

BİYOĞAZ VE BİYODİZELİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

ÖZET

İçinde yaşadığımız dönem klasik bir deyimle, konvansiyonel olarak bilinen kullarımdaki enerji kaynaklarının riskinin arttığı bir sürecin başlangıcıdır. Bu risk birçok faktörü içerir. Birincisi, klasik enerji kaynaklarının birçoğu hesaplanan yaklaşık bir süre sonunda tükenecektir. İkincisi, bu tür kaynaklar çevre için büyük ve geri dönüşümü olmayan tehlikeler yaymaktadır. Üçüncüsü, klasik enerji kaynaklarının artan ihtiyacı ve gelişen teknolojiyi beslemekte yetersiz kalmasıdır. Dördüncüsü ve en önemlisi, gelişmiş ülkeler enerji çeşitliliğini artırmakta, yaymakta ve belli enerji kaynağı türlerine büyük oranlarda bağımlı olmamaya çalışmaktadır, yani "Yumurtalarının hepsini aynı sepete koyma" felsefesine uygun düşünölmektedir. Türkiye gibi geçmişte petrol, günümüzde petrol+doğalgaz ve gelecekte doğalgaz bağımlısı olacak bir ülkenin bugünü ve geleceğı açısından bu felsefenin önemi daha da artmaktadır. Çağımızda yeni veya yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliğı artmakta, bir kısmı ekonomik alternatiflik açısından değer kazanmakta, bir kısmı üzerinde ekonomik analizler yapılmakta ve her gün başka enerji kaynakları ortaya çıkmaktadır. Bu kaynakların neredeyse tamamının ortak yönü çevreye kısa ve uzun vadede olumsuz etki oluşturmamasıdır. Biyogaz ve biodizel yakıtlar bu kapsamda en yeniler arasındadır.

Enerji rezervlerinin tükenmeye yüz tuttuğı ve en pahalı üretim girdilerinden birinin enerji olduğı bu günün şartlarında, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması söz konusu olmuştur. Bu enerji kaynakları, enerji sıkıntısının aşılmasında bilinen enerji kaynaklarına alternatif olarak görölmektedir. Bu alternatif enerji kaynaklarından biri de biyogaz enerjisidir. Bu enerji kaynağı, organik atıkların kıymetlendirilmesinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Hayvansal ve bitkisel atıklar, çoğunlukla ya doğrudan yakılmakta, yada tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir. Ancak, atıkların yakılarak ısı üretiminde kullanılması daha yaygın olarak görölmektedir. Bu şekilde istenen özellikte ısı üretilmediğı gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre gibi kullanılması da mümkün olmamaktadır. Biyogaz teknolojisi ise organik menşeli atıklardan hem enerji eldesine hem de atıkların toprağı kazandırılmasına imkan vermektedir.

Hayvan gübresinin yakılmasının önlenerek tarım topraklarına kazandırılması, kırsal kesime bu enerjinin yerine ikame edeceğı bir enerjinin verilmesi ile mümkündür. Bu ikame enerji, yine hayvan gübresinden elde edilebilecek

DIYARBAKIRDA
DOĞAL HAYAT
SU, İKLİM,
ENERJİ VE
MADEN

Murat TOMAR

Diyarbakır

murattomar@yahoo.com

olan biyogazdır. Biyogaz, çok yönlü bir enerji kaynağı olarak doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla kullanıldığı gibi, biyogazın elektrik enerjisine ve mekanik enerjiye çevrilmesi de mümkün olmaktadır.

BİYOĞAZ

Biyogaz, hayvansal ve bitkisel atıkların oksijensiz ortamda ayrışması sonucu ortaya çıkan bir gaz karışımıdır. Bileşiminde % 60-70 metan (CH_4), % 30-40 karbondioksit (CO_2), % 0-2 hidrojen sülfür (H_2S) ile çok az miktarda azot (N_2) ve hidrojen (H_2) bulunmaktadır.

Biyogaz Üretiminde Kullanılabilecek Bazı Atıklar

Hayvansal Atıklar : Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların gübreleri, insan dışkısı, mezbaha atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar

Bitkisel Atıklar : İnce kıyılmış sap, saman, mısır artıkları, şeker pancarı yaprakları gibi bitkilerin işlenmeyen kısımları ile bitkisel ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar.

Biyogaz üretiminde hayvansal ve bitkisel atıklar tek başına kullanılabileceği gibi belli esaslar doğrultusunda karıştırılarak da kullanılabilir.

Biyogaz temiz ve mavi bir alevle yanar. Biyogaz, kullanılmadığı zaman çürük yumurta kokusundadır ancak yanarken bu koku kaybolur. Bu özellik, biyogazı ileten borularda kaçak olup olmadığını anlamada kolaylık sağlar.

Biyogaz çok düşük sıcaklıklarda ($-164\text{ }^{\circ}C$) sıvılaştırılabilmektedir. Bu işlem çok pahalıdır bu nedenle gaz tüplerine depolanması ekonomik değildir. Genellikle gaz halinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde hayvansal ve bitkisel atıklar, çoğunlukla ya doğrudan doğruya yakılmakta veya tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir. Ancak atıkların yakılarak ısı üretiminde kullanılması daha yaygın olarak görülmektedir. Bu şekilde istenilen özellikte ısı üretilmediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün olmamaktadır. Biyogaz teknolojisi ise organik kökenli atıklardan hem enerji eldesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.

