



# KONYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI MALZEME ÜRETİLEBİLİRLİK ARAŞTIRMASI

## 4.BİOKÜTLE ENERJİSİ

**Bu fizibilite çalışması,  
KSO/MEVKA/DFD2011/Hizmet 1 projesi çerçevesinde  
Yeryüzü Enerji Sistemleri Ltd. Şti. tarafından hazırlanmıştır.**

**ŞUBAT 2012**

### **Katkıda Bulunanlar**

**Doç. Dr. Muammer Özgören, Yrd. Doç Dr. Faruk Köse,  
Arş. Gör. Muharrem H. Aksoy, Arş. Gör. Eyüp Canlı,  
Arş. Gör. Özgür Solmaz, Arş. Gör. Sercan Doğan, Sercan Yağmur.**

## İÇİNDEKİLER

<b>KISALTMALAR .....</b>	<b>2</b>
<b>4. BİOKÜTLE ENERJİSİ.....</b>	<b>3</b>
4.1. Biokütle Enerjisine Genel Bakış.....	4
4.2. Biokütle Enerjisi Dünya ve Türkiye Potansiyeli, Mevcut Kullanım Durumu ve Pazar Hacmi .....	6
4.3. Biokütle Enerjisi Konya Potansiyeli ve Mevcut Kullanım Durumu .....	25
4.4. Biokütle Enerjisi Üretiminde Kullanım Sistemler (Santraller).....	27
4.5. Biokütle Enerji Sistemlerinin Üretilmesi ve Kullanımına Ait Mevcut “Standart, Kanun, Yönetmelik ve Tüzükler.....	30
4.6. Biokütle Sistemleriyle İlgili Alınan “Patentler”, Yasal Teşvikler ve Diğer Ülkelerden Örnekler .....	30
4.7. Organik Atıklardan (Şehir, Tarım, Hayvancılık, Sanayi vb.) Enerji Üretim Sistemleri ve Konya ve Türkiye’ de Kullanım Potansiyeli .....	34
4.7.1. Organik Atıklardan Enerji Üretim Sistemleri Elemanlar .....	37
4.7.1.1. Ham madde Tayini.....	38
4.7.1.2. Siklon .....	39
4.7.1.3. Ham maddenin Filtreden Geçirilmesi.....	40
4.7.1.4. Ham maddenin Kurutulması .....	41
4.7.1.5. Biokütle Briketleme ve Peletleme Teknolojisi .....	42
4.7.1.6. Elde Edilen Ürünün Analiz Edilmesi.....	44
4.7.1.7. Membran .....	45
4.7.1.8. Yanma Odası.....	46
4.7.1.9. Buhar Enerjisinden Mekanik Enerji Elde Edilecek Olan Türbin .....	47
4.7.1.10. Sistemde Çevrim için Kullanılacak Kompresör .....	50
4.7.1.11. Elektrik Üretimi için Jeneratör .....	51
4.7.3. Organik Atıklardan Enerji Üretim Sistem Elemanlarını Konya’da Üretebilecek Firma Bilgi ve Kapasiteleri .....	55
4.8. Özel Yetiştirilen Enerji Bitkileri ve Bu Bitkilerden Enerji Üreten Sistemler.....	58
4.8.1. Özel Yetiştirilen Enerji Bitkilerinden Enerji Üreten Sistem Elemanları.....	64
4.8.2. Özel Yetiştirilen Enerji Bitkilerinden Enerji Üreten Sistem Elemanlarının Konya’da Üretilebilirlik Durumu, Üretebilecek Firma Bilgi ve Kapasiteleri .....	64
4.8.3. Sistem Parçalarının Tasarımı ve Maliyeti.....	64
4.9. Biokütle Güç Santrallerinde Kullanılan Parçaların NACE Kodları .....	67
4.10. Biokütle Enerji Sistemleri Sonuç, Öneriler ve Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar .....	69

## **KISALTMALAR**

<b>AB</b>	:Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	:Amerika Birleşik Devletleri
<b>BTEP</b>	:Birim Ton Eşdeğer Petrol
<b>CCL</b>	:İklim Değişimi Vergisi
<b>CHP</b>	:Birleşik Isı Ve Güç
<b>DSİ</b>	:Devlet Su İşleri
<b>EİE</b>	:Elektrik İşleri Etüd İdaresi
<b>EPDK</b>	:Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
<b>ETKB</b>	:Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>EÜAŞ</b>	:Elektrik Üretim Anonim Şirketi
<b>ITC</b>	: Invest Trading & Consulting
<b>KAY</b>	:Katı atık Yakma
<b>kWh</b>	:Kilo Watt Saat
<b>MJ</b>	:Mega joule
<b>MT</b>	:Mega Ton
<b>MTEP</b>	:Milyon Ton Eşdeğer Petrol
<b>MTOE</b>	:Milyon Ton Eşdeğer Petrol
<b>MW</b>	:Mega Watt
<b>OECD</b>	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
<b>OGM</b>	:Orman Genel Müdürlüğü
<b>OPE</b>	:Enerji İçin İşlevsel Program
<b>ÖTV</b>	:Özel Tüketim Vergisi
<b>POAŞ</b>	:Petrol Ofisi Anonim Şirketi
<b>REL</b>	:Yenilenebilir Enerji Kanunu
<b>RDF</b>	:Çöpten Elde Edilen Yakıt
<b>TÜBİTAK-MAM</b>	:Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu- Marmara Araştırma Merkezi
<b>TWH</b>	:Tera Watt Saat

#### 4. BİOKÜTLE ENERJİSİ

Çağımızda en önemli sorunlardan biri enerjidir. Enerji ve üretiminin çevreyi etkilediği bilinmektedir. Çevreye etkisi enerjinin türüne bağlı olarak değişmektedir. Türkiye gibi ulusal gelirin büyük bir kısmını tarımdan sağlayan ülkeler, tarımsal atıkları ve diğer kaynaklarını en etkin bir biçimde kullanmak durumundadırlar. Ülkemizde bu konuda neler yapılabilir? Bu soruya yanıt, ancak dünyadaki bilimsel ve uygulamalı çalışma ve gelişmelerin neler olduğunu bilmekle bulunabilir. Ülkemiz gelişmekte olan bir ülke olup en başta gelen sorunu enerjidir. Enerji sorununa çözüm bulabilmek için mevcut enerji kaynakları ve bu kaynaklardan ülkenin yararlanma durumu ve enerji açığının giderilebilmesi için neler yapılabileceğini bilmek gerekmektedir. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanımları üzerinde çok fazla durulmaktadır (Taner ve ark, 2003).

ETKB 2010-2014 stratejik planına göre (ETKB, 2010); enerjide dışa bağımlılığın ve %73 seviyesinde olan ithalat bağımlılığının azaltılması amacıyla, uzun dönem plan çalışmalarında 2023 yılına kadar tüm yerli enerji kaynaklarının kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarından olabildiğince faydalanılması, kömür, doğalgaz ve hidrolik kaynaklar yanında elektrik enerjisi üretim arzının çeşitlendirilmesi amaçlanmıştır. 2023 yılı itibariyle, toplam elektrik enerjisi arzı içerisindeki yenilenebilir enerji kaynaklı enerji üretiminin %30 seviyesinde olması temel hedeftir. Hem maliyetlerin azalması hem de dünya genelinde yenilenebilir enerji paylarının artırılması zorunluluğu nedeniyle, enerji üretim planlamalarında artık bu enerji kaynaklarının da kullanılmasını gerektirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biokütle, biogaz (çöp gazı dahil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarıdır.

Biokütle enerjisi ülkemiz için önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. AB' nin yıllık toplam enerji tüketiminin yaklaşık %6' sını biokütleden sağlanmakta olup biokütle enerji kullanımı yıllık 45 MTEP' dir (Boztepe ve Karaca 2009, Öztürk ve Yıldırım, 2011). EÜAŞ' ın verilerine göre kaynaklar açısından bakıldığında, 2010 yılı itibariyle, toplam elektrik üretiminin %45.9' u doğalgazdan, %18.4' ü yerli kömürden, %24.5' i hidrolik kaynaklardan, %6.9' u ithal kömürden, %2.5' i sıvı yakıtlardan, %1.35' i rüzgardan ve %0.47' si jeotermal ve biogazdan sağlanmıştır.

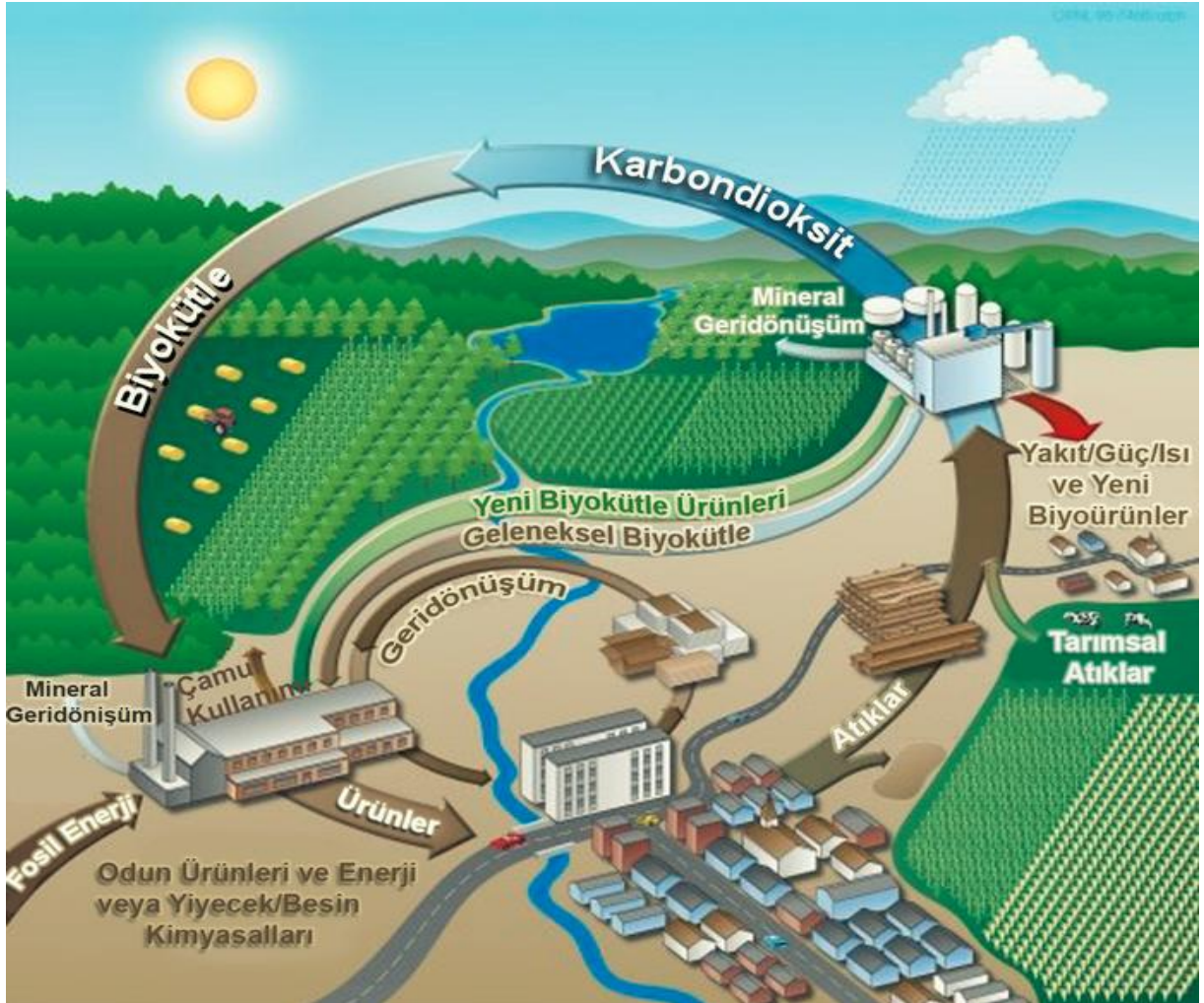
Yenilenebilir enerji kaynakları içinde biokütle, çok fazla teknik potansiyele sahiptir ve biyoyakıt teknolojisi kapsamında, bu kaynaklar doğrudan veya dönüşüm ürünleri ile değerlendirilebilmektedir. Raporda genel olarak biokütle ve çeşitleri tanımlanmış, dünyada ve Türkiye’de kullanımı örneklerle belirtilmiştir. Ayrıca asıl önemli olan biokütle çevrim sistemleri, ilgili mevzuat ve üretilebilirlik analizine ayrıntılı şekilde yer verilmiştir.

#### 4.1. Biokütle Enerjisine Genel Bakış

Biokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan organik madde kaynaklarıdır (Yelmen, 2011). Biokütlenin kimyasal içeriğinde karbonun yanı sıra hidrojen, oksijen atomları, azot ve daha küçük oranlarda alkali, alkali toprak ve ağır metaller içeren atomlar vardır. Ana bileşenleri, karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise, biokütle enerjisi olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle, yüzyıllık dönemden daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan atıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak tanımlanabilir (Illeez, 2004; Ültanır, 1998; Olgun ve Tırıs, 2001, Tüplek, 2011).

Son yıllarda hızlı sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve yaşam standartlarının yükselmesi gibi etkenler enerji tüketimini artırırken, konvansiyonel enerji kaynaklarının hızla tükenmesine yol açmıştır. Dünyada enerji tüketim miktarı son 100 yılda yaklaşık olarak 17 kat artmıştır. Bütün bunların sonucu olarak, enerji açığını karşılamak için dünyada biokütle çalışmalarına büyük hız verilmiştir. Bu büyük potansiyelin yanı sıra biokütlenin ekonomik ve çevresel açıdan olumlu özellikleri de göz önüne alındığında, bioenerji konusuna ilgi giderek artmaktadır. Biokütle, dünyada dördüncü en büyük enerji kaynağını oluşturması yönüyle önemli bir enerji kaynağı konumundadır. Birçok gelişmiş ülke bioenerjiyi geleceğin temel enerji kaynağı olarak görmektedir. Örneğin; İsveç enerjisinin %16’sı gibi büyük bir kısmını biokütleden elde etmektedir. Benzer şekilde Avusturya enerjisinin %13’ ünü biokütleden sağlarken, Finlandiya da biokütle enerjisinden önemli ölçüde yararlanmaktadır (Karayılmazlar ve ark., 2011). Sahip olduğu büyük potansiyeli, farklı sosyal ve ekonomik faydaları nedeniyle geleceğin en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olduğu ifade edilmektedir. Biokütle

doğrudan ısınma ve elektrik amacıyla kullanılabilmekte, katı, gaz ve likit yakıtta çevrilebilmekte ve depolanabilmektedir (Perlack ve ark., 1995; Hall, 1997).



Şekil 1. Doğal Biokütle Çevrimi (Karaca, 2009)

Biyosferdeki kuru maddenin biokütlesel çevrimi yaklaşık  $250 \times 10^9$  ton/yıl olup, bunun karbon miktarı  $100 \times 10^9$  ton/yıl'dır. Enerji içeriği ise  $2 \times 10^{21}$  J/yıl ( $0,7 \times 10^{14}$  W)'dir. Üretilen toplam biokütlenin kütlece %0.5'i insan yiyeceğinden sağlanmaktadır. Organik madde ihtiva eden atıkların mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi hem çevre kirliliğine yol açmaması, hem de temiz enerji üretimi sağlaması bakımından önem taşımaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kullanımı en yaygın olan kaynak biokütledir. Dünya toplam enerji tüketiminin yaklaşık %15'i, gelişmekte olan ülkelerde ise enerji tüketiminin yaklaşık %43'ü biokütleden sağlanmaktadır (Ateş, 2004). Biokütle kaynakları arasında yer alan odun, hayvan ve bitki artıkları ülkemizde uzun yıllardan beri (özellikle kırsal kesimdeki konutlarda) alan ısıtma ve yemek pişirme

amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu geleneksel enerji kaynağı konutlardaki enerji tüketiminin %40 kadarını oluşturmaktadır (Karaca, 2009). Biokütlenin enerji kaynağı olarak kullanılmasındaki olumlu ve olumsuz yönleri şu şekilde özetlenebilir (Ateş, 2004):

#### **Olumlu Özellikleri**

- Hemen her yerde elde edilebilir olması
- Üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi
- Her ölçekte enerji verimi için uygun olması
- Depolanabilir olması
- Sosyo-ekonomik gelişmelerde önemli olması
- Çevre kirliliği oluşturmaması
- Sera etkisi oluşturmaması
- Asit yağmurlarına yol açmaması

#### **Olumsuz Özellikleri**

- Çevrim verimleri düşüktür
- Tarım alanları için rekabet oluşturmaması
- Su içeriği fazladır.

Biokütle enerjisi katı (odun vb, sıvı (biodizel etenol vb.), gaz (biogaz vb.) formlarında kullanılmaktadır.

#### **4.2. Biokütle Enerjisi Dünya ve Türkiye Potansiyeli, Mevcut Kullanım Durumu ve Pazar Hacmi**

Türkiye'nin toplam tarımsal alanı yaklaşık 26 milyon hektardır. Bunun %67' si ekili alan, %19' u nadas alanı, %14' ü meyve, zeytin, bağ ve sebze ekili alandır. Tahıllar, yumrulu ürünler ve yağlı tohumlar Türkiye' de en yaygın yetiştirilen ürünlerdir. Tahıllar Türkiye'nin orta, doğu ve güney bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ayçiçeği Trakya bölgesinde, pamuk ve mısır ise güney (güney ve güney batı Anadolu bölgelerinde) ve batı (Ege bölgesi) bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Başçetinçelik ve ark. 2004b).

Biokütle, dünya enerji tüketiminde % 14'lük payla kömür, petrol ve doğalgazdan sonra dördüncü sırayı alırken, bu oranın büyük bir kısmını, gelişmekte olan ülkelerdeki kırsal nüfusun geleneksel biokütle kullanımı oluşturmaktadır.

Türkiye’de, evsel enerji tüketimi toplam enerji tüketiminde %52’lik paya sahipken, bu oranın %37’ sini biokütle esaslı yakıtlar oluşturmaktadır (Demirbaş, 2006).

**Çizelge 1.** Türkiye Yenilenebilir Enerji Potansiyeli (MTEP: Mega Ton Eşdeğeri Petrol)

Yenilenebilir Enerji Türü	Kullanım Enerji Türü	Doğal Potansiyel	Teknik Potansiyel	Ekonomik Potansiyel	
Güneş Enerjisi	Elek.Enj.(milyar kWh)	977000	6105	305	
	Isı (MTEP)	80000	500	25	
Hidrolik Enerji	Elek.Enj.(milyar kWh)	430	215	124,5	
Rüzgar Enerjisi	Direkt Rüzgar Enj. Karasal	Elek.Enj.(milyar kWh)	400	110	50
	Direkt Rüzgar Enj. Denizsel	Elek.Enj.(milyar kWh)	-	180	-
	Deniz Dalga Enj.	(milyar kWh)	150	18	-
Jeotermal Enerji	Elek.Enj.(milyar kWh)	-	-	1,4	
	Isı (MTEP)	31500	7500	2843	
Biyomas Enerjisi	Yakıt (klasik MTEP)	30	10	7	
	Yakıt (modern MTEP)	90	40	25	

**Çizelge 2.** Türkiye Yıllık Biokütle Enerji Potansiyeli

Biyokütle türü	Senelik potansiyel (milyon ton)	Enerji potansiyeli (Mtoe)*
Senelik ürünler	55	14,9
Çok-yıllık bitkiler	16	4,1
Orman atıkları	18	5,4
Ziraat endüstrisi atıkları	10	3
Ağaç ürünleri atıkları	6	1,8
Hayvan atıkları	7	1,5
Diğer	5	1,3
<b>Toplam</b>	<b>117</b>	<b>32</b>

\*milyon ton petrol eşdeğeri

Türkiye’ nin yıllık toplam biokütle enerji potansiyeli 32 milyon ton petrol eşdeğeri. Bu enerji potansiyelinin biokütle türlerine göre dağılımı Çizelge 2’ de verilmiştir (Demirbaş 2008). Çizelge incelendiğinde, senelik ürünlerin biokütle potansiyelinde önemli bir kısmı teşkil ettiği görülür.

Türkiye’de ki tarla ürünlerinin yıllık toplam üretimi ve atık miktarları Çizelge 3’te verilmiştir. Toplam ısı değeri yaklaşık olarak 228 PJ’dur. Toplam ısı değeri içerisinde payı en fazla olan temel ürünler sırasıyla mısır %33.4, buğday %27.6 ve pamuk %18.1’dir. Ülkemizde oldukça yüksek oranda üretimi yapılan bu ürünlerin atıkları enerji üretimi ham maddesi olarak kullanılmaya oldukça elverişlidir.



**Çizelge 3.** Türkiye'deki Toplam Tarla Ürünleri Üretimi ve Atık Miktarları

Ürünler	Atıklar	Üretim (ton)	Alan (ha)	Kullanılabilir Atık (ton)	Toplam Isıl Değeri (GJ)
Buğday	Saman	22 439 042	9 424 785	3 514 486	62 909 300
Arpa	Saman	8 327 457	3 732 992	1 344 452	23 527 908
Çavdar	Saman	253 243	145 907	53 706	939 855
Yulaf	Saman	322 830	150 459	48 185	838 425
Mısır	Sap	2 209 601	565 109	2 982 155	55 169 873
	Sömek			1 144 384	21 056 667
Pirinç	Saman	331 563	59 879	125 719	2 099 510
	Kabuk			62 198	807 327
Tütün	Sap	181 382	222 691	246 467	3 968 113
Pamuk	Sap	2 292 988	680 177	1 512 169	27 521 470
	Çırçır atığı			585 776	9 167 391
Ayçiçeği	Sap	836 269	545 963	1 355 472	19 247 709
Yerfıstığı	Saman	55 241	25 167		
	Kabuk			22 910	475 155
Soya	Saman	28 795	15 064	13 123	254 595

**Çizelge 4.** Türkiye'deki Toplam Bahçe Bitkileri Üretimi ve Atık Miktarları

Ürünler	Atıklar	Üretim (ton)	Ağaç Sayısı	Kullanılabilir Atık (ton)	Toplam Isıl Değeri (GJ)
Kayısı	Çekirdek	467 903	11 288 357		
	Budama			69 571	1 342 719
Vişne	Çekirdek	114 466	4 446 680		
	Budama			17 120	325 279
Zeytin	Pirina	1 496 630	90 208 994	746 834	15 451 997
	Budama			220 627	3 993 345
Antepfıstığı	Kabuk	42 926	29 600 005	4 202	80 932
	Budama			167 688	3 186 080
Ceviz	Kabuk	115 698	3 737 868	60 633	1 223 584
	Budama			25 240	479 563
Badem	Kabuk	46 701	3 631 622	23 205	449 716
	Budama			22 800	419 521
Fındık	Kabuk	652 803	286 697 887	453 150	8 745 790
	Budama			1 742 389	33 105 388
Limon	Kabuk	475 159	5 529 038		
	Budama			70 772	1 245 582
Portakal	Kabuk	1 180 851	11 884 275		
	Budama			190 148	3 346 612
Mandarin	Kabuk	592 884	8 619 163		
	Budama			82 744	1 456 294
Greyfurt	Kabuk	126 285	894 293		
	Budama			11 447	201 466

Çizelge 4' te ise Türkiye'deki bahçe bitkilerinin yıllık toplam üretimi ve atık miktarları verilmiştir. Bunun toplam ısıl değeri ise yaklaşık olarak 75 PJ' dür. En büyük ısıl değere sahip ürünler fındık % 55.8 ve zeytin % 25.9'dur (Başçetinçelik ve ark. 2005).

Türkiye'deki hayvan sayısı, atık miktarı ve hayvan atıklarının ısıl değerleri de çizelge 5'de verilmiştir. Türkiye'de büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının atıklarının yıllık toplam ısıl değerleri sırasıyla yaklaşık 47.8, 3.6 ve 8.7 PJ olarak bulunmuştur ve en büyük ısıl değer potansiyelinin büyükbaş hayvan atıklarında olduğu görülmektedir (Öztürk, 2006, Başçetinçelik ve ark. 2005).

**Çizelge 5.** Türkiye'deki Toplam Tarla Ürünleri ve Atık Miktarları (Topal ve ark. 2003)

Çizelge 2. Türkiye'deki Toplam Tarla Ürünleri Üretimi ve Atık Miktarları									
Ürünler	Atıklar	Üretim (ton)	Alan (ha)	Toplam Atıklar (ton)		Kullanılabilir Atık (ton)	Kullanılabilirlik (%)	Birim Isıl Değeri (MJ/kg)	Toplam Isıl Değeri (GJ)
				Teorik	Gerçek				
Buğday	Saman	22 439 042	9 424 785	29 170 755	23 429 907	3 514 486	15	17.9	62 909 300
Arpa	Saman	8 327 457	3 732 992	9 992 948	8 963 012	1 344 452	15	17.5	23 527 908
Çavdar	Saman	253 243	145 907	405 188	358 040	53 706	15	17.5	939 855
Yulaf	Saman	322 830	150 459	419 678	321 236	48 185	15	17.4	838 425
Mısır	Sap	2 209 601	565 109	5 911 902	4 970 259	2 982 155	60	18.5	55 169 873
	Sömek			596 592	1 907 307	1 144 384	60	18.4	21 056 667
Pirinç	Saman	331 563	59 879	582 555	209 532	125 719	60	16.7	2 099 510
	Kabuk			88 527	77 747	62 198	80	12.98	807 327
Tütün	Sap	181 382	222 691	362 763	410 778	246 467	60	16.1	3 968 113
Pamuk	Sap	2 292 988	680 177	6 317 181	2 520 281	1 512 169	60	18.2	27 521 470
	Çırcır atığı			481 527	732 220	585 776	80	15.65	9 167 391
Ayçiçeği	Sap	836 269	545 963	2 341 554	2 259 121	1 355 472	60	14.2	19 247 709
Yerfıstığı	Saman	55 241	25 167	127 054					
	Kabuk			27 621	28 638	22 910	80	20.74	475 155
Soya	Saman	28 795	15 064	60 468	21 872	13 123	60	19.4	254 595

**Çizelge 6.** Türkiye'de Toplam Hayvan Sayısı, Biogaz Miktarı ve Isıl Değerleri

Hayvan	Hayvan Sayısı	Atık Miktarı (ton/yıl)	Elde Edilebilir Biyogaz (m <sup>3</sup> /yıl)	Toplam Isıl Değeri (GJ/yıl)
Büyükbaş	12 838 285	127 645 932	2 107 434 345	47 838 760
Küçükbaş	29 903 590	24 558 323	159 629 101	3 623 581
Kümes	264 784 050	7 731 694	382 718 866	8 687 718

Çizelge 7 ve çizelge 8' de biokütleyle ham madde oluşturacak Türkiye' de ki toplam büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayılarının yıllara göre dağılımı 2002 yılından 2012 yılına kadar verilmiştir. (Veriler TÜİK tarafından 2011 yılında yayınlanmıştır.)

