

SLUDGERGY®: ATIK SU ARITMA ÇAMURLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL KULLANIMI İÇİN BİR YÖNTEM

Adnan AKYARLI¹, Necdet ALPASLAN², Hüseyin ŞAHİN³

ÖZET

SLUDGERGY®, madde yaşam döngüsü (life cycle) tamamlanamayan atık su arıtma çamurlarının, kontrollü bir alanda, yöreye uygun enerji bitkilerinin üretimi için kullanılmasını ve üretilen biyokütleden enerji elde edilmesini içeren bütünsel bir üretim ve yönetim sürecidir. Böylece, arıtma çamurlarının tarımsal etkinlikler sonucunda mineralize olmaları ve - *döngüsel olarak* - aynı alana yeniden uygulanabilmeleri sonucu sürdürülebilir bir şekilde nihai bertarafı sağlanacak; bunun yanı sıra, çamurların içindeki - *C, N, P vb.* - birçok yararlı element, bitki bünyesine geçerek yenilenebilir enerji üretimine katkıda bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Atık Yönetimi, Atık Su Arıtma Çamurları, Biyokütle, Biyodizel, Çamur Bertarafı*

GİRİŞ

Birinci Aktör: Atık Su Arıtma Çamurları

Atık su arıtma tesislerinde, atık su içerisinde askıda ve/veya çözülmüş halde bulunan maddeler, çeşitli fizikokimyasal ve biyolojik yöntemlerle atık su bünyesinden uzaklaştırılarak çamur formuna dönüştürülürler. Böylece kirlilikler yoğunlaştırılarak daha düşük hacimlere depolanırken, atık su arıtımı da sağlanmış olur.

¹ Egebiyoteknoloji A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı ve Biyodizel Sanayicileri & İş Adamları Derneği (BİYOSİAD) Başkan Yrd, adnanakyarli@egebiyoteknoloji.com

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, necdet.alpaslan@deu.edu.tr

³ Egebiyoteknoloji A.Ş., huseyinsahin@egebiyoteknoloji.com

Biyolojik süreçlerin desteklediği atık su arıtma tesislerinde, askıda katı maddeler ön çökeltim havuzlarında çökeltilerek atık sudan uzaklaştırılırlar. Çözünmüş kirlilikler ise, arıtma süreci sırasında oluşan mikroorganizmaların bünyesine alınır. Mikroorganizmalar, bünyelerine aldıkları çözünmüş kirliliklerin bir kısmını kendi yaşamları için gerekli olan enerjiye çevirirken, diğer kısmından da sentez yoluyla yeni mikroorganizmalar üretirler. Birçok biyolojik arıtma sürecinde – *kütle ve yaşam dengelerini sağlayan* - kararlı hal koşullarının sürdürülebilmesi için, üreyen mikroorganizmaların bir bölümü, “çamur” adı altında tesisten uzaklaştırılmaktadır.

Dolayısıyla - *hemen her arıtma tesisinde* – atık su arıtma üniteleri yanında çamur işleme ve uzaklaştırma üniteleri de bulunur. Bu ünitelerde: - *genellikle* - yoğunlaştırma, stabilizasyon, susuzlaştırma gibi çamura yönelik ardışık işlemler gerçekleştirilir. Atık su arıtma sürecinin sorunsuz olarak tamamlanabilmesi için, ortaya çıkan çamurun da – *olumsuz çevresel etkiler yaratmayacak şekilde* – bertarafı gerekmektedir.

Arıtma tesislerinden - *yukarıda kısaca özetlenen işlemleri takiben* - çıkan çamur, genellikle çöp depolama alanlarında biriktirilerek bertaraf edilir. Ancak bu yöntem, bu alanların hızla dolmasına ve kullanım ömrünün kısılmasına neden olmaktadır; bu yüzden de, son yıllarda giderek istenmeyen bir seçenek niteliği arz etmektedir. Buna karşılık, arıtma çamurlarının depolama öncesi kurutulması ve yakılması gibi seçeneklere gösterilen ilgi ise, giderek artmaktadır. Bununla birlikte, kurutma ve/veya yakma işlemi: elektrik enerjisi, fosil yakıtlar vb. kullanılarak gerçekleştirildiğinden yüksek yatırım ve işletme maliyetleri ortaya çıkarmakta; bu nedenle, - *özellikle gelişmekte olan ülkelerde* – teknik ve ekonomik yönden maliyet-etkin çözümler ortaya koyamamaktadır.

