



# Biyokütle Enerjisi





## Biyokütle Enerjisi Nedir?



- Biyokütle biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütesidir.
- Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddelere biyokütle enerji kaynağı, bunlardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi denmektedir.
- Örneğin,odun,tarımsal atıklar(saman,mısır koçanları,Pamuk atıkları vb.) şehir kanalizasyon atıkları,endüstriyel organik atıklar(şeker sanayisinden küspe vb.) biyokütle enerji kaynakları arasında yer alır.





## Biyokütle Enerjisi



- Geleneksel olarak biyokütle, ateşin bulunuşundan günümüze bilinen ve kullanılan bir enerji kaynağı olmakla birlikte modern anlamda biyokütlenin kullanımı çok yakın bir süreçte olmakla birlikte uygulamada yaygın olarak biyogaz, biyoetanol, biyodizel olarak karşımıza çıkar.
- Biyokütle enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında büyük bir potansiyele sahip olup doğada her yıl **150 milyar ton** biyokütle üretilmekte ve bunun ancak **%10'u** ticari olarak kullanılmaktadır.





## Başlıca Biyokütle Kaynakları



- Odun
- Bitkiler
- Yağlı Tohumlar
- Karbonhidratlar(patates, buğday, pancar, mısır)
- Elyaf Bitkileri(keten, kenevir sorgun vb.)
- Bitkisel Atıklar (dal saman, kök, kabuk vb.)
- Hayvansal Atıklar
- Şehirselsel ve Endüstriyel Atıklar





## Avantajları



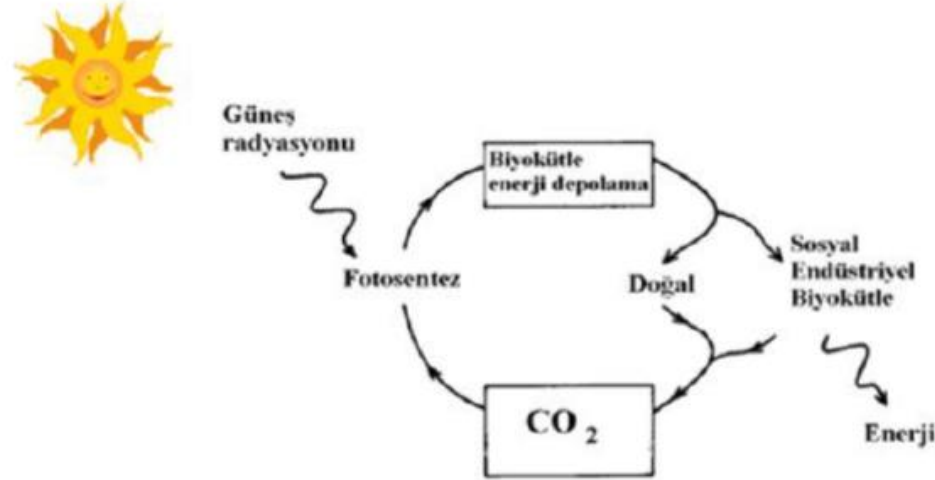
- Sera gazı emisyonlarını azaltır,kırsal kesmin ekonomisine katkıda bulunur.
- Biyokütle enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde büyük bir potansiyele sahip olup güneş ve rüzgar gibi kesikli değil sürekli enerji sağlayabilen bir kaynaktır.
- Depolanabilir olması önemli bir avantajdır.



## Dünyada Biyokütle Enerjisinin Üretimi



- Bugün kırsal alanlarda yaşamakta olan 2.5 milyar insan enerji ihtiyacının çoğunluğunu modern teknikler kullanmaksızın biyokütleden karşılamaktadır.
- Enerji talebinin:Finlandiya'da %22'si,İsveçte %18'i ve Avusturya'da %14 ü biyokütleden karşılanmaktadır.



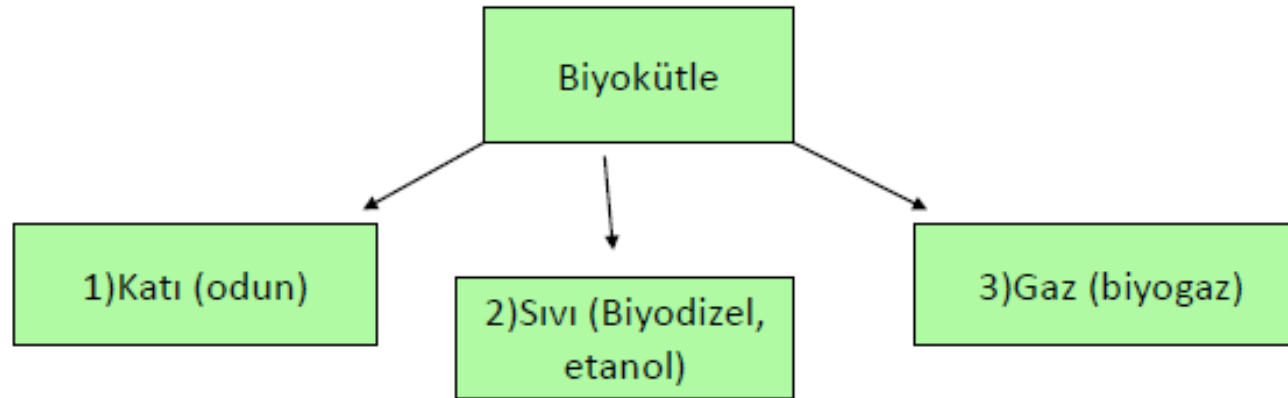
Şekil 2 : Güneş ışınlarının enerjiye dönüşümü