**Çizelge 7.** Türkiye’de Toplam Büyükbaş Hayvan Sayısının Yıllara Göre Dağılımı (TÜİK, 2011)

<b>BÜYÜKBAŞ HAYVAN SAYILARI</b>			
<b>YIL</b>	<b>SİĞİR</b>	<b>MANDA</b>	<b>BÜYÜKBAŞ TOPLAM</b>
2002	9.803.498	121.077	9.924.575
2003	9.788.102	113.356	9.901.458
2004	10.069.346	103.900	10.173.246
2005	10.526.440	104.965	10.631.405
2006	10.871.364	100.516	10.971.880
2007	11.036.753	84.705	11.121.458
2008	10.859.942	86.297	10.946.239
2009	10.723.958	87.207	10.811.165
2010	11.369.800	84.726	11.454.526

**Çizelge 8.** Türkiye’de Toplam Küçükbaş Hayvan Sayısının Yıllara Göre Dağılımı

<b>KÜÇÜKBAŞ HAYVAN SAYILARI</b>			
<b>YIL</b>	<b>KOYUN</b>	<b>KEÇİ</b>	<b>KÜÇÜKBAŞ TOPLAM</b>
2002	25.173.706	6.780.094	31.953.800
2003	25.431.539	6.771.675	32.203.214
2004	25.201.155	6.609.937	31.811.092
2005	25.304.325	6.517.464	31.821.789
2006	25.616.912	6.643.294	32.260.206
2007	25.475.293	6.286.358	31.761.651
2008	23.974.591	5.593.561	29.568.152
2009	21.749.508	5.128.285	26.877.793
2010	23.089.691	6.293.233	29.382.924

Çizelge 9' da illere göre Türkiye' de ki 2008 yılı toplam büyükbaş hayvan sayıları verilmiştir. Çizelgeler Türkiye' de ki hayvansal atıklardan elde edilecek biokütle potansiyelinin ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 9. İllere Göre Büyükbaş Hayvan Sayıları (TÜİK, 2008)**

<b>İl</b>	<b>Hayvan Sayısı (Adet)</b>	<b>İl</b>	<b>Hayvan Sayısı (Adet)</b>
Adana	162.296,00	Karaman	35.112,00
Adıyaman	60.235,00	Kars	346.408,00
Afyon	275.368,00	Kastamonu	266.269,00
Aksaray	78.611,00	Kayseri	229.297,00
Amasya	134.857,00	Kilis	4.515,00
Ankara	220.909,00	Kocaeli	65.043,00
Antalya	119.959,00	Konya	406.492,00
Ardahan	230.974,00	Kütahya	139.764,00
Artvin	49.921,00	Kırklareli	106.008,00
Aydın	291.663,00	Kırıkkale	34.297,00
Ağrı	257.701,00	Kırşehir	73.337,00
Balıkesir	442.161,00	Malatya	96.449,00
Bartın	57.542,00	Manisa	189.568,00
Batman	51.761,00	Mardin	61.854,00
Bayburt	64.147,00	Mersin	84.683,00
Bilecik	46.881,00	Muğla	138.519,00
Bingöl	66.000,00	Muş	256.813,00
Bitlis	48.042,00	Nevşehir	47.585,00
Bolu	118.669,00	Niğde	60.079,00
Burdur	139.006,00	Ordu	110.247,00
Bursa	146.319,00	Osmaniye	70.111,00
Çanakkale	155.755,00	Rize	23.406,00
Çankırı	89.189,00	Sakarya	124.511,00
Çorum	168.847,00	Samsun	290.608,00
Denizli	162.621,00	Siirt	29.081,00
Diyarbakır	234.965,00	Sinop	80.541,00
Düzce	37.250,00	Sivas	311.248,00
Edirne	152.120,00	Tekirdağ	132.551,00
Elazığ	101.048,00	Tokat	234.271,00
Erzincan	85.355,00	Trabzon	133.477,00
Erzurum	538.969,00	Tunceli	24.884,00
Eskişehir	108.325,00	Uşak	85.925,00
Gaziantep	52.682,00	Van	171.884,00
Giresun	86.277,00	Yalova	8.538,00
Gümüşhane	71.071,00	Yozgat	195.491,00
Hakkari	33.374,00	İstanbul	58.351,00
Hatay	102.152,00	İzmir	359.173,00
Isparta	85.104,00	Zonguldak	66.401,00
Iğdır	69.856,00	Şanlıurfa	129.587,00
Kahramanmaraş	108.286,00	Şırnak	32.401,00
Karabük	38.895,00		
<b>TOPLAM</b>			
<b>10.859.942,00 adet</b>			

Türkiye’de tarla bitkileri atıklarının ısı değerlerinin bölgelere göre dağılımı sırasıyla; Akdeniz %24.8, Marmara %18, Güneydoğu Anadolu %16.3, İç Anadolu %13.7, Karadeniz %13, Ege %10.6 ve Doğu Anadolu %3.6’ dır. Bahçe bitkileri atıklarının ısı değerlerinin bölgeler göre dağılımı ise sırasıyla; Karadeniz %48.2, Ege %20.4, Marmara %12.7, Akdeniz %10.8, Güneydoğu Anadolu %5.3, İç Anadolu %1.34 ve Doğu Anadolu %1.25’ dir. Hayvansal atıkların toplam ısı değerlerinin bölgelere göre dağılımı sırasıyla; Karadeniz %23.8, Akdeniz %19.1, Ege %15.6, Marmara %12.4, Güneydoğu Anadolu %12.2, İç Anadolu %11.4 ve Doğu Anadolu %5.5’ dir (Başçetinçelik ve ark. 2005).

Ülkemizde orman varlığının %31’ ine karşılık gelen 6.4 milyon hektarlık alan baltalık (normal, bozuk, çok bozuk) ormandır. Bu, 4 milyon hektarlık çok bozuk baltalık orman alanının enerji ormancılığına konu olabileceği söylenebilir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından 1978 yılında başlatılan enerji ormancılığı projeleri ile 2001 yılına kadar 535,000 hektar enerji ormanı tesis edilmiştir. Ülkemizde uygulanan enerji ormancılığı çalışmaları Doğu, Güneydoğu, İç Anadolu ve Trakya bölgelerindeki çok bozuk meşe baltalıklarında yoğunlaşmıştır. Kapalılık derecesi düşük, çalılışmış, ölmekte olan meşeler toprak seviyesine yakın yükseklikten balta ile kesilmekte, kütükten ve köklerden sürgün üretilmesi amaçlanmaktadır. 5-10 yıllık idare süreleri sonunda kesilen sürgünler yöre halkı tarafından yakacak odun olarak kullanılmakta, yapraklar ise kışın hayvanlara yem olarak verilmektedir. Ülkemizde uygulanan enerji ormancılığı uygulaması bu konuda önder olan ülkeler ile kıyaslandığında birim alandan elde edilen odun ürünü çok azdır. Enerji ormancılığı uygulamaları ile üretilecek odun ürünü, ormanlarda hasat çalışmalarından sonra genellikle çürümeye bırakılan dal, kabuk ve tepe parçaları ile toplumun kullanmadığı odun ürünleri ve orman endüstrisinin yonga, talaş, kabuk gibi atıklarının enerji üretiminin gerçekleştirilebileceği ısı tesislerinin ülkemizin çeşitli yörelerinde kurulması ile, bu konuda lider olan Finlandiya ve diğer ülkelerde olduğu gibi, ülkemizin enerji açığının azaltılmasında yenilenebilir yeni bir enerji kaynağından yararlanılabilecektir (Saraçoğlu 2005, Turan, 2009).

Ülkemizde sınırlı sayıda katı atık yakma tesisi vardır. Bunlardan ilki İzmit Solaklar Köyü Mevkiinde bulunan yakma tesisidir. Yakma kapasitesi, 4100 kg/h’ dir. Katı atıklar için 2500 kg/h ve sıvı atıklar için 1600 kg/h’dir (Dizman, 2005). Diğerleri

İstanbul Büyükşehir Belediyesinin bir kuruluşu olan Tıbbi Atık Yakma Tesisi, Göktürk' teki düzenli depolama alanı yanında 1995 yılında kurulmuştur. İstanbul'un 195 sağlık kuruluşunun günlük 24 ton tıbbi atığını toplayarak, 900–1200 °C yakmaktadır. Kullanılan fırın döner silindirlidir. Yakma kapasitesi 1000 kg/h' dir.

Biokütle enerjisi Türkiye'de klasik yöntemle dayanılarak, daha çok ticari olmayan yakıt biçiminde kullanılmakta ve yerli enerji üretiminin dörtte birini karşılamaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, odun ile hayvan ve bitki atıklarını kullanan klasik biokütle enerji üretiminin 2020 yılında 7530 BTEP olmasını planlamıştır. Modern biokütle enerjisi kullanımına geçilmesi ülke ekonomisi ve çevre kirliliği açısından önem taşımaktadır. Birçok ülke bugün kendi ekolojik koşullarına göre en uygun ve en ekonomik tarımsal ürünlerden alternatif enerji kaynağı sağlamaktadır. Türkiye de bu potansiyele, ekolojik yapıya sahip ülkeler arasındadır.

Ülkemizde çoğunlukla, ekonomik olmayan bir yöntem olan, biokütlenin doğrudan yakılarak değerlendirilmesi yoluna gidilmektedir. Ancak, son yıllarda, biokütlenin biyoyakıt elde edilmesinde de kullanımı geliştirilmeye başlanmıştır. Biokütle bakımından ülkemiz oldukça zengin olup bu kaynağın geliştirilmesi açısından da yeterli olanaklara ve çevresel koşullara sahiptir. Ülkemizin enerji bakımından dışa bağımlılığını azaltmak için, enerji ormancılığı ve enerji tarımına geçilmesi, bunlardan ve atıklardan biyoyakıt eldesinin geliştirilmesi, gübreler, atıklar ve çöplerden elde edilecek biogaza gerekli önemin verilmesi gerekmektedir. (Türkoğlu, M, 2010).

Modern biokütle için enerji bitkileri tarımı, enerji planlaması ve tarımsal üretim planlaması kapsamında birlikte ele alınmalıdır. Türkiye' de kültürel yetiştiriciliğe ve gıda üretimi dışında fotosentezle kazanılabilecek enerjiye bağlı olarak biokütle enerji brüt potansiyeli teorik olarak 135-150 Mtep/yıl kadar hesaplanmakla birlikte, kayıplar düşüldükten sonra net değer 90 Mtep/yıl olacağı varsayılmaktadır. Ancak, ülkenin tüm yetiştiricilik alanlarının yıl boyu yalnızca biokütle yakıt üretim amacıyla kullanılması olanaklı değildir. Olabilecek en üst düzeydeki yetiştiriciliğe göre teknik potansiyel 40 Mtep/yıl düzeyinde bulunmaktadır. Ekonomik sınırlamalarla **25 Mtep/yıl** değeri, Türkiye' nin ekonomik biokütle enerji potansiyeli alınabilir.

Bir tarım ülkesi olan Türkiye tarımsal atıkların ve ürün atıklarının bol kaynaklarına sahiptir. OECD ülkeleri arasında Türkiye, ürün atıklarından hesaplanan

toplam enerji potansiyelinde 9.5 milyon ton petrol eşdeğeriyle (Mtoe) baştan dördüncü sırada yer almaktadır.

Türkiye’ de biogaz üretim potansiyeli 1.5-2 Mtoe; 2.5-4 milyar m<sup>3</sup>; 25 milyon kWh olarak öngörülmektedir. Toplam biogaz potansiyelinin %85’i gübre gazından kalanı ise katı atık düzenli depolama sahası gazından elde edilir. Gübre gaz potansiyelinin %50’ si koyundan, %43’ ü büyükbaşlardan ve %7’ si kümes hayvanlarından elde edilmektedir. Türkiye biogaz potansiyelinin değerlendirilmesinin, yeşil elektrik eldesi, organik gübre üretimi, atık kaynaklı çevre kirliliğini azaltma ve AB uyum süreci açılarından ulusal yararları ortadadır. Hayvan gübrelerinden ve çöpten biogaz eldesi konusuna dikkate değer bir ilgi yerel yönetimlerde, özel sektörde ve çiftçilerde bulunmaktadır. Çöplerin düzenli depolama ile elektrik eldesinde (deponi gazı üretimi ve yakma ile) değerlendirilmesi de göz ardı edilmemelidir. Ülkemizdeki günlük 65,000 ton endüstriyel ve evsel çöpün, ayrıştırılarak düzenli depolanması ve anaerobik fermantasyonu ile %40 ila %60 oranında metan içeren çöp gazı üretimi olanağı mevcuttur. Bazı belediyelerde bu yönde fizibilite çalışmaları yapıldığı bilinmektedir (Tüplek, 2011).

Orman Genel Müdürlüğü’nün bioenerjide kullanılabilir odunsu biokütle potansiyeli, yıllık 5 milyon ton civarında tahmin edilmektedir. En büyük potansiyel, ormancılık faaliyetlerinin yoğun olduğu batı ve güney kısımlarda, özellikle Akdeniz Bölgesi’nde yer almaktadır (Şekil 2).

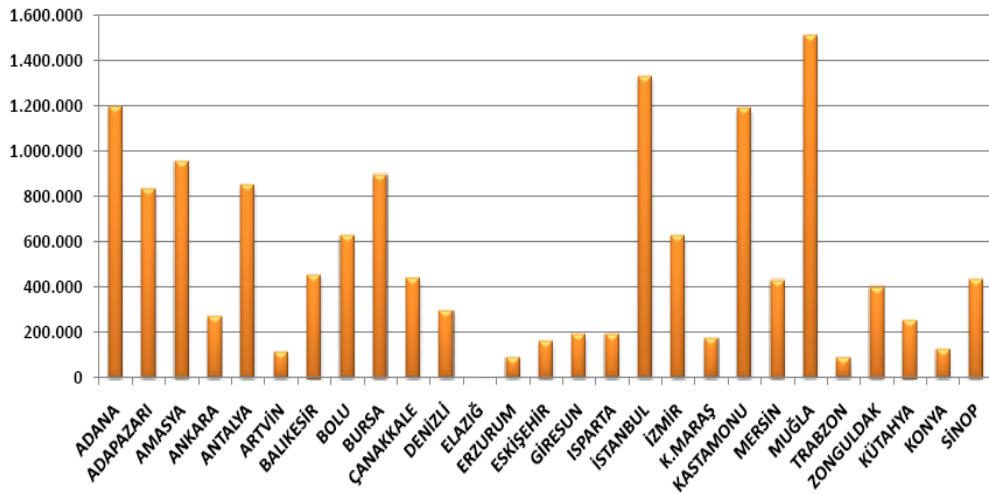


Şekil 2. Türkiye’nin ormanlık alanları

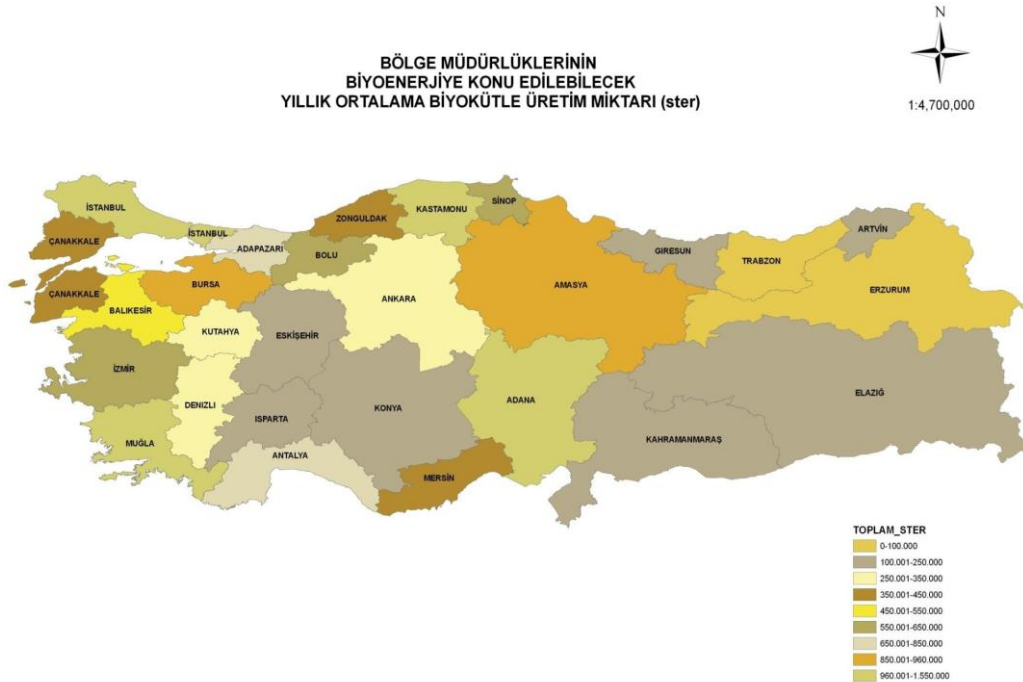
Orman üretim artıkları en çok;

- Orman seyreltme faaliyetlerinden,
- Orman kurma, orman bakımı, gençleştirme ve iyileştirme faaliyetlerinden,
- Üretim faaliyetlerinden, elde edilmektedir.

Orman artıkları önemli biokütle kaynaklarından biridir. İnce dallar, tepeler, kökler, kozalaklar, kabuklar, orman altı örtüsü çalı türleri, bitkilerin kesilmesinden çıkan biokütle orman artıkları olarak nitelendirilmektedir (OGM, 2009).



Şekil 3. Bioenerjiye konu edilebilecek yıllık ortalama biokütle üretim miktarı (m<sup>3</sup>) OGM,(2009)

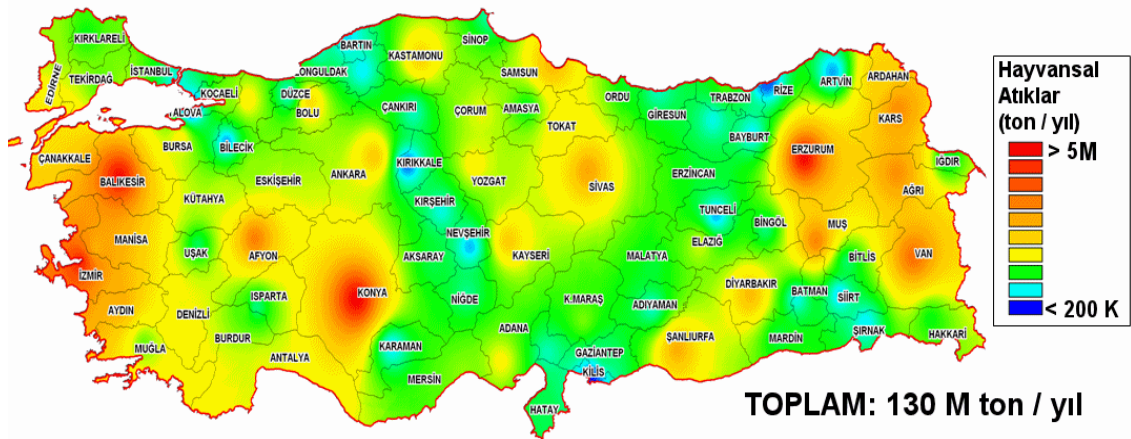


Şekil 4. Bio enerjiye konu edilebilecek yıllık ortalama biokütle üretim miktarı (m<sup>3</sup>) Türkiye Biogaz Potansiyeli



Türkiye gerek yüzölçümü gerekse tarım ülkesi olması dolayısıyla büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin ekim alanı 26,423,422 hektardır. Ekim alanlarının yüzde 20' sinde enerji bitkisi ekilirse 5211.4 TWh enerji elde edilebilmektedir. Hayvan atıklarının biogaz potansiyeli olduğu düşünüldüğünde 30.5 TWh elektrik elde edilebilmektedir. Toplam biogazdan enerji kazanımı 241.9 TWh olmaktadır (Pehlivan, 2009). Türkiye'nin 2010 yılındaki elektrik üretimi 210 TWh olduğu düşünüldüğünde bu potansiyelin ne kadar büyük olduğu görülebilir. Ülkemizde biogaz üretimi ile ilgili araştırma çalışmaları ilk olarak 1980-86 yılları arasında Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü'nde (Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü) yürütülmüştür. Diğer bazı çalışmalar şu şekildedir;

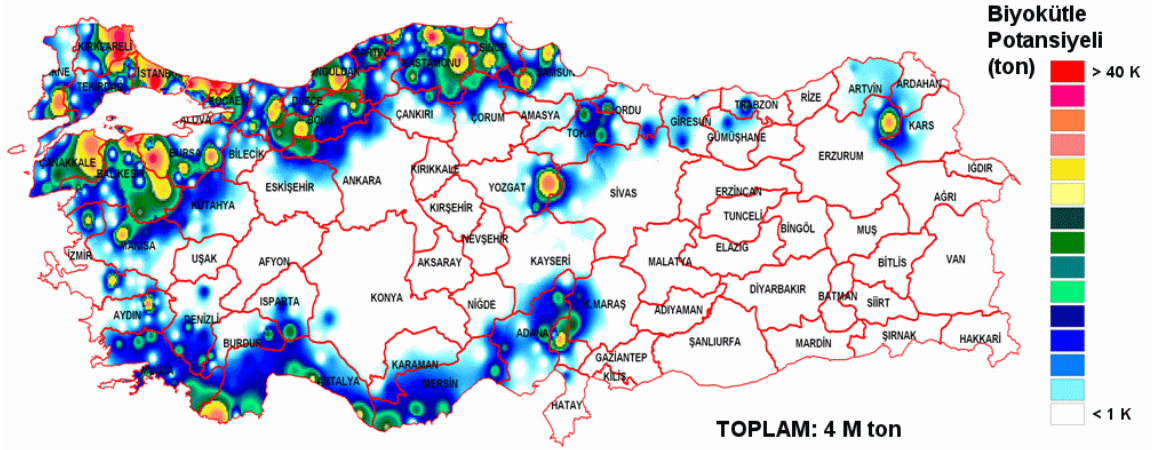
Ege Üniversitesi Güneş Enstitüsünün, Güneş Enerjisi Destekli Biogaz Sistemleri Projesinde elde edilen sonuçlar, ülkemizde biogaz reaktörlerinin ısıtılmasında güneş enerjisinin kullanımının teknik açıdan mümkün ve karlı olduğunu göstermektedir. Üç iklim bölgesindeki altı il bazında (İzmir, Antalya, Samsun, Diyarbakır, Ankara, Erzurum), güneş enerjisi desteği, teknik olarak kullanılabilir biogaz miktarını %15-25 oranında artıracaktır. Ülkemizde bulunan toplam büyükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biogaz potansiyelinin 2 milyar m<sup>3</sup> civarında olduğu göz önüne alınırsa bu önemli bir sonuçtur (EİE, 2010).



Şekil 5. Türkiye'nin Hayvansal Kaynaklı Biokütle Potansiyeli

Gerçek toplam değer daha yüksek olmasına rağmen fizibilite açısından uygun olmayan, ulaşımı güç olan bölgelere ait rakamlar toplam değere dahil edilmemiştir. Kocaeli büyükşehir belediyesi tarafından destek başvurusunda bulunulan bitkisel ve

hayvansal atıklardan biogaz üretimi ve entegre enerji üretim sisteminde kullanımı (biogaz) projesi TÜBİTAK kamu kurumları araştırma ve geliştirme projelerini destekleme programı kapsamında desteklenmektedir. Kocaeli büyükşehir belediyesi, Türkiye' de bir ilke imza atarak, TÜBİTAK-MAM ve 4 üniversitenin desteği ile biogaz dönemini başlattı. toplam 5 milyon 731 bin TL' ye 36 ayda hayata geçirilecek olan projede, hayvan dışıklarından yılda 2 milyon kWh enerji üretimi yapılacak.



**Şekil 6.** Türkiye'nin Orman Kaynaklı Biokütle Potansiyeli (Dr. V. Günhan Kaytaç, Yenilenebilir Enerji Konferansı, Adana Şubat 2010, Enerji Bakanlığı)

Doğu Anadolu Bölgesi'nin dağlık olması, Orta ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde ise yayla ve çorak arazi çoğunluğu nedeniyle bu bölgeler orman kaynakları açısından ihmal edilebilecek miktarlara sahiptirler.

### Türkiye Biokütle Uygulamaları

Çaycuma Kağıt Fabrikası günlük 10 MW'lık enerji ihtiyacını kağıt üretiminde kullanılan maddelerin atıkları olan ağaç kabuklarından karşılamaktadır (Şekil 7). Aydınpınar Orman İşletme Şefliği binasının ve 4 adet lojmanın ısı enerjisi ihtiyacı, hasattan sonra ortaya çıkan kullanılmayan artıklardan karşılanacaktır.



Şekil 7. Çaycuma Kağıt Fabrikası



Şekil 8. Ayancık Kereste Fabrikası

1929 yılında Sinop Ayancık' ta faaliyet gösteren Zingal Kereste Fabrikası' nda kesilen tomrukların atıklarından elektrik üreten küçük bir sistem kurulmuştur. Üretilen elektrik, tomruk kesim makinelerinin, hava hatların çalıştırılmasında; konut ve çevre aydınlatmasında kullanılmış olup jeneratörler Ayancık Orman işletmesi tarafından 1980' li yıllara kadar kullanılmıştır (Şekil 8).

Ülkemizde bioetanol üretimine 2004 yılında başlanmış olup halihazırda %2' lik bioetanol kullanımı ÖTV' den muaftır. Halihazırda 3 tesiste bioetanol üretimi mevcuttur (Konya Şeker). Ülkemizde bioetanol 2004 yılından beri mısır ve buğdaydan üretilmektedir. Pankobirlik tarafından şeker pancarından bioetanol üreten ilk fabrika Konya-Çumra Şeker Fabrikası Entegre Tesislerinde hizmete girmiştir (Şekil 9). 84 milyon litre/yıl kapasiteli tesis ülkemizin en büyük bioetanol tesisidir.