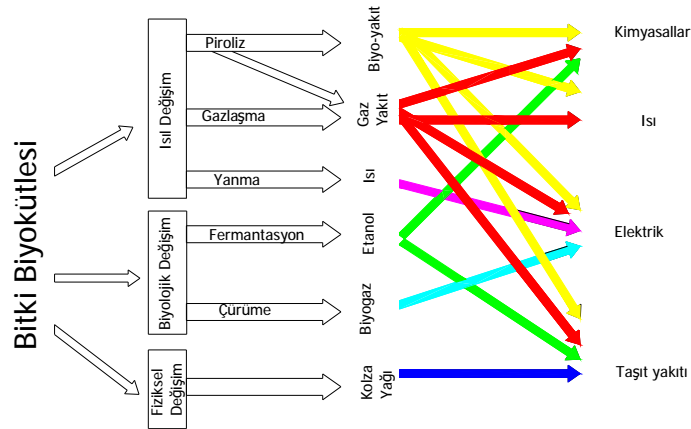
Arıtma çamurlarının nihai bertarafı için bir başka uygulama ise, çamurun uygun alanlara serilerek tarımsal amaçlarla kullanılmasıdır. İlk bakışta çok çekici gelen bu seçenek, çamurdaki kirliliklerin toprak ve/veya bitki ortamına taşınması ve oradan besin zinciri yoluyla canlılara ulaşması sonucu risk oluşturma potansiyeline sahiptir. Ayrıca çamurun araziye bilinçli olarak serilememesi: koku, sinek ve arazi kullanımı açısından sakıncalar doğurmaktadır. Dolayısıyla bu uygulama günümüzde oldukça tartışılmakta; çeşitli yasal yaptırımlarla kullanımı kısıtlanmaktadır.

Sözü edilen sakıncaları ortadan kaldırmak üzere, arıtma çamurlarının insan sağlığını riske atmadan tarımda kullanılarak değer yaratmasına olanak veren ve bunun yanı sıra, çamurun birikmesini önleyen bütünsel bir çözüm yöntemi henüz bulunamamıştır.

İkinci Aktör: Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Günümüzde yenilenebilir enerjiye olan yönelimlerin sonucunda, bitkisel yağlar potansiyel bir enerji kaynağı olmuştur. Kanola, aspir, ayçiçeği, soya ve pamuk gibi yağ bitkilerinden çeşitli yöntemlerle elde edilen bitkisel yağlar, alkol ile reaksiyona sokularak, motorin eş değeri biyodizel üretiminde kullanılmaktadır.

Günümüzde bir başka potansiyel yenilenebilir enerji kaynağı da biyokütledir. Biyokütle: ormancılık, tarım, hayvancılık vb. sektörel etkinliklerin çıktısı olarak, ana üretim, yan üretim ve atıklardan elde edilen, biyolojik olarak parçalanabilir özellikteki maddelerdir. Bir başka deyişle: her türlü ağaç, bitki, alg ve benzeri canlılar ile evsel, endüstriyel, tarımsal atıkların içerdiği benzer özellikteki maddeler biyokütle olarak tanımlanır. Günümüzde biyokütle, katı, sıvı ve gaz formlarda yakıt haline dönüştürülerek enerji üretimi için kullanılabilir. Söz konusu dönüşüm süreçleri, genellikle fiziksel (mekanik) ve/veya ısıl (termal) ve/veya biyolojik süreçlerdir. Şekil 1'de biyokütleden enerji elde edilmesine olanak veren yöntemler gösterilmektedir.



