

KENTSEL KATI ATIKLARIN BİYOENERJİ VE GÜBRE ÜRETİMİ İLE ÇEVRE DOSTU KULLANIM SEÇENEKLERİ

Prof. Dr. Nuri AZBAR

nuri.azbar@ege.edu.tr

GİRİŞ

Gelişmiş toplumlarda enerji-ekonomi-ekoloji dengesini özenle gözeten, kaynak çeşitliliğini ve jeopolitik gerçekleri dikkate alan enerji güvenliği modelleri önem kazanmıştır. Avrupa Enerji Verimliliği İnisiyatifi kapsamındaki faaliyetlerin; rekabetin artırılması, sürdürülebilir kalkınma ve enerji arzı güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunabileceği öngörülmektedir. Avrupa Birliği 2020 yılında tüketiminin %20'sini tasarruf etmeyi hedeflemektedir. Öngörülen hedefin başarılması, 390 mtep enerji tasarrufuna, yıllık 780 milyon ton CO2 azalımına, hane başına yıllık 200-1000 € arasında tasarrufa imkân sağlamaktadır. Tüm bu girişimlerdeki ana fikir, sürdürülebilir kalkınmanın sürdürülebilir enerji kullanımı ile gerçekleşecektir. Bu yaklaşım ile enerjinin etkin kullanımı, düşük maliyetle ve sürekli olarak temini, üretimi ve tüketiminde çevresel etkilerin en aza indirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması amaçlanmaktadır.

Enerji bakımından dış ülkelere bağımlı ve evsel katı atık içerisindeki organik madde yüzdesi yüksek olan ülkemizde katı atıkların biyometanizasyonu Avrupa Birliği'nin düzenli depolama alanlarına gönderilecek organik içerikli atıklara uyguladığı kotaların sağlanması ve yenilenebilir enerji üretimi bakımından uygun bir yöntem olarak görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji için devlet tarafından yeterince teşvik sağlandığı takdirde, yabancı ve özellikle yerli arıtma firmaları bu büyük pazardan pay alabilmek için harekete geçecektir. Bu sayede hem ülkemizin enerji açığı azaltılabilecek hem de istihdam sağlanabilecektir. Yenilenebilir enerji kaynakları içinde biyogaz, biyohidrojen, biyoetanol ve biyodizel gibi biyoenerji kaynakları önemli bir yer tutmaktadır. Biyoyakıtlar olarak ta bilinen bu enerji kaynaklarının karşılaştığı bir sorun ise gıda güvenliğidir, zira fosil yakıt alternatif olarak önerilen biyoyakıtların eşdeğer miktarlarının üretimi için tarımsal arazilerin kullanımı söz konusu olduğunda gıda güvenliği tehdidi doğabilmektedir. Ancak biyogazın kentsel çöpler, tarımsal atıklar ve arıtma tesisi fazla çamurlarından üretilebiliyor olması önemli bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira, özellikle kentsel çöplerin, arazi fiyatları, ilk yatırımı ve işletme giderleri çok yüksek olan deponi sahalarına gönderilmesi yerine atıktan ekonomik değeri olan bir son ürün elde edilmesi ve çöpün ekonomimize kazandırılması mümkün olmakta aynı zamanda kentsel ulaşımda karbon dioksit emisyonlarını da önleyerek küresel ısınma için çok önemli bir adım atılmış olmaktadır. Ülkemizde yılda yaklaşık 35 milyon ton evsel katı atık üretilmektedir ve kişi başına üretilen evsel katı atık miktarı 1,3- 1,4 kg'dır. Bu miktarın % 64'ünü organik kökenli atıklar, %12'lik kısmı geri kazanılabilir atıklar (% 46 kâğıt-karton, % 13 plastik, % 6 PET, PVC, %18.5 cam, %8.6 metal, %3.30 lastik kauçuk, %4.80 tekstil), %22,48'lik kısım da kül/ cüruf (soba atıkları) ve diğer atıklar oluşturmaktadır. İzmir örneğinde ise her gün ortalama 3000 ton kentsel atık ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Çiğli arıtma tesisinden sadece günde 600 ton arıtma çamuru meydana gelmektedir ve hali hazırda bu çamurun bertarafı ile ilgili ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır (bertaraf maliyetleri, bertaraf için yer sıkıntısı v.b.). İzmir Büyükşehir Belediyesi bünyesinde yaklaşık 2000 adet belediye otobüs vardır ve mevcut çöp ve çamurun metan içeriğinin geri kazanılması halinde belediye otobüslerinin önemli bir kısmını bu biyogaz ile çalıştırmak