1 m ³ biyogazın etkili ısı; 0.62 l gazyağının 1.46 kg odun kömürünün 3.47 kg odunun 0.43 kg bütan gazının 12.30 kg tezeğin 4.70 Kwh elektriğin 1.18 m ³ havagazı'nın sağladığı etkili ısıya eşdeğerdir.	1 m ³ biyogaz	= 0.66 l motorin = 0.75 l benzin = 0.25 m ³ propan = 0.2 m ³ bütan = 0.85 kg kömür
---	--------------------------	--

• Biyogaz temiz ve ısı değeri yüksek bir enerji kaynağıdır.
• Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta üstelik çok daha değerli bir gübre haline dönüşmektedir.
• Biyogaz üretimi sonucu hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybetmektedir.
• Biyogaz özellikle kırsal kesimde çevre sağlığını olumlu etkilemektedir. Çünkü; biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde yok olmaktadır. Ayrıca gübrelerden kaynaklanan insan sağlığını tehdit eden hastalık etmenleri büyük oranda etkinliğini kaybetmektedir.

Biyogazın Kullanım Alanları

Biyogaz, çok yönlü bir enerji kaynağı olarak doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla kullanıldığı gibi, elektrik enerjisine ve mekanik enerjiye çevrilmesi de mümkün olmaktadır.

Biyogazın Isıtmada Kullanımı

Biyogazın yanma özelliği bileşiminde bulunan metan (CH_4) gazından ileri gelmektedir. Biyogaz, hava ile yaklaşık 1/7 oranında karıştığı zaman tam yanma gerçekleşmektedir. Isıtma amacıyla gaz yakıtlarla çalışan fırın ve ocaklardan yararlanılabileceği gibi termosifon ve şofbenlerde biyogazla çalıştırılarak kullanılabilir. Biyogaz sıvılaştırılmış petrol gazı ile çalışan sobaların meme çaplarında basınç ayarlaması yapılarak kolaylıkla kullanılabilir. Biyogaz sobalarda kullanıldığında bünyesinde bulunan hidrojen sülfür (H_2S) gazının yanmadan ortama yayılmasını önlemek üzere bir baca sistemi gerekli olmaktadır. Bu nedenle daha sağlıklı bir ısınma için kalorifer sistemleri tercih edilmektedir.

Biyogazın Aydınlatmada Kullanımı

Biyogaz hem doğrudan yanma ile hem de elektrik enerjisine çevrilerek de aydınlatmada kullanılabilir. Biyogazın doğrudan aydınlatmada kullanımında sıvılaştırılmış petrol gazları ile çalışan lambalardan yararlanılmaktadır. Bu sistemde aydınlatma alevini artırmak üzere amiyant gömlek ve cam fanus kullanılmaktadır. Cam fanus ışığı sabitleştirdiği gibi çıkan ısıyı geri vererek alevin daha fazla olmasını sağlamaktadır.

Biyogazın Motorlarda Kullanımı

Biyogaz benzinle çalışan motorlarda hiçbir katkı maddesine gerek kalmadan doğrudan kullanılabilirdiği gibi saflaştırılarak kullanılabilir. Dizel motorlarda kullanılması durumunda belirli oranda (% 18-20) motorin ile karıştırılması gerekmektedir.

Biyogaz Üretimi İki Ayı Yöntemle Gerçekleşmektedir

Kesik Besleme Yöntemi

Tesis hayvansal ve/veya bitkisel atıklarla doldurulmakta ve alıkoyma-bekleme süresi kadar beklenmektedir. Bu süre sonunda tesis tamamen boşaltılmakta ve işlem sürekli tekrarlanarak gaz üretimi sağlanmaktadır.

Sürekli Besleme Yöntemi

Tesis hayvansal ve/veya bitkisel atıklarla doldurulmakta ve alıkoyma süresi kadar beklenmektedir. Daha sonra biyogaz üretim tankının (fermantör) sıcaklığına bağlı olarak günlük beslemelere geçilmekte ve sürekli gaz üretimi sağlanmaktadır.

Birçok ülkede biyogaz tesisleri planlanan amaca göre farklı teknolojiler kullanılarak inşa edilmektedir.

Biyogaz tesisleri, aile tipi (6-12 m³ kapasiteli) çiftlik tipi (50-100-150 m³ kapasiteli), köy tipi (100-200 m³ kapasiteli) tesisler olarak ele alınabileceği gibi başta Almanya olmak üzere Amerika, Danimarka, İsviçre gibi pek çok ülkede 1000-10.000 m³ kapasiteli biyogaz tesisleri işletilmektedir.

Aile tipi 6-12 m³ kapasiteli sabit kubbeli biyogaz tesisleri Çin'de çok yaygın bir biçimde kullanılmakta ve bu tip tesislerde oluşan biyogaz tesis içinde (kubbe bölümünde) toplanmakta ayrı bir gaz depolama tankı kullanılmamaktadır. Ancak bu durum biyogazın kullanımı sırasında gaz basıncının düşmesine neden olmakta dolayısıyla gaz basıncı sabit kalmamaktadır. Yeterli gaz basıncını sağlamak üzere Çin tipi tesisler genellikle kullanım yerlerine yakın kurulmaktadır. Büyük kapasiteli tesislerde ise oluşan biyogaz, tesisten ayrı veya tesis içinde sabit olmayan bir yerde toplanmakta (gaz depolama tankı) ve gaz basıncının sabit kalması sağlanabilmektedir. Bu tip biyogaz tesislerine en çok Hindistan'da rastlanmaktadır.

Aile tipi biyogaz tesisleri dışındaki diğer

tesislerin çoğunda biyogazın oluştuğu ortamın (fermantör) ısıtılması optimum biyogaz üretimi için gerekli olmaktadır.

Biyogaz üretiminde ortam sıcaklığı çok önemlidir. Genel bir kural olarak bu sıcaklığın 30-35 °C olması istenir. Isıtılmalı olmayan tesislerde özellikle kış aylarında sıcaklığın bu derecelere ulaşması mümkün değildir. Sıcaklığın 10 °C'nin altına düşmesi biyogaz üretimini durdurabilmektedir.