Şekil 1: Bitki biyokütlesini enerjiye dönüştüren yöntemler

İki Aktörün Başarılı Birlikteliği: SLUDGERGY®

SLUDGERGY®, madde yaşam döngüsü tamamlanamayan atık su arıtma çamurlarının, kontrollü bir alanda enerji bitkilerinin üretimi için kullanılmasını ve üretilen biyokütleden çeşitli yollarla enerji elde edilmesini içeren bütünsel bir üretim ve yönetim sürecidir. Böylece, arıtma çamurlarının tarımsal etkinlikler sonucunda mineralize olmaları ve - *döngüsel olarak* - aynı alana yeniden uygulanabilmeleri sonucu sürdürülebilir bir şekilde nihai bertarafı sağlanacak; bunun yanı sıra, çamurların içindeki - *C, N, P vb.* - birçok yararlı element, bitki bünyesine geçerek yenilenebilir enerji üretimine katkıda bulunacaktır.

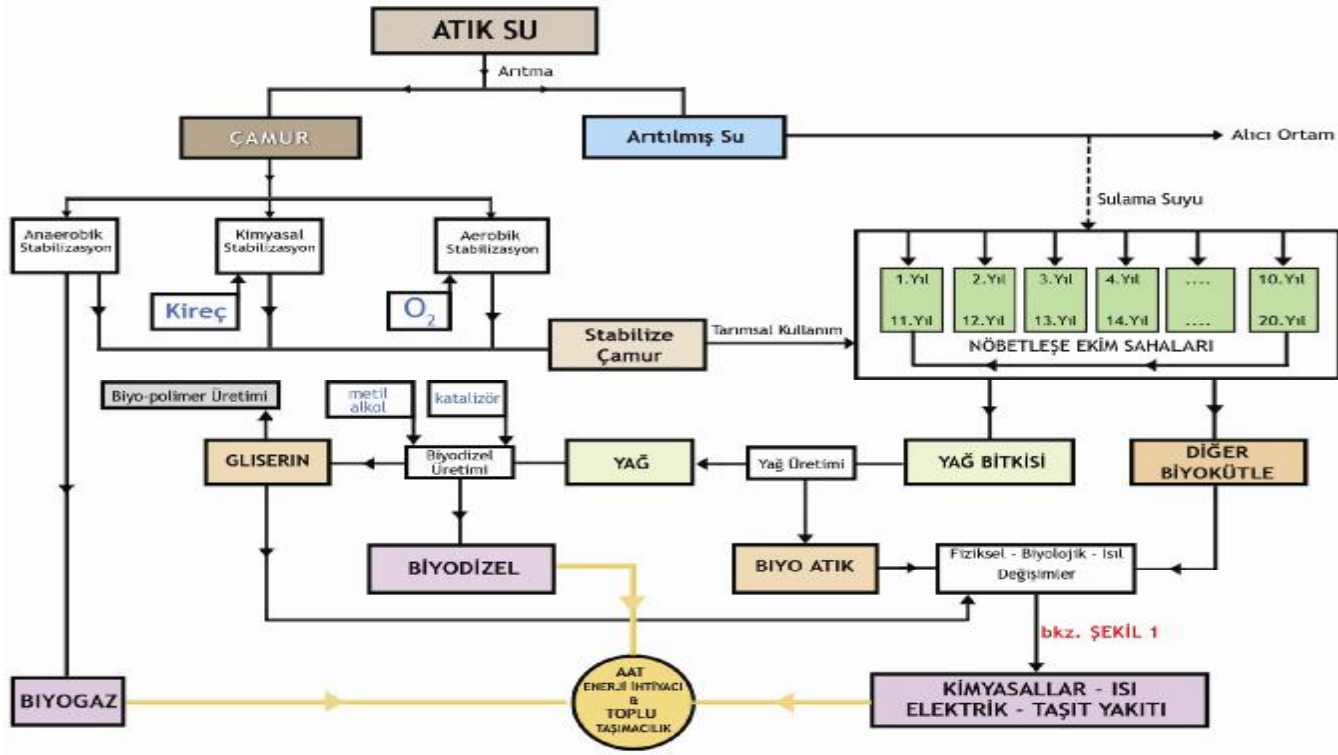
SLUDGERGY®

Nedir?