* Bu bildiri Çevre Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

mümkün olabilir. Biyogaz tesisinden çıkacak olan biyokütlenin de çok kaliteli gübre özelliğinden istifade edilerek biyodizel üretimine uygun bitkilerin yetiştirilmesi ve bu yağlık bitkilerden elde edilecek biyodizelin de gerek otobüslerde ve gerekse körfez vapurlarında kullanılması mümkündür. Biyodizel üretimi esnasında ortaya çıkacak olan atık yan ürün gliserin de biyometan üretimi için son derece kıymetli bir hammadde olarak da kullanılabilir. Atık gliserin aynı zamanda bakteriler yardımıyla plastik hammaddesi üretimi için de kullanılabilir.

Kentsel katı atıkların organik fraksiyonu ile beraber tarımsal organik atıklar enerji açısından önemli oranda yurt dışı bağımlılığı bulunan ülkemiz için biyogaz üretimi açısından çok önemli bir potansiyel oluşturduğu gibi aynı zamanda organik gübre fakiri olan ülkemiz için de büyük bir fırsattır.

Bu çalışma kapsamında dezavantaj olan bir büyük sorunun, organik atıkların uygun biyogaz teknolojileri yardımı ile katma değeri olan kıymetli ürünlere (biyoyakıt ve organik gübre) dönüştürülmesi ve ülkemiz için fırsatlar tartışılmaktadır.

KATI ATIKLARDAN BİYOTEKNOLOJİK YOLLA ENERJİ ÜRETİMİ

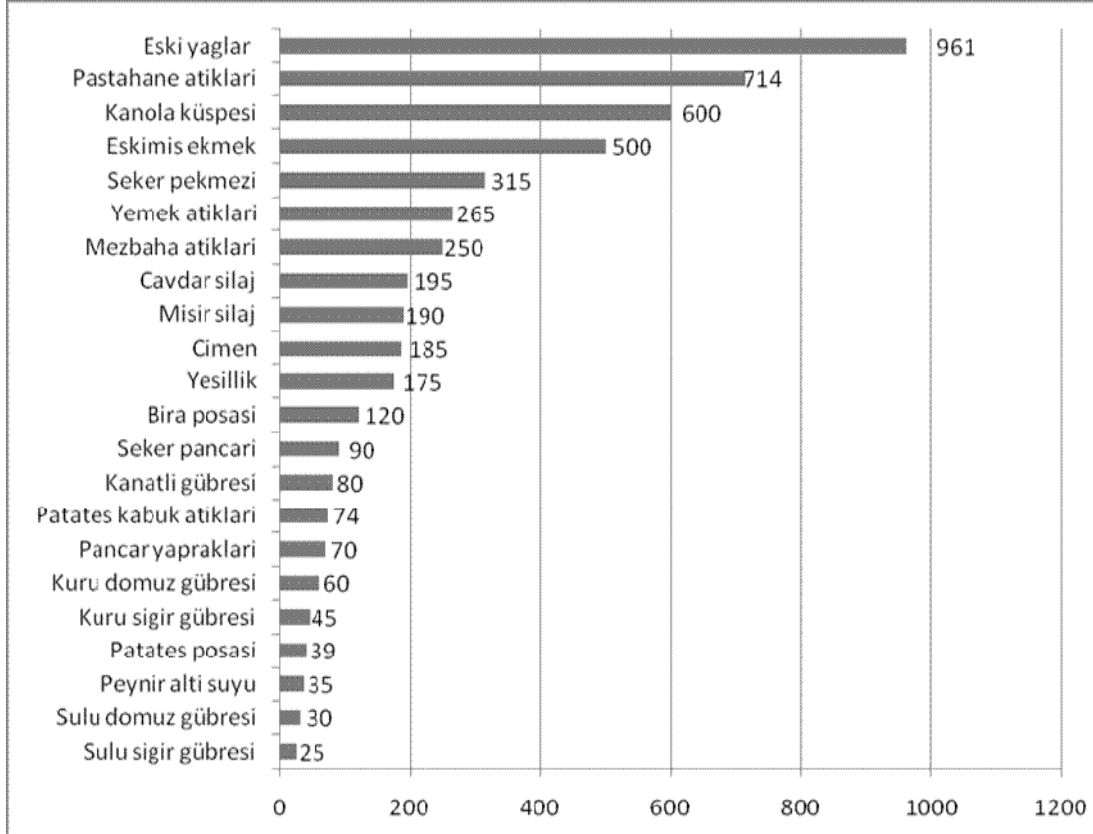
Biyogaz Üretimi İçin Kullanılabilecek Hammaddeler ve Diğer Biyoyakıtlar ile Karşılaştırma

