



Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi

Gizem KURT, Nilüfer NACAR KOÇER

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü - ELAZIĞ

ÖZET

Dünya nüfusunun artışına ve gelişen teknolojiye paralel olarak enerjiye olan talep sürekli artmaktadır. Enerji ihtiyacının arttığı günümüzde tükenbilir (fosil) kaynaklar yerine yeni ve yenilenebilir alternatif kaynak arayışı sürmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında bulunan biyokütle enerjisi geliştirilmeyi bekleyen önemli bir enerji kaynağıdır. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynakları arasında hem sahip olduğu mevcut potansiyel hem de üretim teknolojileri bakımından farklı ve önemli bir yeri olan biyokütle potansiyeli araştırılmıştır. Yapılan çalışmada Malatya İli'nde bir yılda elde edilen ortalama kuru biyokütle miktarı ve kuru biyokütlenin ortalama ısıl değeri hesaplanmıştır. Ayrıca Malatya İli için biyokütle potansiyelinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

Biyokütle Potansiyeli, Isıl Değer, Kuru Biyokütle Miktarı.

Biomass potential of Malatya city and energy production

ABSTRACT

Demand of energy has increased in the parallel to the developing technology the increasing population. The search of alternative and renewable energy sources instead of non-renewable energy sources continues. Among the renewable resources; the biomass energy is an important energy source which should be enhanced. In this study, the potential of the biomass which has different and important position according to having both available potential and technology was evaluated. . In this research, average dry biomass amount per year and its thermal (calorific) value were calculated for Malatya City. In addition, some suggestions were presented to benefit from biomass potential efficiently and broadly for Malatya.

Keywords

Biomass Potential, Thermal Value, Dry Biomass Amount.

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-posta: nkocer@firat.edu.tr

GİRİŞ

Ekonomik büyümedeki önemli rolü ile enerji, kalkınma programlarının vazgeçilmez bir unsurudur [1]. XXI. yüzyılda dünyanın temel enerji sorunları sanayileşmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere doğru kaymaktadır. 1990 yılında dünya nüfusunun % 75' ini oluşturan ve dünya enerji tüketiminin % 33' ünü kullanan gelişmekte olan ülkeler, 2020 yılında dünya nüfusunun yaklaşık % 90'ını oluşturacak ve dünya enerjisinin yaklaşık % 55' ini tüketecektir [2]. Bu nedenle enerji politikaları, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sürdürülebilir kalkınma planlarının önemli bir parçasıdır [1].

Ülkemiz zamanla hızlı nüfus artışı ile karşı karşıya kalmaktadır [3]. Bu artışa bağlı olarak dünyanın CO₂ emisyon değerlerinin de günümüzdeki sınırlar içinde tutulması pek mümkün görünmemektedir [2]. Enerji ihtiyacını genel olarak fosil yakıtlardan karşılamakta olan ülkemiz için, çevreye zararlı olan ve ülkemizi dışa bağımlı hale getiren bu yakıtların kullanımını azaltmaya yardımcı olacak, ülkemizde bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması hem ekonomik hem de çevresel açıdan oldukça önemli olmaktadır [3]. Böylelikle, dünyamızın var olduğundan bugüne kadar birikmiş olan ve yenilenemeyen fosil kökenli enerji kaynaklarının tükenmeye yüz tutması ile birlikte yeni enerji kaynakları da araştırılmaktadır [4]. Fosil yakıtlar, atmosfere saldırdığı gazlar neticesinde küresel ısınmaya neden olmaktadır. Aynı zamanda rezervleri belli olduğundan bu yakıtların bitmesi muhtemeldir. Küresel ısınma ve çevre kirliliğinin ciddi boyutlara ulaştığı günümüzde petrol stoklarının zorlayıcı etkisi, petrol üreten devletlerin istikrarsızlığı ve enerji talebinin her geçen gün artmaya devam etmesi alternatif (yenilenebilir) enerji kaynaklarına olan ilgiyi yoğunlaştırmıştır [5]. Bu durum Türkiye' nin kendi enerji kaynaklarını en etkin biçimde kullanmasının gerektiğini ortaya koymaktadır. Bunun da yolu biyokütlenin etkin enerji kaynağı olarak kullanılmasından geçmektedir [6].