“ÇAMURDAN ENERJİ” sözcüklerinin İngilizce karşılığı olan “**SLUDGE to ENERGY**” ifadesinden türetilen ve isim ve fikri mülkiyet hakları Egebiyoteknoloji A.Ş.’ne ait olan **SLUDGERGY®** yöntemi:

- Ü Atık su arıtma sisteminin bir bileşeni olarak kontrol altında tutulan ve atık su çamurlarının gübre olarak değerlendirildiği bir alanda, - besin zincirine katılmasına izin verilmeyen - enerji bitkileri tarımı yapılması ve bu etkinliğin sonucunda çamurun mineralizasyonunun sağlanması;
- Ü Mineralizasyon sürecinin – aynı alanda sürdürülen ardışık tarımsal uygulamalar sonucunda - tamamlandığı ve bunun sonucunda arıtma çamurlarının inorganik yapıya dönüştüğü alanların yeniden atık su çamuru serilmesi suretiyle döngüsel olarak kullanılması;
- Ü Yetiştirilen yağ içerikli enerji bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlardan yenilenebilir bir yakıt niteliği taşıyan – motorin eşdeğeri - biyodizel ve alkol içeren enerji bitkilerinden etil alkol üretimi;
- Ü Bu işlemler sırasında çıkan küspeden ve verimi uygun olan diğer biyokütle türlerinden çeşitli yöntemlerle enerji elde edilmesi

aşamalarını içeren sürdürülebilir bir çamur bertaraf sürecidir (Şekil 2).



Şekil 2: SLUDGERGY Yöntemi Akış Şeması

Nasıl?

Önerilen yöntemde, tarımsal etkinlikler için araziye uygulanacak arıtma çamurları, koku, sinek vb. rahatsız edici sonuçlar doğmaması ve Ca ve Mg gibi bitki büyümesini destekleyen elementlerin de bünyeye katılması için – *tercihan* - kireç esaslı kimyasal stabilizasyon işlemi uygulanarak “B tipi biyokatı” formuna dönüştürülmektedir. Bununla birlikte, arıtma tesisinde stabilizasyon işlemi başka bir yöntemle gerçekleştiriliyorsa, kireç dozunun - *koşullara göre sıfıra değin* - azaltılması olanaklıdır.

Biyokatı, tarımsal etkinliklerin veriminin artırılması ve elleçlemenin kolaylaşması amacıyla stabilizasyon işleminin ardından - *hemen araziye uygulama yerine* - bir süre bekletilerek kurutulabilir veya belli oranlarda tarım toprağıyla karıştırılarak kullanılabilir. Böylece yapısı uygun hale dönüşen ve dirençli organik bileşikler ile bitki gelişimi için gereken makro ve mikro besin elementlerini içeren biyokatı, - *özellikle tarımsal değeri düşük olan arazileri kazanmak amacıyla* - verimsiz toprak tabakası üzerine serilmekte ve bu şekilde iyileştirilen alana – *yöresel ve iklimsel koşullara uygun* – enerji bitkileri ekilmektedir.

Uygulanan biyokatı: bitkilerin ve iklimsel koşulların neden olduğu evapo-transpirasyon (bitki ve topraktan buharlaşma) sonucunda bünyesindeki suyu kaybetmekte; bunun yanı sıra, içindeki organik bileşenlerin – *bitki tarafından tüketilmesi sonucunda ve/veya doğal süreçlerle* - inorganik yapıya dönüşmesine bağlı olarak, belli bir zaman süresi sonunda mineralize olmaktadır.

SLUDGERGY® yönteminin sürdürülebilir bir nihai bertaraf seçeneğı olmasını sağlayan en önemli bileşen, mineralizasyon sürecinin tamamlandığı bölgeye yeniden biyokatı uygulanması ile döngüsel bir alan kullanım planı oluşturulmasıdır. Bu noktada, biyokatı tabakası kalınlığının artması ile – *bir yılda çıkması olası çamur hacmi için gereken* – biyokatı uygulama alanının azalacağı ($a - m^2/yıl$); buna karşılık, mineralizasyon süresinin ve buna bağlı olarak aynı alana yeniden çamur uygulanmasına olanak veren döngüsel kullanım periyodunun ($T - yıl$) uzayacağı hususları göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle: bu kalınlığın, toplam alan gereksinimini ($A - m^2 = a - m^2/yıl * T - yıl$) en küçükleyecek şekilde belirlenmesi, büyük önem taşımaktadır.