İçerisinde organik karbon bulunan her türlü substrat rahatlıkla biyogaz üretimi amacıyla kullanılabilir. Bu kategoride katı içeriği yüksek kentsel çöpler yer alabileceği gibi organik madde açısından zengin endüstriyel atık sular da dikkate alınabilir. Genel olarak kullanılabilecek ham maddeleri 4 kategoriye ayırabiliriz: i) **Bitkisel atıklar:** İnce kıyılmış sap, saman, mısır silaj, şeker pancarı atıkları, küspe atıkları, çotanak v.s. ii) **Hayvansal atıklar:** İnek, domuz, kanatlı hayvanlar gübresi, iii) **Gıda sektörü atıkları:** Yulaf posası (Bira sektörü), Bisküvi ve çikolata, Peynir altı suyu, zeytin yağı üretimi karasu atığı, zeytin küspesi, meyve posası (Meşrubat sektörü), meyve ve sebze atıkları, biyolojik mutfak atıkları, mezbaha atıkları v.s. iv) **Endüstri atıkları:** Arıtma çamurları, gliserin, organikçe zengin diğer atıksular v.s. Hijyen açısından sorunlu olabilecek bazı organik maddeler (Yüksek riskli hayvansal materyal ve sınır ötesi mutfak/yemek atıkları) ya tesise kabul edilmezler ya da uygun bir önışlemeden (133°C'de 3 bar basınç altında 20 dakika işlem) geçtikten sonra biyogaz tesisine kabul edilir (Salgın ve hijyenik riske ait hayvansal materyaller: mezbahalardaki hastalıklı etler). Riski az salgın ve hijyenik hayvansal materyaller (yenilebilen hayvansal ürünler ve kesim yan ürünleri örneğin deri, kan, yumurta kabuğu, kil, yün v.b., kullanma tarihi geçmiş gıda ürünleri AB-Hijyen (EU Hygiene V) Yönetmeliği'ne göre ön hijyenleştirme işleminden geçirilir (70 derecede, 60 dakika).

Biyogaz üretiminde hammadde sorunu genellikle yoktur. Biyogaz üretimi için atıkların içindeki organik hammaddeler temel alınabileceği gibi biyogaz üretimi amacıyla tarımsal arazilere özel olarak mısır ve benzeri bitkiler de ekilebilir. Tablo 1'de çeşitli hammaddeler ve biyogaz değerleri verilmektedir. Özellikle Almanya'da çiftçiler elektrik üretimi amacıyla tarlalarına mısır ekmekte ve elde ettikleri mısır silajını biyogaz tesislerine genellikle büyük baş hayvan gübrelere ile beraber besleyerek elektrik ve ısı üretmektedirler. Ürettikleri elektriği çok uygun rakamlara devlet desteği ile ana şebekeye satabilmektedirler. Bu çiftçilere Almanya'da enerji çiftçisi adı verilmektedir. Tarımsal alanlardaki tesislerde hayvan dışkısı yanında ana hammadde olarak tavuk atıkları ve diğer gıda kökenli organik atıkları kullanmak mümkündür. Özellikle ülkemiz özelinde hammaddelere baktığımızda kentsel çöplerin

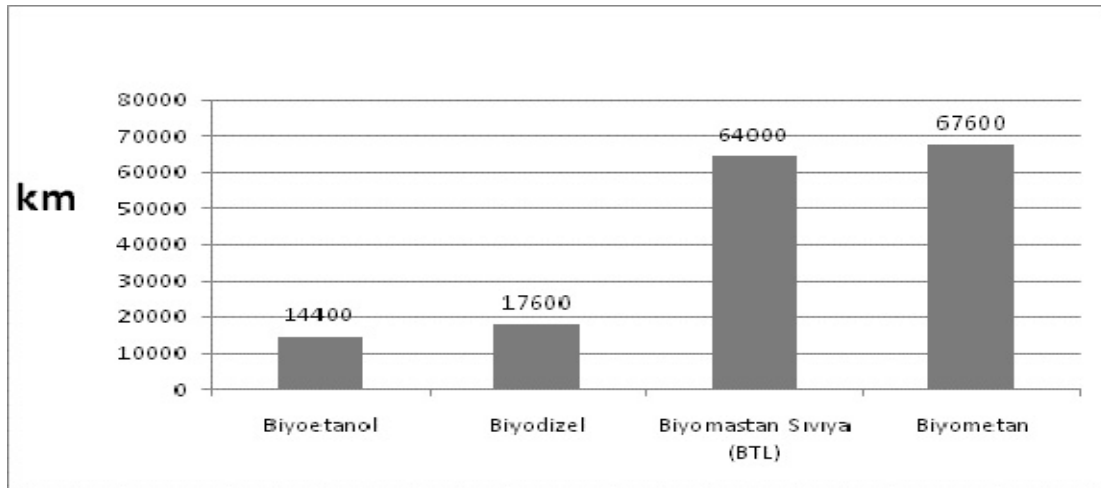
* Bu bildiri Çevre Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