Şekil 9. Konya Şeker Çumra Bioetanol Tesisi



Şekil 10. İstanbul Kömürcüoda çöp gazı santrali

**Cizelge 10.** MİMSAN Firması Tarafında Türkiye' de Kurulan Biokütle Santralleri (Saraçoğlu, 2010)

Tesis Adı	Yeri	Yakıt Cinsi	Isıl Kapasite (MW)	Üretilen Elektrik Miktarı (MW)	Yakıtın ort. alt ısı değeri (Kcal/kg)	Yakıt Tüketimi (kg/h)	Yapım Yılı
Paymar Yağ Sanayi A.Ş.	Hatay	Pamuk şifli, Asitli yağ, Kömür	8,3	-	2.500	3.800	2006
Trakya Birlik A.Ş.	Bursa	Ayçiçeği kabuğu, Kömür	5,5	-	2.800	2.140	2004
Çaykur-Pazar Çay Fabrikası	Rize	Çay çöpü, Kömür	10,4	-	2.000	5.650	2006
Akfa Çay Fabrikası	Giresun	Çay çöpü, Kömür	10,4	-	2.000	5.650	2007
Meray Yağ Fabrikası	Merzifon	Ayçiçeği kabuğu, Kömür	6,9	-	2.800	2.650	2008
Veziroğlu Orman Ürünleri	Samsun	Ağaç kabuğu, Talaş, Zımpara tozu, Kömür	2 x 12,5	-	3.200	2 x 4.100	2008
Oyka Kağıt Ambalaj A.Ş.	Çaycuma	Ağaç kabuğu, Talaş, kek, Kömür, Doğalgaz	28	6	3.200	8.850	2008
Gitaş Yağ Fabrikası	Konya	Ayçiçeği kabuğu, Kömür	6,6	-	2.800	2.250	2009
Marmara Tarımsal Yağ Fabrikası	Bandırma	Ayçiçeği kabuğu, Kömür	8,4	-	2.800	3.210	2007
Bat Oil Factory	Gürcistan	Ayçiçeği kabuğu	8,4	-	2.800	3.210	2008

Çöp ve katı maddelerden enerji elde etmenin diğer bir yolu ise piroliz ve yüksek sıcaklıklarda yakılmasıdır. Çöp ve katı atıkların uygun yakma tesislerinde havayla yakılması ile elde edilen enerji ısı enerjisinde veya elektrik üretiminde değerlendirilmektedir. Türkiye'nin ilk çöp gaz santrali Bursa Demirtaş'da kurulmuştur. **1.4 MW gücünde ve 2 milyon dolara** mal olan santralden yılda 10 milyon kW/h elektrik üretimi planlanmaktadır. Diğer santraller ise Ankara' da Mamak çöp gazı santrali, İstanbul' da Odayeri ve Kömürcüoda çöp gazı santralleri (Şekil 10), Gaziantep çöp gazı santralleridir. Katı atıkların bilinçli bir şekilde depolanması ile oluşturulan altyapıyla enerji elde edilmesi prensibinden yola çıkan ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 1995 yılından bu yana katı atık depo edilen, 520,000 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulu Odayeri Katı Atık Depolama Sahası ve 440,000 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulu Kömürcüoda Katı Atık Depolama Sahası'nda çöp gazından elektrik üretilecek bir tesis amaçlanmıştır. Toplamda 32.5 MW kapasiteye sahip olan projenin ilk etabı Aralık 2008' de devreye alınmıştır. İki tesisin tam kapasite ile çalışması ile elde edilecek enerji sayesinde İstanbul' da 120,000 konutun yıllık elektrik ihtiyacı karşılanabilecektir.

**Çizelge 11. EPDK Biokütle Tesis Tipi/Yakıt Tipine Göre Yürürlükte Olan Lisanslar (2012)**

Şirket Adı (Company Name)	Tesis Türü	Kurulu Güç (MWm)	İnşa Halindeki (Mwe)	İşletmedeki (MWe)
İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme San. ve Tic. A.Ş.	Biokütle	4,02		4,02
Cargill Tarım ve Gıda Sanayi Ticaret A.Ş.	Biokütle	0,14		0,12
Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Biokütle	0,92	0,8	
Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Biokütle	0,92		0,8
Bel-Ka Ankara Katı Atıkları Ayıklama Değerlendirme, Bilgisayar, İnşaat San. ve Tic. A.Ş.	Biokütle	3,2		3,2
Ortadoğu Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Biokütle	29,02	11,32	16,98
Ortadoğu Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Biokütle	7,8	1,76	5,804
ITC-KA Enerji Üretim San. ve Tic. A.Ş.	Biokütle	36,97	10,57	25,43
Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Biokütle	6,482	5,238	0,98
GASKİ Enerji Yatırım Hizmetleri İnşaat San. ve Tic.A.Ş.	Biokütle	1,85	1,65	
Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Biokütle	0,8	0,8	
ITC-KA Enerji Üretim San. ve Tic. A.Ş.	Biokütle	5,8		5,66
Cev Enerji Üretim San. ve Tic. Ltd. Şti.	Biokütle	5,805	0,1	5,555
ITC Adana Enerji Üretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Biokütle	11,608		11,32
CEV Marmara Enerji Üretim Sanayi Ve Ticaret Ltd. Şti.	Biokütle	1,161		1,131
ESES Eskişehir Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Biokütle	2,1	2,042	0
Konbeltaş Konya İnşaat Taşımacılık Hizmet Danışmanlık Ve Park İşletmeciliği Ticaret Anonim Şirketi	Biokütle	2,514	2,436	0
Bereket Enerji Üretim A.Ş.	Biokütle	0,635	0,635	0
Mersin Büyükşehir İmar İnşaat Ve Ticaret A.Ş.	Biokütle	1,9	1,9	0
Samsun Avdan Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş.	Biokütle	2,472	2,472	0

ITC-KA Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	Biokütle	5,804		5,66
Körfez Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Biokütle	2,47	2,4	0
Izaydaş İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi	Biokütle	0,774	0,75	0
Sigma Elektrik Üretim Mühendislik Ve Pazarlama Limited Şirketi	Biokütle	2,04	2	
Derin Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	Biokütle	0,6	0,576	0
Her Enerji Ve Çevre Teknolojileri Sanayi Ticaret Anonim Şirketi	Biokütle	1,605		1,56
ITC Bursa Enerji Üretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Biokütle	9,98	9,8	0

### Dünyada Biokütle Enerjisi

Bütün dünya ülkelerinde kuru tarımsal atıkların değerlendirilmesiyle büyük miktarda enerji sağlanmaktadır. Dünyadaki buğday, arpa, mısır, yulaf, çavdar, pirinç kabuğu ve şeker kamışı küspesi ile birlikte, 900 Mt’ luk ham maddenin sağladığı enerji yaklaşık 360 Mt’ luk petrole eşdeğerdedir. Avrupa Birliği’ ne üye ülkelerde ise, şeker kamışı küspesi hariç, kuru atıklardan 45 Mt petrole eşdeğer enerji üretilmektedir (Anonim, 2005).

Dünyada biokütle enerjisi kullanımına bakıldığında; Brezilya sıvı biyoyakıt kullanımı konusunda dünyada en iyi örneklerdendir. Biogaz kullanımı Uzak Doğu ülkeleri Çin ve Hindistan’ da çok yaygındır. ABD biokütle kaynaklarından elektrik üretimi yapmakta ve enerji tüketiminin %4’ünü biokütleden sağlamaktadır. AB ülkelerinin bu konuda uyguladıkları politikalar ve destekler aşağıda açıklanmıştır: (Başçetinçelik ve ark., 2004a).

Biokütle enerjisi Almanya’nın temel enerji ihtiyacının yalnızca %0.8’ini karşılamaktadır. Almanya’ da 2001 yılında kabul edilen “Yenilenebilir Enerji Kanunu” (REL) ile elektrik üretiminde Yenilenebilir Enerjinin payının 2010 yılına kadar %5’ ten %10’a çıkarılması hedeflenmiş ve bu hedefe ulaşılmıştır.

Avusturya, toplam enerji tüketiminin çeyreğini (%23) yenilenebilir kaynaklardan karşılamasıyla övünmektedir. Avusturya' da orman atık kaynakları dikkate değer olmasına karşın bunlar için çok iyi bir piyasa kurulmamıştır.

Danimarka hükümetinin “Enerji 2000” olarak adlandırılan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için hedefleri koyan bir enerji planı vardır. Son yıllarda odun peleti ve odun briketi üretimine başlamış ve bu amaçla odun atığı ithalatı talebinde artış gözlenmiştir. CO<sub>2</sub> kanunu ile bir biokütle kojenerasyon sisteminin kurulum maliyetinin %50' sinin desteklenmesi sağlanmaktadır.

Finlandiya, son 20 yıldır biokütleden elde ettiği enerjinin kullanımını ikiye katlamış olup, enerjisinin yaklaşık %25' ini bu yolla üretmektedir. Finlandiya Hükümeti 2015 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynağı kullanımını %50' ye çıkarmayı hedeflemektedir.

Fransa büyük saman kaynakları olmasına rağmen bunları enerji üretiminde kullanmamaktadır. En çok kullanılan biokütle tipi odundur. Katı endüstriyel atıkların % 20'si enerji üretiminde kullanılır.

Hollanda' da dikkate değer bir odun atığı mevcuttur. Fakat diğer biokütle kaynakları oldukça azdır. RDF (Refuse Drived Fuel) peletlerinde endüstriyel atık karışımlarının ön işlemini amaçlayan yeni bir endüstri ortaya çıkmıştır. RDF peletlerinin bir kısmı Belçika ve Almanya' ya çimento fabrikalarında kullanmak üzere ve küçük bir kısmı da İsveç'e ısıtma sistemlerinde kullanılması için ihraç edilmektedir.

İrlanda zengin yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Odun tek başına en önemli enerji kaynağıdır. İrlanda Hükümeti, rüzgar enerjisi ve biokütle enerjisi projeleri için 6.3 ile 10 milyon € arasında bir kaynak ayırmıştır.

İspanya saman ve diğer tarımsal atıklardan oluşan büyük bir biokütle kaynağına sahiptir. Şu an ülkenin odun kaynaklarının ve endüstriyel atıklarının tamamı kullanılmaktadır. Fakat diğer biokütle materyallerinin (tarımsal atıklar, zeytin endüstrisinin atıkları vb.) yalnızca %10' luk bir kısmı kullanılmaktadır.

“İspanya Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Planı” biokütle enerji gelişimindeki engelleri ve bunların üstesinden gelmek için gereken önlemlerin listesini tanımlamıştır. Planın hedefi, 2010 yılına kadar İspanya' nın toplam enerji ihtiyacının %12' sini yenilenebilir enerji kaynaklardan karşılamaktır ve hedef büyük ölçüde yakalanmıştır.



İsveç enerji piyasasının %16' sını biyoyakıt oluşturmaktadır. Bu enerji başlıca odun yakıtları (kütükler, ağaç kabuğu ve enerji ormanı), kağıt fabrikalarından çıkan atık çözeltiler, saman, enerji bitkileri ve atıklardan oluşmaktadır. Amaç yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki katkısını 2010 yılına kadar %14' ten, % 22' ye çıkarmaktır. İsveç'te biyoyakıt kullanımı Avrupa ortalamasının üzerindedir. Kurulacak olan biokütle piyasası, odun ve odun atıklarının kullanımı ve enerji bitkilerinin üretimini artıracaktır. İsveç'te enerji ormancılığı işletmesine uygun toplam alan potansiyeli 4 milyon hektar büyüklüğünde olup, günümüzde mevcut enerji ormanlarından sağlanan odunun güç üretim tesislerinde yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile ülkenin enerji gereksiniminin yaklaşık %15' i karşılanmakta, bu oranın %20' nin üzerine çıkması için yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Saraçoğlu, 2005).

İtalya'da en önemli biokütle kaynağı odundur. Bazı endüstriyel ürünler ve odun atıkları da kullanılmaktadır. Biokütleden enerji üretimi için ilk ulusal program 1998 yılında başlatılmış ve bir yıl sonra bunu "Ulusal Biokütle Fiyat Tespit Programı" takip etmiştir.

Kanada 2050'li yıllarda enerjisinin yaklaşık %50' sini enerji ormancılığı ile karşılamayı planlamaktadır (Saraçoğlu, 2005).

Portekiz' de ormanlar yüzölçümünün %38' ini kaplamaktadır. Dolayısıyla orman atıkları ve endüstriyel atıklar Portekiz' de biokütle kaynağı olarak oldukça zengindir. Portekiz milli planı (VALOREN), yenilenebilir kaynakların kullanımının tanıtımı ve belediyeler düzeyinde enerji yönetimi için belediyelere yeni eylem planları kurması konusunda temel oluşturmaktadır. Bu plan, hem eğitim, teknik yardım ve finansal faaliyet tavsiyeleri hem de bölgesel enerji takımları veya ajansları yaratmayı amaçlamaktadır (Saraçoğlu, 2005).

ABD' de 100 milyon hektar ve Kanada' da 20 milyon hektar kadar alanın gıda üretiminde herhangi bir düşüşe neden olmadan kısa dönem ormanları plantasyon tesisine uygun olduğu saptanmıştır. Avrupa ülkelerinde de bu amaca yönelik geniş alanlar bulunmaktadır. İrlanda, işletilen turbalık alanları (su altında çürümüş bitki alanları) enerji ormancılığı amacıyla kullanmayı hedeflemektedir.

AB, hem fosil yakıtlara olan bağımlılığını hem de sera gazı etkisini azaltmak için yenilenebilir enerjiye büyük önem atfetmektedir. Avrupa Birliği, 2020 yılına kadar

genel enerji portföyünün %20' sinin yenilenebilir olması amacıyla çabalarını elektrik, biyoyakıtlar, ısıtma ve soğutma sektörlerine yoğunlaştırmaktadır (EPDK,2010).

#### 4.3. Biokütle Enerjisi Konya Potansiyeli ve Mevcut Kullanım Durumu

Konya'nın en önemli geçim kaynakları arasında sanayi, tarım ve hayvancılık olduğu için biokütle ile doğrudan ilgili bir şehirdir. Çünkü biokütlenin en önemli ham maddesi endüstriyel atıklar, bitki atıkları ve hayvan atıklarıdır. Bu yüzden Konya' da biokütle potansiyeli fazlasıyla mevcuttur. Daha detaylı bakılırsa Konya Biogaz ve Biokütle Potansiyeli;

- Toplamda İç Anadolu da yaklaşık 1.1 milyon ton biokütle enerjisi mevcuttur ve Konya' da bu potansiyelin yaklaşık %32' si bulunmaktadır. Yani Konya' da toplamda 0.35 milyon ton biokütle enerjisi vardır.
- İç Anadolu' da 0.2 milyon ton hayvansal atık kaynaklı biogaz potansiyeli mevcuttur ve bunun yaklaşık %50' si Konya' da bulunmaktadır.  
Konya' da toplamda;
- Hayvansal atık kaynaklı 2.6 milyon ton kullanılabilir atık,
- Hayvansal atık kaynaklı 57 bin ton eşdeğeri petrol,
- Hayvansal ve tarımsal atık kaynaklı 3.1 milyon ton kullanılabilir,
- Hayvansal ve tarımsal atık kaynaklı 258 bin ton eşdeğer petrol potansiyeli bulunmaktadır.

Konya' da ki atık potansiyeline bakıldığında;

- Evsel atık ortalama 1000 ton/gün olmaktadır.
- Şubat 2008 ölçümlerine göre, mevcut deponi alanına götürülen çöpün içinde, %40 organik atık (mutfak, park, bahçe) vardır.
- Deponi alanından çıkan gaz debisi ortalama 382 m<sup>3</sup>/h, içindeki metan oranı ise %20 olarak ölçülmüştür.  
Buna göre Konya' daki çöp depolama tesisinde;
- 146,000 ton/yıl organik atık ve 669,264 m<sup>3</sup>/yıl metan gazı üretilmektedir.

Konya'daki küçükbaş hayvan sayısı detaylı olarak Çizelge 12' de verilmiştir. Ayrıca Konya' nın ilçelerinde bulunan küçükbaş hayvan sayıları Çizelge 13' de görülmektedir.

**Çizelge 12.** Konya İli Toplam Küçükbaş Hayvan Sayısı (TÜİK, 2009)

Hayvan Adı	6 Aydan küçük Kuzu (Erkek-Dişi)	6-12 ay Toklu (Erkek-Dişi)	12-24 ay Şişek (Erkek-Dişi)	Koyun +24 ay	Koç +24 ay	Toplam
KOYUN (Merinos)	15.355	9.990	9.875	38.330	2.641	76.191
<b>KOYUN (Yerli)</b>	<b>133.142</b>	<b>167.433</b>	<b>167.945</b>	<b>622.775</b>	<b>34.426</b>	<b>1.125.721</b>
KEÇİ (Kıl)	18.011	15.712	18.521	30.725	6.049	89.018
KEÇİ (Tiftik)	479	348	673	1.197	109	2.806
<b>TOPLAM</b>	<b>166.987</b>	<b>193.483</b>	<b>197.014</b>	<b>693.027</b>	<b>43.225</b>	<b>1.293.736</b>

**Çizelge 13.** Konya İlçeleri Toplam Küçükbaş Hayvan Sayısı (TÜİK, 2009)

İLÇE	KOYUN	KOÇ	KEÇİ	TEKE	TOPLAM
KARAPINAR	118.527	1.954	981	28	121.490
<b>KARATAY</b>	<b>97.690</b>	<b>213</b>	<b>724</b>	<b>11</b>	<b>98.638</b>
CİHANBEYLİ	79.235	335	258	15	79.843
EREĞLİ	72.994	241	181	0	73.416
ÇUMRA	66.597	47	384	0	67.028
KULU	62.182	25	124	0	62.331
<b>MERAM</b>	<b>52.938</b>	<b>79</b>	<b>1.593</b>	<b>8</b>	<b>54.618</b>
<b>SELÇUKLU</b>	<b>49.792</b>	<b>123</b>	<b>1.255</b>	<b>3</b>	<b>51.173</b>
KADINHANI	41.318	672	2.049	63	44.102
SARAYÖNÜ	39.795	441	283	4	40.523

### Konya Biokütle Enerjisi Kullanım Durumu

Konya' da ki fazlasıyla mevcut ham madde potansiyeline baktığımız zaman biokütle kullanılarak enerji elde etme oranı çok düşüktür. Genel olarak sanayide ki firmalar ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili olan kişilerin bu konuda bilgisi mevcuttur ve atıkları kullanarak enerji elde etmenin gerekli olduğunun bilincindedirler. Fakat biokütle kullanarak elektrik ve yakıt elde etmenin maliyetinin yüksek olmasından dolayı ilgili kişiler genel olarak bir teşvik beklemektedir. Bunun dışında yeterli

sermayeye sahip fakat altyapısı olmayan ve mühendislik hizmeti olarak biokütleden enerji elde etmek isteyen firmalarda mevcuttur.

Konya' da 2012 yılı Ocak ayı itibariyle kurulmuş ve kurulmakta olan biogaz tesis sayısı 4 adettir. Bunlar;

- ITC firması tarafından kurulmuş Konya Aslım Çöplüğü'nde bulunan içten yanmalı motorlar kullanılarak elektrik elde edilen bir çöpgazı tesisi,
- Ladik'te DEVSÜT firması tarafından kurulmakta olan biogaz tesisi,
- Konya Büyükşehir Belediyesi'ne ait atık su tesisinden biogaz elde etmek için kurulmakta olan tesis,
- DSİ tarafından kurulmuş biogaz tesisi olmak üzere 4 adettir.

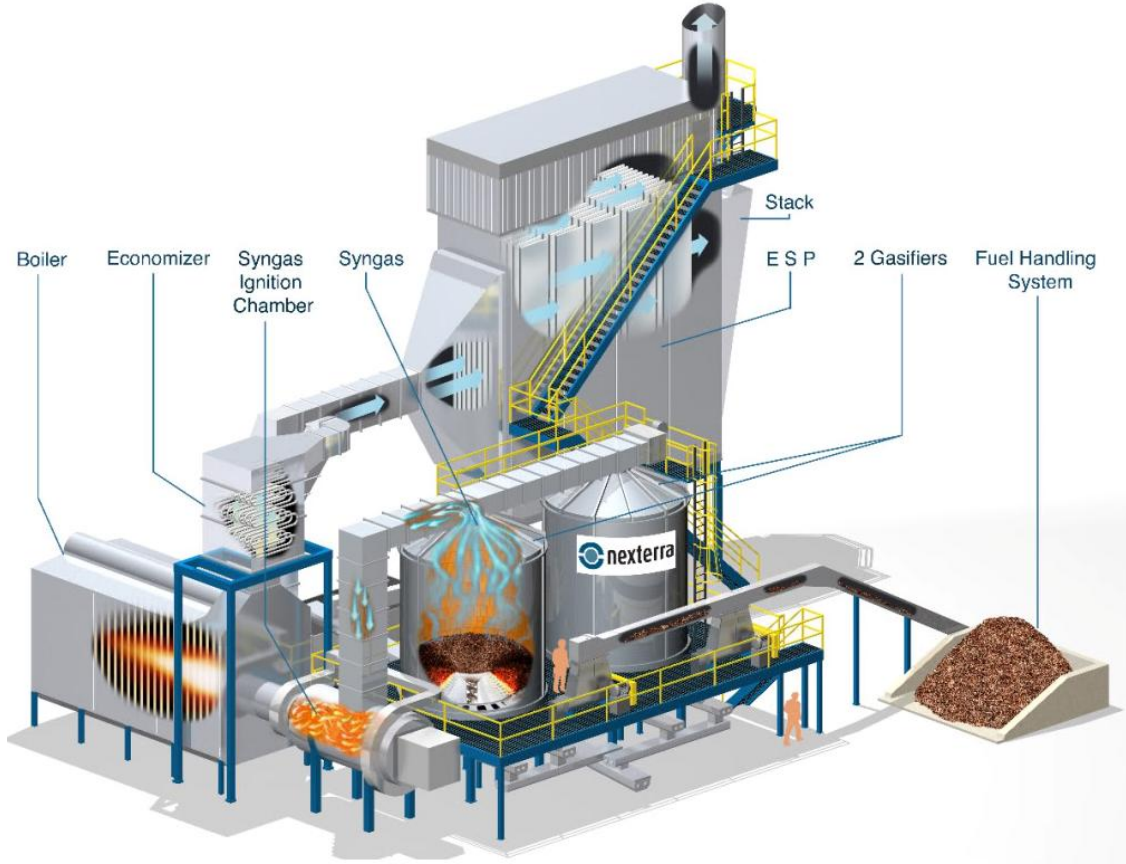
#### **4.4. Biokütle Enerjisi Üretiminde Kullanım Sistemler (Santraller)**

Biokütlenin enerji olarak kullanılmasında katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Bio-etanol, bio-gaz, bio-dizel gibi yakıtların yanı sıra, yine biokütleden elde edilen gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi bir çok yakıt türü daha mümkündür. Bu yakıtların elde edilmesinde termokimyasal ve biokimyasal olarak sınıflanabilen yeni teknikler geliştirilmiş ve yıllar içinde verimleri artırılmıştır. Önümüzdeki yıllarsa bu teknolojilerde yeni gelişmelerin yanında, yalnız biokütle kaynağıyla çalışan büyük termik santrallerin yapımı planlanmaktadır. İsveç ve Finlandiya gibi ülkelerde bölgesel biokütle santralleri ile elektrik üretimi yapılmakta olup, yeni santrallerin yapımı sürmektedir.

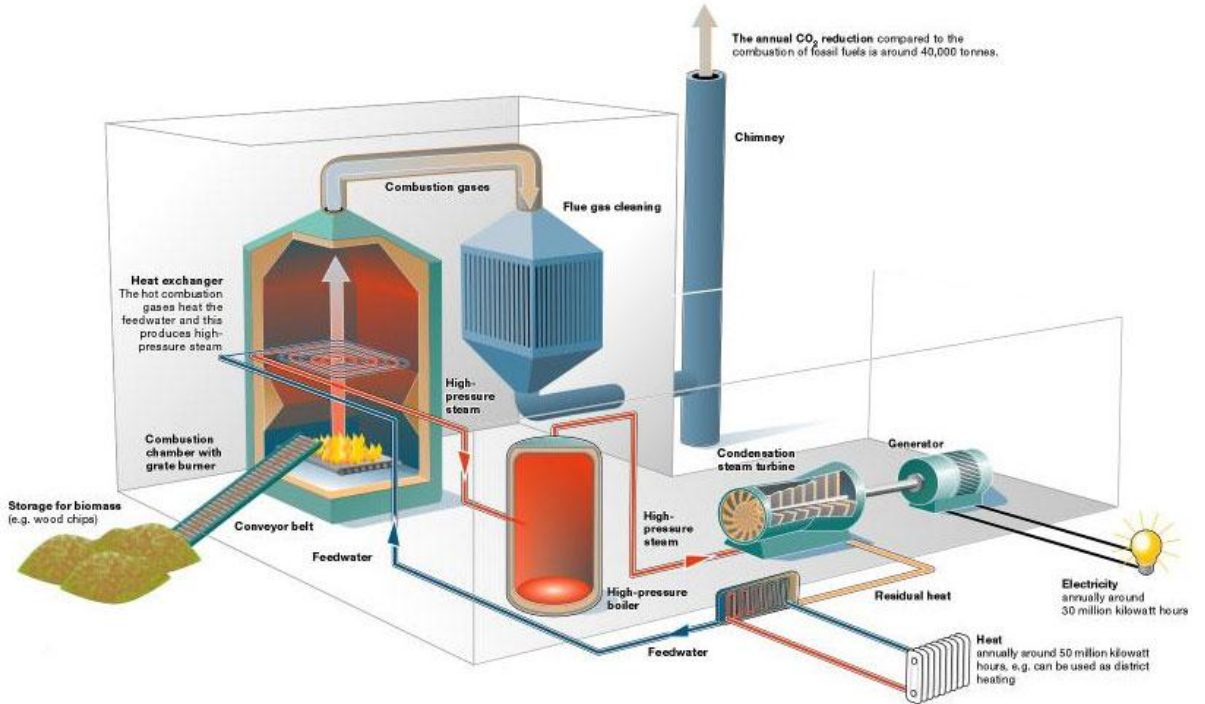
Biokütle ham madde kaynakları;

- Orman atıkları, Tarım atıkları, Enerji bitkileri, Hayvansal atıklar, Çöpler (organik), Enerji Ormanları'dır.