## Biyokütle Enerjisi

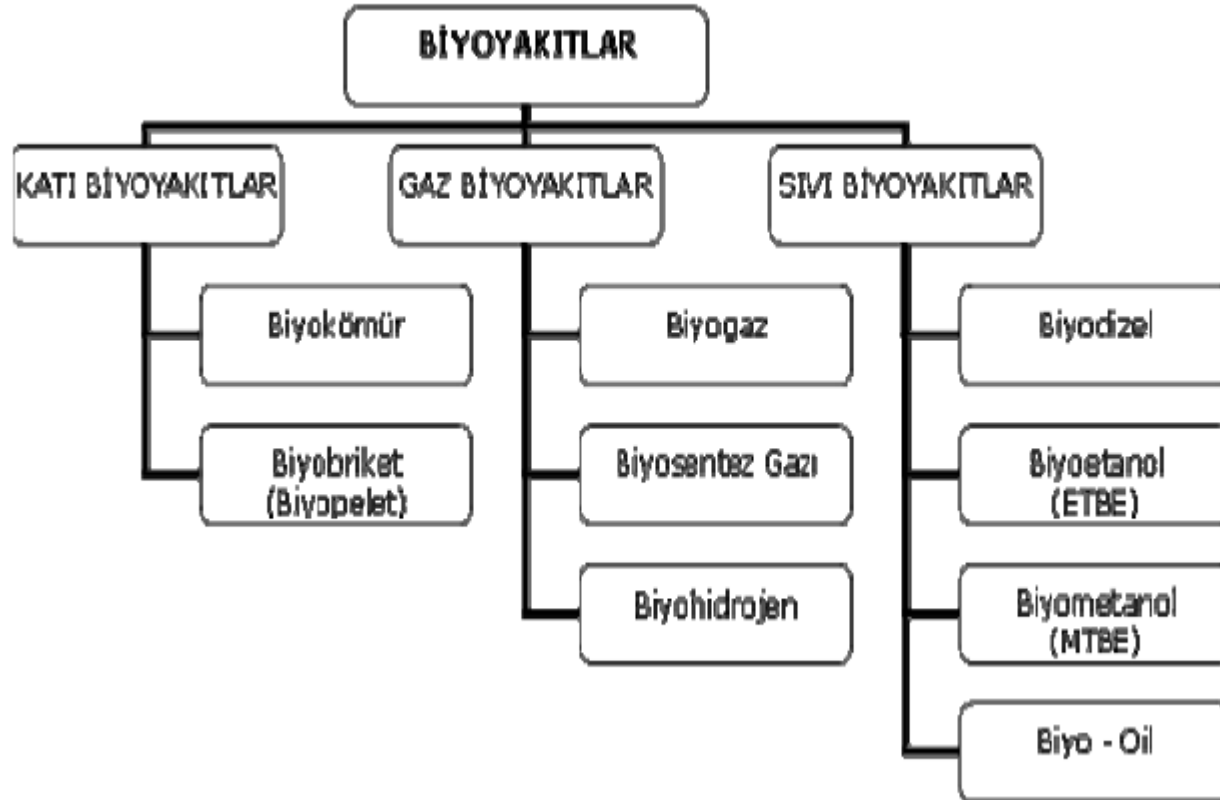


- Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle ,genelde güneş enerjisinin fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır.
- Biyokütle ısınmak,yakıt üretmek ve elektrik üretmek için kullanılabilir ve 3 türlü üretimi gerçekleşir(katı ,sıvı,gaz) halinde.





# Biyokütleden Elde Edilen Ürünler







## Biyodizel



- Hammaddesi yağlı tohum bitkileri (ayçiçeği,soya,aspir vb) ve hayvansal yağlar olan biyodizel:**dizele eşdeğer**,yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.
- Kimyasal yapısı itibariyle petrol kökenli dizele benzemesede fonksiyonları itibariyle eşdeğer kalitede bir yakıttır.Her oranda petrol kökenli dizel ile karıştırılarak kullanılabilir.





## Biyodizel üretiminde Bitki Yağ Oranları



### Yağlı Tohum Bitkileri ve Yağ Oranları

- **Bitki Yağ Oranı (%)**
- Kanola 38 – 40
- Ayçiçeği 40 – 50
- Soya 13 – 25
- Aspir 30 – 45

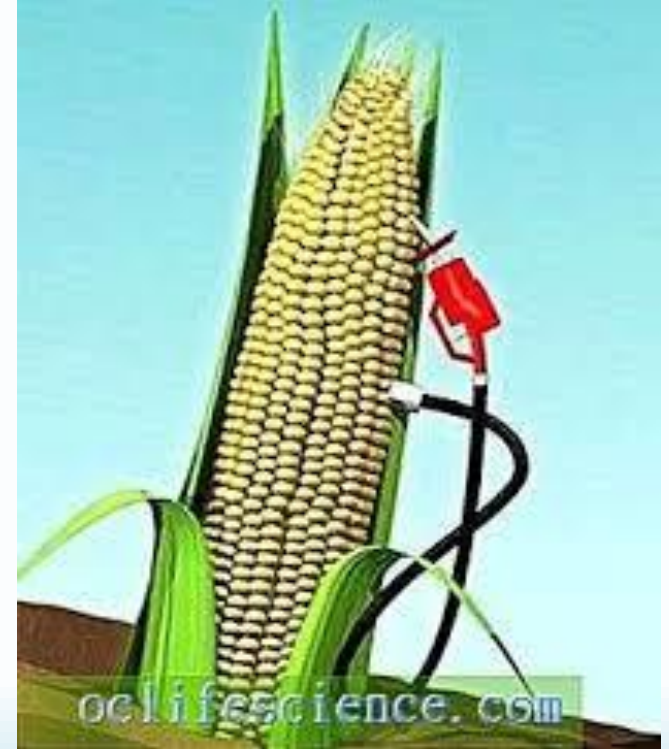




## Biyoetanol



- Biyoetanol,şeker ve nişastalı tarım ürünlerinden elde edilen **oktan sayısı yüksek**,benzin ve motorinle kullanımı benzine göre daha az karıştırılarak kullanılan aletrnatif bir yakıt türüdür.
- Biyoetanolun yanması sonucu açığa çıkan karbonmonoksit miktarı fosil yakıtlara göre daha azdır.





## Etanolun Üretildiği Bitkiler



- Şeker Pancarı
- Mısır
- Buğday
- Şeker Kamışı
- Tatlı Sorgum
- Patates
- Odunsular
- Tarımsal Atıklar
- Selüloz İçerikli  
belediye atıkları

### ÇEŞİTLİ TARIMSAL KAYNAKLARDAN ETANOL VERİMİ

	Ton/hektar	Şeker(%)	Etanol(lt/ton)	Üretim(lt/ha)
Şeker kamışı	50-100	13	60-80	3500-7000
Şeker pancarı	40-50	16	90-100	3800-4800
Mısır	4-8	60	360-400	1500-3000
Buğday	2-9	62	370-420	740-3800
Sorgum	4-15	70	330-370	1480-6300
Keçi boynuzu	8-10	45	150	1380