organik fraksiyonu yanında, büyük baş hayvan ve kanatlı sektörüne ait tavuk atıklarının önemli miktarlarda üretildikleri görülmektedir. Ayrıca zeytin karasuyu ve peynir altı suyu gibi biyometan üretimi açısından son derece zengin organik içeriğine sahip atık suların ortak kullanımı da avantajlı görülmektedir (Azbar ve ark., 2002; Azbar ve ark., 2008), zira karasuyun azot eksikliğini tavuk atığından sağlamak mümkündür. Peynir altı suyu da anaerobik biyoprosesler için gerekli makro ve mikro nütrientleri içermektedir. Hali hazırda ülkemizde bu atıklar için maalesef genelde çevre ile dost bit uygulama yapılmamaktadır. Organik madde bakımından zengin bu atıkların biyoenerji içeriğinin metan üretimi ile geri kazanılması hem ekolojik hem de ekonomik bir çözüm olarak büyük potansiyel arz etmektedir.



Şekil 1 Bazı hammaddeler ve biyogaz içerikleri (m³ biyogaz/ton hammadde) (Schmack Biogas AG, JRC workshop, 2007, İzmir, Turkey).

1 ha'lık tarımsal araziden elde edilebilecek enerji ile katedilebilecek yol miktarı Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2 1 ha'lık tarımsal araziden elde edilecek enerji ile katedilebilecek yol miktarı

Tablo 2'de Avrupa'da katı atıkların biyobozunur kısımlarından biyogaz üretimi için sıklıkla kullanılan anaerobik teknolojiler ve ton başına biyogaz üretim değerleri sunulmaktadır. Bu tablodan görüleceği gibi ton katı atık başına ortalama 118 m³ biyogaz üretimi beklenmektedir.

Tablo 2 Avrupa'daki Anaerobik Katı Atık Çürütme Tesislerinin Biyogaz Verimleri (Rapport ve diğ., 2008)

Proses	Bulunduğu Yer	Ortalama Biyogaz Verimi (m ³ /ton katı atık)
VALORGA	Fransa	144
	Hollanda	93
	Almanya	127
	İtalya	180
	İtalya	60
	Fransa	145
	Hollanda	92
	Almanya	126
DRANCO	Almanya	147
	Belçika	103
KOMPOGAS	Avusturya	135
	İsviçre	90
BTA	Almanya	92
Ortalama		118

Tablo 3'de Avrupa'da kullanılan diğer büyük ölçekli anaerobik katı atık işleme teknolojilerine ait envanter, kapasite ve işletme şartlarına ait bilgi sunulmaktadır.

Tablo 3 2008 yılı itibari ile büyük ölçekli anaerobik tesislere ait bilgi
(California Integ. Waste Man. Board, 2008)

Proses Adı	Tesis Sayısı	Kapasite (ton / yıl)		Faz Sayısı		Toplam Madde		Katı İşletme Sıcaklığı	
		En az	En çok	1	2	< % 20	> % 20	35 °C	55 °C
AAT	8	3.000	55.000	x		x		x	
ArrowBio	4	90.000	180.000		x	x		x	
BTA	23	1.000	150.000	x	x	x		x	x
Biocel	1	35.000		x			x		
Biopercolat	1	100.000			x		x		
Biostab	13	10.000	90.000	x		x			x
DBA-Wabio	4	6.000	60.000	x		x		x	
DRANCO	17	3.000	120.000	x			x		x
Entec	2	40.000	150.000	x		x		x	
Haase	4	50.000	200.000		x	x		x	x
Kompogas	38	1.000	110.000	x			x		x
Linde-KCA/BRV	8	15.000	150.000	x		x	x	x	x
Preseco	2	24.000	30.000						
Schwarting-Uhde	3	25.000	87.600		x	x			x
Valorga	22	10.000	270.000	x			x	x	x
Waasa	10+	3.000	230.000	x		x		x	x