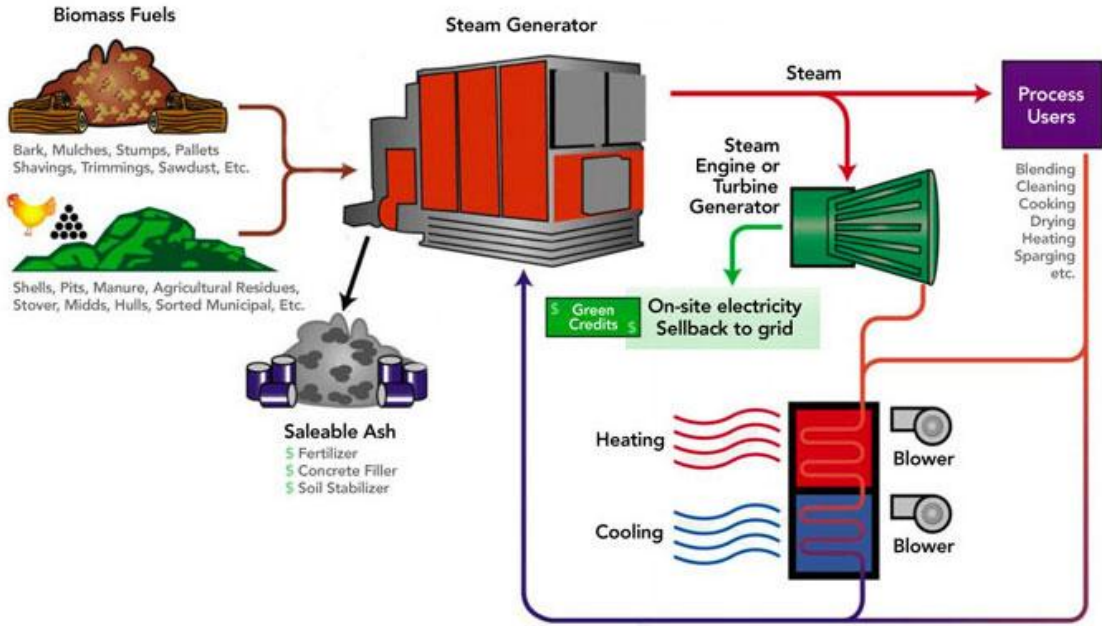
### Biyogazdan Elektrik Üretim Santral Örnekleri



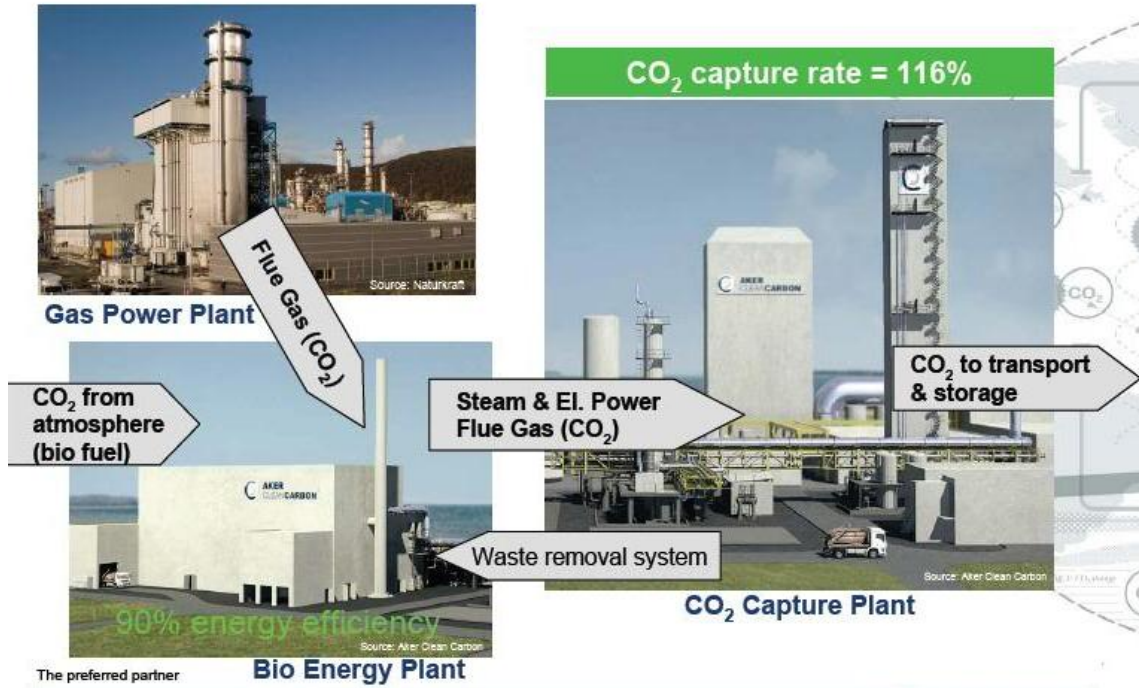
Şekil 11. Biyogazdan Elektrik Üretim Santrali (Anonim, 2011a)



Şekil 12. Örnek Bir Biyogaz Tesisi Genel Görünümü (Anonim, 2011b)



Şekil 13. Örnek Bir Biogaz Elektrik Üretim Tesisi (Anonim, 2011c)



Şekil 14. Örnek Bir Biogaz Tesisi (Anonim, 2011d)

#### 4.5. Biokütle Enerji Sistemlerinin Üretilmesi ve Kullanımına Ait Mevcut

##### “Standart, Kanun, Yönetmelik ve Tüzükler

Yenilenebilir enerji kaynaklarının belgelendirilmesi ve desteklenmesine ilişkin yönetmelik ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunun son hali ekte verilmiştir. Ayrıca EK-1' de ki tabloda yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesis tipi için uygulanacak fiyatlar (ABD Doları cent/kWh) verilmiştir.

#### 4.6. Biokütle Sistemleriyle İlgili Alınan “Patentler”, Yasal Teşvikler ve Diğer Ülkelerden Örnekler

Biokütle sistemleri ile ilgili Türk patent enstitüsü veri tabanından ulaşılabilen bazı patent örnekleri şu şekildedir:

**Patent 1:** 2010/09143 numaralı patentte biokütleden biogaz oluşturmak için biogaz tesisini çalıştırma yöntemi isimli çalışma. Bu patentte fermantöre sahip bir biogaz tesisinde fermantörün kapatılma şekli ile ilgili bir yöntemi tanımlamaktadır.

**Patent 2:** 2010/06812 numaralı patentte biokütle tesislerinde kullanılacak olan bioreaktör ile ilgili bir patent alınmıştır. Buluş, bir oda duvarı olan en az bir oda içeren, bu en az bir adet odanın biokütlenin alınması için donatıldığı, bioreaktörün ayrıca işlenecek malzemenin bu en az bir adet odaya beslenmesi için en az bir giriş, işlenen malzemenin bu en az bir adet odadan tahliye edilmesi için en az bir çıkış içerdiği, bu en az bir odanın en az bir plastik esnek film içeren malzemedan yapıldığı bir bioreaktöre ilişkin olup; bioreaktörün içerisinde en az bir odanın kapsandığı kapalı bir hacim oluşturması, bioreaktör içinde, bioreaktörün kendi kendine ayakta durabileceği biçimde, bioreaktörün dışındaki dış basınçtan daha yüksek olan bir reaktör basıncının bulunması ile karakterize edilir.

**Patent 3:** 2009/06591 numaralı patentte "güneş enerjisi ile ön hazırlama havuzlu biogaz üretim reaktörü" isimli buluş sunulmuştur. Bu buluş, güneş enerjisinden yararlanarak ihtiyaç duyulan ısıyı güneş kollektörleri yardımıyla elde edilen sıcak sudan ve PV güneş panelleri yardımıyla ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi elde edilen ve bu enerjileri kullanarak insan, hayvan atıklarının yanı sıra evsel atıklar ve çürümüş bitkileri ön hazırlama havuzundan geçirilerek kullanılan biogaz üretimi ile ilgilidir.

## **Uluslararası Patent Örnekleri;**

### **Patent 1: Dolaşımli Biokütle Enerji Geri Kazanım Sistemi**

**(Patent Basım Tarihi: 16 Eylül 2010)**

Dolaşımli biokütle enerjisi geri dönüşüm sistemi ve enerji geri kazanım verimliliğini artıran bir metot verilmiştir. Dolaşımli biokütle enerjisi geri dönüşüm sistemi, biokütle malzemesi olarak fitoplanktonlu bir kültür çözeltisi ile doldurulmuş bir kültür ünitesine, biokütle malzemesini kültür ünitesinden geri kazanmayı sağlayan bir biokütle malzemesi geri kazanım ünitesine, biokütle malzemesini enerji geri kazanım yeteneğine sahip bir enerji kaynağına dönüştüren bir enerji kaynağı dönüşüm ünitesine, enerji kaynağı dönüşüm ünitesinde dönüştürülmüş enerjiyi enerji kaynağından geri kazanan bir enerji geri kazanım ünitesine ve enerji geri kazanım ünitesinde üretilen karbon dioksiti kültür ünitesine geri gönderen bir karbon dioksit geri kazanım ünitesine sahiptir ve enerji kaynağı dönüşüm ünitesi biokütle malzemesini kullanarak fotosentez yapan bakteriler aracılığıyla biokütle malzemesinin metan fermantasyonunu sağlayacak bir metan fermantasyon ünitesi ile hidrojen üretim ünitesi içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu patent, enerji geri kazanım verimi artırılan bir dolaşımli biokütle enerji geri kazanım sistemi ve yöntemini kapsamaktadır.

### **Patent 2: Biokütle Yakıt Türbini Yanma İşlemi**

**(Patent Basım Tarihi: 10 Aralık 1996)**

Bir biokütle yakıtlı basınçlandırılmış gazlaştırıcı ile birlikte kullanılan bir gaz türbini yanma aparatı, nitrojen oksit oluşumunun engellendiği sabit sıcaklıkta zengin bir yanma sağlama amacıyla kullanılan bağımsız gaz yakıt ve birincil hava birincil yanma odasına enjekte edilen bağımsız kontrol oranlarında nitrojen oksit oluşumunun önlenildiği sabit bir sıcaklıkta zengin bir gaz yakıt yanması sağlar.

### **Patent 3: Biokütle Geri Kazanım Aparatı**

**(Patent Basım Tarihi: 5 Şubat 2009)**

Yanma odasına dikey olarak yerleştirilen bir yakıt olan liflerden enerji elde etmek için bir sistem tanıtılmaktadır. Radyal olarak bulunan yanma odasında bir tane ısı toplama yüzeyi vardır. Yakıcının alt kısmında egzoz gazlarının çıkacağı bir gaz açıklığı ve erimiş küllerin çıkacağı bir açıklık vardır. Isı transferi olmadan önce erimemiş madde ve egzoz gazları toplama yüzeyini kaplar. Daha sonra erimemiş madde ve egzoz gazı soğutulularak verilir.



#### **Patent 4: Yenilenebilir Enerji Sistemi**

**(Patent Basım Tarihi: 9 Eylül 2010)**

Bir yenilenebilir enerji sistemi ve ilgili proses biokütle enerji kaynaklarının kullanıldığı biokütle birimi içerir. Bu kaynaklara örnek, belediye atıkları, kullanılmış lastikler ve ahşap atıkları verilebilir. Biokütle bir çok sistem birimini besleyen buhar ve elektriğin üretildiği enerji santralini besler. Bir biodizel birimi elektriği bitkisel ve hayvansal yağları biodizel yakıtına dönüştürmek için kullanır. Bir yosun çiftliği elektrik ve buhar enerjisini aynı zaman da bir biokütle olan yosun yağı üretmek için biodizel birimini beslemede ısı enerjisi şeklinde kullanır. Bir mısır ünitesi ve bir mısır koçanı ünitesi etanol üretir. Mısır birimi aynı zamanda biodizel birimini besleyen mısır yağını üretir, ve kalıntı mısır kuru damıtılmış tahıla dönüşür. Bir fermantasyon birimi karbondioksiti enerji santralinde ortaya çıkan karbondioksitle birlikte yosun çiftliğine yosunların büyümesinde kullanılmak üzere dağıtır. Ayrıca yukarıda anlatılan yöntemle yosun kullanımıyla karbondioksit oksijene dönüştürülmüş olur.

#### **Biokütle Tesisleri ile İlgili Dünyadaki Yasal Teşvikler**

Avusturya' da Genel Katma Değer Vergisi (VAT) %20 iken, tarımsal ve orman biokütle ürünleri için bu oran %10' a indirilmiştir. Elektrik, doğalgaz ve kömürde genel enerji vergisi vardır. Ayrıca illerin seviyelerine göre yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik için özel bir destek tarifesi de uygulanmaktadır.

Belçika'da ulusal bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini desteklemek için en önemli ölçü “yeşil elektrik” üreticilerine verilen 0.025 €/kWh doğrudan destekleme ödemesidir.

Danimarka'da destekleme genellikle sermaye miktarının %20-30' u arasındadır. Danimarka' da doğalgazla elektrik üretiminin her MWh' i 13€, ve odun talaşı ve samanla elektrik üretiminin her MWh' i 23€ destekleme garantisi altındadır. Yenilenebilir enerji için MWh başına 13 € CO<sub>2</sub> vergisi geri ödemesi yapılmaktadır. Sonuç olarak yenilenebilir enerji üreticileri MWh başına toplam 36 € destekleme almaktadırlar.

Finlandiya bu amaçla bioenerji için yıllık toplam yatırım ödeneği 15 milyon € iken araştırma ve geliştirmeler de 17 milyon € civarındadır. 40 milyon €' luk bir bütçeye sahip olan “Odun Enerji Teknolojisi Programı” orman artıklarının kullanımını

artırmayı amaçlamaktadır. Odundan elde edilen elektrik için üretici MWh başına 4.2 € vergi iadesi almaktadır.

Fransa'nın 1994 yılında başlayan ve 2000 yılında 6 yıllık dönem için yenilenen, toplam bütçesi 12.2 milyon € olan bir odun yakıtı projesi mevcuttur.

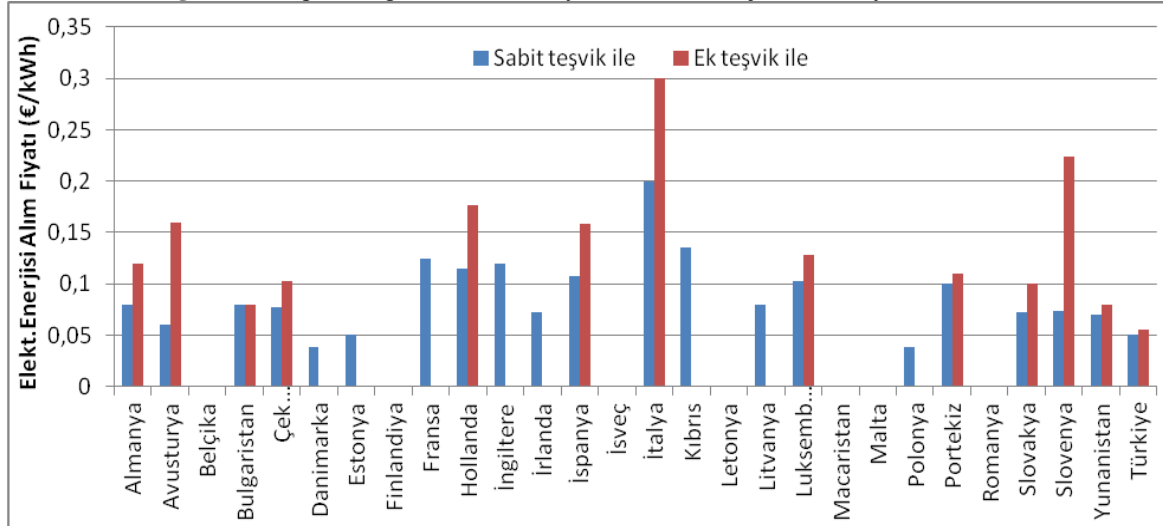
İrlanda'da biokütle projeleri için yatırım destekleri verilmektedir. Genel kamu çıkarlarına dayanan projelere %100 ödenek sağlayabilmektedir.

İsveç'te özellikle Bileşik Isı ve Güç tesislerine yatırım desteklemeleri mevcuttur. Toplam sermaye miktarının maksimum %25'ine kadar kurulan her kW başına 332 € destekleme ödeneği yapılmaktadır.

Portekiz'de Enerji İçin İşlevsel Program (OPE) ve Elektrik ve Gelişim Kanunları, ortak finansman, desteklemeler ve fiyatlandırma politikaları ile ilgili yeterli bilgi içermektedir. OPE, biokütle sistemleri için %45 ödenek sağlamayı kapsayan enerjinin ölçülü kullanımı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları alanlarında 87.6 milyon € yatırım desteği sunmuştur.

Çizelge 14'de Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'de biokütle tesisleri için enerji alım fiyatları görülmektedir. Enerji alım fiyatlarının yanında çoğu Avrupa ülkelerinde ek teşviklerde verilmektedir.

**Çizelge 14.** Avrupa Birliği Ülkeleri 2010 yılı Elektrik Enerjisi Alım Fiyatları €/kWh



#### **4.7. Organik Atıklardan (Şehir, Tarım, Hayvancılık, Sanayi vb.) Enerji Üretim Sistemleri ve Konya ve Türkiye' de Kullanım Potansiyeli**

##### **a) Hayvansal Atıklar**

Hayvansal gübrenin samanla karıştırılıp kurutulması suretiyle elde edilen tezeğin köylerde yakıt olarak kullanımı oldukça yaygındır. Hayvansal gübrenin oksijensiz ortamda fermantasyonu ile üretilen biogazın dünyada kullanımı da oldukça yaygındır. Herhangi bir atıktan metan meydana gelişi, bakteriler tarafından iki kademe gerçekleştirilir. Önce kompleks organikler, asit bakterileri tarafından uçucu yağlı asitlere dönüştürülür. Sonra üreyen asitler metan bakterileri tarafından metan haline getirilir. Elde edilen gaz oranları %55-70 metan, %30-45 karbondioksit, az miktarda hidrojen sülfür ve su bileşimine sahiptir. Biogazın ısıl değeri, karışımdaki metan yüzdesine bağlı olarak 1900 ile 27500 kJ/m<sup>3</sup> arasında değişmektedir (Anonim, 2011c).

Günümüzde hayvan atıkları iki şekilde değerlendirilebilir:

- Güneşte kurutulduktan sonra doğrudan yakılarak değerlendirilir.
- Anaerobik sindirimle biogaz üretmede kullanılır.

Güneşte kurutma yöntemi, yalnızca iklimin uzun süre kuru ve sıcak olduğu yerlerde kullanılır. Bileşimlerinin farklılığına rağmen hayvan atıklarının ısıl içeriği, bitkilerin ısıl içeriğinden çok farklı değildir. Bu değerler yaklaşık olarak hayvan atıkları için 14-22 MJ/kg aralığında değişirken kuru bazda bitkiler için 17.5 MJ/kg olarak verilmektedir. Tavuklardan gelen atıkların biogaza dönüşüm verimi genellikle yüksektir. Bunun nedeni, besinin içerdiği selüloz maddesinin çoğunun atıkta kalması ve metan üreten mikroorganizmalarca dönüştürülmesidir. Bu atıkların CH<sub>4</sub> içeriği 400-500 l/kg katıdır (bu değer %60-70 hacim yüzdesine eşdeğerdir). Bilindiği gibi hayvan barınaklarına saman, tahta talaşı vs serilmektedir. Hayvan dışkılarıyla karışan bu maddelerin ısıl değere katkısı da göz önünde bulundurulmalıdır.

1 m<sup>3</sup> biogazın sağladığı ısı miktarı (4700-5700 kcal/m<sup>3</sup>);

- 0.62 L gazyağı,
- 1.46 kg odun kömürü,
- 3.47 kg odun,
- 0.43 kg bütan gazı,
- 12.3 kg tezek ve
- 4.70 kWh elektrik enerjisi eşdeğerinde olabileceği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir.



Şekil 15. Bioyakıt

Hayvan atıkları genelde biogaza dönüştürülerek kullanılır. Türkiye'nin enerji istatistikleri incelendiğinde hayvansal ve bitkisel atıklar kalemi toplam enerji üretimimizin %9'u toplam enerji tüketimimizin ise %4'ü olarak yer almaktadır. Bu miktar ticari enerji maddesi olan taşkömürü tüketimine eşittir. Ülkemiz kırsal kesiminde hayvan gübresi ısıtma ve pişirme amacıyla tezek adı altında yakılmaktadır. Hayvan gübresinin tarım topraklarında kullanılması, yakılarak enerjiye dönüştürülmesinden daha ekonomiktir. Hayvan gübresi, yapay gübrelere göre daha üstün özelliklere sahiptir. Toprağa bitki besin maddelerini sağlamanın yanında toprağın yapısını da iyileştirir (Alibaş ve ark. 2011). Bu gübrenin biogaza dönüştürmeyle enerjiye çevrilmesi, ardından kalan katı materyalin tarım topraklarına gübre olarak atılması çok daha verim artırıcı bir yoldur. Çünkü; hayvan gübrelere içerdikleri zararlı bitki tohumlarının ve patojen mikroorganizmalarının yok edilmesi ve azot-karbon oranının yükseltilmesi amacıyla taze olarak toprağa verilemezler.

Aşağıdaki şekilde Türkiye'de ki toplam büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı verilmektedir.

Aşağıdaki tabloda Türkiye' deki kümes hayvanlarının yıllara göre dağılımı verilmektedir.

Çizelge 15. Türkiye'deki Kümes Hayvanları Sayısı Yıllara Göre Dağılımı

Yıl	Yumurta Tavuğu (Adet)	Et Tavuğu (Adet)	Hindi (Adet)	Kaz (Adet)	Ördek (Adet)
2005	60 275 674	257 221 440	3 697 103	1 066 581	656 409
2006	58 698 485	286 121 360	3 226 941	830 081	525 250
2007	64 286 383	205 082 159	2 675 407	1 022 711	481 829
2008	63 364 818	180 915 558	3 230 318	1 062 887	470 158

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu

### b) Şehir ve Endüstri Atıkları

Herhangi bir yerleşim bölgesinden elde edilen şehir atıkları; sıvı kanalizasyon atığı, katı evsel ve endüstriyel atıklardır. Değişken özellikleri yüzünden işleme ve yeniden ele geçirilme yöntemleri de değişkenlik gösterir. Evsel ve endüstriyel katı atıklar kanalizasyon atığından daha büyük bir enerji kaynağıdır. Çeşitli formlarda ve ortamlarda bulduklarından yok edilmeleri için de çeşitli yöntemlerin uygulanması gerekir (Greco, 1977).

Çöp depolanan yerlerde ve evsel atık su arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamurları eğer önceden stabilize edilmemiş ve biokimyasal aktiviteleri durdurulmamışsa aerobik organizmalar tarafından ayrıştırılarak metan gazına dönüştürülecektir. Metan gazı aynı zamanda sera etkisinin oluşmasında en az karbondioksit ve su buharı kadar etkili olduğundan oluşumu kontrol altına alınarak değerlendirme yoluna gidilmiştir. Bu amaçla çöp toplama alanında oluşan gazları toplayacak şekilde sondaj boruları belirli bir düzene göre yerleştirilerek oluşan gazlar toplanmaktadır. Çıkan gazlar arıtılarak gaz jeneratörüne gönderilmekte ve gaz jeneratöründe elektrik elde edilmektedir. Diğer uygulama alanları ise doğal gaz sisteminde ve araçlarda yakıt olarak, kimya sanayinde saf metan haline getirilerek kullanma olarak sıralanabilir. Elde edilen biogazın doğal gaz dağıtım sisteminde kullanılması, gaz temizleme işleminin pahalı olması nedeniyle fazla uygulanmamaktadır. Toplanan çöpün bileşimine bağlı olarak oluşan gaz içindeki bileşenler; metan %35-60, karbondioksit %35-55, nitrojen %0-20 arasında değişmektedir. Depolama alanından oluşan 1 metreküp gazın ısı değeri ise yine çöpün bileşenlerine bağlı olarak 18- 27 MJ/Nm<sup>3</sup> arasında değişmektedir (Wald, 2007; Görgün, 2009).

Şehir atıkları, evlerden resmi dairelerden ve bazı endüstriyel tesislerden arta kalan katı atıklardır. Bu atıkların yaklaşık %80' ini organik maddeler, 3' te 2' sini ise doğal selüloz oluşturur. Bu atıklardan enerji üretimi için en ekonomik yolun biogaz üretimi olduğu belirtilmektedir. Şehir çöplerinin organik kısımlarının enerji üretimi için, kağıt, cam ve madeni kısımlarının da sanayi hammaddesi açısından önemi son yıllarda daha iyi anlaşılmıştır (Köse, 2002).

Her yerleşim bölgesinde oluşan ev ve çöp atıkları, katı şehir atıkları olarak adlandırılır. Bunlar genellikle yiyecek atıkları, kağıt, plastik, metal, cam ve seramikten oluşur. Yapısal olarak zamana ve yere göre farklılık gösterir. Gelişmiş bir ülkede katı şehir atıklarının % 80' i organikdir ve bu yüzden yakılabilir. Bunların çoğu da metan gazı üretirler. Buna rağmen sadece küçük bir miktarı enerji üretimi için kullanılır. Metaller ve cam gibi yanıcı olmayan maddelerin ayrılması enerji üretimi için organik yüklü hammadde bırakması yüzünden avantajlıdır. Kullanılan yöntemler ise bunu daha homojen ve yararlı bir duruma getirmektedir. Şehir atıklarının en önemli dezavantajı ise çok heterojen olmaları ve genelde %30-50 oranında yüksek nem içeriğine sahip olmasıdır. Yeniden enerji üretme tasarıları yıllardır yapılmasına rağmen katı atıkların çok az miktarı bu amaç için kullanılmaktadır (Saraçoğlu, 2005; Greco 1999).

#### **4.7.1. Organik Atıklardan Enerji Üretim Sistemleri Elemanlar**

Organik atıklar kullanılarak elektrik üretmek için genel olarak iki farklı enerji üretim sistemi kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi içten yanmalı motor kullanılarak elde edilen gücün direk jeneratöre verilmesiyle elektrik üretiminin gerçekleşmesidir. Bu sistem içten yanmalı motordan dolayı daha düşük verimli olmaktadır ve düşük güç üreten sistemlerde tercih edilmektedir. Diğer sistemde ise gaz veya buhar türbini kullanılarak türbin iş milinin mekanik enerjisi jeneratör tarafından elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bu sistem diğerine göre daha verimlidir ve yüksek güç santrallerinde tercih edilmektedir. Fakat bu sistem diğerine göre türbin maliyetinin çok yüksek olmasından dolayı daha pahalı bir sistemdir.

