



Tehlikeli Atık Yönetimi ve Bertaraf Teknolojileri

Fatih SALTABAŞ, Bekir TOMBUL, Mehmet Ziya YAZGAN, Fatih YÜKSEL

İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme A.Ş. Şişli, 34379, İstanbul.

E-posta: fsaltabas@istac.com.tr, btombul@istac.com.tr, myazgan@istac.com.tr, fyuksel@istac.com.tr

Öz Ülkemizde ve dünyada giderek artan sanayileşme ile birlikte tehlikeli atık oluşumu ciddi boyutlara ulaşmıştır. Tehlikeli atıkların yönetimi, pratik ve kalıcı çözüme kavuşturulması gereken çevre sorunlarından biri olarak görülmektedir.

Bu çalışmada yasal mevzuat çerçevesinde, tehlikeli atıkların üretilmesinden bertarafına kadar geçen süreçlerden bahsedilmiştir. Ayrıca dünyada ve ülkemizde uygulanan tehlikeli atık bertaraf yöntemleri ve teknolojileri hakkında bilgilere yer verilmiş, diğer taraftan tehlikeli atık yönetimiyle ilgili yaşanan sıkıntılara değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler *tehlikeli atık, atık bertarafı, tehlikeli atık yönetimi*

1.Giriş

Ülkemizde, özellikle büyük şehirlerimizde sanayileşmenin sağlıksız bir şekilde gelişmesi, hızlı nüfus artışı ve kentleşme, çevre sorunlarının artmasına neden olmaktadır. Sanayileşme ve kentleşmeye paralel olarak oluşan tehlikeli atık miktarlarıyla birlikte çeşitliliği de önemli boyutlara ulaşmıştır. Bu atıklar; Kanserojen, toksik, patlayıcı, tutuşabilen, korozif, tahriş edici vb. tehlikeli özellikler gösterebilmektedir. Dolayısıyla insan sağlığı ve çevre bakımından risk teşkil etmektedir.

Türkiye’de tehlikeli atıklar konusunda geri kazanım ve geri dönüşüm olanaklarının sınırlı olması, bertaraf tesislerinin sayısının yetersizliği, atık üreticilerinin konuya dair bilinç düzeylerinin düşük olması gibi birçok etken tehlikeli atık yönetimini zorlaştırmaktadır. Tehlikeli atıkların toplanması, taşınması, geri kazanımı ve bertarafı özel altyapı tesisleri ile mümkün olmaktadır. Fiziksel ve kimyasal ön işlem tesisleri, yakma tesisleri, düzenli depolama sahaları v.b. tesislerin kurulumu ve işletilmesi için öncelikle sağlıklı bir envanter bilgisine sahip olunması önem arz etmektedir.

2. Tehlikeli Atığın Tanımlanması

2.1. Temel Sınıflandırma ve Tehlikelilik Özellikleri

Tehlikeli atıkların sınıflandırılması esas olarak iki farklı yaklaşım ile gerçekleştirilmektedir. Bu yaklaşımlar, tehlikeli atıkların;

- İçerik özelliklerine göre,
- Kaynağına göre sınıflandırılması olarak özetlenebilir.

“Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik” Ek-III A da Tehlikeli kabul edilen atıkların özellikleri belirtilmiştir. Bu özellikler H-1 den H-14’ e kodlanmış; patlayıcı, oksitleyici, tutuşabilen, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, korozif, enfeksiyon yapıcı, mutajenik ve ekotoksik olarak sınıflandırılmıştır.

2.2. Atık Listesi ve Kodları

“Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik” uyarınca Avrupa Birliği Tehlikeli Atık Listeleri sınıflandırmaları esas alınmış ve Yönetmeliğin Ek-IV’ ünde Atıklar 20 ana sınıfa ayrılmıştır.

Atık kodları üç kademli bir kodlama sistemi benimsenmiştir. Her kod 6 hane içermektedir.

Örnek: XX YY ZZ

- XX ile atık üreten kaynaklarını(20 adet)
- YY ile atık üreten alt proses gruplarını
- ZZ ile atık maddeleri

ifade etmektedir.