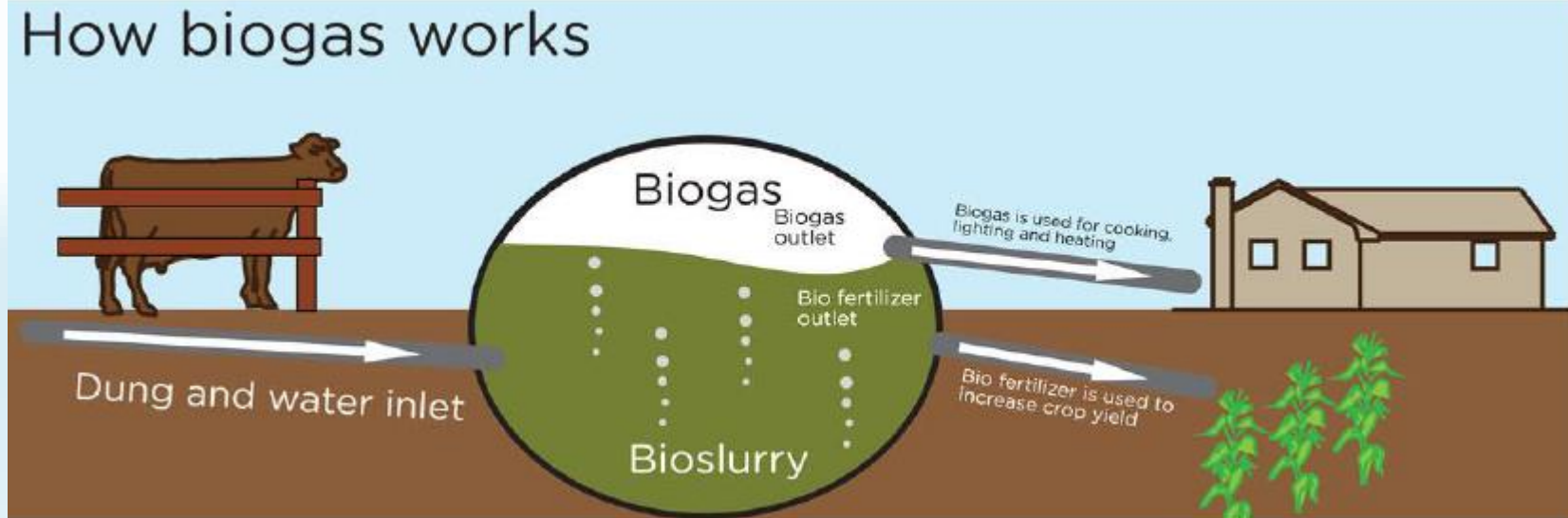




## Biyogaz



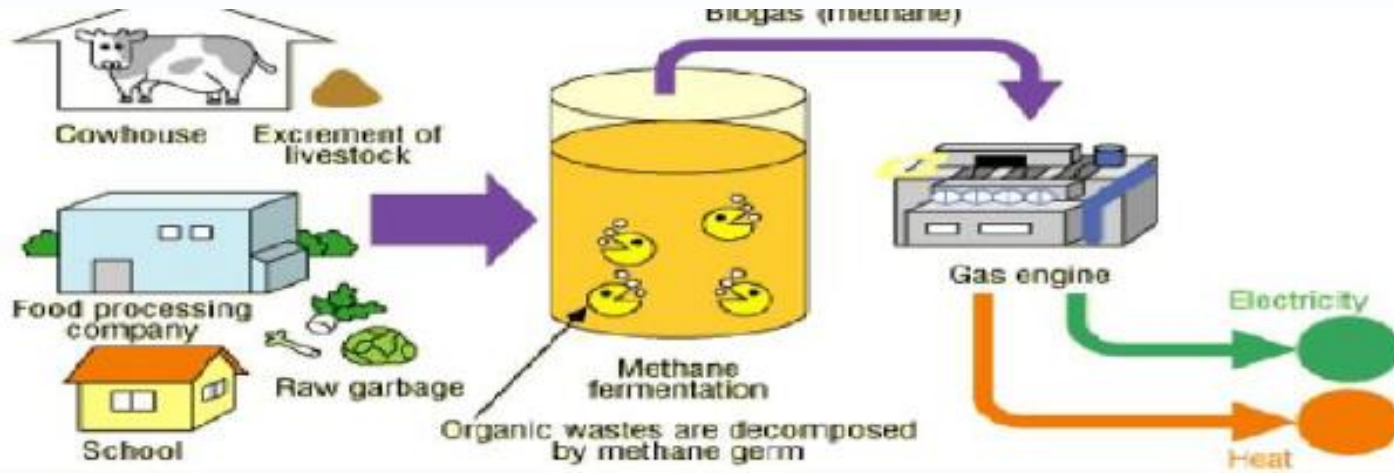
Biyogaz organik maddelerin oksijensiz(anaerobik) ortamda farklı organizmalar yardımıyla parçalanması sonucu açığa çıkan yanıcı bir gaz karışımıdır. Bu karışım üretilen hammaddeye bağlı olarak bileşimde %50-%70 metan, %30-%40 karbondioksit, %5-10 hidrojen, %1-2 azot, %0,3 su buharı ve eser miktarda hidrojen sülfür içerir.







## Biyogaz Tesisi Şeması



Bir depo atıklarla hava almayacak şekilde dolduruluyor oluşan gaz boru donanımı yardımıyla **elektrik ve ısı** olarak kullanım için taşınıyor.



## Biyodizel



Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağların veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir.

Biyodizel petrol içermez; fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir.

Biyodizel, dizel ile karışım oranları bazında aşağıdaki gibi adlandırılmaktadır:

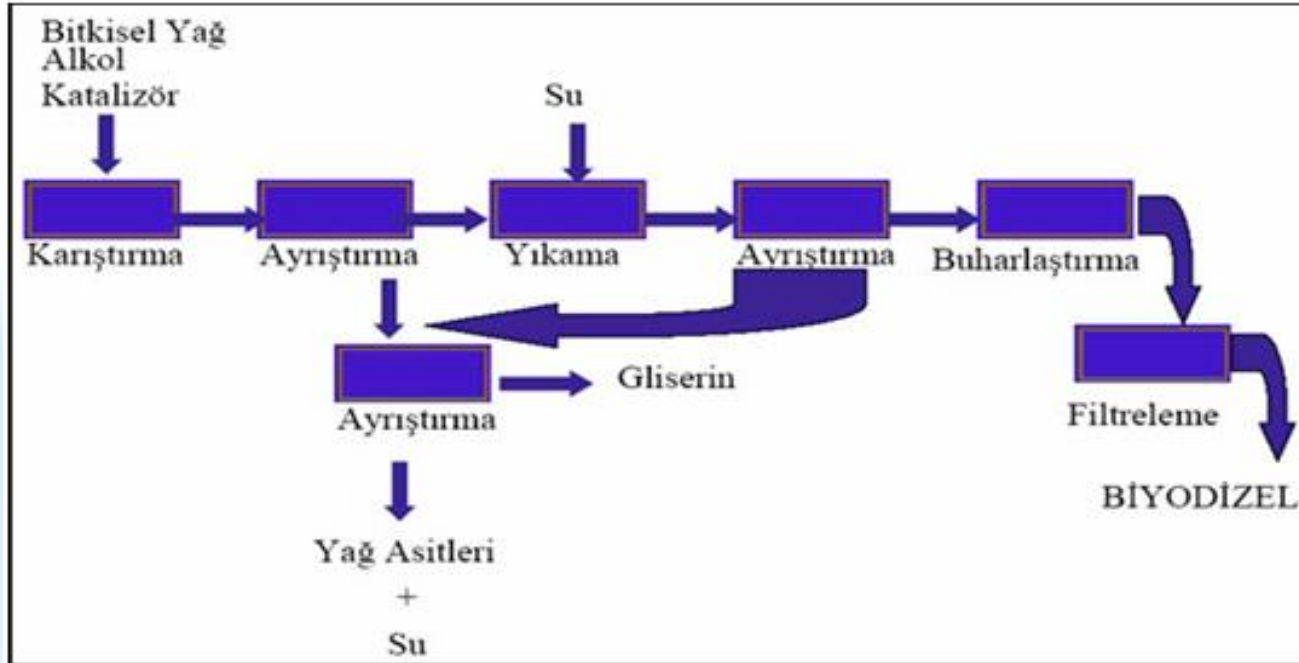
- B5 = %5 Biyodizel + %95 Dizel
- B20 = %20 Biyodizel + %80 Dizel
- B50 = %50 Biyodizel + %50 Dizel
- B100 = %100 Biyodizel



## Biyodizel Üretim Yöntemi



Biyodizel üretiminin çeşitli metodları olmakla birlikte, günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem transesterifikasyon (alkoliz) yöntemidir. Transesterifikasyon reaksiyonunda hammadde olarak kullanılacak yağ, monohidrik bir alkolle (etanol, metanol), katalizör (asidik, bazik katalizörler ile enzimler) varlığında ana ürün olarak yağ asidi esterleri ve gliserin vererek esterleşir. Ayrıca esterleşme reaksiyonunda yan ürün olarak mono ve di-gliseridler, reaktan fazlası ve serbest yağ asitleri oluşur.



Biyodizel Üretim Aşamaları



## Biyodizelin Avantajları



- Biyodizel, dizel yakıt kullanan motorlarda herhangi bir teknik değişiklik yapılmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir. 1996 yılı öncesinde üretilen bazı araçlarda kullanılan doğal kauçuk malzemesi biyodizel ile uyumlu kullanılamamıştır. Çünkü biyodizel, doğal kauçuktan yapılan hortum ve contaları tahrip etmiştir. Ancak, bu problemler B20 (%20 biyodizel - %80 dizel) ve daha düşük oranlı biyodizel/dizel karışımlarında görülmez.
- Biyodizel çözücü özelliği nedeniyle dizel yakıtın depolanmasından kaynaklanan yakıt deposu duvarlarındaki ve borulardaki kalıntıları-tortuları çözdüğü için filtrelerin tıkanmamasına yönelik önlemler alınmalıdır. Ayrıca yakıt istasyonları ve araç tamirhanelerinde herhangi bir değişikliğe gerek yoktur.





## Biyodizelin Avantajları



- Biyodizelin alevlenme noktası, dizelden daha yüksektir ( $>110$  °C). Bu özellik biyodizelin kullanım, taşınım ve depolanmasında daha güvenli bir yakıt olmasını sağlar.
- Biyodizel petrol kaynaklı dizel ile her oranda tam olarak karıştırılabilmektedir. Bu özellik petrol kaynaklı dizelin kalitesini yükseltir. Örneğin yanma sonucu oluşan çevreye zararlı gazların emisyon değerlerini düşürür, motordaki yağlanma derecesini artırır ve motor gücünü azaltan birikintileri çözer.
- Biyodizelin setan sayısı, dizelin setan sayısından daha yüksek olduğu için motor daha az vuruntulu çalışmaktadır.







# Ülkemizdeki Bitkisel Kökenli Biyokütlelerin Enerji Değerleri



Türkiye'nin biyokütle enerji kaynağı olabilecek tarla bitkileri üretimleri, atıkları ve toplam ısıl değerleri

Tarla bitkileri	Atıklar	Üretim (bin ton)	Alan (bin ton)	Kullanılabilir atıklar (bin ton)	Toplam ısıl değeri (bin ton)
Buğday	Saman	22439	9266	3515	62920
Mısır	Sap	2952	565	2979	55109
	Saman	0	0	1143	19889
Arpa	Saman	7922	3550	1259	22036
Çavdar	Saman	253	146	54	940
Yulaf	Saman	323	146	48	840
Darı	Sap	7	4	0	0
	Sap	332	67	126	2100
Çeltik	Kavuz	0	0	62	807
	Sap	181	223	246	3965
Pamuk	Sap	2475	688	1533	27894
	Çırçır atığı	0	0	594	9296
Ayçiçeği		809	546	1368	19426
Yerfıstığı	Saman	72	25	0	0
	Kabuk	0	0	23	475
Soya	Saman	46	15	13	259
<b>Toplam</b>	-	<b>37841</b>	<b>15241</b>	<b>12963</b>	<b>225956</b>

Tablo 1 : Ülkemizin biyokütle enerji kaynağı olabilecek bitkisel potansiyeli



## Biyokütle Enerjisi Dönüşüm İşlemleri



**Yakma;** Yanabilir atıkların inert bir kalıntıya (kül,cüruf) dönüştürülmesi prosesidir ve enerji geri kazanımı sağlanır.