Ülkemizde kullanılan elektriğin yarısından fazlasını dış ülkelere ithal ettiğimiz için mevcut olan enerji kaynaklarından yararlanmamızın çoktan zamanı gelmiştir. Bu yüzden elektrik üretimi için ilk olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmemiz gerekmektedir. Bu kaynaklar arasında en önemlilerinden birisi de

biogazdır. Biogazdan elektrik elde etmek için öncelikle gerekli alt yapının sağlanması gerekir. Bunun için kurulacak sistemin maliyet analizi, tesisin ham maddeye yakın olması, mevcut kaynakların yerlerinin iyi tespit edilmesi, **tesiste ki sistem elemanlarının özellikle ülkemiz şartlarında üretilebilirliği** ve bu konuda sanayinin bilinçlendirilmesi ve yönlendirilmesi en önemli husustur. Bu bölümde sistem elemanlarından bahsedilecektir.

#### 4.7.1.1. Ham madde Tayini

Biogazdan elektrik üretimi için en kolay iş ham maddenin tayin edilmesidir. Daha önce bahsettiğimiz gibi; karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan atıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler biogaz için ham madde olarak kullanılmaktadır.



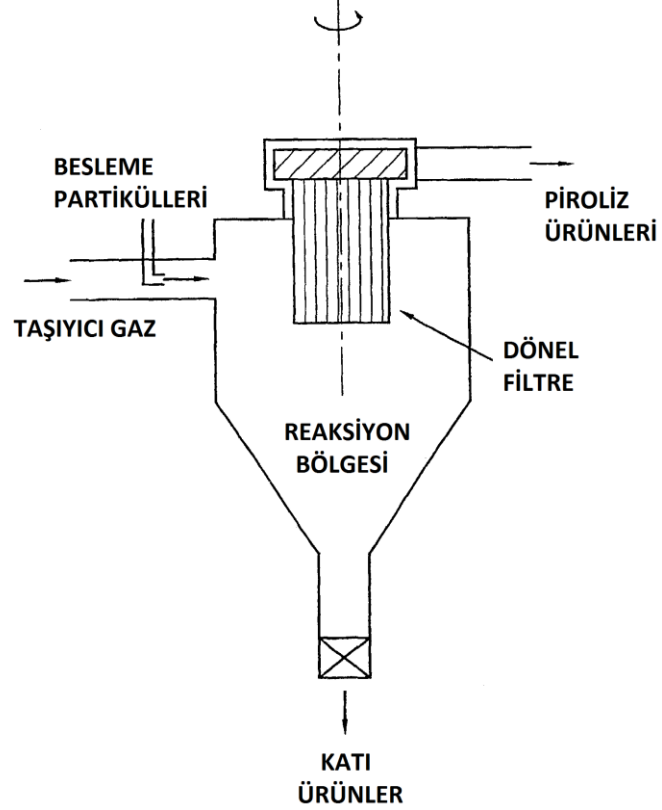
Şekil 16. Biogaz ham madde

#### 4.7.1.2. Siklon

Biokütlenin bulunduğu ortamdan uygun şekilde alınıp sisteme verilmesi için siklonlar kullanılacaktır.



Şekil 17. Siklon İç Görünüm (Anonim, 2009)



Şekil 18. Siklon Detay Görünümü (Anonim, 2011e)





Şekil 19. Siklon Montaj Görünümü (Anonim, 2011f)

#### 4.7.1.3. Ham maddenin Filtreden Geçirilmesi

Biogaz elde etmek için kullanacağımız ürünler genel olarak doğada taşlı, topraklı, çamurlu ortamlarda bulunmaktadır. Bu yüzden sisteme zarar vermemek için ve daha saf bir ürünü kullanarak elektrik elde etmek için ürünlerin bir filtreden geçirilmesi gerekmektedir.



Şekil 20. Filtrasyon Sistemi (Anonim, 2011g)



Şekil 21. Farklı Bir Filtrasyon Sistemi (Anonim, 2011h)

#### 4.7.1.4. Ham maddenin Kurutulması

Biogaz elde etmek için kullanacağımız ürünler genelde doğada nemli halde bulunmaktadır. Ürünü yanma sistemine bu şekilde verdiğimiz takdirde verimsiz bir yanma işlemi gerçekleşecektir. Aynı zamanda kurutulmadan sıkıştırma işlemine geçilmesi de sıkıştırma da kullanacağımız makineye zarar vermektedir. Bu yüzden ürünlerin kurutulması gerekmektedir. Bunun için örnek olarak aşağıdaki resimlerde bulunan kurutma makineleri gibi makinelerin kullanılması düşünülmektedir.



Şekil 22-27. Kurutma Makinesi örnekleri



Şekil 23. Farklı Bir Kurutma Makinesi (Anonim, 2011 i)

#### 4.7.1.5. Biokütle Briketleme ve Peletleme Teknolojisi

Biogaz elde etmek için kullanılacak olan ham maddenin yanma işlemine başlamadan önce uygun şekilde sisteme verilmesi gerekir. Ham madde genelde dağınık halde olur ve büyük bir hacim kaplar. Bu yüzden genellikle bu sistemlerde pelet makinesi kullanılarak ham madde küçük parçalara ayrılır ve sıkıştırılır. Böylece madde daha küçük hacimde daha çok kütleyle sahip olur ve daha verimli bir yanma işlemi gerçekleştirilir.

Tarımsal atıklar düşük yoğunluğa ve yüksek nem içeriğine sahip malzemeler olduklarından, evlerde ve endüstriyel alanlarda doğrudan yakılması çok etkin olmamakta ve bu atıkların doğrudan kullanılması taşıma, depolama ve işleme problemlerini meydana getirmektedir. Tarımsal ve diğer biokütle atıklarının etkin bir biçimde kullanılmasını sağlayan yöntemlerden birisi de onların briketlenmesidir. Briketlenmemiş biokütle yakıtı bazı olumsuzluklara sahiptir. Bunlar;

- Nispeten birim hacim başına ısı değeri düşüktür.
- Kalite ve ısı değeri kararsızdır.
- Yakma hızını kontrol etmek zordur.
- Yanma hızlıdır. Bu nedenle yakıtın sık sık yüklenmesi gerekir.
- Sürekli yakıt beslemenin mekanizasyonu zordur.
- Depolama için büyük hacimler ve alanlar gereklidir.
- Taşıma ve dağıtımıyla ilgili ekonomik sorunlarla karşılaşılır.

Bu olumsuzluklardan birkaçının sebebi, biokütlenin özellikle tarımsal atıkların düşük yığın yoğunluğuna sahip olmasına bağlıdır. Tarımsal atıkların taşınması, depolanması ve yanma sırasında sistemin yeterince beslenebilmesi için özelliklerinin iyileştirilmesi gerekir. Buda biokütle malzemelerinin mekanik işlemlerle sıkıştırılmasıyla gerçekleştirilebilir. Sıkıştırılmış biokütlenin üstünlükleri şunlardır;

- Yanma hızı kömürünki ile kıyaslanabilir değerlerdedir.
- Izgaralı yakma sistemlerinde yakmak mümkündür.
- Düzgün bir yanma sağlanabilir.
- Emisyon özellikleri azaltılabilir.
- Depolama esnasında kendiliğinden tutuşma olasılığı azaltılır.
- Taşıma, depolama ve yakıt besleme daha verimli yapılır.



Şekil 24. Orman Ürünleri (Anonim, 2011j)



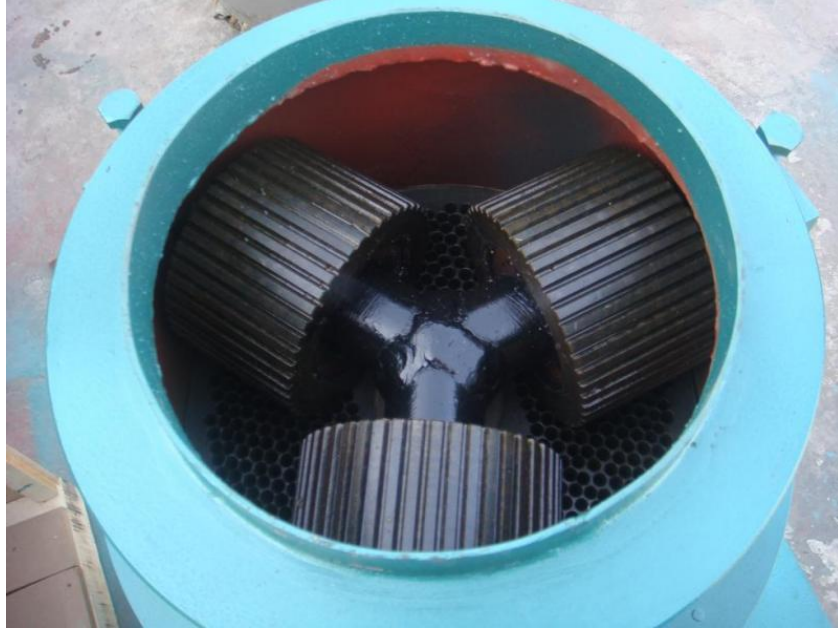
Şekil 25. Sıkıştırılmış Ürün (Anonim, 2011k)



Şekil 26. Pelet Makinesi Dişli Elemanı  
(Anonim, 2011n)



Şekil 27. Pelet Makinesi Ana Dişli Sistemi  
(Anonim, 2011o)



Şekil 28. Pelet Makinesi Ham Madde İşlenen Dişli (Anonim, 2011p)

#### 4.7.1.6. Elde Edilen Ürünün Analiz Edilmesi

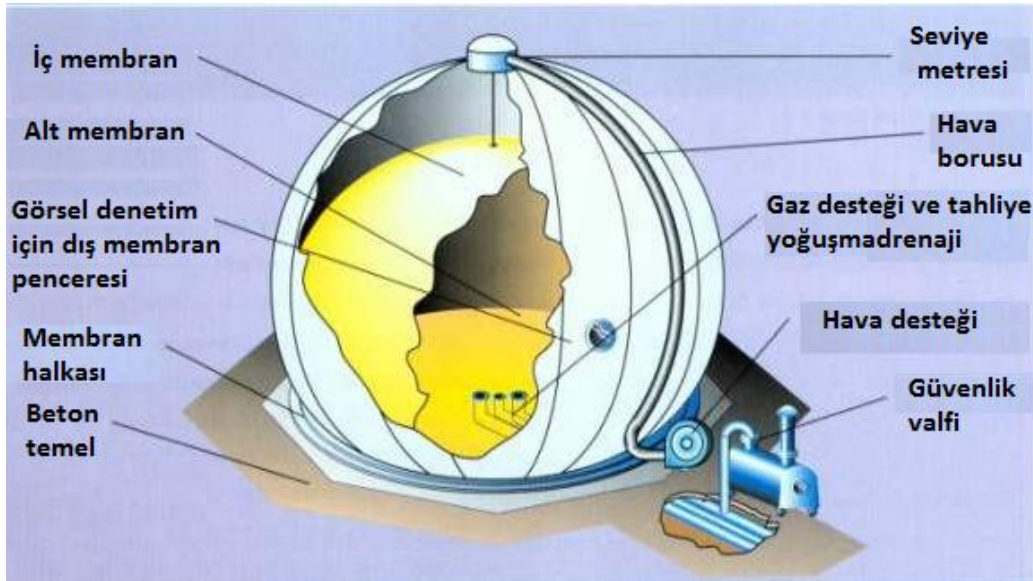
Ayrıştırma işlemi yapıldıktan sonra sistemin en verimli şekilde kullanılması için ürünlerin analiz edilmesi gerekmektedir. Analiz sayesinde kullanılan ürünlerden hangisinin daha verimli olduğu ve ürünlerin hangi şekilde analiz edilmesi gerektiği hakkında daha iyi bir bilgi edinebiliriz.



Şekil 29. Biogaz Tesislerinde Kullanılan Analiz Makinesi (Anonim, 2012b)

#### 4.7.1.7. Membran

Membran, ince zar, ayırıcı ya da seçici geçirgen malzemeler olarak tanımlanır. Safılaştırma, yalıtma ve ayırma işlemlerinde sıkça kullanılır. Kurulmuş bir biogaz tesisinde yanma işlemi sonucunda açığa çıkan gazların süzülmesi ve atık gazların ayrıştırılması için membran kullanılması gerekmektedir.



Şekil 30. Membran Sistemi Elemanları (2012c.)



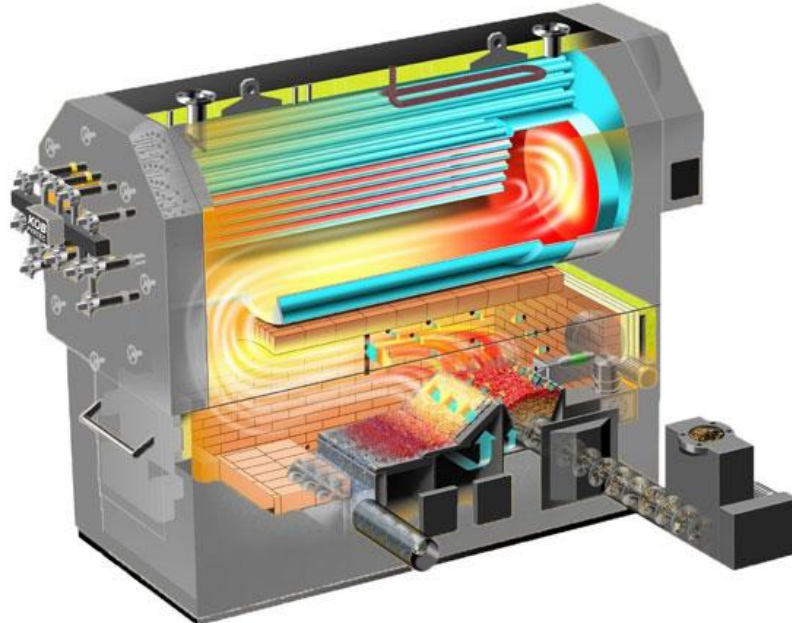
Şekil 31. Membran Genel Görünümü, (Anonim, 2012d)



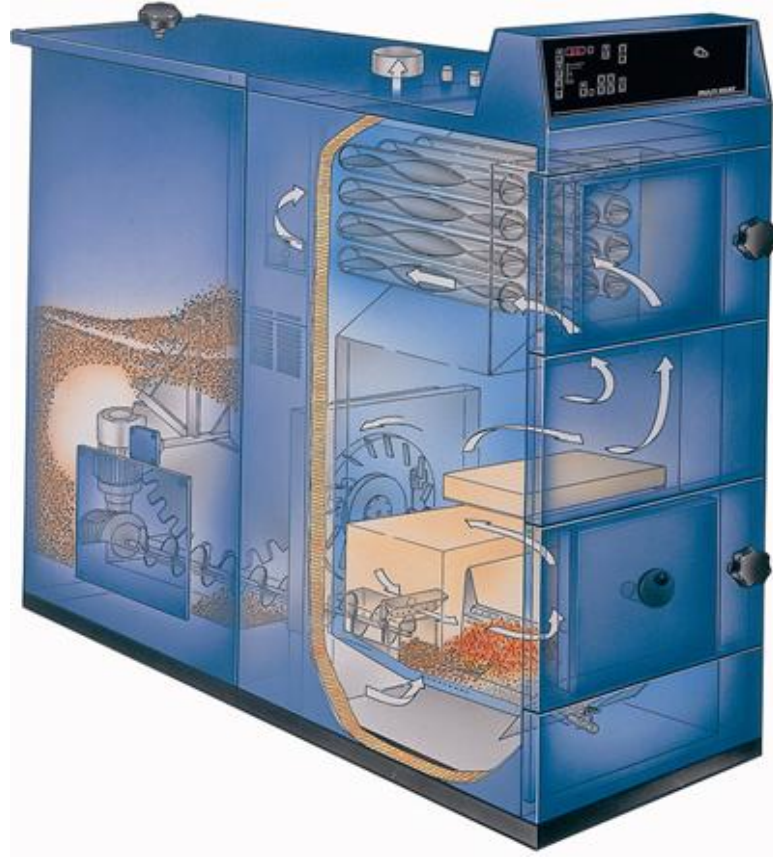
Şekil 32. Membran Ayırıştırma Elemanı (Anonim, 2012e)

#### 4.7.1.8. Yanma Odası

Yanma, biokütle içindeki yanabilir maddelerin oksijenle tepkimeye girmesi sonucu bazı gazların açığa çıkarılması işlemidir. Yanma odasında, piroliz edilen ham maddeden geriye kalan yakıtlar yakılarak buhar elde edilir ve türbine yollanır. Yanma odasının tasarımı ham madde için uygun olmalıdır. Yanma sonucu açığa çıkan gazların ayrıştırılması, atık gazların atılması, enerji elde etmek için kullanılacak buharın türbine gönderilmesi için uygun kanal sisteminin yapılması yanma haznesi için dikkat edilecek hususlardır.



Şekil 33. Yanma Kazanı (Anonim, 2012f)



Şekil 34. Örnek Yanma Odası (Anonim, 2012g)

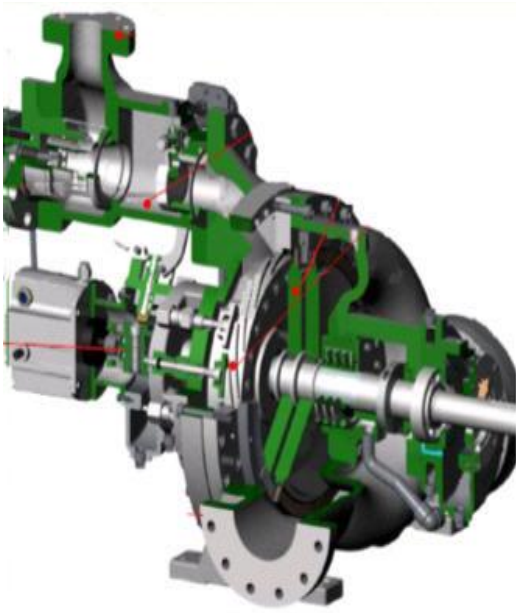
#### 4.7.1.9. Buhar Enerjisinden Mekanik Enerji Elde Edilecek Olan Türbin

Biogazdan elektrik üretilen sistemlerde kullanılan türbinler farklı kapasitelerde olmaktadır. Türbin kapasitesi ham madde miktarının durumuna bağlıdır. Dolayısıyla üretilen buhar miktarı türbinin iş miline vereceği enerjiyi belirlemektedir. Türbinlerin artan kapasite değerlerine göre maliyetleri de artmaktadır. Kurulacak biogaz tesisinde ki en pahalı sistem parçası türbinlerdir. Bu yüzden üretilecek olan türbin için çok hassas çalışma yapılması gerekmektedir. Türbin ve bunun alt parçalarına ait görünümeler aşağıda verilmiştir.

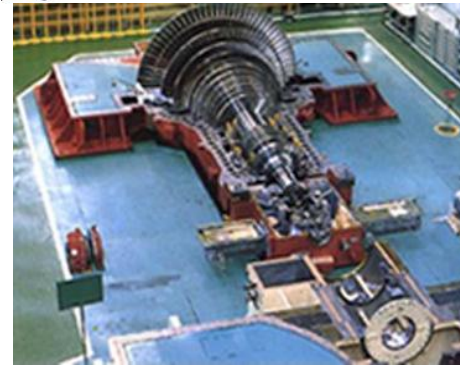
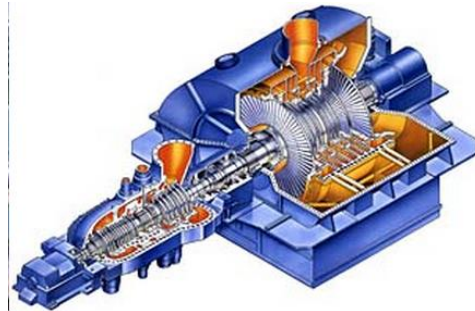




Şekil 35. Örnek Bir Gaz Türbini (Anonim, 2012h)



Şekil 36. Türbin İç Görünümü (Anonim, 2012i)



Şekil 37. Türbin Elemanları (Anonim, 2012i)

### Türbin Parçalarına Ait Görünümler



Şekil 38. Rotor (Anonim, 2012k)



Şekil 39. Yağ Pompası ve Virör Dişlisi  
(Anonim, 2012k)



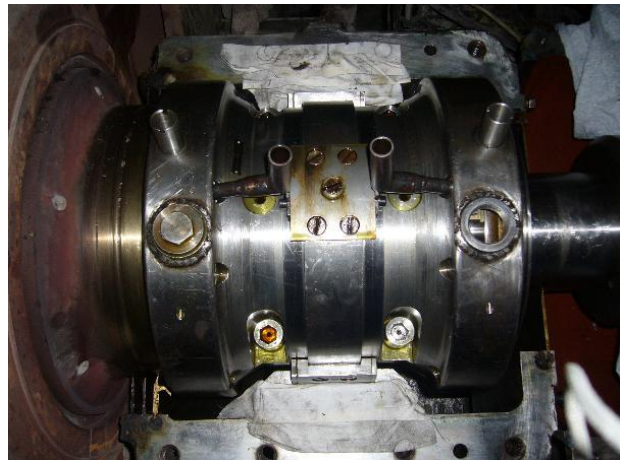
Şekil 40. Türbin Rotoru



Şekil 41. Türbin Yatağı



Şekil 42. Türbin İç Gövde Rotor Montajı



Şekil 43. Türbin Radyal Kombine Yatak



Şekil 44. Yüksek Basınç Rotoru



Şekil 45. Kumlanmış YB Türbin Rotoru



Şekil 46. YB ve OB Gövde



Şekil 47. Alçak Basınç Jeneratör Kaplini

#### 4.7.1.10. Sistemde Çevrim için Kullanılacak Kompresör

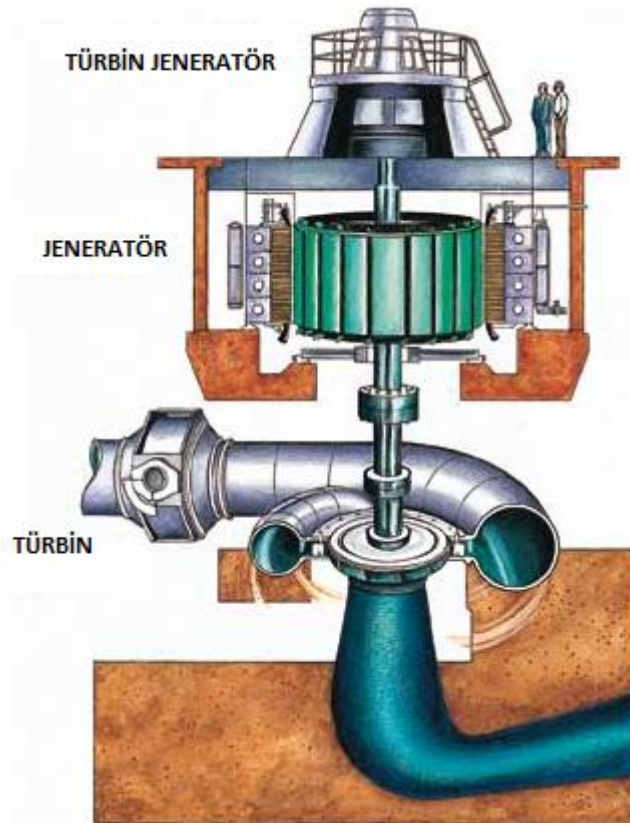
Sistemde ki akışkanın basıncını artıran ve çevrimi sağlayan sistem elemanı olarak kompresör kullanılması gerekmektedir. Kompresör seçimi sistemde ki akışkana ve tesisin kapasitesine göre belirlenecektir.



Şekil 48. Kompresör

#### 4.7.1.11. Elektrik Üretimi için Jeneratör

Jeneratör, sistemde elektrik üretmek için kullanılacak olan elemandır. Türbinde ki akışkan enerjisini iş miline vererek mekanik enerji elde edilir. Bu mekanik enerjiyi magnetik alan oluşturarak elektrik enerjisine çevirmek için jeneratör kullanılması gerekmektedir. Jeneratör kapasitesi tesiste bulunan diğer elemanlarla uyumlu olacak şekilde seçilecektir.



Şekil 49. Türbin Jeneratör Sistemi (Anonim, 2012)

#### 4.7.2. Organik Atıklardan Enerji Üretim Sistemleri Elemanlarının Konya, Bölge ve Türkiye'de Üretilebilirlik Durumu

Genel olarak sistem parçalarını Türkiye' de ve Konya Bölgesi' nde üretecek kapasiteye ve gerekli altyapıya sahip firma ve şirketler mevcuttur. Fakat daha önceden de belirtildiği gibi firmalar bu konuda daha çok bilinçlendirilmelidir ve sistem kurulumu için seminer ve kurslarla eğitilmelidir. Bunun yanında en büyük problemlerden birisi de büyük kapasiteye sahip biokütle elektrik santrallerinin yatırım maliyetinin çok yüksek olmasından dolayı firmalar yatırım için bir teşvik beklemektedir. Bu yüzden kurulacak

olan yenilenebilir enerji santralleri için ülkemizde verilecek olan teşviklerin genişletilmesi ve yeni teşviklerin verilmesi gerekmektedir.

Firmalara yapılan ziyaretler ve anket sonuçları neticesinde, Konya' da bugün itibariyle yüksek kapasiteye sahip kurulması planlanan biokütle elektrik enerjisi santrallerinin parçalarından sadece buhar ve gaz türbini üretimi konusunda firmalar olumsuz fikirler beyan etmiştir. Bunun nedeni de türbin üretimi için gerekli olan büyük tezgahların Konya Sanayisi' nde mevcut olmaması ve türbin teknolojisi konusunda firmaların yetersiz bilgiye sahip olmasıdır.

Fermantasyon tankı, gaz tankı, sıvı gübre tankı, gübre kurutma ünitesi gibi sac metal bükme, kaynak gibi işlemlerle yapılacak olan sistem parçalarının istenilen boyutta üretimi Konya Sanayisi'nde yapılması durumunda gerekli altyapı mevcuttur. Ayrıca bu sistem parçalarında gerekli olan izolasyon malzemeleri de Konya Sanayisi'nden temin edilebilir. Anket sonuçlarına bakıldığında bu konuda yaklaşık **25 firma** üretimi gerçekleştirebilecektir.

Öğütücü, paketleme, karıştırıcı olarak adlandırılan ve genel olarak pelet makinası diye bilinen makinenin Konya' da üretimini yapan ve yapmak için yeterli altyapıya ve bilgiye sahip olan ziyaret edilen 71 firmadan yaklaşık **20' ye yakın firma (%30)** bulunmaktadır.