Türkiye ve İzmir İçin Biyogaz Potansiyeli

Türkiye'nin 2005 yılı itibariyle doğal gaz kullanımı 274 TWh (terrawat) mertebesindedir. 1 ha tarımsal araziden yılda 40.000 kwsaat enerji üretilebilme varsayımıyla, 77.945.200 ha'lık yüzölçümün 26.423.422 ha'lık zirai alanın sadece %20'si olan 5.284.684 ha'lık kısmına enerji bitkileri ekilmesi ile elde edilebilecek enerji miktarı 211.4 TWh civarında tahmin edilmektedir. Büyükbaş hayvan gübresinde de 30.5 TWh'lık bir enerji üretimi mümkün olduğu düşünüldüğünde Türkiye'nin doğal ithalatının %88'ine eşdeğer bir enerjinin kendi öz kaynaklarımız ile üretilebildiği çok açıktır (Karakuz, 2006). Bu değerlere kentsel çöplerden (250-450 m³ biyogaz/ton uçucu kuru madde) elde edilebilecek miktarlarda ilave edildiğinde ihtiyaç fazlası bile söz konusu olacaktır.

İzmir'de her gün ortalama 3000-4000 ton kentsel atık ortaya çıkmaktadır ve bu atığın ortalama % 50'si biyozunur özelliktedir. Ayrıca Çiğli arıtma tesisinden sadece günde 600 ton arıtma çamuru meydana gelmektedir ve geçmişte bu çamurun bertarafı ile ilgili ciddi sıkıntılar yaşanmıştır (bertaraf maliyetleri, bertaraf için yer sıkıntısı v.b.) (Azbar ve ark., 2006). Buna göre yaklaşık 2000 ton/gün organik katı atıktan anaerobik çürütme prosesleri kullanılarak elde edilebilecek biyogaz miktarı (1 ton organik katı atık için 100 m³/gün biyogaz üretim kabulüyle) yaklaşık **73 milyon m³ / yıl (200.000 m³ / gün)** düzeyinde biyogaz potansiyelinden söz edilebilir. İzmir Büyükşehir Belediyesi bünyesinde yaklaşık 2000 adet belediye otobüs vardır ve mevcut çöp ve çamurun metan içeriğinin geri kazanılması halinde belediyenin önemli sayıdaki otobüslerini bu biyogaz ile çalıştırmak mümkün olabilir. Biyogaz tesisinden çıkacak olan biyokütlenin de çok kaliteli gübre özelliğinden istifade edilerek biyodizel üretimine uygun bitkilerin yetiştirilmesi ve bu yağlık bitkilerden elde edilecek biyodizelin de gerek otobüslerde ve gerekse körfez vapurlarında kullanılması mümkündür. Biyodizel üretimi esnasında ortaya çıkacak olan atık yan ürün gliserin de biyometan üretimi

* Bu bildiri Çevre Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

için son derece kıymetli bir hammadde olarak da kullanılabilir. Atık gliserin aynı zamanda bakteriler yardımıyla plastik hammaddesi üretimi için de kullanılabilir (Papanikolaou ve ark., 2007).

Ülkemiz gerek biyogaz hammaddesi, gerekse etanol hammaddesi ve gerekse biyodizel hammaddesi üretilebilirliği açısından son derece uygun ve zengindir. Bu potansiyelin azami derecede değerlendirilmesi şarttır.

Yurt Dışındaki Uygulamalardan Bazı Örnekler

Avrupa Birliği Düzenli Depolama Direktiflerine göre; biyobozunur kentsel atıkların mutlaka geri kazanımı ve değerlendirilmesi için hedefler belirlenmiş ve düzenli katı atık depolama alanlarında atık depolama miktarları için, 1995 yılında gerçekleşen seviyelerinin, 2010 yılında % 75'ine, 2013 yılında % 50'sine, 2020 yılında ise % 35'ine çekilmesi öngörülmüştür. Bir başka deyişle, 2020 yılında üretilen her 1 ton atığın en az 650 kg lık kısmı çeşitli alternatif teknolojiler ile geri kazanılmalı veya enerjiye dönüştürülmesi öngörülmektedir. Ayrıca, depolama sahalarına tehlikeli ve tıbbi içerikli atıkların getirilmesi ya da tehlikesiz atıklarla karıştırılmak suretiyle depolanması yasaklanmıştır. Yunanistan'da düzenli atık depolama yöntemiyle bertaraf edilen atıkların oranı % 90'ın üzerindedir. Portekiz, İngiltere, İrlanda, Finlandiya, İtalya ve İspanya gibi ülkelerde bu oran % 60 - % 75 arasında değişmekte, Avusturya, Lüksemburg, Almanya, İsveç, Belçika, Danimarka, Hollanda gibi kuzey Avrupa ülkelerinde % 2 - % 35 seviyelerine düşmektedir. Her bir ülke için, düzenli depolama dışına kalan yüzdeler, kompost tesisleri ve "atıktan enerji" konsept tesislerine aittir (Eurostat, 2012).