Ayrıca atık kodlama sisteminde 3 tür atık belirlenmiştir. (A) sembolü ile atığın mutlak tehlikeli olduğu, (M) kodu ile atığın tehlikeli olabileceği, sembol kullanılmayan atıkların ise tehlikesiz olduğu belirtilmiştir.

Tablo 1. Örnek Atık Kod Listesi

z	ASTARLAR (BOYALAR, VERNİKLER VE VİTRİFİYE EMAYELER), YAPIŞKANLAR, MACUNLAR VE BASKI MÜREKKEPLERİNİN ÜRETİM, FORMÜLASYON, TEDARİK VE KULLANIMINDAN (İFTK) KAYNAKLANAN ATIKLAR	
08 01	Boya ve Verniğin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Sökülmesinden Kaynaklanan Atıklar	
08 01 11*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	M
08 01 20	08 01 19 dışındaki sulu boya ya da vernik içeren sulu süspansiyonlar	
08 01 21*	Boya ya da vernik sökücü atıkları	A
08 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	

Örneğin Boya üreten prosese sahip bir işletmede üretimden kaynaklanan boya atıklarına kod verirken öncelikle atığın “08 Astarlar (Boyalar, Vernikler Ve Vitrikiye Emayeler), Yapışkanlar, Macunlar Ve Baskı Mürekkeplerinin Üretim, Formülasyon, Tedarik Ve Kullanımından (İftk) Kaynaklanan Atıklar” ana faaliyet alanına girdiği görülür ve daha sonra atığın kodu “08 01 Boya ve Verniğin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Sökülmesinden Kaynaklanan Atıklar” alt başlığında aranır. Son olarak atığa “08 01 11 Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler” 6 haneli atık kodu kodu verilir.

3. Entegre Tehlikeli Atık Yönetimi







3.1. Geçici Depolama

“Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” Madde 9’ da Ayda bin kilograama kadar atık üreten üretici biriktirilen atık miktarı altı bin kilogramı geçmemek kaydı ile valilikten izin almaksızın atıklarını arazisinde en fazla yüz seksen gün geçici depolayabilir. Bu durumda herhangi bir tehlike halinde arazide önlem alabilmek için en az bir kişiyi görevlendirmekle ve bu kişinin, adını, telefonunu valiliğe bildirmekle yükümlüdür, ibaresi geçmektedir. Bu maddeye göre atık üreten bir firma 6 tonu geçmemek kaydıyla 6 ay geçici depolama yapabilmektedir

3.2. Ambalaj ve Etiketleme

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’ ne göre Atığın uygun bir şekilde ambalajlanmasından atık üreticisi sorumludur. Sıvı ve macunumsu atıklar, taşınması esnasında herhangi bir sızma veya taşma olmaması için sızdırmaz tam kapalı variller veya IBC tanklarla taşınmalıdır. Katı atıklar ve toz atıklar ise atığın boyutlarına bağlı olarak yine sızdırmaz big bag çuvallar veya naylon torbalar ile ambalajlanmalıdır. Atığın türüne ve etkileşim özelliklerine uygun bir ambalaj seçmek ve ambalajlanan atıkların paletler üzerinde sabitlenmesi önem arz etmektedir.

Ambalajlanan atıkları etiketlemek önem arz etmektedir. Bu etiketlerde atık adı, atık kodu, fiziksel hali ve tehlikelilik özellikleri mutlaka belirtilmelidir.

TARİH	
BBF NO	
ATIK ADI	
ATIK KODU	
ATIĞIN FİZİKSEL DURUMU	<input type="checkbox"/> KATI <input type="checkbox"/> ÇAMUR <input type="checkbox"/> AKIŞKAN / MACUNUMSU <input type="checkbox"/> SIVI <input type="checkbox"/> TOZ <input type="checkbox"/> DİĞER
ATIĞIN TEHLİKELİLİK ÖZELLİĞİ	<input type="checkbox"/>  H2: OKSİTLEYİCİ <input type="checkbox"/>  H5: ZARARLI <input type="checkbox"/>  H3: TUTUŞABİLEN <input type="checkbox"/>  H6: TOKSİK <input type="checkbox"/>  H4: TAHRİŞ EDİCİ <input type="checkbox"/> H12 <input type="checkbox"/> H8: KOROZİF <input type="checkbox"/>  H13 <input type="checkbox"/> H14: EKOTOKSİK