Biyogaz tesislerinde ısı kontrolünün sağlanması amacıyla güneş enerjisinden yararlanılabileceği gibi en pratik ve en yaygın kullanılan sistem, tesis içine yerleştirilen serpantinlerden yararlanmaktadır (sıcak su boruları). Bu sistemde su, tesis tarafından sağlanan biyogazla ısıtılarak sirkülasyon pompası ile tesis içine yerleştirilen serpantinler içinde dolaştırılarak ısıtma sağlanmaktadır.

Biyogaz Tesislerinin Kapasitelendirilmesi

Biyogaz tesisleri projelendirilirken öncelikle kapasitenin tesbiti gerekmektedir. Bunun için tesiste, sadece hayvan gübresi kullanılacaksa; günlük ortaya çıkan gübre miktarı, hayvanların beslenme şekilleri ve gübrelerin katı madde miktarları bilinmelidir.

Günlük ortaya çıkan gübre miktarı

Hayvanların gübre verimleri cinslerine göre değişik miktarlarda olabilmektedir. Gübre miktarının hesabında; büyükbaş hayvanlar için 10-20 kg/gün (yaş) gübre verimi kabul edilebileceği gibi canlı ağırlığın % 5-6'sı da günlük gübre miktarına esas alınabilir. Aynı

şekilde koyun ve keçi için 2 kg (yaş)/gün veya canlı ağırlığının % 4-5'i günlük gübre üretimi olarak kabul edilebilmektedir. Tavuk için günlük gübre üretimi ise 0.08-0.1 kg (yaş)/gün veya canlı ağırlığının % 3-4'üdür.

Hayvanların Beslenme Şekilleri

Hayvanların mera da veya ahırda beslenmeleri günlük gübre üretimini etkiler.

Gübrelerin Katı Madde Oranları

Optimum biyogaz oluşumu için tesis içi gübre-su karışımının katı madde oranının % 7-9 olması gerekmektedir. Katı madde oranları; sığır gübresinin % 15-20, tavuk gübresinin % 30, koyun gübresinin ise % 40 civarındadır.

Bilinmesi gereken diğer bir konu ise hayvan gübrelerinin değişik sıcaklıklarda optimum alıkoyma-bekleme süreleri ve biyogaz üretim miktarlarıdır.

20 büyükbaş hayvanı olan bir çiftçi ailesi için gerekli olan biyogaz tesisinin kapasite hesabı aşağıda verilmiştir.

Kabuller:	
<i>Fermantör sıcaklığı :</i>	30°C
<i>Üretilen gübre miktarı :</i>	10 kg (yaş)/gün/hayvan
<i>Gübrenin katı madde oranı :</i>	% 20
<i>Alıkoyma-bekleme süresi :</i>	30 gün
<i>Gübrenin yoğunluğu :</i>	975 kg/m ³
<i>Günlük gübre üretimi :</i>	20x10 = 200 kg (ağırlık olarak)
	200/975 = 0.205 m ³ (hacim olarak)
<i>Tesise günlük beslemede verilecek su miktarı :</i>	200 kg (% 10 katı maddenin sağlanması için gerekli su miktarı)
<i>Tesisin hacmi :</i>	200 x 2 x 30 /1000 = 12 m ³

12 m³ kapasiteli bir biyogaz tesisinden yukarıda belirtilen koşullarda günlük elde edilebilecek biyogaz miktarı 6-7 m³ civarındadır.

Bu hesabı tavuk gübresi için yaptığımız takdirde, yine tesisi 30 °C'de çalıştırdığımızı kabul edersek, 12 m³ kapasiteli bir tesis için gerekli olan tavuk sayısı yaklaşık 2000'dir ve bu tesisten günde 14-15 m³ biyogaz elde

edilebilir.

Aşağıda tavuk ve büyükbaş hayvan işletmelerinin hayvan sayılarına bağlı olarak kurabilecekleri biyogaz tesislerinin; büyüklüğü, günlük biyogaz üretimleri ve bu gazın etkili eşdeğer ısı karşılığı LPG miktarları verilmiştir.

İşletmelerin Hayvan Sayısı	Uygun Tesis Büyüklüğü (m ³)	Günlük Beslemeler için Gereken Gübre (kg(yaş)/gün)	Üretilebilecek Biyogaz Miktarı (m ³ /gün)	Eşdeğer LPG Miktarı (kg)
2.500 adet tavuk	15	200	17	7
5.000 adet tavuk	30	400	34	14
10.000 adet tavuk	60	800	68	28
20.000 adet tavuk	120	1600	136	56
50.000 adet tavuk	300	4000	340	140
5 adet büyükbaş	5 m ³	75	2,5	1
10 adet büyükbaş	10	150	5	2
50 adet büyükbaş	50	750	25	10
100 adet büyükbaş	100	1500	50	20

Kabuller: Fermantör sıcaklığı: 30 °C, gübrelerin katı madde oranı: büyükbaş hayvan için 15 kg (yaş)/gün, tavuk için 0.08 kg (yaş)/gün, alıkoyma-bekleme süresi: büyükbaş hayvan için 30 gün, tavuk için 24 gün.

Biyogaz tesislerinin tasarımında ele alınması gereken diğer konular ise;

- Tesisin kurulacağı yerin seçimi
- Tesis inşaatı, tesisin yalıtımı
- Tesisin ısıtılması, tesisin işletme koşulları
- Biyogazın depolanması ve dağıtımı
- Biyogazın taşınması,
- Biyogaz kullanım araçlarının belirlenmesi,
- Tesisten çıkan biyogübrenin depolanması, tarlaya taşınması ve dağıtımı gibi esaslarının önceden ortaya konmasıdır.