Sıvı ve gaz formdaki biyoyakıtların kullanımını teşvik amacıyla Avrupa Birliği 2003/30/EC yönetmeliğini 08.05.2003 tarihinde yayımlayarak 2010 yılına kadar fosil yakıtlara %5.75 oranında biyoyakıt karıştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Aslında bu değer 2020 yılında %10 olarak hedeflenmiştir.

Özellikle Avrupa ülkelerinden Fransa, Almanya, İrlanda, İsveç, İsviçre ve İngiltere'de biyoyakıtların kentsel ulaşımda kullanımı üzerine demo projeleri mevcuttur. Brezilya 1980'li yıllardan itibaren etanol taşımacılığında en temel yakıt haline getirmiş ve fosil yakıtlardan uzaklaşmıştır. ABD ve İsveç tarafından da bu model benimsenmiştir. İsveç toplu taşımacılıkla beraber tüm taşıtlarını petrolden bağımsız kılmak üzere önemli bir adım atmış ve Brezilya'dakine benzer bir model ile etanol yoğun bir şekilde taşımacılıkta kullanmaya başlamıştır ve temiz taşıt satın alma için de referans geliştirmişlerdir (www.msr.se/en). Ayrıca İsveç'te 2002 verilerine göre 233 adet biyogaz tesisi bulunmaktadır. 135.000 nüfuslu Linköping şehrinde 14 MEuro'luk bir yatırımla hataya geçirilen projede biyogaz ile çalışan 64 otobüsün toplu taşımacılıkta kullanıma başlanmasıyla yılda 5.5 milyon litre dizelden tasarruf sağlanmıştır. Ayrıca biyogazla çalışan taksi ve trenlerin de bulunduğu bilinmektedir (Johnson, 2006). Almanya'da, Fransa'da, İrlanda'da, İsviçre'de ve İngiltere'de biyogaz ve biyodizel ile çalışan taşımacılık hizmetleri vardır. İngiltere 15 Nisan 2008'de taşımacılıkta yenilenebilir enerji kullanımını zorunlu hale getirmek için "Renewable Fuels Agency (RTFO)" kurmuştur. RTFO, 2010 yılına kadar yakıt istasyonlarında biyoyakıt satışı %5'e çıkarılmasını şart koymuştur (www.dft.gov.uk/rfa/). Graz Şehri toplu taşımacılık şirketi (GVB) tarafından işletilen 61 tramvay ve 142 otobüsten oluşan filoda tüm otobüsler %100 olarak kızartma yağlarından elde edilmiş biyodizel (AME EN14214) ile işletilmektedir (Guide on Sustainable Biofuel, Draft 2008) (www.gvb.at). Swan Ekoetiket uygulaması (www.svanen.nu) bünyesinde %50'den fazla biyoyakıt içeren yakıtlara uygulanmaktadır. Küresel boyutta sürdürülebilir biyoyakıt standardı oluşturulma inisiyatifi ise "The Ecole

Polytechnique de Lausanne (EPFL)” tarafından gerçekleştirilmektedir (<http://cgse.epfl.ch/Jahia/site/cgse/op/edit/pid/65660>)

Son olarak da aşağıda belli başlı biyoyakıt Avrupa Projeleri hakkında bilgi verilmektedir:

BIOFUEL CITIES-www.biofuel-cities.eu: 2006-2009 yılları arasında planlanan bu projede bir Avrupa ortaklığı kurmak, biyoyakıtları tarafsızca değerlendirmek, biyoyakıt paydaş ve hissedarlarına destek vermek hedeflenerek biyoyakıtlar konusunda farkındalık yaratmaya çalışılmaktadır.

BIOGASMAX-www.biogasmax.eu: Bu projenin temel amacı atık idaresi yanında hava ve su kirliliği ile ilgili olarak kentlerin karlı karlıya kaldığı problemleri irdelemektir.