2. BİYOKÜTLE VE BİYOKÜTLE KAYNAKLARI

Biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı

organik madde kaynakları olarak tanımlanmaktadır [7, 8, 9]. Bitkiler fotosentez yaparken atmosferden aldıkları karbondioksitin karbonunu bünyelerinde biriktirip biyokütleyi oluştururken, oksijeni dışarıya verirler. Bitkilerin yakılması sırasında ise karbondioksit yeniden atmosfere verilmektedir [10].

Güneş var olduğu sürece bitki yetiştirilmesi devam edeceği için, biyokütle tükenmez bir enerji kaynağı olmaktadır [3, 11]. Biyokütle yenilenebilir, her yerde yetiştirilebilen, sosyo-ekonomik gelişme sağlayan, çevre dostu, elektrik üretilen, taşıtlar için yakıt elde edilebilen stratejik bir enerji kaynağıdır [12]. Aynı zamanda biyoyakıtların artan enerji krizleri nedeni ile enerji ve diğer kullanım alanlarında ekonomik değeri de artmaktadır [13].

Biyokütle enerji teknolojisi kapsamında; odun (enerji ormanları, ağaç artıkları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçeği, kolza, soya v.b), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b), elyaf bitkileri (keten, kenef, kenevir, sorgum, vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b), hayvansal atıklar ile şehrsel ve endüstriyel atıklar değerlendirilmektedir [14]. Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilmektedir [14]. Enerji yanında, mobilya, kâğıt, yalıtım maddesi yapımı gibi daha birçok alanda biyokütleden yararlanılmaktadır. Enerji olarak kullanılmasında ise katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Biyoetanol, biyogaz, biyodizel gibi yakıtların yanı sıra, yine biyokütleden elde edilen, gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi daha birçok yakıt türü saymak mümkündür [8, 15, 16]. Bu yakıtların elde edilmesinde termokimyasal ve biyokimyasal olarak sınıflanabilen yeni teknikler geliştirilmiş ve yıllar içinde verimlilikleri artırılmıştır [15].

3. BİYOKÜTLE ÇEVİRİM TEKNOLOJİLERİ

Biyokütle enerjisi klasik ve modern olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. Klasik biyokütle enerjisi

konvansiyonel ormanlardan elde edilen, yakacak olarak kullanılan odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan artıklarından (özellikle tezcek) oluşmaktadır. Klasik biyokütle enerjisi kullanımının temel karakteri, biyokütle materyalinden enerjinin ilkelden geliştirilmiş şekilde olan süreç içerisinde çeşitli yakma araçları ve doğrudan yakma tekniği ile elde edilmektedir [17]. Modern biyokütle kaynakları ise; enerji ormancılığı ürünleri (kavak, söğüt, okalıptüs) ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji bitkileri tarımı (özellikle C₄ bitkilerinden Miscanthus, arundo donax, aspir, kenaf, kolza, mısır, ayçiçeği, soya vb.), tarım kesimin bitkisel ve hayvansal atıkları, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları biçiminde sıralanır [2, 17]. Modern biyokütle enerji teknikleri, materyalin fiziksel durumu sabit kalacak veya değişecek biçimde dönüştürülmesi çevrimlerine dayanır [17]. Bu hammaddeleri enerji hizmetlerinde kullanmak amacıyla hammaddenin enerjisini bir enerji taşıyıcısına dönüştürmede birçok metod mevcuttur [18, 19]. Bu metodlar Tablo 1’ de biyokütle kaynağına bağlı olarak biyokütle çevrim teknikleri, bu çevrim tekniklerinden elde edilen yakıtlar ve bu yakıtların uygulama alanları şeklinde kısaca gösterilmiştir. Bununla birlikte uygun dönüşüm prosesinin seçimi de; biyokütle kaynağının tipi ve miktarı, enerji taşıyıcıları ve son kullanım uygulamaları, çevresel standartlar, ekonomik koşullar gibi birçok anahtar faktörlerden etkilenmektedir [19, 20].