Biyogaz tesislerinde çıkan gübre (fermente gübre) sıvı formdadır. Fermente gübre tarlaya sıvı formda uygulanabilir. Granül haline getirilebilir, beton veya toprak havuzlarda doğal kurumaya bırakılabilir.

Ülkemizde biyogaz üretimi ile ilgili araştırma çalışmaları en yoğun biçimde 1980-86 yılları arasında Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsünde (Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü) yürütülmüş ve biyogaz üretimi ile ilgili birçok temel bulgular elde edilmiştir. Aynı zamanda, yapılan araştırma, uygulama, eğitim ve yayım çalışmaları başarılı sonuçlar vermiş, kamuoyunun ilgisi çekilmiş ve önemli düzeyde bilgi birikimi sağlanmıştır. Söz konusu Enstitü'de kurulan biyogaz laboratuvarında yürütülen araştırmalar ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

-YIL 1982-

1- **"Sığır-Koyun-Tavuk Gübreleri ve Bunların Karışımlarından Elde Edilebilecek Biyogaz Verimleri"**. Araştırma fermantör sıcaklığı 30 °C'de sabit tutulan 1 m³ kapasiteli prototip

biyogaz tesislerinde yürütülmüştür. En yüksek biyogaz verimi tavuk gübresinden elde edilmiştir (1215.6 l./m³). Tavuk gübresinin karışıma girdiği konularda biyogaz üretimi artmıştır.

2- **"Ankara Koşullarında 12 m³ Kapasiteli TOPRAKSU Tip A Biyogaz Tesisinde Sığır Gübresinin Biyogaz Verimi"**. Araştırma sabit kubbeli (Çin Tipi) biyogaz tesisinde yürütülmüş, fermentör sıcaklığına müdahale edilmemiştir. Fermentör sıcaklığı 9 °C'de biyogaz verimi 1.4 m³/gün, 20 °C'de 5.9 m³/gün olmuştur.

3- **"Ankara Koşullarında 28 m³ Kapasiteli Biyogaz Tesisinin Gaz Verimi"**. Bu araştırma, çiftlik tipi ısıtılmalı ve gaz depolama tankı tesisten ayrı olan bir biyogaz tesisinde, karıştırma sistemlerinin karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür. Tesis sıcaklığı 20 °C ile 30 °C arasında tutulmuş, mekanik karıştırmalı uygulamadan 9.97-25.05 m³/gün, babilgan (kabarık tüfeği) ile karıştırmalı uygulamadan ise 7.64-14.56 m³/gün biyogaz elde edilmiştir.

4- **"Değişik Sıcaklıklarda Sığır ve Tavuk Gübrelerinden Elde Edilen Biyogaz Miktarları"** Sığır ve tavuk gübresinden 9-18-27 ve 36 °C'de elde edilebilecek biyogaz miktarları araştırılmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Fermentör Sıcaklığı (°C)	Sığır Gübresi (l./m ³)	Tavuk Gübresi (l./m ³)
9	101,4	253,3
18	339,7	448,0
27	509,8	1008,9
36	686,0	1266,2

Sığır ve Tavuk Gübrelerinin Değişik Sıcaklıklarda Biyogaz Verimleri

5- **"Değişik Besleme Aralıklarında Sığır ve Tavuk Gübrelerinden Elde Edilen Biyogaz Miktarları"** Fermentör sıcaklıkları 30 °C'de sabit tutularak hergün, üç günde bir, beş günde bir ve yedi günde bir besleme yapılmıştır. Sığır gübresinden en yüksek biyogaz verimi, beş günde bir beslenen konudan sağlanırken (785.7 l./m³) tavuk gübresinden en yüksek biyogaz verimi hergün beslenen konudan elde edilmiştir (1099.7 l./m³).

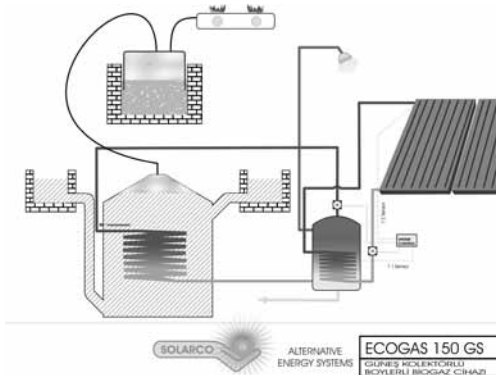
6- **"12 m³ Kapasiteli Biyogaz Tesisinde Tavuk Gübresinin Gaz Verimi"** Doğal koşullarda yürütülen araştırmada fermentör sıcaklığı 5-19 °C

arasında gerçekleşmiştir. Tesisten 10 °C'de 2.4 m³/gün, 15 °C'de 4.8 m³/gün ve 19 °C'de 6.9 m³/gün biyogaz elde edilmiştir.

Biyogaz üretim teknolojisinin ülkemizde başarılı olabilmesi için daha pek konuda araştırma yapılması gerekmektedir. Bugüne kadar yapılan araştırmalar belirli bir bilgi birikimi sağlamıştır. Ancak bu yeterli değildir. Yapılması gereken araştırmalarda öncelik verilecek konular aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Biyogaz tesislerinin inşaat tiplerinin bölge koşullarına göre geliştirilmesi,
- Ucuz ve yöresel izolasyon materyallerinin saptanması,
- Biyogaz kullanım araçlarının geliştirilmesi,
- Bitkisel atıklardan da biyogaz elde edilmesi olanaklarının saptanması,
- Biyogaz tesislerinden çıkan gübrenin bitkisel üretime ve toprak özelliklerine etkilerinin araştırılması,
- Biyogaz tesislerinden çıkan gübrenin araziye taşınımını ve dağıtımını sağlayıcı mekanizasyonun geliştirilmesi,
- Biyogazın çevre sağlığına olan katkılarının saptanması.
- Biyogaz üretim teknolojisinin kırsal kesimde yaratacağı sosyo-ekonomik etkilerinin araştırılması.