Biyokatı tabakası üzerine kanola, aspir vb. yağ bitkileri; mısır, şeker pancarı vb. alkol üretiminde kullanılacak bitkiler veya - *Şekil 1'de gösterilen çeşitli dönüşüm yöntemleri ile enerji üretiminde kullanılan* - biyokütle esaslı diğer enerji bitkileri ekilebilir. Bu süreç, uygulamanın yapıldığı bölgenin koşullarına göre: ilk aşamada arıtma çamurlarının su içeriklerini daha hızlı düşüren kargı (su kamışı) ve çim gibi kısa dönemli bitkilerin ekilmesi ve ardından yağ ve alkol eldesine olanak veren daha yüksek katma değerli bitkilerin tarımına geçilmesi biçiminde de planlanabilir. Bu bağlamdaki ana hedef, mineralizasyon süresini kısaltarak toplam alan gereksinmesini azaltmaktır. Bu şekilde belirlenen bir alanda sürdürülecek etkinliklere ilişkin temel koşul ise, elde edilen tarımsal ürünlerin, besin zincirine girmemesini – *mutlaka* - sağlamaktır.

Neden?

SLUDGERGY® yöntemi: biyokatı formuna dönüştürülen arıtma çamurlarının - *insan sağlığı ve çevresel etkiler açısından risk oluşturmadan* - tarımda kullanımına ve - *tarımsal etkinliklere bağlı olarak gelişen* - mineralizasyon sürecinin sonunda, zararsız bir yapıya dönüştürülerek tüketimine olanak vermektedir. Böylece, bu kirletici maddelerin zamanla artan depolama alanı gereksinmesine son verilerek – *günümüz koşullarında çok daha zorlukla bulunabilen* - çöp depolama sahalarının yararlı ömürlerinin uzatılması sağlanmaktadır. Diğer bir deyişle, - *giderek daha fazla sorun olan ve masraflı çözümler gerektiren* – arıtma çamurlarının, değer yaratarak geri kullanımı ve birikime olanak vermeyecek şekilde sürdürülebilir bertarafı gerçekleştirilebilmektedir.

Biyokatı, uygulandığı toprağın su tutma kapasitesini arttırmakta; gözenekli ve geçirgen bir toprak yüzeyi oluşmakta; böylece yüzey akışını azalttığından, toprak erozyonu önlenmiş olmaktadır. Bunun yanı sıra, yetiştirilen enerji bitkilerinin mineral gereksinimleri karşılandığından, ek bir gübreleme söz konusu olmamaktadır.

Azot ve fosfor içerikleri biyokatıların gübre değerini ortaya koymakta; organik madde değeri de, toprağı iyileştirme niteliğini olumlu yönde etkilemektedir. Sonuç olarak: verimsiz bir alana uygulanan biyokatı, enerji bitkilerinin daha hızlı gelişmesini sağlayan; yağ ve alkol eldesine olanak veren bitkilerin ise, verimini, kalitesini, içerdikleri yağ ve alkol oranını yükselten uygun bir tarımsal ortam oluşturmaktadır.

SONUÇ

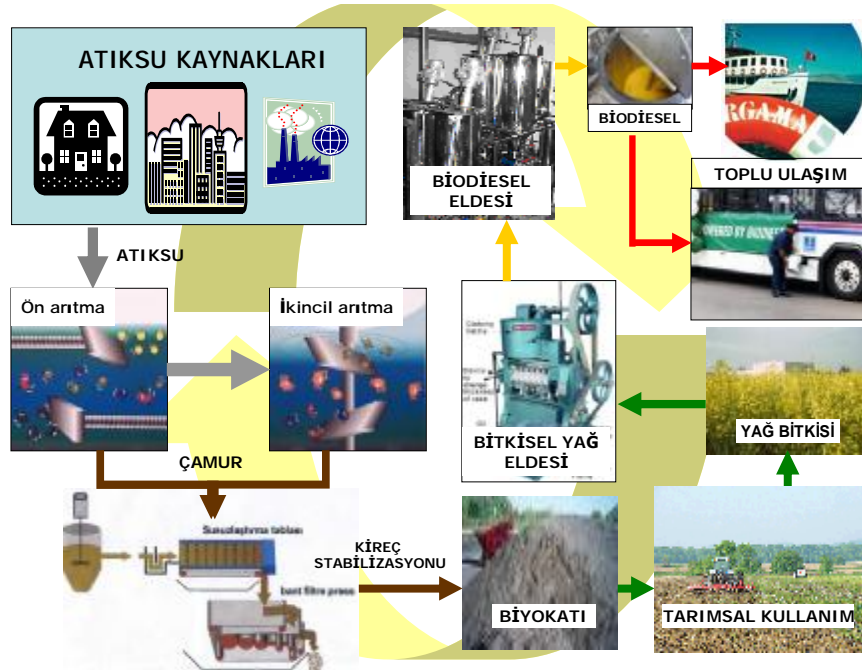
Aşağıda “.” işaretleri arasında kalan üç paragrafta yer alan açıklamalar, SLUDGERGY® yönteminin başlangıçtaki kapsamını tanımlamaktadır (<http://www.egebiyoteknoloji.com/tr/icerik.php?id=21>).

“Atık su arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı kullanımı, çağdaş geri dönüşüm anlayışına en uygun olan yöntemdir. Yenebilir tarla bitkilerinin yetiştirilmesi durumunda, çamurun ön işlemlerden geçirilmesi suretiyle hijyenik risklerin ortadan kaldırılması ve tarlaya rahatça uygulanabilecek biyokatı formuna dönüştürülmesi gereklidir. Ancak – *bu amaçla* - uygulanabilecek yöntemlerin maliyetleri, tesislerin özel koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, atık su arıtma sistemlerinin ekonomik olarak işletilebilme sınırlarını zorlamaktadır.

Buna karşılık, kireç stabilizasyonu ile biyokatı formuna dönüştürülen çamurun, kanola ve aspir gibi yağ bitkilerinin yetiştirilmesinde gübre olarak kullanımı ve bu bitkilerden elde edilen yağın, çevre dostu ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyodizel üretiminde kullanılması akılcı bir seçenek olarak öne çıkmaktadır.

Bu uygulamanın diğer bir ilgi çeken yönü ise, belediyelerin toplu taşıma sistemlerini oluşturan kara ve deniz araçlarında biyodizel katkılı yakıt kullanma ve böylece çevre dostu uygulamalara bir başka bileşen ekleme olanağının sağlanmasıdır”.

Bu yaklaşım, vefatından çok kısa bir süre önce İzmir Büyükşehir Belediye Başkanı Ahmet Piriştina’ya sunulmuş ve O’nun tarafından – *özellikle* - Çiğli Atık Su Arıtma Tesisi’nde giderek önem kazanan çamur sorununa köklü çözüm olabilecek bir seçenek olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle, SLUDGERGY® yönteminin biyodizel elde edilmesine yönelik olan bölümü, - *bu değerli insanın anısına* - “**PİRİŞTİNA ÇEVİRİMİ**” olarak isimlendirilmiştir (Şekil 3). Daha sonra, yenilenebilir enerji üretimine olanak veren enerji bitkilerinin yetiştirilmesine ve – *biyodizel üretiminin yanında* –, Şekil 1’de gösterilen diğer madde ve enerji dönüşümlerine de olanak veren bir uyarlama yapılmıştır. Böylece ulaşılan ve SLUDGERGY® yönteminin korunması istenen fikri mülkiyet haklarını oluşturan durum, Şekil 2’de tanımlanmaktadır.



Şekil 3: Piriştina Çevrimi: Atık Sudan Biyodizele Giden Yol

Arıtma çamurlarının bertarafı, atık su arıtma masraflarının yarısına varan ölçülerde bir harcama gerektirir. Örneğin 1992 yılında İngiltere’de üretilen 1,1 milyon ton çamurun bertarafı için yaklaşık 365 milyon Euro harcanmıştır. Buna göre: 1 ton katı maddenin bertarafı için yapılmış olan masraf, ortalama 330 Euro olmaktadır.

Yaklaşık 2 milyon eşdeğer nüfusun ürettiği atık suyun arıtıldığı Çiğli Atık Su Arıtma Tesisi’nde, – ortalama % 20 oranında katı madde içeren - 600 ton/gün mertebesinde çamur oluşmaktadır. Bu tesis, oluşan arıtma çamurlarının tarımsal kullanım ile bertarafı açısından çok ilginç bir olanağa sahiptir. Geliştirilecek yönetim modeliyle: İzmir Büyükşehir Belediyesi’nin mülkiyetinde bulunan 3.000 hektar (30 milyon m²) büyüklüğündeki alanın uygun olan bölümlerinde enerji bitkileri yetiştirilmesi ve bu bitkilerden çevre dostu yenilenebilir enerji elde edilmesi, - besin zincirine katılan bitkilerin üretilmesi durumunda ortaya çıkması olası psikolojik olumsuzlukların ve potansiyel risklerin de söz konusu olmadığı - akılcı ve ekonomik bir seçenek olarak görülmektedir.

Bu hedef doğrultusunda yapılmış olan pilot çalışmalar, mevcut durumda kireçle stabilize edilerek biyokatı formuna dönüşen çamurun 600 hektar büyüklüğünde bir tarımsal alanda gübre olarak kullanılmak suretiyle bertaraf edilebileceğini ve - *biyokatı durumuna dönüşüm için yapılan harcamalar ve üretilen enerjiden sağlanacak gelirler göz önüne alınarak bulunan* – net masrafın, 12 Euro/ton katı madde mertebesinde kalacağını göstermiştir. Bu meblağ, AB için öngörülen ortalama 330 Euro/ton katı madde değerine kıyasla, çok düşük kalmaktadır ^[1].

İzmir kenti özelinden yola çıkılarak geliştirilen SLUDGERGY® yöntemi, 21-22 Kasım 2005 tarihlerinde Brüksel’de düzenlenen - *Ege Biyoteknoloji A.Ş.’nin çağrılı olarak yer aldığı* - “Renewable Energy for Europe – Research in Action” konulu toplantıda, - *uluslar arası ölçekte de* - büyük bir ilgi görmüştür. Benzer durumlar, 4-9 Eylül 2006 tarihlerinde Bologna kentinde düzenlenen “Production of Fuels, Specialty Chemicals and Bio-based Products from Agro-Industrial Wastes and Surplus” ve 25-26 Eylül 2006 tarihlerinde Bruges kentinde gerçekleştirilen “Biomass for Energy: Challenges for Agriculture” konulu etkinliklerde de yinelenmiş; bu toplantılarda sunulan posterler üzerine, SLUDGERGY® yönteminin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hedefini destekleyen çok sayıda uluslar arası işbirliği isteği alınmıştır ^[2].

Bu gelişmeler sonucunda, SLUDGERGY® sürecinin çeşitli bileşenlerine üst düzeyde katkıda bulunma potansiyeline sahip yurt içi ve yurt dışı ortaklarla, - *FP7 döneminde sunulacak bir AB projesi hazırlamak üzere* -, 24-25 Kasım 2006 tarihlerinde, ev sahipliğini Ege Biyoteknoloji A.Ş., Biyodizel Sanayicileri ve İşadamları Derneği ve Öztüre Holding A.Ş.’nin yaptığı bir çalıştay planlanmıştır ^[3]. Nitelik ve nicelik olarak güçlü bir ekibin destek verdiği bu sürecin hedefi: SLUDGERGY® yönteminin yerelden küresele taşınmasını sağlayacak olan gerçek bir başarı öyküsünün yaratılmasıdır.

^[1] SLUDGERGY® konusunda yurt içinde ve yurt dışında yayınlanmış olan tüm kaynaklar, www.egebiyoteknoloji.com adresinde verilmektedir.

^[2] Bu sürece ilişkin olarak ulusal basında yer alan haber ve değerlendirmeler ile sözü geçen etkinliklerde sunulan posterler, aynı internet adresinde yer almaktadır.

^[3] Çalıştay bilgileri için başvurular: www.egebiyoteknoloji.com ve www.biyosiad.org