Bu çevrim yöntemlerini kısaca açıklayacak olursak;

Doğrudan Yakma: Biyokütlenin doğrudan yakılarak enerji üretilmesi olarak bilinen en eski yöntemdir. Bu sistemlerde her türlü biyokütle kaynağı doğrudan yakılmaktadır [15]. Yakma; biyokütle enerjisini ısı, mekanik güç veya elektriğe dönüştürmede kullanılır [19, 20, 22]. Net dönüştürme verimleri % 20-40 arasında değişmektedir [19, 20]. Ancak, nem oranı yükseldikçe elde edilen ısı değer azalmaktadır [15].

Havasız Çürütme: Havasız çürütme, ıslak ve yeşil biyokütlenin bakteriler yardımı ile oksijensiz ortamda metan ve karbondioksit parçalanması olarak bilinir [23]. Böyle bir ortamda işlemi yürüten iki tip bakteriden, mezofilik bakteriler 35 °C, termofilik olanlar ise 54 °C dolayında bir sıcaklıkta üretim yapmaktadır [15]. Çok kirli atıksuların arıtılması için

son yıllarda özellikle havasız çürütme işlemleri önerilmektedir [24].

Tablo 1. Biyokütle Çevrim Teknikleri, Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulama Alanları [21].

Biyokütle Kaynağı	Çevrim Yöntemi	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman Atıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik Üretimi
Tarım Atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma
Enerji Bitkileri	Doğrudan Yakma	Hidrojen	Su Isıtma
Hayvansal Atıklar	Fermantasyon	Metan	Otomobiller
Çöpler (Organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz	Sentetik Yağ	Roketler
Enerji Ormanları	Biyofotoliz	Dizel	Ürün Kurutma

Fermantasyon: Bazı mikroorganizmaların ürettiği enzimlerin etkisiyle organik maddenin üç temel ögesi olan karbonhidratlar, proteinler ve yağların parçalanmasıyla CO₂, asetik asit ve çözülebilir uçucu organik maddelere dönüştürülmesi işlemidir [8, 25]. Fermantasyon, biyokütle sıvılarını yakılabilir yakıt olan alkole dönüştürmektedir [19, 22].

Piroliz: Organik maddelerin oksijensiz ortamda ısıtılması sonucu ortaya çıkan termal parçalanma sürecine piroliz adı verilir [7, 26]. Piroliz, katı biyokütlenin kullanışlı sıvı bir yakıtı dönüştürülmesindeki en basit termokimyasal işlemidir [23]. Piroliz işlemi oksijensiz ortamda karmaşık organik moleküllerin 400-600°C sıcaklık bölgesinde parçalanarak yanabilir gazlar, katran ve zift açığa çıkarması ile oluşmaktadır [7, 26]. Bu şekilde hidrokarbonca zengin bir gaz karışımı, yağa benzeyen bir sıvı ve karbonca zengin katı atık elde edilmektedir [23]. Biyokütleyi çeşitli yakıtlara çevirmek için kullanılan en iyi yöntemlerden biridir [15].