A – Akış şeması



B – Veriler

KABULLER	
Fermantör sıcaklığı	36°C
Üretilen gübre miktarı	15 kg (yaş) / gün / hayvan
Gübrenin katı madde oranı	20%
Alıkoyma-bekletilme süresi	20 gün
Gübrenin yoğunluğu	975 kg/m ³
Günlük gübre üretimi	15 x 300 = 4500 kg ağırlığında
	4500/975 = 4,6 m ³ hacminde
Tesise günlük beslemede verilecek su miktarı	4500 kg (10% katı maddenin sağlanması için gerekli su miktarı) İlk etapta 90000 kg gübre için 90000 kg su konmalı, daha sonra her gün 4500 kg gübre için 4500 kg su ilave edilmelidir.
Tesisin hacmi	4,5 x 2 x 20 (gün) = 184 m ³

Biodizel

İşletmenin hayvan sayısı	Uygun tesis büyüklüğü (m ³)	Günlük beslemeler için gereken gübre (kg (yaş) / gün)	Üretililecek biyogaz miktarı (m ³ /gün)	Eşdeğer LPG miktarı (kg)
300 adet büyük baş	184 m ³	4500	150	60

Dizel motorlarda yakıt olarak kullanılan ve yenilenebilir biyolojik maddelerden türetilen yakıtlar biodizel olarak adlandırılır [1]. Hayvansal yağlar ile soya fasulyesi, mısır ve ayçiçeği gibi bitkisel ürünlerin yağlarından biodizel yakıt üretiminde faydalanılır. Biodizel saf olarak kullanılabileceği gibi petrolden elde edilen dizel yakıtla karıştırılarak da kullanılabilir. Sebze yağlarının yakıt olarak kullanılabileceğini ilk olarak 1900 lü yılların başında Rudolph DIESEL

yer fıstığı yağıyla dizel motoru çalıştırarak göstermiştir. Fakat petrol hazır bir sektör olduğu için yaygınlaşması ancak bazı özel olaylar sonucu ve kısıtlı olmuştur. İkinci dünya savaşı, 1970'lerdeki petrol darboğazı ve yeni dönemde çevre bilincinin artması yeni enerji kaynaklarına ilgiyi artırmıştır [2]. Biodizel ismi ilk olarak 1992 yılında Amerika Ulusal SoyDiesel Geliştirme Kuruluşu tarafından telaffuz edildi. Kimyasal olarak yenilenebilir yağ kaynağından türetilen uzun zincirli yağlı asitlerin mono alkol esterleri olarak tanımlanır. Yani biyolojik kaynaklardan elde edilen ester tabanlı bir tür oksijenli yakıttır ve sıkıştırılmalı (dizel) motorlarda kullanılabilir [3]. Mazotla belli oranlarda karıştırılarak kullanılabilir. Bu oran; ekonomi, gaz emisyonu, yama özelliği gibi birçok faktöre bağlıdır ve genelde %20 lik karışım kullanılır. Bakterilerle ayrışabilen, zehirsiz, sülfürsüz ve hoş kokuludur. Bitkisel yağların metil veya etil esteridir. Bu konuda araştırma ve üretim yapan ülkelerin favori ürünü soya fasulyesidir. Elde edilen bitkisel veya biyolojik yağlar alkolle (genelde metanol) karıştırılır ve sodyum hidroksitle tepkime hızlandırılır. Kimyasal reaksiyon sonunda bir ester ve gliserin oluşur. Ester yakıt olurken gliserinde değerli bir ürün olarak birçok sektörde kullanılır [4].

Biodizel verim olarak mazota yakın ve motor performansı olarak eşdeğerdir. Diğer yakıt türlerine göre üstünlükleri [5];

- Bir ülkenin dışa bağımlı olmadan üretebileceği bir yakıttır,
- Tarımsal sanayinin güçlenmesini sağlar ve kırsal alandan göçü azaltır,
- Tarımsal ürünlerden ve atıklardan üretilebilir,
- Üretimi kolaydır ve nitrojen tutma özelliği fertilize ihtiyacını azaltır,
- Zehirli atık içermez,
- Şeker gibi doğada hızlı ve güvenli çözünür, mazotla karıştırılıp kullanıldığında karışımın çözülümünü hızlandırır,
- Egzoz duman gazlarını azaltır,
- Saf veya karışımli kullanıldığında kokusu mazotunkinden daha iyidir,
- Duman soluma durumunda mide bulantısını azaltır.

Gelişmiş ülkelerde bu konuda yapılan Pazar Araştırması, Ürün Geliştirme, Bilinçlendirme ve Fiyat İyileştirme gibi araştırma faaliyetleri sonucunda üretimde büyük aşamalar kaydedilmiştir. Tüketimi ise sürekli verim ve etkileri konusunda izlenmektedir. İlk yaygın kullanım alanı eski model belediye otobüsleri olmuş (1993); fiyat konusunda mazottan pahalı olması sebebiyle %20 karışımı kullanılmıştır. Su araçlarında kullanımının çok daha

fazla çevresel fayda oluşturduğu 180 Beygir Gücündeki bir test teknesinde kullanımıyla gösterilmiştir (1994). Kaptan Bryan Peteson saf biodizel yakıtla 40.000 mil ve 40 ülkeyi kapsayan iki buçuk yıllık test gezisi yapmıştır. Diğer bir faydalı kullanım alanı ise yer altı maden sektörüdür.