Biokütle elektrik santrallerinde çevrimi sağlayacak olan kompresör üretimi içinde yine Konya Bölgesi'nde gerekli teknolojiye sahip ve üretim yapmak isteyen yaklaşık **10 adet firma** tespit edilmiştir.

Biokütleden elektrik enerjisi elde etmek için kullanılan diğer bir sistemde içten yanmalı motorların olduğu sistemlerdir. Böyle bir santral kurulmak istendiğinde gerekli olan buji ateşlemeli motor üretimi yapabilecek ziyaret edilen **2 adet firma** bulunmaktadır.

Kurulması planlanan santrallerde elektrik üretmek için gerekli en önemli sistem parçası olan jeneratör üretimi konusunda **2 adet firma** gerekli teknolojiye sahiptir ve imal edeceklerini beyan etmişlerdir.

Biokütleden elektrik elde etmek için mevcut ham maddeden üretilen gazların yakılması gerekmektedir. Bu işlem içinde ısı yalıtımı iyi yapılmış, sistem kapasitesiyle uyumlu, uygun malzemeye sahip ve gazların gerekli yerlere ulaşması için boru veya atık gazların yönlendirmelerinin hassas şekilde yapıldığı yanma kazanı üretimi de Konya

Sanayi'nde yapılabilir. Yine bu sistem parçasının üretimini yapmak isteyen özellikle kazan imalatı yapan **6 adet firma** tespit edilmiştir.

Gaz taşıma boruları, bağlantı elemanları, izolasyon ve kaplama malzemeleri ve trafo elektrik işleri gibi üretimi çok zor olmayan ve istenilen boyutta üretecek **50' ye yakın firma** tespit edilmiştir ve daha fazla firmanın yine Konya Sanayisi' nde mevcut olduğu görülmektedir.

Tüm bu sistemlerin kontrol ve otomasyonun yapılması için yaklaşık **15 adet firma** tespit edilmiştir ve gerekirse bu firmalar ortak çalışarak istenilen otomasyonu ve kontrolü yapabilecek teknolojiye ve bilgiye sahiptir.

Profesyonel sistemlerde kullanılan ve yanma sonucu oluşan gazların analizinin yapılması için gerekli olan analiz ünitesini imal edebilecek **2 adet firma** yine Konya Bölgesi' nde mevcuttur.

Buhar türbini ve soğutma kulelerinin olduğu sistemlerde kullanılan çok büyük boyutlara sahip boru demetli ısı değiştiricilerinin imalatını yapacak **9 adet firma** bulunmaktadır.

Ham maddenin taşınması ve santrallerde bulunan diğer taşıma sistemlerini imal ve montaj edecek kapasiteye sahip ve üretmek isteyen **12 adet firma** bulunmaktadır.

Santralde gerekli olan sirkülasyon pompalarının üretilmesi konusunda imalat yapabilecek **3 adet firma** mevcuttur.

Doğaya verilecek olan suyun sıcaklığının ortama uygun şekilde atılması için gerekli olan soğutma kulesini imal edebilecek **1 adet firma** tespit edilmiştir.

Genelde biokütleden elektrik elde edilen santrallerde gaz tutucu ve ayrıştırıcı olarak kullanılan çok büyük boyutlu membranlar kullanılmaktadır. Sanayideki firmalar membran konusunda gerekli bilgiye ve teknolojiye sahip olmadıkları için üretim yapabilecek firma tespit edilememiştir fakat hidrofor üretimi yapan firmalar bu konuya daha yakın görünmektedirler.

Kurulması planlanan santrallerde ki sistem parçalarının üretimini yapmak isteyen firmalar üretmek istedikleri sistem parçalarıyla aynı sektörde yıllardır faaliyet gösterdikleri için imalat konusunda tecrübelidirler. Fakat üretim kapasitelerini artırmak ve yeni iş sahalarına girmek için yeni pazarlarında oluşmasını beklemektedirler.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre türbin dışındaki tüm sistem parçalarının üretimi Konya Sanayisi'nde sorunsuz bir şekilde yapılabilir. Ayrıca sistem parçalarının üretimi ile ilgili elde ettiğimiz anket sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

**Bi kütle Elektrik Santrali Sistem Parçalarının Konya Sanayisinde Üretilebilirlik Anketi Çalışma Sonuçları**

Çizelge 16. Üretilebilirlik Anket Çalışması Sonuçları

FİRMA SAYISI	SİSTEM PARÇASI
9	FERMANTASYON TANKI
17	ÖĞÜTÜCÜ-POMPA-KARIŞTIRICI
9	GAZ TANK VE KOMPRESÖRÜ
2	BİYOGAZ (BUJİ ATEŞLEMELİ) MOTOR
2	JENERATÖR
3	TRAFO ELK.İŞLERİ
7	GÜBRE KURUTMA ÜNİTESİ
9	KURUTMA ÜNİTESİ
11	SIVI GÜBRE TANKI
6	YANMA ÜNİTESİ
12	TAŞIYICI SİSTEM
7	GAZ TAŞIMA BORULARI
7	OTOMASYON
16	BAĞLANTI ELEMANLARI
0	GAZ TÜRBİNİ
0	BUHAR TÜRBİNİ
9	YOĞUŞTURUCU İÇİN BORU DEMETLİ VB ISI DEĞİŞTİRİCİLER
1	SOĞUTMA KULESİ
3	SİRKÜLASYON POMPALARI
8	KONTROL SİSTEMLERİ
7	BAĞLANTI ELEMANLARI
0	MEMBRANLAR (GAZ TUTUCU)
5	İZOLASYON KAPLAMA VE BAĞLANTI PLAKALARI
2	ANALİZ ÜNİTESİ
7	KOJENERASYON SİSTEMLERİ

#### 4.7.3. Organik Atıklardan Enerji Üretim Sistem Elemanlarını Konya'da Üretebilecek Firma Bilgi ve Kapasiteleri

Bu firmalar yapılan anket ve araştırmalar neticesinde Konya Sanayisi'nde tespit edilen firmaların bazılarıdır. Üretim yapacak firmalar bunlarla sınırlı değildir.

**Çizelge 17.** Üretim yapabilecek bazı firmalar

	<b>Firma Adı</b>	<b>Üretilen Sistem Parçası</b>
1.	Andıç Pelet Nakliyat Orman Ürünleri Kuyumculuk San. Tic. Ltd. Şti.	Pelet makinesi üretimi
2.	Zümrüt Isı Mak. Otom. Ve İnş San. Tic. Ltd. Şti.	Yanma işlemi için gerekli yanma haznesi üretimi
3.	Akkaya Isı Mak. San. Tic. A.Ş.	Yanma işlemi için gerekli yanma haznesi üretimi
4.	Özden Yem Makina Sanayi Ve Tic. Ltd. Şti.	Pelet makinesi üretimi, Dişli sistemi üretimi
5.	Anka Kalıp Ve Üretim San. Aş.	CNC İşleme-Kalıp, kurulacak olan santralde kalıpla üretilen sistem elemanlarının üretimi
6.	Kayhan Kalıp Hidrolik	Büyük tezgahlar
7.	Sempa Ltd. Şti.	Pompa
8.	Özgençoğlu Metal Alüminyum San. Tic. Ltd. Şti.	Metal Sanayi
9.	Kağan Döküm Ve Model Sanayi Ticaret Ltd. Şti.	Döküm Sanayi, çinko, bronz Enjeksiyon savunma san. 652 ton/Yıl
10.	Yükselen Metal Kalıp Plastik Ve Mak. San. Tic. Ltd. Şti.	Kalıp Sanayi
11.	Telefoncular Profil Sanayi Ticaret Ltd. Şti.	Profil Metal Sanayi
12.	Batuhan Cnc Makina Sanayi Ve Ticaret Ltd Stı	Elektrik-Elektronik Kontrol
13.	Hantaş Hidrolik Makina Sanayi Ve Tic. A.Ş.	Metal işleme
14.	Lukas Süt	Çelik Tank
15.	Şahin Bombe Makineleri	Sac Bükme
16.	Ceylan Freze Otomotiv	Hırdavatçı
17.	Kavas Elektronik	Otomasyonlu Kontrol
18.	Akinsoft Software Engineering	Otomasyon için Yazılım
19.	Ak Alüminyum San. Tic. Ve A.Ş.	Her türlü Sac malzeme üretimi





	<b>Firma Adı</b>	<b>Üretilcek Sistem Parçası</b>
20.	Şalt Otomasyon Elek. Elektronik San. Tic. Ltd.Şti	Otomasyon
21.	Samur Elektronik San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Elektrik Otomasyon
22.	Öz Samur Elektronik Ve Otomasyon Tic. Ltd. Şti.	Otomasyon
23.	Gülmez Makina	CNC İşleme
24.	Üç-El Paslanmaz	Paslanmaz çelik malzemeden sistem elemanı üretimi
25.	Özaslan Tank Sanayi	Tank Kazan İmalatı
26.	Deposan	Modüler Prizmatik ve Silindirik Su Depoları, Kurutma ünitesi ve siklon üretimi
27.	Azım Gödeneli Döküm San. Ve Tic. Aş.	Döküm
28.	Altun Döküm Sanayi A.Ş.	Döküm
29.	Örs Makina Ve Tesisat San. Tic. Ltd. Şti.	Havalandırma Egzoz Filtre
30.	Erdiren Dişli	Dişli Sistemi üretimi
31.	Göncü Değirmen Mustafa Göncü	Organik Gübre ve Pelet Mak. üretimi
32.	Bolaylar Deha Kazanları	Kazan Yakma Sistemleri
33.	Biyosfer Biyokütle Enerji Çözümleri Geridönüşüm Makine Mühendislik San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Pelet Makinesi üretimi
34.	Konya Metalurji	2500 kg' a kadar Tek Parça Pik. 5000 ton/Yıl
35.	Anadolu Pelet San. Tic. Ltd. Şti	Pelet makinesi üretimi
36.	Ezici Yağ	Atık Yağlardan Elektrik Üretimi
37.	Hasat Elektrik Üretim A.Ş.	Tavuk ayığından BİYOGAZ Tesisi kurulum aşamasında
38.	Ana Değirmen Makinaları	Pelet makinesi öğütme, ayrıştırma sensör, pnömatik taşıma
39.	Birlik Değirmen Makinaları San. Tic. Ltd. Şti.	Değirmen makineleri imalatı
40.	Molino Makina San	Temizleme nakil sistemleri, öğütme
41.	A.R.T. Trailer Ve Araç Üstü Ekipmanları Ltd. Şti.	Tanker-Tank



	<b>Firma Adı</b>	<b>Üretilcek Sistem Parçası</b>
42.	Büyükyükseel Damper Hidrolik	Tanker-Tank
43.	Akınođlu Döküm	3.000 Ton/Ay Pik Döküm
44.	Ardemir Çelik Döküm	Pompa Vana Parçaları Döker, 3500 ton/Yıl
45.	Bilir Metalurji	Pik-Sfero Döküm, Tek Parçada 2 Ton Döküm
46.	Kondöksan Döküm San. Ve Tic. Ltd. Şti.	5400 Ton/Yıl, Izgara, çelik döküm
47.	Motus Döküm	Mekanik Güç Aktarma Sistemleri
48.	Soylu Döküm	5000 Ton/yıl İş makinesi Tarım Aletleri
49.	Çetik Isıtma	Kazan 2000 adet/yıl
50.	Taşkazan Somun Civata	Bağlantı Elemanları Saplama Somun
51.	Aykanlar Pelet Yakıtları	Biokütle konusunda tecrübeli ve üretim yapabilecek durumda
52.	Zade	Atık yağlardan elektrik üretimi yapılabilir.
53.	Muhammed İpekten Biyodizel Pazarlama San.Ve Tic.Ltd.Şti	Biokütle üretimi
54.	Önbiyotek Alternatif Yakıt Ürünleri Nakliyat Ve Kimya San.Tic.Ltd.Şti.	Biodizel üretimi
55.	Netiş Metal Enerji Nakliye İnşaat San.Ve Tic.A.Ş.	Bayrak direkleri, Gaz jeneratörleri
56.	Konya Çimento A.Ş.	Yan sektör
57.	Kürkar Döküm	Döküm
58.	Gücümengil Endüstriyel Ürünler	Değirmen makineleri imalatı
59.	Alaybeyi Gıda San. Tic. Aş.	
60.	Öntar Tarım Aletleri San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Tarım aletleri imalatı
61.	Mor Çelik Çelik Döküm San. Ve Tic. Aş.	Döküm
62.	Edelmak Paslanmaz Mak. Sanayi	Her türlü büyük paslanmaz çelik üretimi yapılabilir.

#### 4.8. Özel Yetiştirilen Enerji Bitkileri ve Bu Bitkilerden Enerji Üreten Sistemler

Enerji bitkileri, özellikle enerji üretmek amacıyla yetiştirilen bitkilerdir. Bunlara örnek olarak; okaliptüs, söğüt, kavak gibi kısa dönemde yetişen bitkiler, sorgum, şeker kamışı, soya, ayçiçeği, kanola, pamuk gibi bitkisel yağ içeren bitkiler gösterilebilir. Bitkisel yağlar, yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaları nedeniyle önem taşımaktadırlar. Bu bitkilerden yağ çıkarmak için kullanılan ekstraksiyon teknikleri ve yetiştirmede kullanılan tarımsal teknikler oldukça basittir (Demirtaş, 2001).

Enerji Ormancılığı, kısa dönem ormanları kısa sürede yetişen daimi ormanlık ağaçlar kullanılarak enerji amaçlı bitki üretimidir. Kısa sürede yetişen orman bitkilerinin enerji üretmek amacıyla yetiştirilmesi ile yüksek oranda verim sağlanmaktadır. Normal şartlarda orman bitkilerinin enerji üretmek amacıyla kullanımı için en az 30 ile 80 sene beklemek gerekir. Bu nedenle orman bitkilerinden elde edilen biokütle enerji kaynakları enerji üretimi açısından pek ekonomik değildir. Ürün verme süresi kısaldıkça biyoyakıtın fiyatı düşer; ancak, yapılan yatırım masrafları zamanla artar. İdeal olanı, ilk senelerde hızla büyüyen ağaçların seçilip ekilmesi ve uygun aralıklarla hasat edilmesidir. Bunun için en uygun ağaç cinsleri, sert kabukları olan ve çabuk büyüyen kavak ve okaliptüs benzeri ağaçlardır (Szego ve Kemp, 1973).

1970'lerdeki enerji krizinden sonra, uzun vadeli bir çözüm olarak kısa dönem ormanlarının yaygınlaştırılması düşünülmüştür. Dünya yüzeyine gelen güneş enerjisi  $3 \times 10^6$  EJ' dur. Bu enerjinin %0.1' i fotosentezle biokütle oluşumuna harcanmaktadır. Bazı bitkiler verimli bir fotosentetik sisteme sahip olduklarından, yüzeylerine gelen güneş enerjisinin %2-3' ünü kullanabilmektedir. "C4" bitkileri olarak bilinen bu bitkilerin avantajları aşağıdaki gibi verilmektedir (Türe, 2001).



Şekil 50. Çok Yıllık Tarımsal Ürün Atıkları



Şekil 51. Tarıma Dayalı Endüstri Atıkları

**Avantajları:**

- Kükürt içeriğinin düşük olması,
- Hayvan yemi sağlaması,
- Hammaddelerinin doğaya zarar vermemesi,
- Kullanım ve üretiminin atmosferdeki ısı ve karbondioksit dengesini olumsuz yönde etkilememesi,
- Atıklarının kullanılabilir olması,
- Alan başına fazla miktarda ürün elde edilmesi,

- Yatırımdan daha kısa sürede daha çok verim alınması,
- Hem geleneksel hem de yeni türde ürünlerin üretilmesidir.

**Dezavantajları:**

- Kurma ve işletme güçlükleri, (bitki ekimi tek kültür ağırlıklı olacağı için hastalık veya zarar verici bir böcek istilasına daha açıktır.)
- Bu iş için çok büyük alanların sağlanması ve adapte edilmesi gerekliliğidir.

Bu nedenle, büyük çaplı mekanizasyon ve bitki ekimi için pahalıya mal olacak araçlara ihtiyaç duyulmaktadır (Szego ve Kemp, 1973). Budama, kabuklar ve çekirdekler vb. atıklar da bu kapsamda değerlendirilebilir.

- **Tarım dayalı endüstri atıkları:** Pamuk çırçır atığı, tohum yağı endüstrileri, zeytinyağı endüstrileri, pirinç endüstrileri, mısır endüstrileri, şarap ve çekirdek fabrikalarının vb. tarım dayalı sanayi atıklarıdır.

- **Kuru ve Islak Bitki Atıkları**

Tahıllardan elde edilen saman ve diğer ekinlerden sağlanan gövde türü atıklar, tarımdan elde edilen bitki atıklarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bunlar diğer ekin atıklarından düşük nem içerikleri ile ayrılmaktadır. Tahıl çöplerinde yaklaşık %14 kadar nem bulunmaktadır. Böylece bu atıklar, yakıt olarak kullanımları açısından çok fazla nem ihtiva eden sebzelerden çıkan atıklarla karşılaştırıldığında, nem giderme işlemi uygulanmadan kullanılmaya veya yakılmaya hazır durumdadır. Doğrudan yakılabilen bitki atıklarına buğday ve arpanın yanında nispeten kuru gövde atıkları, çavdar, yulaf çöpü, mısır sapı ve üzüm posasından kalan kuru küspeler, kolza ve hayvan yemi olarak yetiştirilen kuru fasulye ve bezelye de dahil edilebilir. Bunlara ek olarak tropikal bitkiler düşünüldüğünde şeker kamışı küspesi, odunsu gövdesi olan manyok, kenevir, hint keneviri ve sisal keneviri gibi ticari liflerin üretiminde kullanılan bitkilerden kalan atıklarla, çay yetiştirme alanındaki büyük çalılar da göz önüne almak gerekir. Sapları bulunmayan, fındık kabuğu, badem kabuğu ve eski meyve bahçelerinin bulunduğu araziler kazıldığında ortaya çıkan odunsu atıklarla, hindistan cevizi kabukları gibi diğer bazı kuru atıklar da aynı amaçla kullanılabilir (Russel, 1977). Bu atıklar değerlendirildiğinde ülkemizin önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 52. Yıllık Tarımsal Ürün Atıkları

Tahıl çöpleri ve hububatlardan elde edilen ürünlerin miktarı mevsimden mevsime değişen iklimsel faktörlerin yanında ekin çeşidine de bağlıdır. Ülkeden ülkeye değişen farklı miktarlardaki üretimler rekabet piyasasıyla ilgili olarak saman kullanımlarını ve satın alınacağı zaman da pazar fiyatlarını etkiler. Tahıl çöplerine örnek olarak şeker pancarı yaprakları, patates sapsarı ve yumruları, bezelye ve fasulyeden çıkan ekin kökleri ve kabuklar verilebilir (Ader, 1979).

Islak tarımsal atıklar genellikle, coğrafi yapıya bağlı olarak yapraksı maddeleri veya nemli sebze gövdelerini içerir. Sebzeler daha çok yiyecek olarak tüketilirler. Şeker pancarı ve patates değerlendirilebilecek potansiyeli olan bitkilerdir. Şeker pancarı nerede bulunursa bulunsun, miktarı ve bıraktığı kalıntı açısından endüstriyel önemi olan, bir çok alanlarda kullanılabilen, ayrıca enerji üretmek amacıyla yararlanılabilecek bir bitkidir. Patatesten kalan atıklar ise bitkinin üstünde bulunan yeşil kısımlardır. Enerji sağlamak amacıyla kullanılan ıslak atıklar; patates, salatalık, brüksel lahanası, kış lahanası, karnıbahar, bezelye ve fasulyedir. Havuç gibi bazı bitkilerin ekin kökleri ve domatesin ekin sapsarı da ıslak atıklar içinde yer alırlar (Russel, 1977).



Şekil 53. Yıllık Tarımsal Ürün Atıkları (Islak Atıklar)

Yulaf, arpa, pirinç, buğday, pamuk, yonca, soya fasulyesi, fıstık ve ayçiçeği gibi “C3” bitkileri ise, ortalama 298°K sıcaklığındaki ortamları tercih etmektedirler. Bu bitkilerden alkol ve diğer biokütle yakıtları üretmek olanaklıdır. Alkol üretiminde en yüksek verim 3500 l/ha.yıl ile şeker kamışından sağlanmakta olup bunu 3200 l/ha.yıl ile odun, 3000 l/ha.yıl ile sorgum izlemektedir. Mısırdaki bu değer 2000 l/ha.yıl değerine düşmektedir. Buna karşın şeker kamışının tonundan 60 l., mısırın tonundan 300 l. alkol elde edilmektedir (Ültanır 1996). Enerji bitkisi yetiştirmede en önemli sorun, yiyecek alanlarını etkilemeden bu tür ürünlerin yetişebileceği yerleri bulabilmektir. Bu, Batı Avrupa'nın büyük çoğunluğunda gerçek bir sorun teşkil ederken, Avustralya, Kuzey ve Güney Amerika ve bazı ülkelerde ise bir problem oluşturmaz (Steward, 1978).



Şekil 54. Enerji Bitkisi Olarak Kullanılan Kanola

- **Su Bitkileri**

Biokütle enerji kaynağı olarak kullanılan diğer bir tür de suda yetişen bitkilerdir. Bu bitkilerin büyüme hızlarının ve üretkenlik seviyelerinin yüksek olması, biokütle enerji kaynağı olarak kullanımlarını çekici kılmaktadır. Enerji uygulamalarında kullanılacak en güçlü su biokütlesi “sümbüldür” (eichhorniacrassipes). Bu biokütle türü oldukça üretkendir ve ılıman iklimlerde yetişir. Uygun şartların sağlanması durumunda 150 t/yıl “sümbül” yetiştirilebilir. Kararlı durumda belirtilen miktarda “sümbül” yetiştirilmesi başarılı olduğu takdirde bu bitki en önemli suda yetiştirilen biokütle adayı olacaktır. Diğer su biokütelleri ise su kestanesi, su kerevizi, sportinaalterniflora, arundodonax, cattaildir. Mikroalgler uzun süredir yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak araştırılmaktadır. Mikroalglerin 20,000’ e yakın çeşidi bilinmektedir. “Chlorella ve Scenedesmus” çeşidi algler gün ışığında ve sürekli proseslerde üretilmektedirler ve yüksek fotosentez etkinlikleri bulunmaktadır. Chlorella’nın 1.0 kuru t/ha.yıl üretim kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Makroskobik çok hücreli algler veya deniz otları da yıllardır yenilenebilir enerji kaynağı olarak araştırılmaktadır. “Macrocystispyrifera, Glaciloriatikvahiae, Sorgassumnatan ve S.fluiton” bu tür alglere örnek olarak verilebilmektedir. Macrocystispyrifera, yüksek potasyum içeriğine sahiptir ve 1. Dünya Savaşı boyunca potasyum kaynağı olarak kullanılmıştır; günümüzde, organik yapıştırıcı, kıvamlaştırıcı ve alginik asit türevlerinin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Aynı şekilde, Laminaria da alginik asit türevlerinin üretiminde kullanılan bir kaynaktır (Klass, 1998).



**Şekil 55.** Biokütle amaçlı kullanılan su bitkileri (Su kestanesi solda, Su Kerevizi sağda) (Anonim, 2012m)



#### 4.8.1. Özel Yetiştirilen Enerji Bitkilerinden Enerji Üreten Sistem Elemanları

Organik atıklardan enerji üreten sistem elemanları kullanılarak kurulacak olan elektrik santralleri enerji bitkilerinden enerji elde etmek için kurulacak olan sistem elemanları ile aynıdır. Bu yüzden organik atıklardan enerji üreten sistem elemanları başlığı altında yapılan değerlendirmeler bu bölümde de aynen geçerlidir.

#### 4.8.2. Özel Yetiştirilen Enerji Bitkilerinden Enerji Üreten Sistem Elemanlarının Konya'da Üretilebilirlik Durumu, Üretebilecek Firma Bilgi ve Kapasiteleri

Genel olarak sistem parçalarını Türkiye' de ve Konya Bölgesi' de üretecek kapasiteye ve gerekli altyapıya sahip firma ve şirketler mevcuttur. Fakat daha önceden de belirtildiği gibi firmalar bu konuda daha çok bilinçlendirilmelidir ve sistem kurulumu için seminer ve kurslarla eğitilmelidir. Bunun yanında en büyük problemlerden birisi de büyük kapasiteye sahip biokütle elektrik santrallerinin yatırım maliyetinin çok yüksek olmasından dolayı firmalar yatırım için bir teşvik beklemektedir. **Örneğin 1 MW güce sahip bir biokütle elektrik santralının maliyeti yaklaşık 2.5 milyon Euro' yu bulmaktadır.** Bu yüzden kurulacak olan yenilenebilir enerji santralleri için ülkemizde verilecek olan teşviklerin genişletilmesi ve yeni teşviklerin verilmesi gerekmektedir.

#### 4.8.3. Sistem Parçalarının Tasarımı ve Maliyeti

Biokütle elektrik santrallerinde bulunan buhar ve gaz türbini dışındaki sistem parçalarının tasarımının ve boyutlandırılmasının Konya Sanayisi'nde yapılması mümkün olacaktır. Özellikle sanayide yoğun olarak kullanılan Solidworks, Autocad gibi ticari tasarım programları ile sistem tasarımları yapılabilecektir. Fakat tekrar tekrar belirttiğimiz gibi türbin konusunda gerekli teknoloji ve altyapı sadece Konya'da değil Türkiye'de bulunmamaktadır.

Detaylı olarak incelendiğinde pelet makinesi, siklon, analiz ünitesi, öğütme, kurutma, buhar ve yanma kazanları, gaz boruları ve diğer ekipmanlar, otomasyon sistemleri, fermantasyon tankı, jeneratör, kompresör gibi sistem elemanları istenilen boyutta Konya ve Türkiye' de üretilebilecektir. Fakat bir biokütle elektrik santrali kurulması için tüm ekipmanlar bir öncü firma tarafından tedarik edilip kurulmaktadır. Ayrıca buhar veya gaz türbini dışındaki sistem elemanları maliyet açısından sistemin

tüm maliyetine oranla çok küçük seviyededir. Örneğin şu anda kurulmak istenilen bir santral için ülkemiz kesinlikle yurtdışından türbin ithalatı yapmak zorundadır.