PROCURA-www.procura-fleet.eu: Bu proje ortak satın alma stratejileri ve modelleri geliştirmeye çalışmaktadır. Ayrıca filo tarama araçları, özel ve resmi taşımacılık filoları için temin ve bakım el kitapçıkları oluşturmaktadırlar.

BEST-www.best.europe.org: “Bioethanol for Sustainable Transport” açılımına sahip olan bu proje biyoetanolün piyasaya girişi ve piyasada esnek motorlu (hem benzin hem etanol kullanabilen) araçların kullanımının artırılması konularına eğilmektedir.

SU:GRE-www.sure.info: “Sustainable Green Fleets” başlıklı bu proje ise mevcut filoların biyoyakıtlı, özellikle metan, enerji verimli taşıma araçlarına dönüştürülmesini destekleyen ve teşvik eden bir projedir.

RECODRIVE-www.recodrive.eu: “Rewarding and Recognition Schemes for Conserving Driving Vehicle Procurement and Maintenance” başlıklı bu projede ise mevcut ekolojik taşımacılık yapan ve iyi filo idaresine sahip inisiyatifleri gün ışığına çıkarıp taşımacılıkta en %10 yakıt tasarrufunu amaçlamaktadır. Bu proje ayrıca filoda yakıt ekonomisini geliştiren personeli ödüllendirdiği gibi daha verimli ve/veya biyoyakıt kullanan filo araçlarının satın alınmasını kapsamaktadır.

TRENDSETTER Europe-www.trendsetter-europe.org: 54 bireysel alt projeden oluşan bu girişimde yaşam kalitesi, hava kalitesi, gürültü ve trafikte azaltma gibi konular işlenmektedir. Graz, Lille, Pecs, Praha ve Stockholm gibi şehirler mevcut başarılı uygulama örnekleri ile projeye dahil olmuş ve diğer adaylara cesaret vermektedir.

COMPRO-www.compro-eu.org: Bu proje Avrupa ölçeğinde temiz toplu taşımacılık araçlarının ortak bir satın alma şartlarını incelemektedir. Proje aynı zamanda doğal gaz ve hibrid araçlar üzerine yoğunlaşmaktadır.

SON DEĞERLENDİRME

Biyoyakıtların küresel ısınma ve çevre koruma açısından avantajlarına rağmen piyasaya girişinde belli başlı engeller vardır. Örneğin biyoyakıtların sürdürülebilirliği konusunda toplumsal önyargıların aşılması gerekir.

Tablo 1. Biyoyakıt tipine göre sera gazlarında beklenen azalma miktarları (Renewable Energy Directive COM (2008) 19)

Biyoyakıt üretim şekli	Sera gazında azalma (%)
- Buğdaydan etanol (kombine ısı ve güç tesisinde kömür kullanılması hali)	21
- Buğdaydan etanol (proses yakıtı olarak doğal gaz kullanılması hali)	45
- Buğdaydan etanol (proses yakıtı olarak saman kullanılması hali)	69
- Mısırdan etanol üretimi (proses yakıtı olarak saman kullanılması hali)	56
- Şeker kamışından etanol	74
- Kolza tohumundan biyodizel	44
- Ayçiçeğinden biyodizel	58
- Palm yağından biyodizel (proses tanımlanmamış)	32
- Palm yağından biyodizel (atmosfere herhangi bir metan emisyonu yok)	57
- Atık yağlardan ve hayvansal yağdan biyodizel üretimi	83
- Saf bitkisel yağdan biyodizel üretimi	57
- Kentsel katı atıklardan biyogaz eldesi ve CNG gaz olarak kullanımı	81
- Islak hayvan gübresinden biyogaz üretimi ve CNG olarak kullanımı	86
- Kuru hayvan gübresinden biyogaz üretimi ve CNG olarak kullanımı	88