Çift zamanlı, dört zamanlı, mekanik kontrollü, elektronik kontrollü, direkenjeksiyonlu ve endirek enjeksiyonlu motorlarda yapılan deneylerde saf biodizelin kullanılmasıyla motorun daha yeni ve temiz kaldığı gözlenmiştir. Karbon atımı azalmış ve çözülmüş organik saçılma artmıştır. Bu araştırmalar bir ürün standardı oluşturma çabasıdır, bu konuda Amerika ve Avrupa'da çalışmalar vardır ve ulaşılmak istenen nokta bir dünya standardı oluşturmaktır.

Üretim

Yakıt olarak kullanılacak yağlardaki ilk işlem yoğunluğunu azaltmaktır. Yağları alkolle esterleme işlemi alkolün katalizör etkisinden de faydalanmak amacıyla tercih edilmektedir. Bu işlemlerin sonucunda her 100 birim biodizel yakıt elde edilirken 11 birim gliserin ortaya çıkmaktadır. Atık gibi görünen gliserin birçok sanayi alanında kullanılmaktadır. Diğer bir yakıt üretim yöntemi ise Kolza (Brassica Napus: Avrupa kökenli sarı çiçekli yağlı bir yem bitkisi) tohumlarının soğuk preslenmesidir. Bu yöntemde gliserin yan ürünü ortaya çıkmaz. İşlenmemiş yağı yakıt olarak kullanan araçlar da yapılmaktadır. Fakat motor teknolojileri yeni ve seri üretimde olmadığı için şimdilik pahalıdır. Kanada'nın Su ile Kimyasal İşlem ismini verdiği farklı bir yöntemi de vardır [6-8].

Mazot egzoz atığının zehirli etkisinin yok olması

için gerekli süre 30 gün civarında iken biodizel katkılı yakıtta bu süre iç kat kısalmaktadır. En yaygın araştırma yapılan yerler; bazı Avrupa ülkeleri, Amerika, Yeni Zelanda ve Kanada'dır. En çok kullanılan deneme alanları ise; kamyon, araba, lokomotif, otobüs traktör ve deniz araçlarıdır.

Karşılaşılan en önemli dezavantaj ise maliyet fiyatı konusunda olmaktadır. Şu anda 26\$ olan petrole karşı biodizelin fiyatı 40-50\$ civarında olmaktadır. Eğer devletlerin çevreci bakış açısı gelişirse sübvansiyon uygulamak faydalı olacaktır. Yoğunluğunun fazla olması da soğuk iklimli yerlerde saf kullanımı bir sorun oluşturmaktadır [9].

Avrupa'da 1995-1996 yıllarında yağlı tohum fiyatlarının yarı yarıya artması ile üretim alanı 0.9 milyon hektara ulaşmıştır. Sadece soya fasulyesi için planlanan hammadde amaçlı ekimin 1 milyon tona ulaşması beklenmektedir. Ayrıca petrol ürünü yakıtlara uygulanan yüksek vergilerin %90'ının biodizel yakıtlara uygulanmaması 1994 Şubatında Avrupa Parlamentosu'nda kabul edilmiştir. Bunlar biodizelin mazota alternatif olabilme şansını artırmıştır. Batı Avrupa'da 1995 yılında esterleme işlemi ile elde edilen biodizel yakıt 1.1 milyon ton olmuştur. Yan ürün olarak elde edilen gliserin ise 80.000 tondur.

Bu yüzden Almanya gibi bazı ülkeler gliserin oluşturmamak için esterleme ile biodizel elde etme yöntemine sınırlama getirmiştir. Gliserin açığa çıkarmayan bir yöntem yakma işlemidir. Fakat bu yöntem atıkları, çevresel etkisi ve ek maliyeti yüzünden tercih edilmemektedir.

Bu yüzden Almanya soğuk presleme yöntemine odaklanmaya başlamıştır. 1995 yılının başlarında Japonya'da üç yıllık çalışma sonucu 0.2 milyon tonluk yıllık yağlı tohum ekim seviyesine ulaşılmıştır. Amerika'da ise 2000 li yıllarda alternatif yakıt katkı miktarının %10 seviyesine ve 2010 lu yıllarda ise %30 düzeyine çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla resmi araçlarda %10 katkılı dizel yakıt kullanımı başlamıştır. Karşılaşılan en büyük sorun büyük petrol şirketlerinin aleyhte kampanyalarıdır. 1990 yılında Kanada CANOLA (Canada ve Oil isimlerinin birleşmesinden adlandırılmış ve Kanada'nın genetik ıslah ile 1956 yılında geliştirdiği bir üründür) ekimine başladı fakat pahalılığı sorun olamaya başlayınca 1994 yılında Brassica Juncia çeşitlerine yönelmekle maliyeti düşürmeye çalışmıştır. Kanada CANOLA üretiminin en önemli müşterisi Japonya'dır. Kanada petrol rafine tekniğine benzer bir yöntem ile biodizel üretimi yapmaktadır. Bu yöntemle CETANE (dizel yakıt güçlendiricisi), NAFTA (benzin katkısı) gibi yan ürünler elde edilmektedir. CETANE katkılı dizel yakıt yeşil dizel olarak bilinir. Emisyon ve performans testlerinin olumlu çıkması yüzünden bu isim verilmiştir. Tüm üretimine rağmen Kanada'da biodizel yakıt olarak ticari bir sektör henüz yoktur [10-12].

Yüksek üretim maliyeti yüzünden saf veya katkı olarak biodizelin kullanımı çok ilgi çekmemiştir. Atık yağlarının geri dönüşümlü olması maliyeti az miktarda düşürmektedir. Bu ise kısa vadede mazota rakip olma şansını ortadan kaldırmaktadır. Avrupa, yaygın üretimi sübvansiyon ve petrol ürünlerinden alınan yüksek vergilerle teşvik etmektedir. Bazı büyük şehirlerdeki hava kirliliği de biodizel katkılı kullanımını zorunlu hale getirmiştir [13].