Solea Enerji firması tarafından hazırlanmış maksimum 500 kW'lık bir biogaz elektrik santralının gelir ve gider durumunun detaylı şekilde analiz edildiği sistem, Çizelge 18' de verilmiştir. 500 kw'lık bir biogaz elektrik üretim santralının yatırım maliyeti 75.000 euro olarak hesaplanmıştır ve toplam gelir ise 311.463.65 Euro olarak verilmektedir. Ayrıca yıllık net kar üzerinden geri ödeme süresi 3.96 yıl olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 18.** Biyogaz Tesisi Karlılık Hesaplaması

**BİYOĞAZ TESİSİ KARLILIK HESABI**

Sistem Enerji Değerleri						
Tesis Kapasitesi	3.183,00	ton/yıl	9	ton/gün	0,36	ton/sa
Biyogaz Üretimi (% Metan)	166.087,20	m3/yıl	455	m3/gün	18,96	m3/sa
Metan Üretimi	97.125,02	m3/yıl	266	m3/gün	11,09	m3/sa
Toplam Enerji Üretimi	971.108,16	kWh/yıl	2661	kwh/gün	110,86	kwh/sa

**GELİRLER TOPLAMI**

**311.463,65 €**

	Acıklama	Değer	Birim	Br.Fiyat	Birim	Tutar	
Elektrik Satış Geliri	Elektrik	401.111,95	kwh el /yıl	0,111	€/ kWh	44523,43	
Sıcak Su Satış Geliri							
Buhar Satış Geliri	Isı	185.220,00	kwh th /yıl	0	€/ kWh	0,00	
Organik Gübre Katı Form Satış Geliri	Gübre	5032,05	704,49	ton / Yıl	35	€/ ton	24657,07
Organik Gübre Sıvı Form Satış Geliri		4.327,57		ton / Yıl	20	€/ ton	86551,33
Carbon Satış Geliri	CO2-Sertifikalar			Euro/VER		0,00	
<b>TOPLAM GELİR</b>						<b>155731,83</b>	
<b>500 kw'a Kadar Tahmini Hesaplama</b>							

**TAHMİNİ GİDERLER TOPLAMI**

**14.426,67 €**

	Acıklama	Değer	Birim	Br.Fiyat	Birim	Tutar
Personel gideri		4250		1	yıl	4250,00
Sigorta giderleri 0,25%	(Yatırım Tutar * 0,0025)	78.000,00 €		€ 0,0025	yıl	195,00
Gübre Alımı		0	t /yıl	0	€/ t	0,00
Yeşil madde Alımı (Mısır silajı)		183	t /yıl	35	€/ t	6405,00
Tesis İhtiyacı Su Temini		0	t /yıl	0	€/ t	0,00
Nakliye Bedelleri		0	€/ m³	0	m³	0,00
Tesis Biyolojik Destek		0	€/ ay	1	ay	0,00
Tesis Bakım ve onarım giderleri 1,5%	(Yatırım Tutar * 0,015)	78.000,00 €		€ 0,015	yıl	1170,00
Kojenerasyon Bakım ve servis	(Üretim Kwh*0,006)	401111,9463	Kwh/ Yıl	0,006	h/gün	2406,67
<b>YILLIK NET KAR</b>						<b>297.036,98 €</b>
<b>AYLIK NET KAR</b>						<b>24.753,08 €</b>
<b>YILLIK NET KAR ÜZERİNDEN GERİ ÖDEME SÜRESİ</b>						<b>3,96</b>
<b>BİRİM KWh'e BAŞINA YATIRIM TUTARI</b>						<b>1.500 €</b>

**500 kw'a Kadar Tahmini Hesaplama**

Makine Amortisman ve Maliyet	50%	Maliyet %	12	sene	3125	37.500,00 €
Bina Amortisman ve Maliyet	27%	Maliyet %	20	sene	1012,5	20.250,00 €
Co gen Amortisman ve Maliyet	23%	Maliyet %	8	sene	2156,25	17.250,00 €
<b>Ana Maliyet Tahmini</b>						<b>75.000,00 €</b>

Makine Ekipman	37.500 €
İnşaat	20.250 €
Co gen	17.250 €
<b>Ana Maliyet Tahmini</b>	<b>75.000 €</b>

Örnek bir buhar ve gaz türbinli elektrik üretim tesisi maliyet analizi (Ataer Enerji Elektrik Üretim Otoprodüktör Grubu A.Ş.);

**Çizelge 19.** Örnek bir 70 MW'lık elektrik santrali maliyeti

1 Gaz Türbin Jeneratörü ve 1 Buhar Türbin Jeneratörlü Kombine Çevrim Santrali	
Toplam Kurulu güç	70 MW
Yıllık üretim kapasitesi	440 milyon kWh
Gaz Türbin Jeneratörü	43 MW
Türbin imalatçısı	General Electric LM 6000 PC, ABD
Jeneratör Gücü	60 MVA Brush
Buhar Türbin Jeneratörü	27 MW
Türbin imalatçısı	Siemens, Almanya
Jeneratör Gücü	30 MVA Siemens , Almanya
Atık Isı Kazanı	54 t/h, 60 bar 440 C SFL, Hollanda
Güç Trafoları	BEST, Balıkesir
Şalt Sistemi	ALSTHOM, Gebze
Saf Su Tesisi	OSMONICS, ABD
Yoğuşturucu Sistemi	GEA, Fransa
<b>Tesis Maliyeti</b>	
Gaz türbin jeneratör tesisi	(1.aşama) 18 milyon USD
Buhar türbin jeneratör tesisi	(2.aşama) 15 milyon Euro
Gaz dönüşüm, güç artırım ve diğer ek yatırımlar	2 milyon USD
Toplam Maliyet	39 milyon USD

Yukarıdaki tabloda örnek bir buhar ve gaz türbin jeneratörlü elektrik üretim santrali maliyeti verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi 70 MW gücünde bir biokütle elektrik üretim santralinin maliyeti yaklaşık 39 milyon dolar civarındadır.

70 MW'lık güç santralinin sadece %5' i türbin dışındaki maliyetleri kapsamaktadır. Bu fiyatlandırmaya göre Konya' da türbin üretimi yapılamayacağı için elektrik üretim amaçlı büyük tesislerin **toplam maliyetinin sadece %5'lik kısmı** Konya Bölgesi'nde imal edilebilecek durumdadır.

#### 4.9. Biokütle Güç Santrallerinde Kullanılan Parçaların NACE Kodları

PARÇA	ALT PARÇALAR (VARSA)	NACE KODU	KOD AÇIKLAMASI
FERMANTASYON TANKI	SAC	42.C.24.1.0.03	Demir ve çelikten sıcak veya soğuk çekilmiş yassı hadde ürünleri imalatı (demir veya çelik alaşımlı levha, şerit, sac, teneke sac, vb. dahil)
	İZOLASYON	87.C.23.9.9.02	Mineral ses/ısı izolasyon malzemelerinin imalatı (cüruf yünleri, taş yünü, madeni yünler, pul ayrılmış vermikulit, genleştirilmiş kil, soğuk tandış plakası, vb. ısı ve ses yalıtım malzemeleri)
ÖĞÜTÜCÜ-POMPA-KARIŞTIRICI	POMPA	49.C.28.1.3.04	İçten yanmalı motorlara monte edilmek üzere tasarlanmış pompaların imalatı (yağ pompaları, yakıt pompaları (benzin, mazot vb. pompaları) ve soğutma pompaları)
	DİŞLİ	49.C.28.15.03	Dişliler/dişli takımları, bilyeli ve makaralı vidalar, şanzımanlar, vites kutuları ve diğer hız değiştiricilerin imalatı (motorlu kara taşıtlarında kullanılan vites kutuları ve diferansiyelleri hariç)
	GÖVDE	42.C.24.1.0.03	Demir ve çelikten sıcak veya soğuk çekilmiş yassı hadde ürünleri imalatı (demir veya çelik alaşımlı levha, şerit, sac, teneke sac, vb. dahil)
GAZ TANKI VE KOMPRESÖR	SAC	42.C.24.1.0.03	Demir ve çelikten sıcak veya soğuk çekilmiş yassı hadde ürünleri imalatı (demir veya çelik alaşımlı levha, şerit, sac, teneke sac, vb. dahil)
	KOMPRESÖR	49.C.28.1.3.01	Hava veya vakum pompaları ile hava veya diğer gaz kompresörlerinin imalatı (el ve ayakla çal. pompalar ile motorlu taşıtlar için olanlar hariç)
BİOGAZ (BUJİ ATEŞLEMELİ) MOTOR	POMPA	49.C.28.1.3.04	İçten yanmalı motorlara monte edilmek üzere tasarlanmış pompaların imalatı (yağ pompaları, yakıt pompaları (benzin, mazot vb. pompaları) ve soğutma pompaları)
	BUJİ	31.C.29.3.1.04	Motorlu taşıtlar için ateşleme kablo takımları ve diğer kablo setleri ile ateşleme bujisi ve manyetosu, dinamo, manyetik volan, distribütör, ateşleme bobini, marş
	YAĞ FİLTRESİ	49.C.28.2.9.18	İçten yanmalı motorlar için yağ filtresi, yakıt filtresi, hava filtresi, gres nipelleri, yağ keçesi vb. imalatı
	MOTOR PARÇALARI	48.C.28.1.1.09	Deniz taşıtlarında, demir yolu taşıtlarında ve sanayide kullanılan kıvılcım ateşlemeli veya sıkıştırma ateşlemeli içten yanmalı motorların ve bunların parçalarının imalatı
JENERATÖR	JENERATÖR	52.C.27.1.1.01	Elektrik motorları, jeneratörleri ve transformatörlerin imalatı (deşarj ampulleri ve tüpleri için balastlar, statik konvertörler, endüktörler, güç kaynakları, redresörler, invertörler, akümülatör şarj ediciler, vb. dahil)
TRAFO ELK.İŞLERİ	ELEKTRİK HATTI	79.F.42.2.2.04	Kısa mesafe (yerel) elektrik ve telekomünikasyon (iletişim) hatlarının inşaatı (anten dahil iletim kuleleri ve trafo istasyonları ve yerel sınırlar içerisinde dağıtım alt istasyonları vb.)

PARÇA	ALT PARÇALAR (VARSA)	NACE KODU	KOD AÇIKLAMASI
	<b>ELEKTRİK KABLOLARI</b>	57.C.27.3.2.03	Diğer elektronik ve elektrik telleri ve kablolarının imalatı (koaksiyel kablo ve diğer koaksiyel elektrik iletkenleri, yalıtılmış bobin telleri, izolasyonlu toprak su altı iletkenler, asetatlı ve silikonlu bakır iletkenler, vb.) (fiberoptik kablo hariç)
GÜBRE KURUTMA ÜNİTESİ	<b>KURUTUCU</b>	48.C.28.9.3.09	Tarımsal ürünler için kurutucuların imalatı (kahve, kuruyemiş vb. için kavurma makine ve cihazları dahil)
	<b>GÖVDE</b>	42.C.24.1.0.03	Demir ve çelikten sıcak veya soğuk çekilmiş yassı hadde ürünleri imalatı (demir veya çelik alaşımlı levha, şerit, sac, teneke sac, vb. dahil)
SIVI GÜBRE TANKI		84.G.46.7.4.06	Metal rezervuar, tank, fiçı ve benzeri tank toptan ticareti, kapasitesi > 300 litre olanlar (merkezi ısıtma amaçlı olanlar ile mekanik veya termal ekipmanlı olanlar)
YANMA ÜNİTESİ		46.C.25.3.0.0.1	Buhar üretim kazanları (buhar jeneratörü), kızgın su kazanları (boyler) ve bunların parçaları ile kazanlar (boylerler) için yardımcı üniteler ve buhar veya diğer buhar güç üniteleri için kondansatör imalatı
TAŞIYICI SİSTEM		50.C.22.2.9.05	Makine, mobilya, kaporta, el aletleri ve benzerlerinin plastikten bağlantı parçaları, plastikten taşıyıcı bantların ve konveyör bantlarının imalatı
GAZ TAŞIMA BORULARI		45.G.46.7.2.09	Demir/çelikten bar ve çubukların, profillerin, levha kazıkların (palplanş), tüp ve boruların toptan ticareti (filmaşın, inşaat demiri, sondaj borusu, petrol, gaz vb. hatlar için borular, vb. ile tel dahil)
OTOMASYON		77.C.26.5.1.03	Sanayide kullanılan işlem kontrol amaçlı teçhizat imalatı
BAĞLANTI ELEMANLARI	<b>PLASTİK BAĞLANTI</b>	50.C.22.2.1.03	Plastikten mamul halde tüp, boru, hortum ve bunların bağlantı elemanlarının imalatı
	<b>ÇELİK MALZEMELİ BAĞLANTILAR</b>	42.C.24.2.2.09	Çelikten yapılmış tüp, boru, içi boş profiller ve ilgili bağlantı parçalarının imalatı
	<b>KABLO BAĞLANTILARI</b>	57.C.22.3.3.03	Kablolamada kullanılan gereçlerin imalatı (fiş, soket, baskılı, düğmeli vb. anahtar, priz, duy, plastikten elektrik boru ve kablo tablaları, makine ve cihazları izole edici plastik bağlantı parçaları, vb.) (elektronik bileşenlerde kullanılanlar hariç)
	<b>DEMİR DÖKÜM MALZEMELİ BAĞLANTILAR</b>	42.C.24.5.1.03	Demir döküm (yarı mamul demir ürünlerin dökümü, gri demir dökümü, küresel grafit demir dökümü, dövülebilir dökme demir ürünleri dökümü, tüpler, borular ve içi boş profiller ile dökme demirden tüp ve borular ile bunların bağlantı parçalarının imalatı)
	<b>ALÜMİNYUM MALZEMELİ BAĞLANTILAR</b>	43.C.24.4.2.21	Alüminyum bar, çubuk ve profil, tüp, boru ve bağlantı parçaları imalatı (alaşımdan olanlar dahil)
YOĞUŞTURUCU İÇİN BORU	<b>DEMİR BORULAR</b>	45.G.46.7.2.09	Demir/çelikten bar ve çubukların, profillerin, levha kazıkların (palplanş), tüp ve boruların

PARÇA	ALT PARÇALAR (VARSA)	NACE KODU	KOD AÇIKLAMASI
DEMETLİ VB ISI DEĞİŞTİRİCİLER			toptan ticareti (filmaşın, inşaat demiri, sondaj borusu, petrol, gaz vb. hatlar için borular, vb. ile tel dahil)
	<b>GÖVDE ELEMANI</b>	<b>42.C.24.1.0.03</b>	Demir ve çelikten sıcak veya soğuk çekilmiş yassı hadde ürünleri imalatı (demir veya çelik alaşımlı levha, şerit, sac, teneke sac, vb. dahil)
SOĞUTMA KULESİ		<b>49.C.28.2.9.20</b>	Maddelerin ısı değişimi yoluyla işlenmesi için makine imalatı (su sirkülasyonu yoluyla doğrudan soğutma için soğutma kuleleri ve benzerlerinin, metallerin buhar biriktirme yoluyla kaplanması için vakum-buhar tesisleri vb.)
SİRKÜLASYON POMPALARI		<b>49C.28.1.3.02</b>	Sıvı pompaları ve sıvı elevatörleri imalatı (yakıt, yağlama, soğutma ve diğer amaçlar için) (deplasmanlı ve santrifüjlü pompalar ile benzinliklerde kullanılan akaryakıt pompaları dahil) (tulumba dahil, içten yanmalı motorlar için olanlar hariç)
İZOLASYON KAPLAMA VE BAĞLANTI PLAKALARI		<b>57.C.27.3.2.03</b>	Diğer elektronik ve elektrik telleri ve kablolarının imalatı (koaksiyel kablo ve diğer koaksiyel elektrik iletkenleri, yalıtılmış bobin telleri, izolasyonlu toprak su altı iletkenler, asetatlı ve silikonlu bakır iletkenler, vb.) (fiberoptik kablo hariç)
ANALİZ ÜNİTESİ		<b>22.M.71.2.0.07</b>	Bileşim ve saflık konularında teknik test ve analiz faaliyetleri (atık, yakıt, metal, mineral ve kimyasallar gibi maddelerin biyolojik ve kimyasal özellikleri ile mikrobiyoloji, biyokimya vb. ilgili alanlarda test ve analiz faaliyetleri)

#### 4.10. Biokütle Enerji Sistemleri Sonuç, Öneriler ve Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar

Çevremizde gördüğümüz şehir atıkları, endüstri atıkları, bitki atıkları, hayvansal atıklar, kağıt türü atıklar ve organik olarak aklımıza gelecek tüm atıklar biokütlenin ham maddesini oluşturmaktadır. Bu atıklar kullanılmadığı sürece çıkardıkları gazlardan dolayı atmosfere büyük zarar vererek sera gazı etkisini artırmaktadır. İşte hem bu gazların zararlı etkisini en aza indirmek hem de elektrik üretmek sıradan bir insanın bile düşüneceği çok mantıklı bir fikirdir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları arasında en fazla ham maddeye sahip olan biokütle, elektrik üretimi için en başta kullanılması gereken bir kaynaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına genel olarak bakıldığında, Türkiye'nin her yerinde ham madde sağlanabilen tek kaynak biokütledir. Çünkü rüzgar, güneş, jeotermal ve hidroelektrik için gerekli kaynağı ve altyapıyı Türkiye'nin her yerinde temin etmek mümkün değildir. Fakat büyük ve orta kapasiteli biokütle

tesislerinin maliyetlerinin çok yüksek olmasından dolayı birden fazla santral kurmak için yüksek yatırımlar yapmak gerekir. Bu durumda santrallerinin kurulması için örneğin Konya bölgesi seçilerek daha önce verilen tablolardan da anlaşıldığı gibi yeterli ham maddeye sahip olmasından dolayı bir santral kurulabilir. Ancak santrallerinin kurulması için öncelikle Ar-ge çalışmaları yapılarak altyapı genişletilmelidir. Bunun yanında know-how hizmetleri alınması için yatırımlar yapılmalıdır. Genel olarak bakıldığında Türkiye' de buhar veya gaz türbin imalatı olmadığı için, tüm sistem parçalarının yerli olduğu bir biokütle tesisinin henüz ülkemizde dolayısıyla Konya' da kurulması mümkün değildir. Kurulacak santralin sistem parçalarının tek bir firma tarafından yapılması da mümkün değildir. Çünkü farklı sistem parçaları farklı firmalar tarafından üretilmektedir. Bunun içinde yapılacak işlerin tek bir merkezden kontrol edilmesi kesinlikle şarttır.

### **Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar**

Türkiye' de biokütleden elektrik üretim oranı %0.41 gibi çok düşük bir değerdedir. Fakat dünyanın elektrik enerjisinin yaklaşık %9.4' ünün biokütleden karşılanması ülkemiz için de bir örnek oluşturmaktadır. Almanya' da bulunan yaklaşık 2200 biokütle tesisine yapılan yatırımlar düşünüldüğünde ülkemizde de artık bu yenilenebilir enerji türünü kullanma zamanı çoktan gelmiş ve hatta geçmiştir. Türkiye, genel olarak tarım, hayvancılık ve sanayi sektöründe yatırımları olan bir ülke olduğu için biokütle kaynakları konusunda fazlasıyla yeterli bir potansiyele sahiptir. Özellikle son yıllarda büyükşehir belediyelerinin çöp atıkları kullanılarak elektrik üreten biokütle tesisleri sayısı artmıştır. İç Anadolu bölgesinde ise biokütle potansiyelinin yaklaşık %40' na sahip olan Konya, biokütle tesislerinin kurulması açısından bu sektöre çok elverişli bir şehirdir. Konya' da son yıllarda biokütle enerjisi konusunda özellikle sanayi firmaları, tarım ve hayvancılıkla uğraşan çiftçiler bilinçlenmeye başlamıştır ve bu konuda yatırımlar yapmayı düşünmektedirler. Fakat tesis kurulması konusunda yeterli tecrübe ve bilgiye sahip değillerdir. Bu yüzden biokütle enerji santralleri veya küçük kapasiteli elektrik elde etme tesisleri için bir altyapı çalışması gerekmektedir. Ayrıca kurulması planlanan santraller veya küçük ölçekli tesislerin maliyetinin yüksek olmasından dolayı bu konuda çalışmak isteyen kişiler tarafından teşvikler beklenmektedir.

Türkiye biokütle materyal üretimi açısından, güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, su kaynakları, iklim koşulları gibi özellikleri uygun olan ülkedir. Modern biokütle teknikleri kapsamında, enerji ormancılığı ve enerji bitkileri tarımından yararlanılması gerekmektedir. Biokütle enerji kapsamında, çöp termik santralleri de yaygınlaştırılmalıdır. Türkiye'de enerji ormancılığı yönünden ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen yerli ağaç türleri arasında, akkavak, titre kava, kızılbaş, kızılçam, meşe, dişbudak, fıstık çamı, karaçam, sedir ve servi ağaçlarını saymak olanaklıdır. Türkiye ortamında yetişecek yabancı kökenli ağaçlar arasında ise okaliptüs, papuluseuramericana, pinuspinaster, acaciacynophilla gibi türleri bulunmaktadır. Burada kava, söğüt gibi oldukça fazla su isteyen ağaçların yanı sıra, oldukça kurak alanlarda yetişebilecek ağaçlara da önem verilmesi gerekmektedir. Türkiye'de enerji ormancılığı için uygun alanın %15'i değerlendirilmiş olup, geri kalan %85 alan uygulama beklemektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı odun, hayvan ve bitki atıklarına dayalı olarak klasik biokütleden enerji üretimi **çizelge 20' de** görüldüğü gibi 2000 yılında 6963 Btep olarak hedeflenirken 2020 yılında bu rakam 7530 Btep olarak planlanmıştır. Modern biokütle enerji üretim hedefi ise yok denecek kadar az olarak belirlenmiştir. 2020 yılında ise modern üretim hedefi 3515 olarak belirlenmiştir. Oysa ticari olmayan klasik biokütle enerji üretiminin giderek azaltılması ve modern biokütle enerji üretimine de başlanarak bu üretimin artırılması gerekir.

**Çizelge 20.** Biokütle Enerji Üretim Hedefleri (Btep)

Yıllar	ETKB' ye göre	Önerilen	Biokütle
	Klasik		Klasik
2000	6963	6963	17
2005	7057	6491	765
2010	7158	5734	1652
2015	7268	4789	2500
2020	7530	3980	3515



Ayrıca çizelge 21' da yenilenebilir enerji kaynaklarının 2020 yılında enerji bütçesinde enerji potansiyel durumu verilmiştir.

**Çizelge 21.** 2020 Yılı Enerji Bütçesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu (Acaroğlu, 2003)

	2020 yılında minimum		2020 yılında maksimum	
	MTEP	Toplamın % si	MTEP	Toplamın % si
Modern biyokütle	234	45	561	42
Güneş	109	20	355	26
Rüzgar	85	15	215	16
Jeotermal	40	7	91	7
Küçük hidrolik	48	9	69	5
Deniz enerjileri	14	4	54	4
Toplam	539	100	1345	100
Genel enerji talebinin % si	3-4		8-12	

#### **Biokütleden elektrik üretim oranını artırmak için;**

- Özellikle bu konuda gerekli potansiyele sahip ilgili firma veya kişilerin bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi,
- Halkında bu konuda eğitilmesi ve mümkünse mevcut atıkların toplanması için kurulan bir santrale ellerinde ki atıkların toplanmasının sağlanması ve gerekirse teşvikler verilmesi,
- Tesis ve santral kurmak için gerekli altyapının oluşturulması,
- Yetkili veya görevli kişilerin bu sektöre yatırım yapmak isteyenlerle fikir alışverişinde bulunması için gerekirse ofis tarzında iş yerlerinin açılması,
- Sistem maliyetinin yüksek olmasından dolayı bu konuda teşviklerin yapılması,
- **Büyük santral veya tesislerin kurulması için işlerin tek bir elden yürütülmesini ve organize edilmesini sağlayacak bir devlet kurumu veya bir firmanın işlerin yönetimini sağlaması gerekmektedir.**

#### **Sonuç ve Net Çıktılar**

- Türkiye 'nin de Uluslararası Enerji Birliği' ne (IEA) üye olarak enerji ormancılığı konusunda bu ülkelerle sıkı bir bilimsel ve ekonomik iş birliğine girerek ülke kaynaklarından en üst düzeyde yararlanması kaçınılmazdır(Saraçoğlu, 2001).

- Biokütle yenilenebilir enerji çeşitleri arasında çok fazla potansiyele sahip olması nedeniyle elektrik elde etmek için en başta kullanılması gereken enerji kaynağıdır.
- Biokütleden enerji elde etme sırasında doğada sera gazı etkisi yaratan gazların zararlı etkisinin azaltılmasından dolayı biokütlenin kullanılması temiz çevre için önemli bir adım olacaktır.
- Biokütlenin yakılarak elektrik elde etmenin yanı sıra, yakıt ve ısınma amaçlı kullanımı da petrol, doğalgaz gibi ithal ettiğimiz ürünlerin kullanımını da azaltacaktır.
- Ayrıca ülkemizin elektriğinin kendi kaynaklarından üretilmiş olması da ekonomiye büyük katkı sağlayacaktır.
- Doğal bir enerji kaynağından temiz enerji elde ederek doğanın dengesinin bozulması engellenecektir.
- Kurulacak tesislerin örnek oluşturması bu sektöre olana ilgiyi artıracaktır.

Genel olarak baktığımızda; Türkiye' de elektrik elde etme amaçlı biokütle kullanımı çok düşüktür. Bununla doğru orantılı olarak Konya' da da biokütle potansiyelinin çok yüksek olmasına rağmen kullanım oranı çok düşük seviyelerdedir.