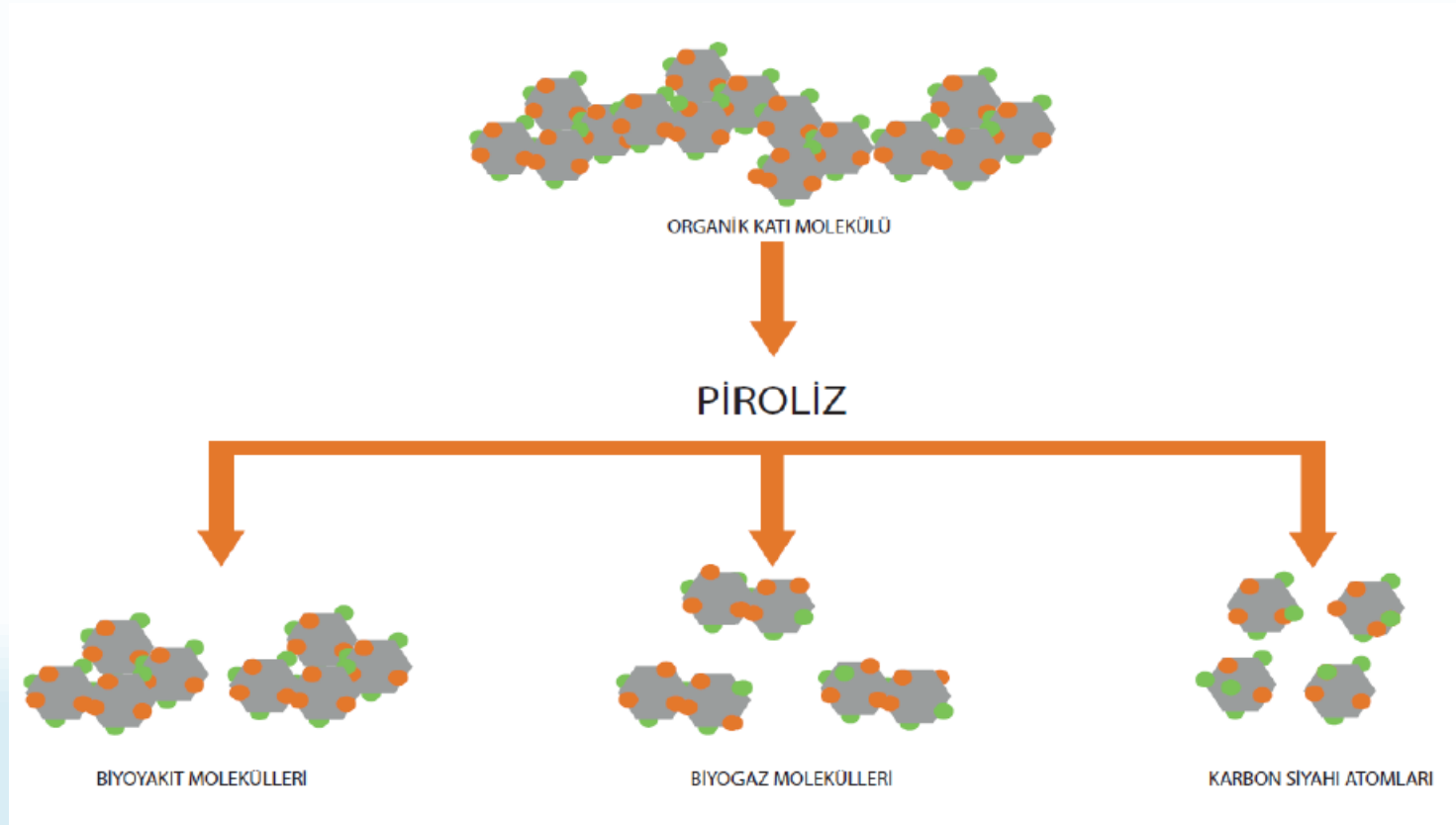




# Piroliz



Piroliz, biyokütle'den gaz elde etmek için kullanılan en eski ve basit bir yöntem olup, oksijensiz ortamda odunun 900oC'ye kadar ısıtılması ile oluşan kimyasal ve fiziksel olaylar dizisi olarak tanımlanır. Piroliz sonucu gazlar, katran, organik bileşikler, su ve odun kömürü gibi maddeler elde edilir.









## Biyofotoliz



Biyofotoliz, bazı mikroskopik alglerden güneş enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen elde edilme işlemidir. Deniz suyu içindeki bu algler bir tür güneş pili gibi çalışarak deniz suyunu fotosentetik olarak ayrıştırmaktadır.



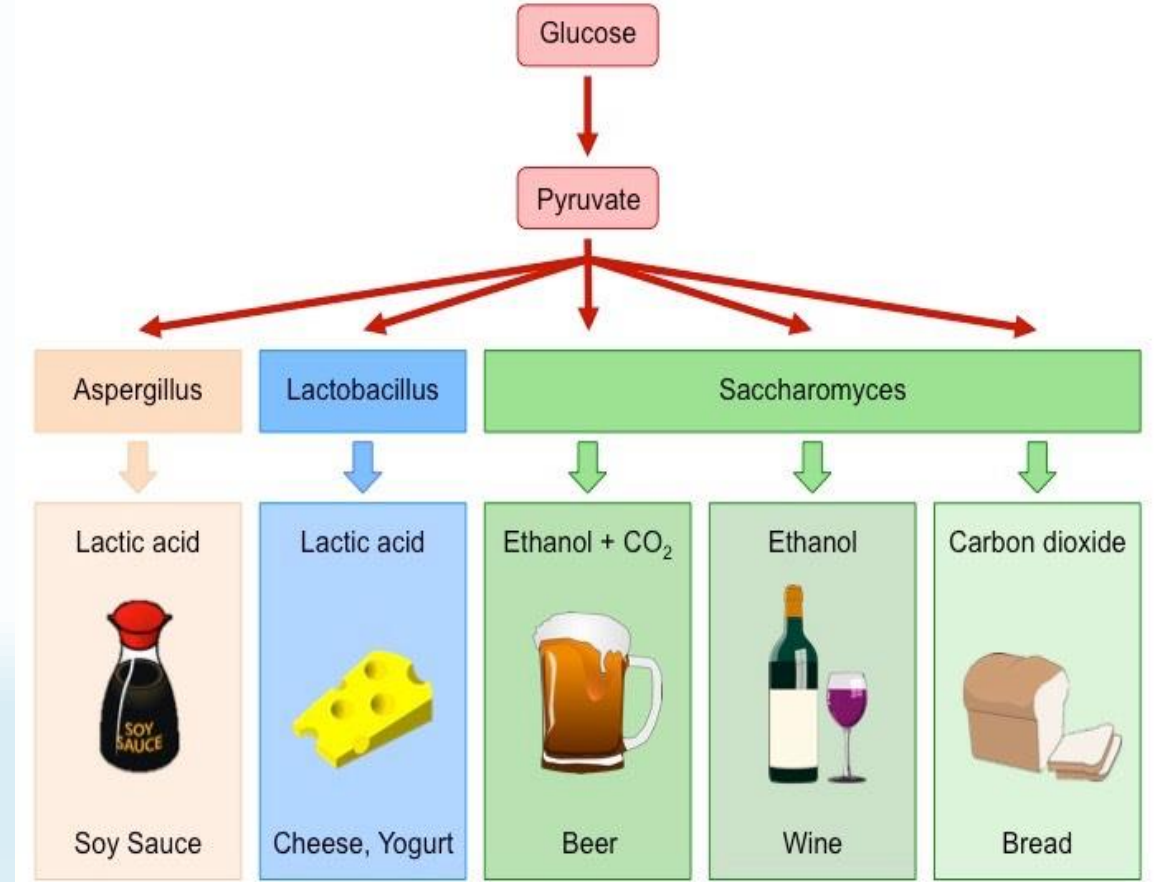




# Fermantasyon



Biyokütlerde, bilindiği üzere değişik oranlarda, hemiselüloz ve lignin bulunmaktadır. Selüloz enzimatik hidrolizin arkasından uygulanan, kimyasal hidroliz, enzimler veya kimyasal işlemler ile glikozla parçalanabilir. Kimyasal hidroliz şartları bazen glikozu bozabildiği için, bu işlem son derece dikkatle yapılması gerekmektedir. Glikozun fermantasyonu ile etanol, aseton, bütanol ve ham petrol ürünlerinden elde edilen ürünlere eş değer bir çok kimyasal ürün elde edilebilir