Gazlaştırma: Gazlaştırma, karbon içeren biyokütle gibi katıların yüksek sıcaklıkta bozunması ile yanabilir gaz elde etme işlemidir [8, 16]. Bu işlem sırasında denetimli

bir şekilde yakıt hücresine verilen hava ile biyokütle yakılır ve çıkan ürünler arasında hidrojen, metan gibi yanabilir gazların yanı sıra karbon monoksit, karbondioksit ve azot gibi gazlar da açığa çıkmaktadır [15]. Burada en önemli problem gaz üretmek değildir. Üretilen gazın içten yanmalı motorların kullanabileceği şekilde fiziksel ve kimyasal özelliklerini sağlamaktır [7].

Biyofotoliz: Biyofotoliz, bazı mikroskobik alglerden güneş enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen elde etme işlemidir. Deniz suyu içindeki bu algler bir tür güneş pili gibi çalışarak deniz suyunu fotosentetik olarak ayrıştırmaktadır [15].

Karbonlaştırma: Odun ve maden kömürü gibi organik maddelerin havasız ortamda kimyasal parçalanmaya uğraması şeklindedir. Karbonlaşma işlemi sonucu açığa çıkan gaz bileşenleri ise yaklaşık olarak % 50 CO₂, % 35 CO, % 10 CH₄ ve % 5 diğer hidrokarbon ve H₂' dir. Odunun karbonlaştırılmasındaki sıvı ürünler ise sulu kısım ve katrandır [7, 8, 25, 27]. Gaz karışımının yaklaşık kalori değeri 8,9 MJ/m³' dür [7].

Briketleme ve Peletleme: Briketleme ve peletleme biyokütlenin yüksek sıcaklık ve yüksek basınç altında sıkıştırılması ile üretilmektedir. Genellikle taşıma ve stoklama kolaylığı olması için normal yoğunluğundan daha yüksek yoğunluğa getirilmeye çalışılmaktadır. Hazırlanan briketler ısınma amacı ile sobalarda yakıt olarak kullanılmaktadır. Yine bu hazırlanan briketler mangal kömürü üretiminde de kullanılmaktadır [23].

4. MALATYA İLİ MEVCUT BİTKİSEL ATIKLARDAN BİYOENERJİ POTANSİYELİ

Tarımın Türkiye ekonomisindeki önemi, nispi olarak azalmış olmakla birlikte, yurtiçi gıda gereksiniminin karşılanması, sanayi sektörüne girdi temini, ihracat ve yarattığı istihdam olanakları açısından hâlâ büyük önem taşımaktadır [28]. Bununla birlikte, Türkiye' de değerlendirilemeyen birçok tarım atığı bulunmaktadır. Bunun başlıca nedenleri arasında, dağınık şekilde bulunan bu atıkların taşıma ve işçilik maliyetleri gelmektedir [21].

Ülkemizde enerji politikalarında yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve bu konularda

teknolojiler geliştirmek yerine, enerji ihtiyacını ithalatla karşılama yoluna gidilmektedir [8, 29, 30, 31, 32]. Enerji üretiminin az, tüketiminin ise fazla olmasından dolayı, Türkiye toplam enerji gereksiniminin 1990' da % 54' ünü ve 2001' de % 66' sını net ithalatla karşılamıştır. 2020 yılında birincil enerji ihtiyacının 298,4 Mtep' e ulaşması, buna karşılık enerji üretiminin 70,2 Mtep' e ulaşması ve enerji ithalatının ise % 76' ya ulaşması tahmin edilmektedir [29, 30, 31].

Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir potansiyel göstermesine karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının genel enerji üretimindeki payı düşüktür [2]. Türkiye'nin enerji tüketimini ithal edilen fosil yakıtlara dayalı olarak sürdürmesi, gayri safi yurtiçi hâsılanın azalmasına neden olmaktadır [12, 33]. Biyoyakıtların ülkemizde uygulanır olması için gerekli potansiyel, bilgi birikimi ve altyapı mevcuttur. Türkiye sadece odun, bitki ve hayvan atık-artıklarından yakacak olarak ısınma ve pişirmede yararlanmakta ve maalesef dünyadaki modern biyokütle kullanım eğiliminin dışında kalmaktadır [12]. Biyogaz tesisleri tereddütle yaklaşılabilecek bir yatırım değeridir. Kullanımına başlandıktan sonra tecrübe kazanılmakta ve giderek yaygınlaşmaktadır. Bu tesisler kısa zamanda kendi maliyetini çıkarmakta, tesis işletmecisini kâra geçirmektedir [34].