Fiyatında bir ucuzlama olmaz ise, madenlerde, hava kirliliği olan alanlarda, ırmak kenarı yerleşimin yoğun olduğu yerlerde her şeye rağmen tercih edileceği düşünülmektedir. Ayrıca vergilerdeki bir miktar azaltma katkılı dizelin fiyatını düşürecektir.

Süper CETANE katkılı dizel ise zaten fiyat açısından cazip bir katkıdır [14].

Kullanımını teşvik amacıyla 2002 temmuz ve ağustos aylarında Amerikanın Kentucky ve Ohio bölgelerinde 280 otobüs 50.000 galonluk %20 katkılı biodizel yakıtla 4.000.000 km yol kat etmiştir. Minnesota eyaletinde 2001 yılında katkılı biodizel yakıtla %2 ve 2002 yılında %5 lik

vergi indirimi yapılmıştır. Ayrıca mazotun toksik etkisini %90 azalttığı önemli bir propaganda malzemesi yapılmıştır. Amerika'daki en önemli reklam avantajları olarak global ısınma, enerji güvenliği, çevresel ve tarımsal faydaları, petroldeki sülfür seviyesinin düşürülmesindeki politik baskılar sık sık vurgulanmaktadır. 2001 yılında yeni enerji kaynaklarına aktarılan devlet desteği 2000 bütçesine göre 240.000.000\$ daha fazla olmuştur. Ağırlığını ağaç ve etanolun oluşturduğu biokütle Amerika enerji kullanımının %3 ünü karşılamıştır. Gelecekte biokütle kullanımının yıllık 348 milyon varile yani üç katına çıkması planlanmaktadır. Böylece 70 milyon arabadan yayılan 100 milyon ton egzoz gaz atığından kurtulmak planlanmaktadır [15-17].

Çiftliklerde ölen hayvanların bedenlerinden biodizel elde etme çalışmaları İskoçya'da devam etmektedir. Dünyadaki en büyük biodizel üretim tesisi California'daki Bakersfield tesisinde 1999 üretimi 500.000 galon ve 2002 üretimi 15 milyon galon iken 2003 üretiminin 35 milyon galona çıkması planlanmaktadır [18].

İki yıl önce Almanya'da bir çiftlikte bir araba ve traktörün CANOLA yağından elde edilen yakıtla çalıştırıldığını duyan Joshua and Kaia Tickell çifti 1997 yılında University of South Florida's New College in Sarasota (USA) da bir araştırma çalışması başlattılar. Tadilat yaptıkları güneş enerjisi destekli biodizel ile çalışan Veggie Van isimli panelvan ile 10.000 millik bir seyahate çıktılar. Bu seyahatin tamamında lokantalardan topladıkları atık yağlarla kendi ürettikleri yakıtı kullandılar [19].

Polonya'da 1991 yılından beri Aviation Enstitüsü, Varşova'da kolza tohumlarından metil ester ile biodizel elde etmek için çalışma ve testler devam etmektedir. Ve 7 ayrı benzin istasyonunda %5 lik karışımli yakıt satılmaktadır [20].

Teknik

Esterleme yeni bir işlem değildir. 1853 yılının başında E.Duffy ve J.Patrick tanımlanmıştır. Esterlenmiş bitkisel yağ ilk olarak II.Dünya Savaşı'nda Güney Afrika'da iş makinalarında kullanılmıştır. Yoğunluğu mazotun iki katı ve moleküler ağırlığı ise 1/3 dür. Dizel motorların çoğu yağlamalı ve yüksek sülfür içeren yakıt sistemi üzerine tasarlanmıştır. Bu motorlarda biodizel yakıtın kullanımı sülfür emisyonunu azaltırken yağlı içeriği ile motorun yağlanmasına da yardımcı olmaktadır. Egzozdan atılan yanmış yağ ise tekrar esterleme ile yakıtla dönüştürülebilmektedir. Kimyasal olarak esterlemenin tanımı ise; ortamdan trigliserin molekülü veya yağlı asit almak, serbest asitleri nötrleştirmek, gliserini çıkarmak ve bir alkol esteri oluşturmaktır. Yukarıdaki söylenenleri gerçekleştirmek için, metanol (odun alkolü) sodyum hidroksitle karıştırılır ve sodyum metoksit elde edilir. Bu tehlikeli sıvı bitkisel yağla karıştırılıp dinlenmeye bırakılınca, gliserin dibe çöker ve metil ester (biodizel) üstte kalır. Gliserin başta sabun olmak üzere 1500 çeşitten fazla üründe kullanılmaktadır [19].

17 Kasım 1997 tarihinde yakıt tankında soya fasulyesinden elde edilen biodizel bulunan küçük bir uçak Minnesota (USA) göklerinde gösteri uçuşu yaptı (Pilotun ismi James Tasma). Daha sonraki model uçaklar üzerinde yapılan uzun süreli testlerde, yakıt verimi ve yakıt

temizliğinin yanında yakıt borularında tıkanma/korozyon problemlerinde de azalma gözlenmiştir.

Günümüzde Amerika'da üretilen biodizel yakıtın %90 lık kısmı soya fasulyesi esaslıdır. Smithfield isimli bir şirket çöp atıklarından biogaz üretimi yapmaktadır. Bu gaz daha sonra biometanol haline dönüştürölüp nakledilmekte ve kullanım yerlerinin yakınlarında biodizel haline getirilmektedir [18].