Toplumda biyoyakıtların gıda güvenliğini tehdit etmesi yönünde ve gıda fiyatlarının artacağı yönünde bir önyargı vardır. Biyoyakıtları sadece satın almak yerine yerel idarelerin tüm altyapıyı dikkate almaları (üretim, dağıtım, yakıt istasyonları, uygun araçlar v.b) gerekir. Uygun biyoyakıtın seçimi doğal olarak coğrafyanın bir fonksiyonudur. Yerel idareler kendi biyoyakıtlarını (biyogaz, etanol, biyodizel v.b) kendileri üretmek isteyeceklerdir ve bu kararı mevcut coğrafik imkanlara göre vereceklerdir. Biyoyakıtın sürdürülebilir temini ve ihalesi yerel idareler açısından kritik bir konudur. Tercih edilecek olan biyoyakıtın “Yaşam Döngüsü Analizi (LCA)” ve çevreye baskısı da önemli bir parametredir. Örneğin biyodizelin karbon izi genellikle biyoetanole göre daha fazladır (Tablo 1), ancak biyodizel atık kızırtma yağlarından elde edilmesi halinde çok daha farklı bir tablo karşımıza çıkabilir. Biyoyakıt kullanabilir ulaştırma araçlarının imal edilebilirliği ve erişilebilirliği diğer bir önemli konudur, Avrupa’da sipariş üzerine biyoyakıtlarla uyumlu üretim yapabilen fabrikalar mevcuttur. Sürdürülebilir ve erişilebilir olsa bile satın alma açısından ekonomik ve düşük maliyetli temin seçeneklerinin geliştirilmesi (kendi yakıtını kendi üretmek, ortak satın alma v.b.) gerekebilir.

Ülkemiz hali hazırda maalesef enerji temini bakımından % 90 oranında dış kaynaklara bağımlıdır. Türkiye’nin 2006’da 26.1 milyar US-Dolar enerji ithalatını (petrol, petrol ürünleri, doğalgaz, LPG, kömür) göz önüne alırsak ve bu rakamın her sene yüzde 10 civarlarında artacağını varsayarsak, Türkiye’nin çok acil bir şekilde ülke çıkarlarına uygun bir enerji politikasını hayata geçirmesi ulusal politik ve ekonomik çıkarlar açısından çok büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarımızla (güneş, rüzgar, su v.b.) biyoyakıt potansiyelimizin de (biyogaz, biyoetanol, biyodizel v.b) azami derecede devreye girmesi ile

* Bu bildiri Çevre Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

ülkemin bu enerji esaretinden kurtulması an meselesidir. Öte yandan 02 Şubat 2007’de açıklanan 4. İklim Değerlendirme Raporu (IPCC-Report) tüm ülkelerin çevresel önlemleri acilen alması gerektiğinin altını bir kez daha çizmiştir. Türkiye’nin Kyoto Protokolü’nü imzalaması halinde karşılaşılabilecek yükümlülüklerin şimdiden hafifletilmeye başlanması mümkündür.

KAYNAKLAR

Azbar, N. and Baxter, D. (Organizators):International Workshop on “Renewable Fuels from Waste for City Transport Applications”, 4-5 October 2007, Ege University, Izmir, Turkey. Co-organized by JRC, NL.

Azbar, N., Ersoy, Y., Keskin, T., Dokgöz, F.T., Doğan, F., “Feasibility of Anaerobic Bioprocessing of Municipal Solid Wastes. Turkish-German Solid Waste Days,” Biological Processes for Solid Wastes, Izmir, Turkey, 2006, pp 139-145.

Current Anaerobic Digestion Technologies Used for Treatment of Municipal Organic Solid Waste, California Integrated Waste Management Board, 2008.

Johnson, O., Biogas for Transportation:Practical Experience in Sweden. International Workshop on “Renewable Fuels from Waste for City Transport Applications,2006. Azbar, N. Ve Baxter, D. (Organizators): 4-5 October 2007, Ege University, Izmir, Turkey. Co-organized by JRC, NL

Karakuz, S., Practical Application of Biogas Processes. International Workshop on “Renewable Fuels from Waste for City Transport Applications”, Azbar, N., Baxter, D. (Organizators): 4-5 October 2007, Ege University, Izmir, Turkey. Co-organized by JRC, NL.

Papanikolaou S, Fakas S, Ficka M, Chevalota I, Galiotou-Panayotoub M, Komaitisb M, Marca I, Aggelisc G. “Biotechnological valorisation of raw glycerol discharged after bio-diesel (fatty acid methyl esters) manufacturing process: Production of 1,3-propanediol, citric acid and single cell oil.”Biomass and Energy, 2007.

Rapport, J., Zhang, R., Jenkins, B.M., Williams, R.B., Current Anaerobic Digestion Technologies Used for Treatment of Municipal Organic Solid Waste. California Environmental Protection Agency, Integrated Waste Management Board, 2008.

1st International Workshop on Environmental Problems in Olive Oil Production and Solutions, Editors:N.Azbar, N.Vardar, M.Akın.I.Cevilan., 07-09 Haziran 2002, Edremit-Balıkesir,Turkiye .