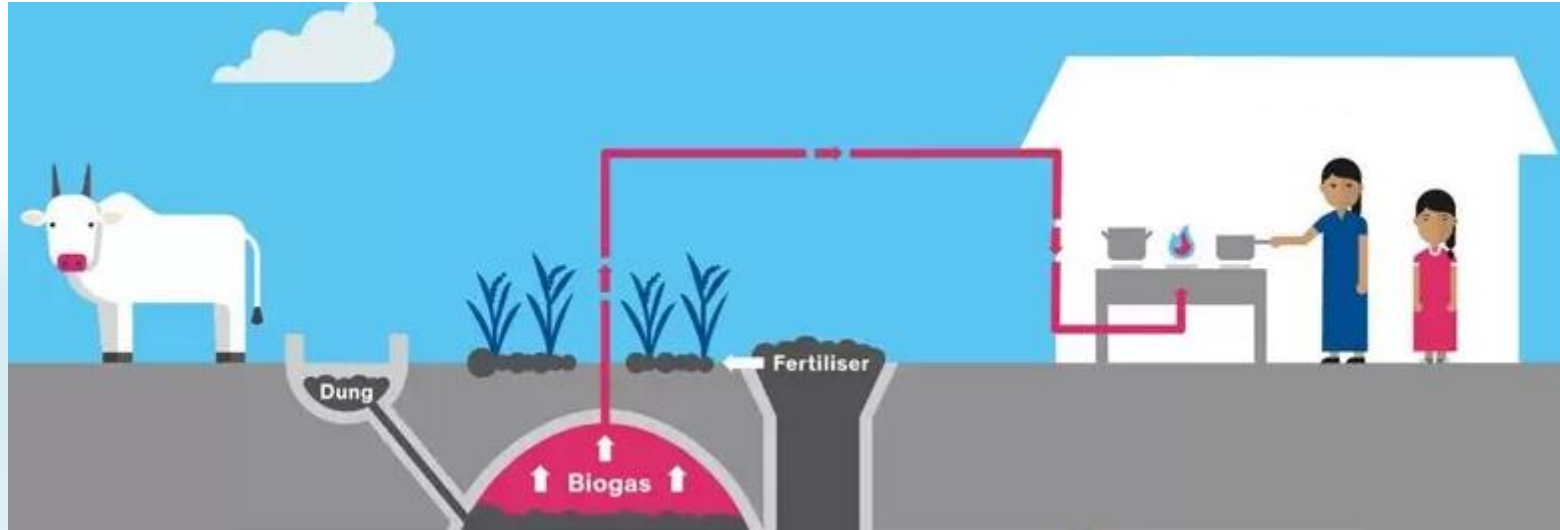




## Havasız Çürütme



Havasız çürütme biyolojik bir işlem olup, oksijensiz ortamda yaşayabilen mikroorganizmalar tarafından yapılır ve organik madde + bakteri + su = metan + karbondioksit + hidrojen, kükürt + kararlı, gübre + bakteri olarak ifade edilir. Bu işlem ancak tümüyle oksijensiz bir ortamda gerçekleşebilir. Bilindiği gibi biyokütle, mikroorganizmalar yardımıyla, oksijensiz ortamda fermantasyona uğrayarak, geride değerli bir gübre, metan gazı ve karbondioksit bırakmaktadır.





## Biyokütle Enerjisi Yöntemleri



Biyokütle	Cevrim Yön.	Yakıtlar	Uygulama alanları
• Orman artıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
• Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
• Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
• Hayvansal atıklar	Fermantasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
• Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
• Algler	Hidroliz		Sentetik yağ, Roketler
• Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
• Bitkisel ve Hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma,seracılık

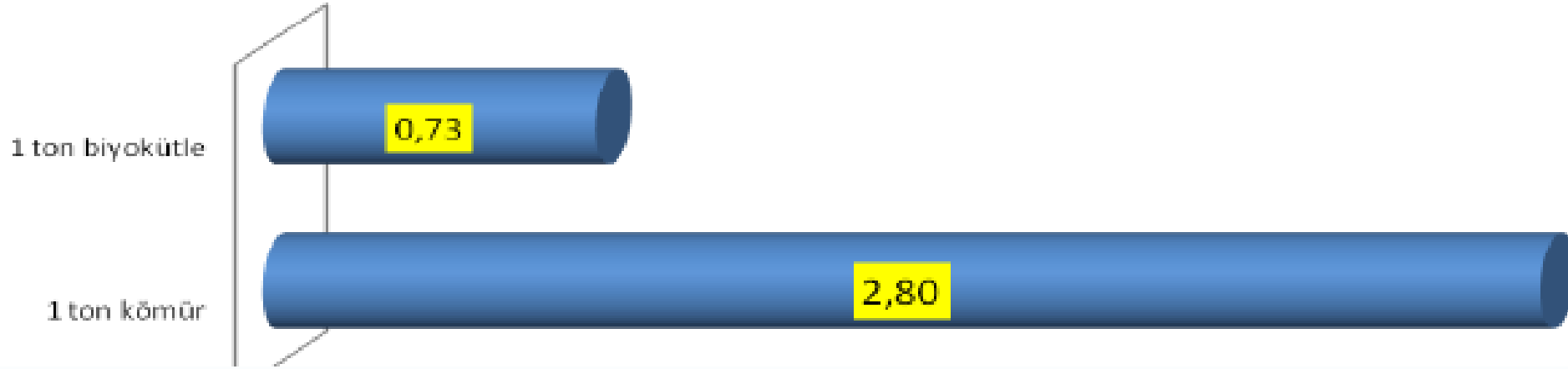
Tablo 2 : Biyokütle enerjisi dönüşüm formları



## Biyokütlenin Çevresel Değeri



### CO<sub>2</sub> Salımları





## *Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Kullanımı*



Türkiye'de bitkisel ve hayvansal biyokütle genellikle kesimlerde evlerin ısıtılmasında kullanılmaktadır .Modern anlamdaki biyokütle enerjisinin gelişimi Türkiye'de özellikle **5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunun'da** yerli hammadeden elde edilmek şartıyla biyoyakıtlara **ÖTV muafiyeti** tanınmasından sonra göstermiştir.





## Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Kullanımı



Tavadaki yağdan ekonomiye  
**200 milyon liralık katkı**



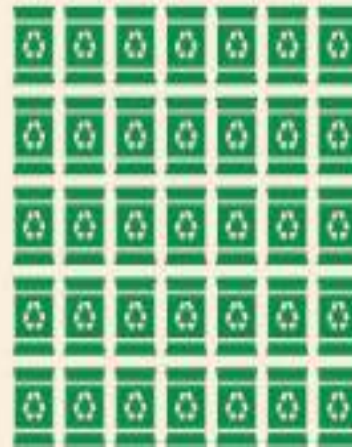
BIYODİZEL ÜRETİMİ



2018



2019 HEDEFİ



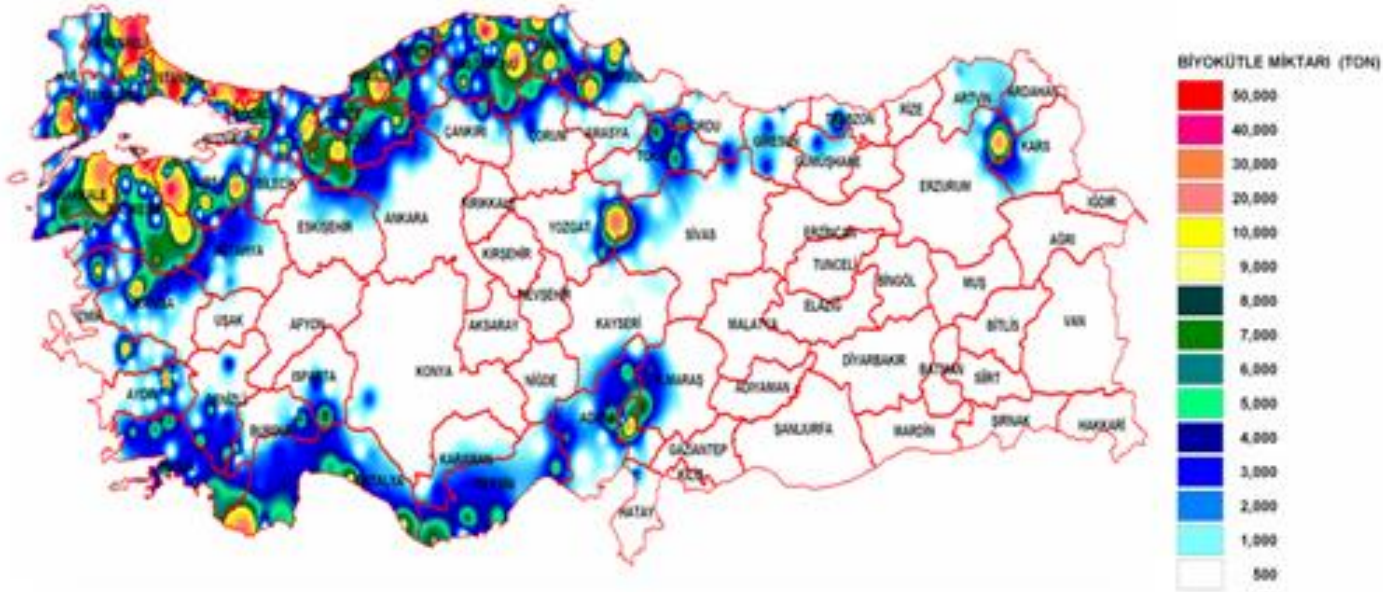
Biyodizele dönüşen tavadaki atık yağdan geçen yıl ekonomiye **200 milyon liralık** destek sağlandı



Türkiye'de 2018'de biyodizel üretimi için **35 bin ton** evsel atık yağ toplandı



## Türkiye'de Orman Kaynaklı Biyokütle Enerjisi Potansiyeli



Orman Kaynaklı  
Atık Miktarı  
4.800.000 Ton  
Kurulabilecek  
gaz tesisi  
kapasitesi 600  
MW