## REFERANSLAR

- Anonim, 2011a, [http://media.photobucket.com/image/biopact\\_nexterra-biomass-gasificati/biopact3/biopact\\_nexterra-biomass-gasificati.jpg?t=1227198441](http://media.photobucket.com/image/biopact_nexterra-biomass-gasificati/biopact3/biopact_nexterra-biomass-gasificati.jpg?t=1227198441)), ziyaret tarihi: 20.12.2011.
- Anonim,2011b, (<http://cleangreenenergyzone.com/wp-content/uploads/2010/08/biomass-energy-converting-full.jpg>), ziyaret tarihi: 20.12.2011.
- Anonim, 2011c, (<http://www.aesintl.net/technologies/modular-power-generation>), ziyaret tarihi: 20.12.2011.
- Anonim, 2011d, [http://media.photobucket.com/image/biopact\\_carbon-negative-aker/biopact3/biopact\\_carbon-negative-aker.jpg?t=1226416022](http://media.photobucket.com/image/biopact_carbon-negative-aker/biopact3/biopact_carbon-negative-aker.jpg?t=1226416022)), ziyaret tarihi: 20.12.2011.
- Anonim, 2009, <http://www.theautochannel.com/news/2009/10/14/481354.1-lg.jpg>, ziyaret tarihi: 20.12.2011.
- Anonim, 2011e, (<http://www.freepatentsonline.com/7202389-0-large.jpg>), ziyaret tarihi: 22.12.2011.
- Anonim, 2011f, (<http://www.dallenergy.com/Cyclones.63.aspx>), ziyaret tarihi: 23.12.2011.
- Anonim,2011g,([http://www.progecosrl.com/filtribiogas\\_biogasfilters/filtrighiaia\\_b.jpg](http://www.progecosrl.com/filtribiogas_biogasfilters/filtrighiaia_b.jpg)), ziyaret tarihi: 23.12.2011.
- Anonim,2011h,([http://www.progecosrl.com/filtribiogas\\_biogasfilters/filtrighiaia\\_c.jpg](http://www.progecosrl.com/filtribiogas_biogasfilters/filtrighiaia_c.jpg)), ziyaret tarihi: 23.12.2011.
- Anonim, 2011i, ([http://www.progecosrl.com/progeco\\_biogasdrying.php](http://www.progecosrl.com/progeco_biogasdrying.php)).
- Anonim,2011j,([http://www.progecosrl.com/deumidificazionebiogas\\_biogasdrying/deumidificazionebiogas\\_biogasdrying\\_d.jpg](http://www.progecosrl.com/deumidificazionebiogas_biogasdrying/deumidificazionebiogas_biogasdrying_d.jpg)), ziyaret tarihi: 23.12.2011.
- Anonim,2011j,<http://web.ogm.gov.tr/diger/iklim/Sayfalar/BioenerjiveBiok%C3%BCtle.aspx>, ziyaret tarihi: 23.12.2011.
- Anonim, 2011k, (<http://www.ecotec.com.tr/ahsap-pelet->), ziyaret tarihi: 24.12.2011.
- Anonim, 2011l, (<http://www.biosfer.com.tr/uretim-makineleri.html>), ziyaret tarihi: 24.12.2011.
- Anonim, 2011m, (<http://image.made-in-china.com/2f1j00jeWQabpcsvzT/Biomass-Pellet-Mill-SZLH-MX-.jpg>), ziyaret tarihi: 24.12.2011.
- Anonim, 2011n, (<http://www.makepellets.com>), ziyaret tarihi: 24.12.2011.
- Anonim, 2011o, (<http://www.makepellets.com>), ziyaret tarihi: 26.12.2011.
- Anonim, 2011p, ([http://www.alaskapelletmill.com/flat\\_plate\\_pellet\\_mills](http://www.alaskapelletmill.com/flat_plate_pellet_mills)), ziyaret tarihi: 24.12.2011.
- Anonim, 2012b, ([http://www.progecosrl.com/progeco\\_biogasanalysisequipment.php](http://www.progecosrl.com/progeco_biogasanalysisequipment.php)), ziyaret tarihi: 02.01.2012.
- Anonim, 2012c, ([http://www.alibaba.com/productgs/443167298/Biogas\\_storage\\_system.html](http://www.alibaba.com/productgs/443167298/Biogas_storage_system.html)), ziyaret tarihi: 02.01.2012.
- Anonim, 2012d, (<http://www.ajtensile.co.uk/index.php?page=gas-domes>), ziyaret tarihi: 02.01.2012.
- Anonim, 2012e, ([http://www.ikts.fraunhofer.de/en/research\\_fields/](http://www.ikts.fraunhofer.de/en/research_fields/)), ziyaret tarihi: 02.01.2012.
- Anonim, 2012f, (<http://cleangreenenergyzone.com/all-about-biomass-boiler-systems/>), ziyaret tarihi: 03.01.2012.

- Anonim, 2012g, (<http://www.homebuilding.co.uk/feature/biomass-21st-century-fuel>), ziyaret tarihi: 03.01.2012.
- Anonim,2012h, ([http://www.genenergy.com/products\\_and\\_services/products/steam\\_turbines/biomass\\_steam\\_turbines.jsp](http://www.genenergy.com/products_and_services/products/steam_turbines/biomass_steam_turbines.jsp)), ziyaret tarihi: 04.01.2012.
- Anonim, 2012i, ([http://www.marspec.com/steam\\_turbines.html](http://www.marspec.com/steam_turbines.html)), ziyaret tarihi: 05.01.2012.
- Anonim, 2012j, (<http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=14120>), ziyaret tarihi: 05.01.2012.
- Anonim, 2012k, (<http://www.jouleenerji.com/Default.aspx>), ziyaret tarihi: 07.01.2012.
- Anonim, 2012l, (<http://www.udcinc.org/Hydro-Electric%20System.html>), ziyaret tarihi: 07.01.2012.
- Anonim, 2012m, ([http://www.ecostudies.org/people\\_sci\\_findlay\\_submersed.html](http://www.ecostudies.org/people_sci_findlay_submersed.html)), ziyaret tarihi: 09.01.2012.
- Ader, G.,Buck, F.R., 1979, Organic Wastes as an Energy Source, Study for Energy Technology Support Unit, Harwell, UK.
- Alibaş K, Ulusoy Y, Tekin Y, 2010, <http://www20.uludag.edu.tr/~yahyau/biogaz.htm>
- Anonim 2005, The Research Progress of Biomass Pyrolysis Processes <http://www.fao.org/docrep/T4470E/t4470e0a.htm>, 20/07/2005.
- Anonim, 2004a, Orman Genel Müdürlüğü, <http://www.ogm.gov.tr/> [ziyaret tarihi: 05.11.2011].
- Anonim, 2011a, Youth for Habitat Türkiye, Sürdürülebilir Enerji Eğitimi Kitapları, Biokütle Enerjisi, <http://www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BioKutle.pdf> (01.04.2011).
- Anonim, 2011k, [www.kimyamuhendisi.com](http://www.kimyamuhendisi.com) [ziyaret tarihi: 01.01.2011].
- Ateş, F., 2004. Biokütlenin Sabit Yatak Pirolizine Katalizörün Etkisi. V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı: 467-474, 26-28 Mayıs 2004, İstanbul.
- Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H.H., 2004a, Bazı Avrupa Birliği Ülkelerinde Biokütle Politikaları. V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı: 439-448, 26-28 Mayıs 2004, İstanbul.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kacıra, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., 2005, Interim Report Of Exploitation Of Agricultural Residues In Turkey. Life 03 Tcy/ Tr /000061.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kacıra, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., 2004, First Progress Report of Exploitation of Agricultural Residues in Turkey. LIFE 03 TCY/ TR /000061.
- Berrin Bay, 2006, Çeşitli Biokütle Kaynaklarının Termal Davranımının İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Abd, Yüksek Lisans Tezi.
- Boztepe E., Karaca A., 2009, “Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Tarımsal Atıklar”, Türkiye 11. Enerji kongresi ve Sergisi, İzmir.
- ÇOB, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005,“Katı Atık Yakma Tesisleri için Teknolojiler ve Yer Seçimi Yönetmeliği”, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 8, 45-48, 68-67 (2005).
- Demirbaş, A., 2006: Turkey's renewable energy facilities in the near future, Energy Sources, 28, 527-536.
- Demirbaş, A.,2008, Importance of biomass energy sources for Turkey, Energy Policy, 36, 834-842. 128.

- Demirbaş, A., 2001, Biomass Resource Facilities and Biomass Conversion Processing for Fuels and Chemicals, Energy Conversion and Management, 42, 1357-1378.
- Dizman, Ö., 2005, İzmit Entegre Çevre Projesi, İZAYDAS Deponi Seffliği, İzmit, 2, 8-16.
- Anonim, 2010, Biogaz Enerjisi Çalışmaları, EİE, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, [www.eie.gov.tr/biogaz/mikrobioloji.html](http://www.eie.gov.tr/biogaz/mikrobioloji.html), 2004.
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010, "Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı", [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/ETKB\\_2010\\_2014\\_Stratejik\\_Planı.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/ETKB_2010_2014_Stratejik_Planı.pdf), (Ziyaret tarihi: 12 Ekim 2010).
- Geleceğe Yönelik Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
- Görgün T., 2009, 'Yenilenebilir enerji ve teknolojileri kitabı'.
- Greco, J.R., 1977, Energy recovery from municipal wastes, Fuels and Energy from Renewable Resources, Academic Press, New York.
- Hall, D.O., 1997, Biomass Energy in Industrialized Countries-A View of the Future, Forest Ecology and Management, 91, 17-45.
- İllez B., 2004, 'Güneş enerjisi destekli sürekli beslemeli tip biogaz üreticinin oluşturulması' Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, Güneş Enerjisi A.B.D.
- Karaca, C., 2009, Çukurova Bölgesindeki Tarıma Dayalı Sanayi Atıklarının Enerjiye Dönüşüm Olanaklarının İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Tezi Adana.
- Karayılmazlar S., Saraçoğlu N., Çabuk Y., Kurt R., 2011, Biokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 19, 63-75.
- Kaytaz, V. Günhan Yenilenebilir Enerji Konferansı, Adana Subat 2010 ( Kaynak: Enerji Bakanlığı).
- Klass, D.L., 1998. Biomass for Renewable Energy, Fuels and Chemicals, Academic Press, London.
- Köse F., 2002, Yenilenebilir Enerji Kaynakları (Ve Sistemleri) Kitabı, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Ders Notları Yayın no:51.
- Olgun H., Tırıs M., 2001, "Atıkların Enerji Dönüşüm Sistemlerinde Kullanılması", Teknoloji Günleri Alternatif Enerji Sistemleri Sempozyumu, İstanbul.
- Öner M.A., 2005, Ankara İlindeki Eysel Ve İşyeri Atıklarının Enerjiye Dönüştürülmesi Ve Bertaraf Edilmesi Yönündeki Stratejilerin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Özcan M., ÖZTÜRK S., YILDIRIM M., 2011, "Türkiye nin farklı kaynak tiplerine göre biogaz potansiyellerinin belirlenmesi", , IV. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli, 243-247.
- Öztürk, H.H. and Bascetincelik, A., 2006, Energy exploitation of agricultural biomass potential in Turkey, Energy Exploration & Exploitation, 24, 313-330.
- Pehlivan, E., 2010, Biogaz ve Biogaz Uygulamaları Ders Notları.
- Perlack, R.D., Wright, L.L., Huston, M.A., Schramm, W.E., 1995, Biomass Fuel From Woody Crops For Electric Power Generation, ORNL-6871, L. Martin Energy Systems, Inc., September 21, Oak Ridge, Tennessee).
- Robertson, A.M., 1977, Farm Wastes Handbook Scottish farm Buildings, Investigation Unit.

- Russel, E.W.,1977, The role of organicmatter in soilfertility, Agricultural Efficiency, TheRoyalSociety, London.
- Saraçoğlu, N., 2005, Yenilenebilir Çevre Dostu Enerji Kaynağı: Enerji Ormanlığı, <http://dergi.emo.org.tr/altindex.php>,
- Saraçoğlu, N., 2005, Yenilenebilir Çevre Dostu Enerji Kaynağı: Enerji Ormanlığı, <http://dergi.emo.org.tr/altindex.php>, 10/08/2005.
- Saraçoğlu, N., 2010. Küresel Dklim Değişimi, Bioenerji ve Enerji Ormanlığı. Efil Yayınevi, 300 S., Ankara.
- Steward, D.J.,1978, Energy Biogas; Productionfrom Crops at Interway Energy Farm, New ZealandMinistry of Agriculture and Fishers.
- Szego, G.C.,Kemp, G.C., 1973, Energy forests and fuel plantations, Chemtech, May, 275, American Chemical Society.
- Taner F, Halisdemir B, Pehlivan E, Ardiç İ, 2003, Türkiye’de Biokütle Potansiyeli Ve Enerjisi, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi.
- Topal, H., Atımtay, A.T., Durmaz, A. (2003) Olive cake combustion in a circulating fluidzed bed. Future 82 (2003) pp. 1049-1506.
- Turan A,Z, 2009, Linyit Biokütle Karışımlarının Oksijen Ortamında Yakılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği ABD Yüksek lisans Tezi.
- Tüplek A, 2011, Odun Talaşı Ve Tozundan PeletBiyoyakıt Üretilmesi Ve Yanma Analizi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Türe, S., 2001, Biokütle Enerjisi, Tübitak Matbaası, Ankara.
- Türkoğlu, M, 2010, Gıda Sanayii Biokütle Atıklarının Enerji Potansiyeli ve Geri Kazanımı, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ültanır Ö., 1998, “ 21. Yüzyıla Girerken Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi”, TÜSİAD-T/98-12/239, s. 142-146, İstanbul.
- Ültanır, M.Ö.,1996, Türkiye’nin Biokütle Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır?, Bilim ve Teknik, 342.
- Van Loo, S., Koppejan, J. 2008, TheHandbook of BiomassCombustionand Co-firing. ISBN: 978-1-84407-249-1. Earthscan, London,UK.
- Wald Matthew L., 2007, “Is Ethanol for The Long Haul”, Scientific American, s. 42-49.
- Yelmen B., Öztekin S., Üstüner M., 2010, “Türkiye’nin Biokütle potansiyeli ve enerji üretimi”, 2. Atık Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul, 04-05 Kasım,(2010).
- Yıldız , M., 2006, Dünya’da ve Türkiye’de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynakları

## EK-1

# YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ BELGELENDİRİLMESİ VE DESTEKLENMESİNE İLİŞKİN YÖNETMELİK BİRİNCİ BÖLÜM

## Genel Esaslar ve Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesine İlişkin Hükümler

### Amaç ve kapsam

**MADDE 1 –** (1) Bu Yönetmelik; üretim lisansı sahibi tüzel kişilere yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi verilmesi ile 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun kapsamında işletilecek YEK Destekleme Mekanizmasının kuruluşu ve işleyişini düzenlemek amacıyla kamu tüzel kişilerinin görev ve yetkileri ile ilgili gerçek ve tüzel kişilerin hak ve sorumluluklarına ilişkin usul ve esasları kapsar.

### Dayanak

**MADDE 2 –** (1) Bu Yönetmelik, 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun 5, 6, 6/A, 6/B ve 11 inci maddeleri ile 20/2/2001 tarihli ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun 5 inci maddesi hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

### Tanımlar

**MADDE 3 –** (1) Bu Yönetmelikte geçen;

a) **Biokütle:** Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dâhil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları,

b) Bu Yönetmelik kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları: Rüzgâr, güneş, jeotermal, **biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil)**, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı onbeş kilometrekarenin altında olan veya pompaj depolamalı hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını,

c) **Çöp gazı:** Çöp dâhil diğer atıklardan enerji elde edilmesi amacıyla üretilen gazı,

ç) DUY: 14/4/2009 tarihli ve 27200 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliğini,

d) Fatura dönemi: DUY ile belirlenen fatura dönemini,

- e) Gün öncesi fiyatı: Gün öncesi planlama kapsamında belirlenen sistem marjinal fiyatlarını ya da gün öncesi piyasasında belirlenen nihai piyasa takas fiyatlarını,
- f) Hibrit tesis: Birisi bu Yönetmelik kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından olmak üzere iki veya daha fazla enerji kaynağını kullanarak elektrik enerjisi üreten tesisi,
- g) İlgili mevzuat: Elektrik piyasasına ilişkin kanun, yönetmelik, tebliğ, genelge, Kurul kararları ile ilgili tüzel kişilerin sahip olduğu lisans veya lisansları,
- ğ) Jeotermal kaynak: Yerkabuğundaki doğal ısı nedeniyle sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan, erimiş madde ve gaz içerebilen doğal su, buhar ve gazlar ile kızgın kuru kayalardan elde edilen su, buhar ve gazları,
- h) Kanun: 20/2/2001 tarihli ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununu,
- ı) Kesinleşmiş gün öncesi üretim/tüketim programı (KGÜP): Bir uzlaştırmaya esas veri-çekiş biriminin bağlı olduğu dengeden sorumlu tarafın yükümlülüklerine ve gün öncesi dengeleme sonucuna bağlı olarak bir sonraki güne ilişkin gerçekleştirilmeyi öngördüğü ve sistem işletmecisine dengeleme güç piyasasının başlangıcında bildirdiği üretim ya da tüketim değerlerini,
- i) Kurum: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunu,
- j) LÜY: Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliği,
- k) Muafiyetli üretim miktarı: Her bir perakende satış lisansı sahibi dağıtım şirketinin kendi bölgesinde, LÜY kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kuran gerçek veya tüzel kişilerin üretim tesislerinde ilgili Yönetmelik hükümlerine uygun olarak üretilen sisteme verdikleri ihtiyaç fazlası elektrik enerjisi miktarını,
- l) Milli Yük Tevzi Merkezi (MYTM): TEİAŞ bünyesinde yer alan ve elektrik enerjisi arz ve talebinin gerçek zamanlı olarak dengelenmesinden ve sistem işletiminden sorumlu merkezi,
- m) Ödeme yükümlülüğü oranı (ÖYO): Tüketicilere elektrik enerjisi satışı yapan tedarikçilerin ödemekle yükümlü olacağı tutarın hesaplanmasında kullanılacak olan, her bir tedarikçinin tüketicilerine sattığı elektrik enerjisi miktarının, bu tedarikçilerin tamamının tüketicilere sattığı toplam elektrik enerjisi miktarına bölünmesi suretiyle hesaplanan oranı,



- n) Ödeme yükümlülüğü tutarı (ÖYT): Her bir tedarikçi için ödeme yükümlülüğü oranı (ÖYO) dikkate alınarak PMUM tarafından tahsil edilecek tutarı,
- o) Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM): TEİAŞ bünyesinde yer alan, görev ve sorumlulukları Kanun'da ve ilgili mevzuatta belirlenen ve gün öncesi planlama/gün öncesi piyasası ve uzlaştırma iş ve işlemlerini yapmakla görevli ve yetkili birimi,
- ö) Piyasa yönetim sistemi (PYS): Dengeleme mekanizması ve uzlaştırmaya ilişkin işlemlerin yürütülmesi amacıyla, Piyasa İşletmecisi, sistem işletmecisi, piyasa katılımcıları ve sayaçların okunmasından sorumlu iletim ve dağıtım lisansı sahibi tüzel kişilerin kullanımına sunulan ve küçük istemci yapısında çalışan uygulamaları,
- p) Sistem marjinal fiyatı (SMF): Dengeleme güç piyasası kapsamında, dengeleme amacıyla iletim sistemi kısıtları dikkate alınmaksızın; sistemin enerji açığını gidermek için yük aldırılan dengeleme birimlerine uygulanan, kabul edilen en yüksek saatlik yük alma teklif fiyatını veya sistemin enerji fazlasını gidermek için yük attırılan dengeleme birimlerine uygulanan, kabul edilen en düşük saatlik yük atma teklif fiyatını,
- r) Tedarikçi: Elektrik piyasasında serbest ve/veya serbest olmayan tüketicilere elektrik enerjisi satışı yapan üretim şirketleri, OSB üretim lisansı sahipleri, otoprodüktörler, otoprodüktör grupları, toptan satış şirketleri ve perakende satış lisansına sahip şirketleri,
- s) Uzlaştırmaya esas veriş-çekiş birimi (UEVÇB): Her bir piyasa katılımcısına ilişkin uzlaştırma hesaplamalarının yapılabilmesi amacıyla, piyasa katılımcıları tarafından tanımlanarak PYS aracılığıyla kaydı yapılan aktif elektrik enerjisi üreten ya da tüketen birimleri,
- ş) YEK Destekleme Mekanizması (YEKDEM): Bu Yönetmelik kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim faaliyeti gösteren üretim lisansı sahibi tüzel kişilerin bizzat ve LÜY kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim yapan kişilerin bölgelerinde buldukları perakende satış lisansı sahibi dağıtım şirketleri aracılığıyla faydalanabileceği fiyatlar, süreler ve bunlara yapılacak ödemelere ilişkin usul ve esasları içeren destekleme mekanizmasını,
- t) YEK Kanunu: 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu,
- u) YEK toplam bedeli (YEKTOB): YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olan tüzel kişilerin her biri tarafından iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi miktarı ile nihai YEK listesindeki fiyatların çarpılması suretiyle, enerjinin sisteme

verildiği tarihteki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası döviz alış kuru üzerinden Türk Lirası olarak hesaplanan bedellerin toplamını,

ü) YEKBED: YEK Bedelini,

v) YEKDEM katılımcısı: YEKDEM'e tabi olan her bir lisanslı üretim tesisi veya perakende satış lisansı sahibi dağıtım şirketlerini,

y) Yenilenebilir enerji kaynak belgesi (YEKBEL): Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin ulusal piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye Kurum tarafından verilen belgeyi,

z) Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK): Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını, ifade eder.

(2) Bu Yönetmelikte geçmekle birlikte tanımlanmamış diğer terim ve kavramlar ilgili mevzuattaki anlam ve kapsama sahiptir.

## YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ AMAÇLI KULLANIMINA İLİŞKİN KANUNDA DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR KANUN

**Kanun No. 6094**

**Kabul Tarihi: 29/12/2010**

**MADDE 1-** 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun 3 üncü maddesinin birinci fıkrasının (8), (9) ve (11) numaralı bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiş, birinci fıkraya aşağıdaki bentler ve maddeye aşağıdaki fıkra eklenmiştir.

“8.Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK): Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, **biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil)**, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını,

9.**Biokütle:** Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dâhil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları,”

“11.Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları: Rüzgâr, güneş, jeotermal, **biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil)**, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı onbeş kilometrekarenin altında

olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını,”

“13.Çöp gazı: Çöp dâhil diğer atıklardan enerji elde edilmesi amacıyla üretilen gazı,

14.YEK Destekleme Mekanizması: Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim faaliyeti gösterenlerin faydalanabileceği fiyat, süreler ve bunlara yapılacak ödemelere ilişkin usul ve esasları içeren destekleme mekanizmasını,

15.PMUM: Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezini,

16.YEK toplam bedeli: YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olanların her biri tarafından iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi miktarı ile YEK listesindeki fiyatların çarpılması suretiyle, enerjinin sisteme verildiği tarihteki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası döviz alış kuru üzerinden Türk Lirası olarak hesaplanan bedellerin toplamını,

17.Ödeme yükümlülüğü oranı: Tüketicilere elektrik enerjisi satışı yapan tedarikçilerin ödemekle yükümlü olacağı tutarın hesaplanmasında kullanılacak olan, her bir tedarikçinin tüketicilerine sattığı elektrik enerjisi miktarının, bu tedarikçilerin tamamının tüketicilere sattığı toplam elektrik enerjisi miktarına bölünmesi suretiyle hesaplanan oranı,”

“Bu Kanunda geçmekle birlikte tanımlanmamış diğer terim ve kavramlar, 20/2/2001 tarihli ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunundaki anlama sahiptir.”

**MADDE 2-** 5346 sayılı Kanunun 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının ikinci cümlesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“Elektrik enerjisi üretimine yönelik yenilenebilir kaynak alanlarının ilgili kurum ve kuruluşların görüşü alınarak belirlenmesi, derecelendirilmesi, korunması ve kullanılmasına ilişkin usul ve esaslar yönetmelikle düzenlenir. Belirlenen yenilenebilir kaynak alanları imar planlarına resen işlenmek üzere Bakanlık tarafından ilgili mercilere bildirilir.”

**MADDE 3-** 5346 sayılı Kanunun 6'ncı maddesi başlığı ile birlikte aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“YEK Destekleme Mekanizması

**MADDE 6-** Bu Kanunun yürürlüğe girdiği 18/5/2005 tarihinden 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, bu Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, on yıl süre ile

uygulanır. Ancak, arz güvenliği başta olmak üzere diğer gelişmeler doğrultusunda 31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgesi üretim tesisleri için bu Kanuna göre uygulanacak miktar, fiyat ve süreler ile kaynaklar Cetveldeki fiyatları geçmemek üzere, Bakanlar Kurulu tarafından belirlenir.

YEK Destekleme Mekanizmasına bir sonraki takvim yılında tabi olmak isteyenler YEK Belgesi almak ve 31 Ekim tarihine kadar EPDK' ya başvurmak zorundadır.

YEK Destekleme Mekanizmasında öngörülen süreler; tesislerden işletmedekiler için işletmeye girdiği tarihten, henüz işletmeye girmemiş olanlar için işletmeye girecekleri tarihten itibaren başlar. YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olanlar, uygulamaya dâhil oldukları yıl içerisinde uygulamanın dışına çıkamaz.

YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olanların listesi ile bunlara ait tesislerin işletmeye giriş tarihlerine, yıllık elektrik enerjisi üretim kapasitelerine ve yıllık üretim programına ilişkin bilgiler, kaynak türlerine göre her yıl 30 Kasım tarihine kadar EPDK tarafından yayımlanır.

Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesislerindeki aksamın sağlanması gereken standartlar ve denetimlerde uygulanacak test yöntemleri ile birlikte, bu tesislerde ve hibrit üretim tesislerinde üretilen elektrik enerjisi içerisindeki güneş enerjisine dayalı üretim miktarlarının denetimine ilişkin usul ve esaslar EPDK' nın görüşü alınarak Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle belirlenir.

PMUM, her fatura dönemi için YEK toplam bedelini ilan eder ve her bir tedarikçinin ödeme yükümlülüğü oranını belirler. Ödeme yükümlülüğü oranının belirlenmesi sırasında, bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilerek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olmaksızın serbest piyasada satışı yapılan elektrik enerjisi miktarı bu Kanun kapsamındaki hesaplamalara dâhil edilmez. Tüketicilere elektrik enerjisi sağlayan her bir tedarikçinin ödemekle yükümlü olduğu tutar belirlenerek ilgili tedarikçiye fatura edilir ve yapılan tahsilat YEK Destekleme Mekanizmasına tabi tüzel kişilere payları oranında ödenir. Bu fıkra kapsamındaki PMUM dâhil uygulamalara ilişkin usul ve esaslar, EPDK tarafından çıkarılacak yönetmelikte düzenlenir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerin lisanslarına derç edilecek yıllık üretim miktarı, bu tesislerin kaynağına göre mevcut kurulu gücü ile

üretebileceği yıllık azami üretim miktarıdır. Bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihte mevcut olan lisanslar da ilgililerin müracaatı ile üç ay içinde bu doğrultuda tadil edilir.

Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten ve bu madde hükmüne tabi olmak istemeyen tüzel kişiler, lisansları kapsamında serbest piyasada satış yapabilirler.”

<b>I Sayılı Cetvel</b>	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
<b>d. Biokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)</b>	<b>13,3</b>
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

<b>E- Biokütle enerjisine dayalı üretim tesisi</b>	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4