Ülkemizde tarım artıklarından her yıl elde edilebilecek enerji potansiyeli 5,4 milyon ton petrole eşdeğerdir [8, 35]. Aynı zamanda yapılan hesaplara göre; orta verimdeki bir arazi parçası üzerinde bir hektar tarladan yılda ortalama 80–100 ton yaş veya 25–30 ton kuru biyokütle elde edilmektedir İklim koşulları açısından daha uygun olan yarı tropik bölgelerde ise verimin, hektar başına 40 ton biyokütle düzeyine çıkabileceği kesindir. Biyokütleden elde edilen enerjinin birim maliyeti diğer yakıtlarla yarışabilecek durumdadır. Kuru biyokütlenin ısı değeri ise 3.800–4.300 kcal/kg arasında değişmektedir [8, 25]. Aynı zamanda kuru biyokütle miktarının ortalama ısı değeri 1 kcal = 1.10⁻⁷ TEP' e de eşit olmaktadır [8, 36]. Malatya' da yapılan araştırmada; biyokütle potansiyeli, üretim kapasitesi ve bölgenin tarımsal üretim açısından hassaslık yapısı dikkate alınarak, üretim türüne göre her türlü biyokütle potansiyeli çalışmanın tümünde kapsama alınmasına dikkat edilmiştir. Çalışma kapsamında Malatya'daki fizibilite çalışmalarına baz

oluşturmak amacıyla söz konusu bölgede veri toplama çalışmaları yapılmıştır. Malatya İli' ne ait biyokütle potansiyeli 2007 yılına ait Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı' ndan alınmıştır. Bu veriler dikkate alınarak; 2007 yılında, Malatya ili ve ilçeler bazında mevcut biyokütle potansiyelini meydana getiren tahıllar, baklagiller, endüstriyel bitkiler, yağlı tohumlar ve yumru bitkilerin ekildiği alanlar hektar cinsinden ayrı ayrı Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı'ndan alınarak, il ve ilçe bazında toplam miktarları hesaplanmıştır. Bir hektar tarladan yılda ortalama 25–30 ton kuru biyokütle elde edildiğine göre (ortalama 27,5 ton/ kuru biyokütle) 2007 yılında Malatya kent merkezi ve ilçelerdeki bir yılda elde edilen ortalama kuru biyokütle miktarı ton olarak bulunmuştur.

Kuru biyokütlenin ısı değeri 3.800–4.300 kcal/kg' dır. Isıl değer ortalama 4000 kcal/kg olarak alınarak, kuru biyokütlenin ısı değeri ortalama bulunmuştur. Birim dönüştürme sisteminden faydalanarak 1 kcal = 10⁻⁷ TEP olduğu birim çevirme sisteminden tespit edilerek; kuru biyokütlenin ısı değeri ortalama olarak TEP cinsinden hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar doğrultusunda Tablo 2' de Malatya İl ve ilçelerinde yetişen bitkiler, ürün bazında ekilen alan, toplam alan, bir yılda elde edilen ortalama kuru biyokütle miktarı ve kuru biyokütlenin ısı değeri ortalama TEP cinsinden hesap yapılarak verilmiştir.