SONUÇ

Biyomotorin Türkiye'de mevcut olanaklarla uygulamaya alınabilecek en önemli alternatif yakıt seçeneklerinden biridir. Ülkemizde kara taşımacılığının önemli bölümünde ve deniz taşımacılığında Diesel motorlu taşıtlar kullanılmaktadır. Ayrıca endüstride jeneratörler için önemli miktarda motorin kullanılmaktadır. Petrol tüketimimizin ancak % 15'i yerli üretimle sağlanabilmektedir. Petrol ürünleri tüketimi içinde ise, en büyük pay % 34 değeri ile motorine aittir. Biyomotorin kullanımı ile petrol tüketiminde ve egzoz gazı kirliliğinde azalma gerçekleşecektir.

Biyomotorin üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir. Türkiye'de kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinin enerji amaçlı tarımı mümkündür. Hükümetimizin aldığı son tasarruf önlemleri kapsamında tarımda sadece kanola ve soya ekimine destek verilme kararı alınmıştır. Bu durum, çiftçiye bir yön vermektedir. Kanola ve soya ekimi ek bir bedelle desteklenmektedir.

GAP Bölgesi'nde 2010 yılı itibariyle 1.8 Milyon hektar alanda sulu tarım olanağı vardır; bölgede pamuk yanısıra dönüşümlü olarak kanola ve/veya soya ekimi olumlu olacaktır. Çok genel bir hesaplama ile, GAP Bölgesi'nde kanola üretiminin 4 Milyon ton/yıl, sulu tarım kanola ortalama veriminin 400 kg/da, elde edilecek yağ miktarının yaklaşık 1.6 Milyon ton/yıl ve biyomotorin üretiminin ise 1.5 milyon ton/yıl olacağı söylenebilir. Enerji amaçlı tarımın, Türkiye tarım politikası içinde yer alması, çiftçinin yönlendirilmesi yararlı olacaktır.

Türkiye biyomotorin üretimini gerçekleştirebilecek teknolojiye sahiptir. Ayrıca yakıtın kullanımına kolaylıkla uyum sağlayabilir. Çeşitli kapasitelerde biyomotorin üretim tesisleri öncelikle kırsal kesimde konuçlandırılarak,

tarım makinelerinin, kamyonların yakıtı kullanımı özendirilebilir. Ayrıca egzoz kirliliğinin yoğun olduğu büyük şehirlerde toplu taşımacılıkta biyomotorin kullanımı yararlı olacaktır. İlk aşamada motorine, % 5-50 değişen oranlarında biyomotorin katılarak kullanmak yakıtı kademeli geçişi sağlayacaktır.

Biyomotorinin ilgili bakanlıklarca ve devlet kurumlarınca tanımlanması, mevzuatının oluşturulması, yatırım teşvikleri ve vergi indirimleri ile desteklenmesi gereklidir. Konunun başarılı uygulamasının olduğu ülkelerde, devlet-petrol firmaları-biyomotorin üreticileri ve tüketicileri koordinasyonu düzgün ilerlemektedir. Biyomotorin çevre dostu-yenilenebilir enerji alternatifi olarak devletimizce desteklenmelidir.

Biyomotorinin alternatif motorin olarak tescil edilmesi ve yakıt için en kısa sürede TSE standartlarının oluşturulması ve yürürlüğe girmesi şarttır. Taşıt üreticileri de biyomotorin kullanımını garanti kapsamına almalıdırlar.

Yukarıda anlatılanların dışında biodizel sektörünün diğer bir avantajı ise, soya fasulyesi bitkisinin toprağı temizleme ve havadaki karbondioksiti emmesidir. Bu özelliğı ve yakıt olarak kullanılması ile küresel ısınma açısından da yararlı bir yakıttır. Biodizelin; temiz, zehirsiz, bakterilerle ayrışabilir, sülfürsüz ve kansere neden olmamasının yanı sıra aşağıdaki özelliklere de sahiptir.

- Tarım sektöründe canlanma,
- İç göç azalması,
- Fabrika ve istihdam oluşturma,
- Petrol ambargo ve kriz risklerini azaltma,
- CO2 miktarını %78 oranında düşürmesi,
- Dış bağımlılığı azaltması,

- Yenilenebilir bir enerji kaynağı olması,
- Atıklarının gübre ve yem olması ve doğaya zarar vermemesi,
- Hidrokarbon ve karbonmonoksit yayılımını azaltması,
- Parçacık ve duman yayılımını azaltması,
- Yüksek miktarda CETANE içermesi,
- Kalitesi çeşitli Uluslararası standartlarca kabul edilmiş olmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Joshua Tickell, From the Fryer to the Fuel Tank, Tickell Enerji Consulting, Ashland Ohio, 2000
2. Georges Vermeersch, "Development of a Biodiesel Activity", International Congress and Expo Lipids, Fats, and Oils, sayfa 3, Würzburg, Almanya, 8-10 Ekim 2000
3. J. Connemann ve J Fischer, "Biodiesel World 2000", International Congress and Expo Lipids, Fats, and Oils, sayfa 4, Würzburg, Almanya, 8-10 Ekim 2000
4. www.baat.com/
5. www.aromaland.com/
6. www.canola.com/
7. www.veggievan.com/
8. www.selectoil.com/
9. www.northidahofarmers.org/
10. www.northerncanola.com/
11. www.agric.gov.ab.ca/
12. www.rapeseed.net/
13. www.biodiesel.org/
14. www.hyperfuels.com/
15. www.biodizel.de/
16. www.maubiodiesel.org/
17. www.projectbiodiesel.org/
18. www.biomass.org/
19. www.greenfuels.org/
20. www.canola-council.org
21. (21) icerik.asp?efl=biyogaz/biyogaz.htm&curdir=\sanal_kutuphane\biyogaz&fl=hinttipi1.jpg
22. Alişiroğlu Fırat (Ankara 2006)
23. (Karaosmanoğlu 2001)