3.3. Atık Analizleri

Bildirim (deklarasyon) Analizi: Atık üreticisi tarafından atık gönderilmeden önce yapılması ve sunulması gereken analizdir. Bildirim analizi iki türdür:

- Tehlikelilik analizi; Atıkların tehlikelilik özelliklerinin test edildiği, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin EK-III-B’sine göre yapılan analizdir.
- Atıkların Düzenli depolamaya uygun olup olmadığının test edildiği, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Ek-2 parametreleri

Doğrulama (verifikasyon) Analizi: İşletme tarafından, gelen atığa sahada yapılması gereken kontrol analizidir. Her iki bildirim analizi içinde yapılması gerekir. Seçilen hızlı ve kolay uygulanabilir parametreler üzerinden yapılır.

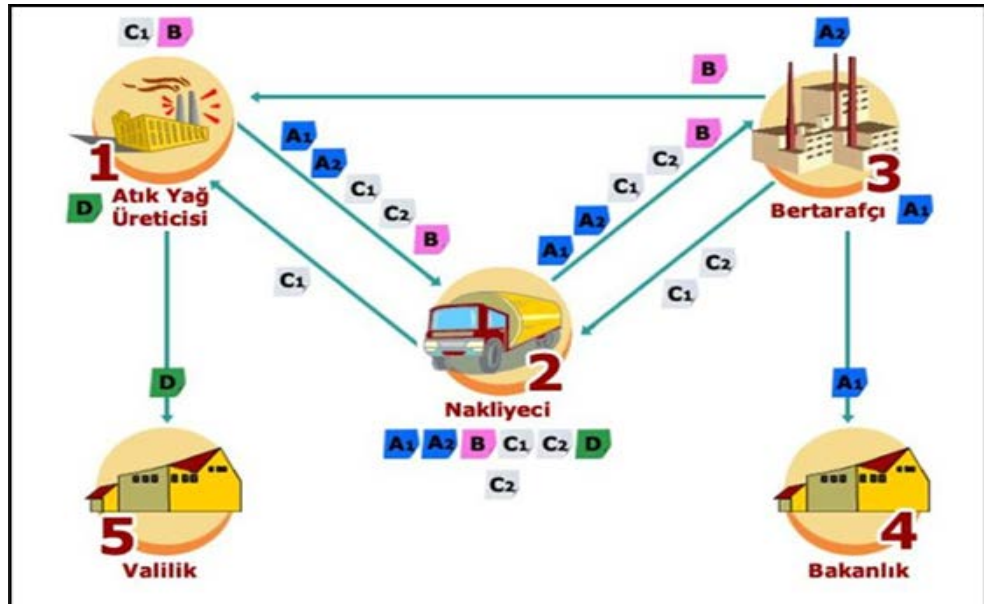
3.4. Nakliye ve Uygun yöntemle Bertaraf

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği' ne göre nakliye araçlarının lisans alması zorunludur ve öncesinde TSE den aracın uygunluk belgesi alması gerekir. Tehlikeli atık taşıyan şoförlerin de ADR belgesine sahip olmaları zorunludur. Taşınan her atık için Ulusal Atık Taşıma Formu (UATF) kullanılır.

UATF döngüsü (Ek 9-A) ve (Ek 9-B) de yer alan atık taşıma formlarından (A) formu mavi, (B) formu pembe, (C) formu beyaz, (D) formu yeşil, (E) formu sarı renktedir. Atık üreticisi ve taşıyıcı tarafından ülke içi taşımada (Ek 9-A) da yer alan (A), (B), (C), (D) formları, uluslararası taşımada ise (Ek 9-B) de yer alan (A), (B), (C), (D), (E) formları doldurulur ve valiliğe başvurulur. (A), (C) ve (E) formları iki nüsha olmalıdır.