Yapılan çalışma ile hesaplanan 1.596.786,4 TEP (ton eşdeğer petrol) ısı değeri dikkate alınarak sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ve bu kaynaklardan yararlanma konusunda Malatya'daki biyokütle atıklarından enerji üretimini içeren modern biyokütle uygulamalarının yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Mevcut potansiyelin yanı sıra, biyokütlenin ekonomik ve çevre dostu oluşu gibi özellikleri de göz önüne alındığında Malatya İli için biyoenerji çalışmalarına büyük hız verilmesi gerektiği göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Ülkelerin enerji rekabetleri hızlı petrol tüketimine, küresel ısınmaya ve ekosistemin bozulmasına neden olmuştur. Bu enerji rekabetlerinde ülkemizin kendi enerji politikasını oluşturması gerekmektedir. Zamanla azalan petrol, dünyanın ısınması ve bir parçası olduğumuz ekosistemin yok olmaması için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gerekmektedir. Türkiye'de genel enerji talebinin karşılanması için mümkün olduğu kadar uzun vadede kullanılabilir olan yenilenebilir enerji kaynakları gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji üretiminde temel olan, düşük maliyetle çevreye daha az zararlı olan ve daha yüksek kalitede en iyi faydayı sağlamaktır. Bu anlamda en iyi örnek, faydalı son ürün ve enerji elde edebileceğimiz biyokütledir. Biyokütleden enerji üretmenin yanında faydalı son ürün elde edilecek, bitkisel üretim artacak, bu üretime bağlı olarak kırsal alanların ekonomik ve çevresel getirisi artacak ve böylelikle kırsal alanlarda sosyal refah artış gösterecektir. Tarımsal açıdan zengin olan ülkemizde en iyi enerji elde etme yollarından biri olması açısından da biyokütle enerjisi önem arz etmektedir. Bu çalışma ile ortaya konulduğu gibi, yenilenebilir enerji kaynaklarının mümkün olabildiği kadar uygulanması, kullanışlı bir nitelik taşıyan ve önemli bir potansiyele sahip olan biyokütleden biyogaz elde edilmesi ve bunun özellikle küçük yerleşim yerlerinde tüketilmesi, iyi bir alternatif teşkil etmektedir. Bu çalışmada, Malatya ilinde tahıllar, baklagiller, endüstriyel bitkiler, yağlı tohumlar ve yumru bitkiler dikkate alınarak toplam ekilen 145.162,4 hektarlık alandan ortalama olarak 3.991.966 ton biyokütle potansiyelinin olduğu görülmektedir. Bu kuru biyokütlenin ortalama ısı değeri ise 1.596.786,4 ton eşdeğer petrol (TEP)' dür. Yapılan çalışmalarda; biyokütle potansiyelinin saptanması konusu öncelikle ele alınmalı ve elde edilebilecek biyokütle materyallerinin çeşitleri yıllık miktar olarak belirlenmelidir. Bu nedenle:

1. Biyogaz enerjisi artmakta olan talepleri karşılayabilen ve petrolün yerine kullanılabilen önemli bir enerji kaynağıdır.
2. Biyogaz uygulanmasının desteklenmesi ve illere göre önerilen tecrübelerin paylaşılması gerekmektedir.

Tablo 2. Malatya İlinde İlçelere Ait Kuru Biyokütle Miktarı ve Isıl Değeri

Yerleşim Birimleri	Yetişen Bitkiler*	Ekilen Alan, hektar	Toplam Alan, hektar	Bir Yılda Elde Edilen Ortalama Kuru Biyokütle, ton	Kuru Biyokütlenin Isıl Değeri Ortalama, TEP
Merkez	1	18.362,2			
	2	146,5			
	3	320,2	18.877,9	519.142,25	207.656,9
	4	2			
Akçadağ	1	27.525,9			
	2	865			
	3	333,7	28.804,3	792.118,25	316.847,3
	4	11,4			
	5	68,3			
Arapkir	1	6.095,1			
	2	274,6	6.374,2	175.290,5	70.116,2
	5	4,5			
Arguvan	1	18.917,9			
	2	177,4	19.152	526.680	210.672
	4	3,5			
	5	53,2			
Battalgazi	1	4.252,1			
	2	4	4.437,9	122.042,25	48.816,9
	3	176,8			
	5	5			
Darende	1	11.751,4			
	2	1.066			
	3	114,3	12.961,5	356.441,25	142.576,5
	5	29,8			
Doğanşehir	1	6.007,7			
	2	1.175,5	7.659,8	210.644,5	84.257,8
	3	455			
	5	21,6			
Doğanyol	1	277,5			
	2	12,3	295,6	8.129	3.251,6
	5	5,8			
Hekimhan	1	10.764,2			
	2	767	11.553	317.707,5	127.083
	5	21,8			
Kale	1	345,8			
	2	28,5	380,3	10.458,25	4.183,3
	5	6			
Kuluncak	1	6.202,4			
	2	522	6.734,8	185.207	74.082,8
	5	10,4			
Pötürge	1	1.415,3			
	2	53,5	1.493	41.057,5	16.423
	5	24,2			
Yazihan	1	21.902,7			
	2	661,5	23.011,2	632.808	253.123,2
	3	417			
Yeşilyurt	1	3.103,4			
	2	293,5	3.426,9	94.239,75	37.695,9
	3	13,5			
	5	16,5			
Toplam			145.162,4	3.991.966	1.596.786,4

* 1. Tahıllar 2. Baklagiller 3. Endüstriyel Bitkiler 4. Yağlı Tohumlar 5. Yumru Bitkiler

3. Alternatif enerji kaynağı olarak biyogazın devreye sokulmasıyla fosil kaynaklı yakıtların kullanımı azaltılmalıdır.

4. Biyogaz üretiminde ham madde ve çevre koşullarının yanı sıra, biyogaz üreteçlerinin tasarımı da gaz

üretiminde etkilidir. Bu nedenle en çok gaz üretebilecek, üretimi sürekli ve ucuza mal edebilecek üreteç tipinin belirlenmesi gerekmektedir.

5. Biyogaz üretiminin maliyet analizi yapılmalıdır.

6. Organik artıklardan enerji üretilmesi konusunda AR – GE çalışmaları arttırılmalı ve teknolojik gelişmeler yaratılmalıdır.

7. Biyogaz hakkında hukuki şartlar oluşturulmalıdır.

6. KAYNAKLAR

1. “Enerji ve Tabii Kaynaklar Kamu Araştırma Programı”, APK Kurulu Başkanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Mayıs, 2005.
2. Acaroğlu, M., Biyokütle Enerjisinin Global Potansiyeli, Biyoenerji Politikaları, Avrupa Birliği ve Türkiye, I. Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Denizli, Mayıs, 2003.
3. Topal, M., Arslan, E.I., Biyokütle Enerjisi ve Türkiye, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’ 2008, İstanbul, 241 – 248, 17 – 19 Aralık, 2008.
4. Külcü, N., Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Biyogaz, Erciyes Üniversitesi, Fen – Edebiyat Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi, Kayseri, 126 – 135, 1985.
5. Keçecioglu, A., Alternatif Yakıtlar, Akdeniz İhracatçı Birlikleri Araştırma Serisi, No: 46, 10 Ekim, 2007.
6. Taner, F., Halisdemir, B., Pehlivan E., Ardic, İ., Türkiye’ de Biyokütle Potansiyeli ve Enerjisi, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 611 – 621.
7. Biyokütle Enerjisi, Şubat, 2007, <http://www.fizik.biz/alternatif-enerji/6.-biyokutle-enerjisi-2.html>
8. Koçer, N. N., Ünlü, A., Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 175 – 181, 2007.
9. Yorgun, S., Şensöz., S., Şölener, M., Biyokütle Enerjisi Potansiyeli ve Değerlendirme Çalışmaları, Uzman Enerji, Sayı: 8, 44 – 48, 1998.
10. http://www.kto.org.tr/dosya/rapor/yen_enerji_kay.pdf
11. TÜGİAD, Türkiye’ nin Enerji Sorunları ve Çözüm Önerileri, Ajans-Türk Basın ve Basım A.Ş., Batıkent, Ankara, 2004.
12. Çetinkaya, M., Karaosmanoğlu, F., Türkiye Enerji Profili ve Hidrojen, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul, www.hidrojenenerji.blogspot.com
13. Acaroğlu, M., Türkiye’ de Biyokütle – Biyoetanol ve Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Kaynakları, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’ 2008, 351 – 362, 17 – 19 Aralık 2008, İstanbul.
14. Karaosmanoğlu, F., Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye, Görüş Dergisi, 30 – 34, Mart, 2003.
15. <http://www.habitaticingenlik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf> www.youthforhab.org.tr
16. www.yenilenebilirenerjikaynaklari.ws.tc
17. An Assessment of Biomass Feedstock and Conversion Research Opportunities”, GCEP Energy Assessment Analysis, Technical Assessment Report, Stanford University, Global Climate & Energy Project, 2005, <http://gcep.stanford.edu>
18. Arslan, E.I., Aslan, S., Topal, M., Biyokütlenin Enerjiye Dönüştürülmesi, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, İTÜ, İstanbul, 485 – 492, 11 – 13 Nisan, 2007.
19. Caputo, A.C., Palumbo, M., Pelagagge, P.M., Scacchia, F., “Economics of Biomass Energy Utilization in Combustion and Gasification Plants: Effects of Logistic Variables”, Biomass and Bioenergy, 28 (1): 5-51, 2005.
20. Başçetinçelik, A., Öztürk, H, H., Karaca, C., Kaçıra, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., Güneş, K., Komıttı, N., Barnes, I., Nieminen, M., Türkiye’de Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesi, Proje No: 03 TCY / TR / 000061, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Adana, 2005.

21. http://www.ucsusa.org/clean_energy/renewable_energy_basics/offmen-how-biomassenergy-works.html
22. Benk, A., Delibaş, A., Özkan, M., Çoban, A., Bitki Atıklarının Katı Yakıt Olarak Değerlendirilmesi, Makine Mühendisleri Odası, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, Kayseri, 259 – 266, Ekim, 2003.
23. Erdin, E., Biyomasın Enerji Kaynağı Olarak Önemi, Çevre Dergisi, 49 – 50.
24. www.kimyamuhendisi.com
25. Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu, TÜBİTAK – TTGV, Ankara, 1998.
26. Olgun, H., Doğru, M., Howart, C.R., Katı Atıkların Enerji Dönüşümünde Kullanılması ve Gazlaştırıcılar, Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Tesisat Mühendisliği, Sayı: 56, 42 – 59, İstanbul, 2000.
27. Yavuz, F., Türkiye’ de Tarım, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 2005.
28. Ardıç, İ., Taner, F., Biyokütleden Biyogaz Üretimi I: Anaerobik Arıtımın Temelleri, http://www.biyogazder.org/makale/14101ec47c52b48_ek.pdf
29. [Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, “1999 Enerji Raporu”, Ankara, 1999.
30. Enerji Bakanlığı İstatistikleri, <http://www.enerji.gov.tr/birincilenerjiuretimi.asp>, 2004.
31. www.enerji.gov.tr
32. TÜSİAD Raporu, “21. Yüzyıla Girerken Türkiye’ nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi”, <http://www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/pdf/scc20.pdf>
33. Yüksel, B., Biyogaz ve Biyogaz Üretim Tesislerinin Projelenmesi, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Isı ve Enerji Anabilim Dalı, www.iyilmazkaya.googlepages.combiyogaz.doc
34. Berkes, F., Kışlalıoğlu M.B., Çevre ve Ekoloji, 4. Basım, Remzi Kitabevi, İstanbul, 1993.
35. <http://www.birimcevir.com/enerji-ve-is-birimleri/enerji-ve-is-birimleri.aspx>