## Türkiye'de Tarımsal Kaynaklı Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

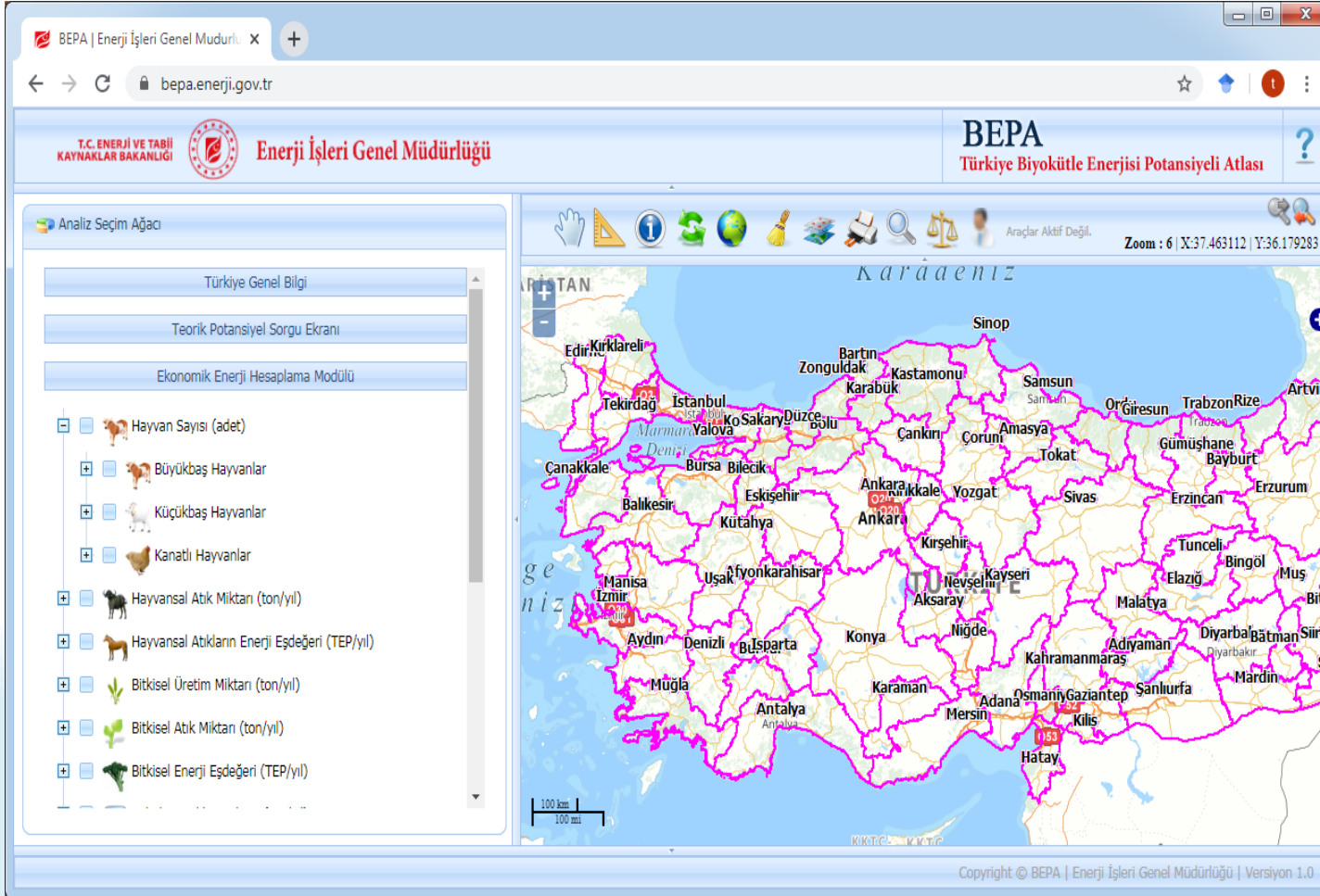


TÜRKİYE TOPLAMI	Toplam Kullanılabilir Atık Miktarı (Ton)	Toplam Isıl Değer
Tarla Ürünleri	11 766 995	228,4 PJ
Bahçe Ürünleri	3 569 040	74,8 PJ
<b>TOPLAM</b>	<b>15 336 035</b>	<b>303,2 PJ</b>





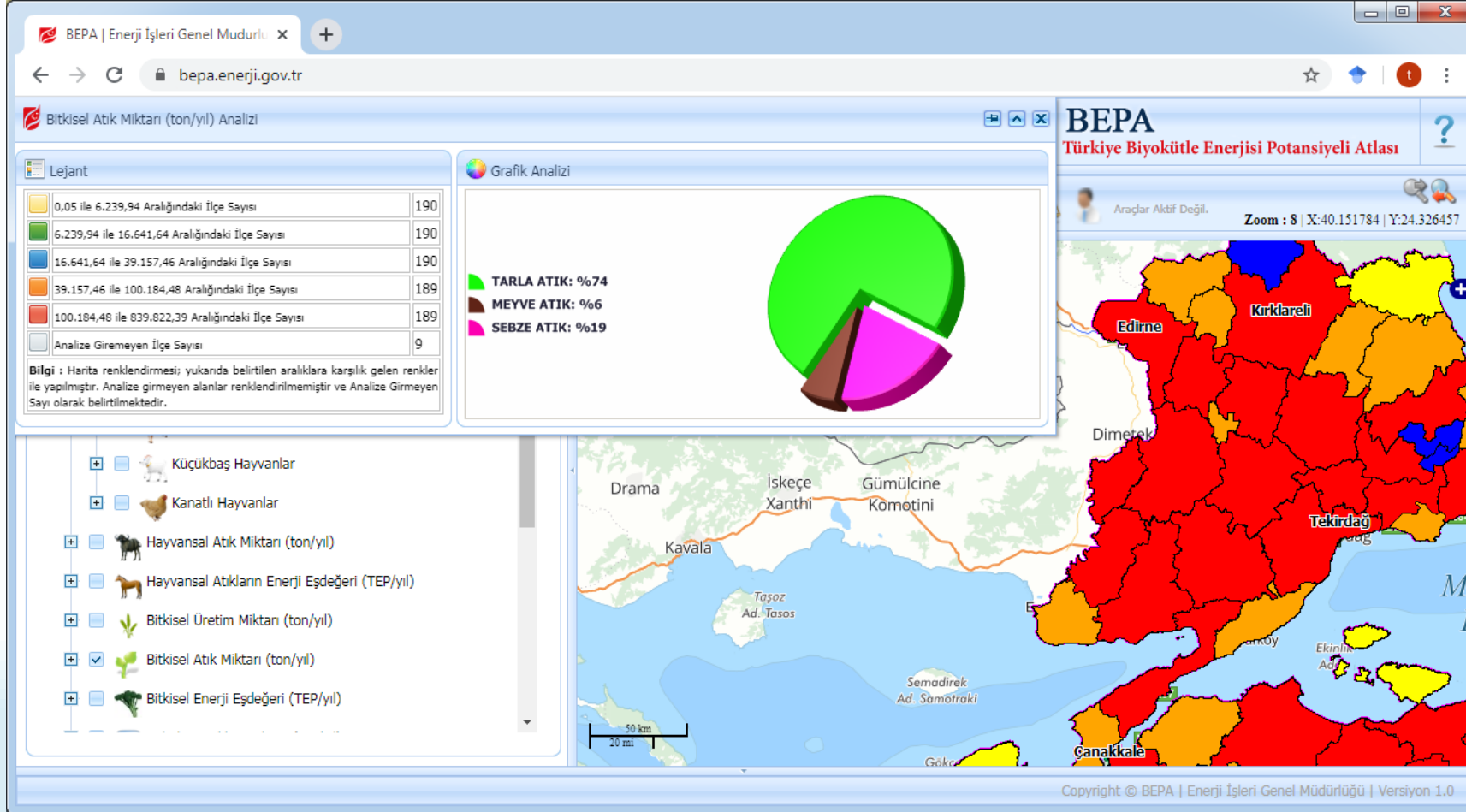
# Ülkemizin Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası



Ülkemizin mevcut biyokütle potansiyel haritası Enerji İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde hazırlanan Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası <https://bepa.enerji.gov.tr/> adresinde yayınlanmıştır.



# İlmiz İçin Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası Kullanımı



Enerji İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde hazırlanan Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlasında il ve ilçeler bazında bitkisel atık miktarı, hayvansal atık miktarı, üretim, vb hesaplanarak gösterilmektedir.





## Biyokütle Enerjisi Santrali



Türkiye'de bulunan **82** Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Pirolitik Yağ Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü **467,37 MW**'dir.



# EDİRNE ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ

