsal yerleşimde bu yerleşimleri atık kapasitesine uygun küçük boyutlu işletmelerin açılmasının uygun olabileceği değerlendirilmektedir. Bu şekilde ekonomik olarak daha sürdürülebilir tesisler açılırken, lojistikten kaynaklanan maliyet ve diğer sorunlar azalacak hem de elde edilebilecek gelir halk tabanına dengeli olarak dağılabilecektir.

İldeki biyokütle potansiyelinin en önemli ve kullanılabilir kısmını hayvancılık faaliyetlerinden elde edilen atıklar oluşturmaktadır. Halen ilin kırsal yerleşimlerinde yakıt ve çiftlik gübresi olarak kullanımı yaygın olan bu atıkların ilk etapta biyokütle olarak enerji üretiminde kullanımı mümkün değildir. Bu atıkların biyokütle olarak kullanımı amacıyla ildeki kırsal yerleşimlerde

alternatif olabilecek yakıt maddesi dağıtımı önerilmektedir. Bu şekilde açık alanlarda düzeniz yığınlar halinde depo edilen ve bu nedenle çevre kirliliği ve önemli sağlık problemlerine neden olan hayvansal atıklar daha kolay toplanabilecektir. Diğer yandan çiftçilere önemli ekonomik kaynak sağlanabilecek hem de biyokütle enerji dönüşümü sonrasında elde edilen daha da zenginleşmiş gübrelerin kullanımıyla tarımsal verim ve üretim arttırılmış olacaktır.

İldeki bitkisel tarım faaliyetleri sahanın iklimik özellikleri nedeniyle daha çok tahıl ve yem bitkileri üretimine dayanmaktadır. İl genelinde yıllık 638.607 ton civarında biyokütle oluşturan ve 19.397.719 m³/yıl biyogaz veya 12.610 ton/yıl TEP veya 91.167 mwh/yıl elektrik enerjisi üretim potansiyeli taşıyan bu gibi ürünler ve atıklar, il ekonomisinin temelini oluşturan hayvancılık faaliyetleri için temel besin girdisi oluşturmaktadır. Bu nedenle ilk etapta doğrudan biyokütle olarak değerlendirilmesi mümkün görünmeyen bitkisel ürün ve atıkların elde edilmesi için; ildeki zorlu coğrafi koşullar nedeniyle nadasa bırakılan arazilerde veya kullanılmayan arazilerde yöreye uygun olabilecek biyokütle bitkilerinin ekiminin yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bu yolla ilin atıl durumdaki boş arazileri değerlendirilmesi, toprak erozyonun önlenmesi, kırsal kalkınmanın sağlanması ve enerji üretimi gibi pek çok alanda önemli kazanımlar sağlanabileceği düşünülmektedir.

İldeki arazilerin % 46'si tarım, % 50'si çayır ve meralar, % 4'ü ormanlık alanlar ve tarım dışı arazilerden oluşmaktadır. Bu arazi varlığının biyokütle üretiminde kullanılacak kısmının tespiti amacıyla ildeki toprakların verimlilik ve erozyon durumlarını belirten detaylı haritalandırma çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Bu şekilde ilde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin de daha rasyonel şekilde yapılabileceği düşünülmektedir.

İlde kurulabilecek biyokütle depolama ve enerji tesisleri için en önemli sorunların başında yatırım ve işletme sermayesi eksikliği gelmektedir. Ortalama kapasitesi 200 m³'ü aşmayan ve köy boyutlu kırsal işletmeler için bile oldukça yüksek maliyete sahip olan biyokütle santralleri bu nedenle önemli sermaye birikimi gerektirmektedir. Ekonomik olarak gelişmemiş ve sermaye eksikliği bulunan Kars ilinde bu tip sorunların ilin kırsal yerleşimlerinde tüm yerel halkın katılımıyla kurulabilecek ve sermayesi kısmen devletçe geri ödemeli şekilde verilecek kredilerle karşılanabilecek biyokütle üretim birlikleri ve kooperatifler girişimiyle aşılabileceği düşünülmektedir. Bu şekilde gerek kırsal alanlarda ekonomik gelişimin sağlanıp halk tabanına indirilmesiyle hem kırsal gelişime katkı sağlanacak hem de ilin verdiği nüfus göçünün önüne kısmen geçilebilecektir.

İlde halen ağırlıklı olarak tarımı yapılan tahıllar, yem bitkileri ve atıkları hayvancılık faaliyetlerinde temel besin maddesi olarak kullanımları nedeniyle, şeker pancarı atıkları ise şeker üretimi ve yine hayvancılık sektöründe kullanılmaları nedeniyle biyokütle olarak enerji potansiyeli oluşturmamaktadır. Bu nedenle bitkisel kaynaklı biyokütle potansiyeli oluşturulması için ilin özel koşullarına uygun nadas ve boş arazilerinde ekimi yapılacak özel bitkilerin araştırılması ve deneme ekimlerinin yapılması önerilmektedir. Bu gibi bitkilerin ilde çeşitli nedenlerden kullanılmayan arazilerde ekiminin yapılması başta erozyon gibi toprak kaybına neden olan olumsuzluğu giderirken aynı zamanda kullanım dışı arazileri kırsal ekonomiye kazandırabileceği ve enerji üretimi için ekstra maliyete neden olmayacağı düşünülmektedir.

İlde kurulabilecek biyokütle depolama ve enerji tesislerinin işletilmesi ve bakımı için ilde nitelikli personel bulunmamaktadır. Bu ihtiyacın giderilmesi için Kafkas Üniversitesi bünyesinde biyokütle enerji kaynakları mühendisliği veya 2 yıllık biyokütle tesis teknisyenliği gibi bölümlerin açılması önerilmektedir. Bu şekilde gerek yükselen bir sektör için personel tedarik imkânı sağlanırken hem işsizlik sorununa belli bir oranda çözüm getirilebilecek hem de ilde kurulabilecek biyokütle enerji santrallerine personel sağlanabilecektir.

Nispeten yeni bir teknoloji olan biyokütle ve enerjisi için gerekli olan depolama ve enerji santralleri bu nedenle henüz yüksek maliyetlere sahip durumda olup önemli kısmı yurt dışından ithal edilmektedir. Bu nedenle ülkemizden önemli miktarda döviz çıktısına neden olan bu santral ve ekipmanların ülkemizde üretilmesinin sağlanması için Kafkas Üniversitesi bünyesinde yapılabilecek ARGE faaliyetleriyle üretilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Bu şekilde bu gibi tesislerin ülkemize ithalatı nedeniyle doğan birçok dezavantaj giderilirken, bu tesislerin maliyetlerinin düşürülmesi ile yaygınlığı artırılabilir hem de önemli istihdam sağlanarak milli ekonomiye katkı sağlanabilecektir.

İlde yapılan hayvancılık faaliyetleri nedeniyle oluşan atıklar kırsal ve kentsel alanlarında önemli oranda çevre ve sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Hayvancılık atıklarına dayalı olarak biyokütle kaynaklarını değerlendirebilecek biyoenerji santrallerinin kurulması halinde ilde ki birçok sağlık ve çevre sorunun azalabileceği düşünülmektedir.

İldeki en yüksek enerji potansiyeli taşıyan biyokütle varlıklarından biri 60.000 ton/ yıl civarındaki üretimiyle peynir altı suyudur. Değerlendirilmesi halinde değerli bir gıda hammaddesi kaynağı oluşturan peynir altı suları buna rağmen daha çok vahşi şekilde doğaya deşarj edilmekte bu durum nedeniyle gerek çevre kirliliği gerekse önemli hammadde ve enerji kaynağı heba edilmektedir. Bahsi geçen olumsuzlukların giderilmesi için ildeki peynir üretiminin yoğunlaştığı organize sanayi bölgesinde, peynir altı sularını gıda hammaddesi ve enerji kaynağı olarak değerlendirebilen entegre tesislerin kurulması önerilmektedir.

İlde biyokütle oluşturan kaynaklar içerisinde en az paylardan birini toplam 9000-18000 ton/yıl üretim miktarıyla kentsel organik atıklar oluşturmaktadır. Kısıtlı miktarı nedeniyle tek başına doğrudan bir biyogaz santralinin ihtiyacını karşılayamayan bu biyokütle kaynağı buna rağmen diğer atıklarla karıştırılarak kompoze hale getirilmesiyle enerji değeri artmakta ve önemli biyogaz potansiyeli oluşturmaktadır. Bu potansiyelin kullanılabilmesi için ildeki yerel hizmet birimleri ve belediyelerin atıkların toplanması ve ayrıştırılmasını sağlamak amacıyla konutlara farklı özellik ve renklerdeki toplama kutularının dağıtımının yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Halen Türkiye'nin ekonomik bakımda gelişmemiş illeri arasında bulunan Kars'ta enerji tüketimi daha çok konut tipi basit kullanıma dayanmaktadır. 2015 yılı verilerine göre tamamı hidroelektrik üretimine dayalı 157 mwh/gün kurulu elektrik enerjisi üretim kapasitesine sahip olan ildeki mevcut elektrik enerjisi yıllık üretimi 296 GWh/Yıl olup 455 GWh/Yıl civarındaki ihtiyacının % 65'ini karşılamakta il için gerekli olan enerjinin geriye kalan kısmı ulusal enerji ağından karşılanmaktadır. (Enerji Atlası, 2017). İldeki bahsi geçen tüm biyokütle kaynaklarının kullanımı halinde yıllık 361, GWh/Yıl elektrik enerjisi kullanım kapasitesi bulunmakta, bu üretim mevcut tüketim talebinin %

79'una denk gelmektedir. İldeki biyokütle potansiyelinin tamamına yakınının daha önce bahsi geçen çeşitli nedenlerle kullanımı mümkün olmasa da buna rağmen önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Kaynakça

- Akdağ N.F., (2007). Hidrolik ve Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu Biyokütle Enerjisi Alt Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
- Atalay, İ., ve Mortan, K. (2003). Türkiye Bölgeler Coğrafyası (İkinci baskı). İnkılâp Kitabevi, İstanbul.
- Balat, M. (2005). Use of Biomass Sources for Energy in Turkey and a View to Biomass Potential, *Biomass and Bioenergy* 29, s. 32-41.
- Bayramoğlu, T. (2015). Biyokütle Enerjisi Isıtma Amaçlı Fosil Yakıtlara Alternatif Olabilir mi? Tra 1 Bölgesi Üzerine Tanımsal Bir Analiz. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(1).
- Demir, M. (2013). Kars Kent Coğrafyası. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Basılmamış), Erzurum.
- Demir, M. (2014). Kars İlinin Arıcılık Potansiyeli ve Değerlendirme Durumu. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19(32), 209-230.
- Demir, M. (2015). Kars İlinin Nüfus Gelişimi ve Başlıca Demografik Özellikleri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20(34), 127-156.
- Demir, M. (2016). Kars İlinde Büyük ve Küçükbaş Hayvancılık; Livestock Breeding in Kars Province. *Doğu Coğrafya Dergisi*, (2135), 39-62.
- Demir, M. (2016). Coğrafi İşaret Örneği Olarak Kars Kaşar Peynirinin Üretimi ve Dağılımı, *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 18 (ek), 61-81.
- Doğanay, H., Özdemir, Ü., & Şahin, İ. F. (2011). Genel Beşeri ve Ekonomik Coğrafya. Pegem Akademi.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2016). <http://bepa.yegm.gov.tr/> (Erişim, 04.09.2016)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2016). http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_yetistiriciligi.aspx (Erişim, 04.09.2016)
- Enerji Atlası (2017).<http://www.enerjiatlası.com/biyogaz/> (Erişim, 13.04.2017)
- Gizlenci, Ş. Acar, M., & Şahin, M. (2012). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (Biyodizel, Biyoetanol ve Biyokütle) Projeksiyonu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(3).
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü (2012) İl Brifing Raporu Kars.
- Hartmann, H., Angelidaki, I., & Ahring, B. K. (2002). Co-digestion of the organic fraction of municipal waste with other waste types. In *Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes*. IWA Publishing.
- HGK.,(2014)http://www.hgk.msb.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf (Erişim Tarihi 18.10.2016)
- Koçer, N. N., & Ünlü, A. (2007). Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 175-181.
- Koday, S., 2005, Doğu Anadolu Bölgesinde Hayvancılık. Atatürk Üniversitesi Yay.949, Fen-Edb. Fak. Yay. No. 104, Araştırma Serisi No.74, Erzurum..
- OGM.(2016).<https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarımız/Illegore-Orman-Varligi.aspx>
- TÜİK, (2016). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi 18.10.2016)
- World Bioenergy Association (2016) <http://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20Global%20Bioenergy%20Statistics%202016.pdf> (Erişim, 13.04.2016)