Bu formlardan;

- (D) formu taşıma başlamadan önce, atık üreticisinde kalır, üretici tarafından valiliğe gönderilir.
- (A), (B), (C), (E) formları taşıma esnasında bulundurulmak kaydı ile taşıyıcıya verilir,
- (E) formu uluslararası taşımada, taşıyıcı tarafından gümrük çıkışında Bakanlığa bir nüshası gönderilmek üzere gümrük memuruna teslim edilir.
- (A),(B) ve (C) formu taşıyıcı tarafından atık bertaraf tesisi sorumlusuna imzalatılarak, (A) ve (B) formları atıkla birlikte teslim edilir. (C) formu ise taşıyıcıda kalır, bir nüshası üreticiye teslim edilir.
- (A) ve (B) formu atık bertarafından sorumlu kişi veya kuruluş tarafından imzalanarak alınır. (A) formunun bir nüshası bertarafçı tarafından net miktarlar, bertaraf yeri ve tarihi form üzerine doldurulduktan sonra Bakanlığa gönderilir.
- (B) formu net miktarlar, bertaraf yeri ve tarihi form üzerine doldurulduktan sonra bertaraf eden tarafından üreticiye gönderilir.



4. Bertaraf Yönetimi ve Teknolojileri

Ara Depolama ve Elleçleme Tesisleri ; Tehlikeli atıkların yeterli miktara ulaşınca kadar güvenli bir şekilde depolanması, tasniflenmesi ve akabinde geri kazanım/nihai

bertaraf tesislerinin besleme sistemlerine uygun şekilde gönderilmesinin sağlandığı tesislerdir. Bu tesislerde atık homojen bir hale getirilip kalorifik değeri ise yaklaşık olarak belirlenmektedir.

4.1. Geri Kazanım

Yeniden değerlendirilme imkanı olan atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirilerek ikincil hammaddeye dönüştürülüp tekrar üretim sürecine dahil edilmesi işlemidir.

4.2. Fiziksel Kimyasal Ön İşlem

4.2.1. Sıvı Arıtma

Bertaraf edilmek üzere farklı içeriğe sahip asit ve bazlar atık olarak gelebilir. Bunlar genellikle ağır metaller ve/veya organik bileşenlerle kirlenmişlerdir.

Tank ve metal yüzeyi temizliğinden, ıslak artıcılardan kaynaklanan atık sular, sıvı katalizörler, galvanizasyon banyosundan kaynaklanan sular vb. atıklar örnek olarak verilebilir.

Burada Nötralizasyon, İmmobilizasyon, Oksidasyon, Redüksiyon vb. farklı arıtma yöntemlerin birlikte uygulanması gerekir.

4.2.2. Sıvı Ayırma

Yoğunlukları birbirinden farklı sıvı atıkların faz ayrımını gerçekleştirmek üzere tanklara alınması işlemidir.

Faz ayırma işlemi, direk olabileceği gibi, serpantinler vasıtasıyla ısıtılarak da yapılabilir.

Örnek olarak yağ ve suyun birbirinden ayrılması düşünülebilir. Sudan ayrılan yağ, tekrar kullanılır, elde edilen su fazı ise arıtma tesisine gönderilir

4.2.3. Solidifikasyon / Stabilizasyon

Solidifikasyon/Stabilizasyon (S/S) prosesi, tehlikeli atıkların çevre ve insan sağlığı üzerinde oluşturduğu riskleri minimize etmek ve atıkları daha güvenli bir forma dönüştürmek amacı ile kullanılan proseslerden birisidir.

S/S işlemi, sıvı veya yarı katı atıkların bazı katkı maddeleri eklenerek, homojen bir katı kütlesi oluşturmak, yapısal bütünlük sağlamak ve atık içerisindeki zararlı bileşenlerin hareketinin ve atık toksisitesinin minimize edilmesi amacıyla atık yapısının daha sağlam bir forma dönüştürülmesidir.

4.2.4. Çamur Kurutma

Tehlikeli atıkların önemli bir kısmını oluşturan arıtma çamurlarının büyük bir kısmı, yüksek nem içeriğinden dolayı yakma ve çimento fabrikalarında her hangi bir ön işleme tabi tutulmadan bertaraf edilememektedir.

Bu bağlamda arıtma çamurlarının döner tambur, akışkan yatak ve bant tipi gibi çeşitli teknolojiler kullanılarak kurutulması, dolayısıyla nem içeriğinin azaltılarak kalorifik değerinin artırılması bir ön işlem teknolojisi olarak ortaya çıkmaktadır.

Çamur Kurutma esnasında gereken ısı değeri, kojenerasyon tesislerinden temin edilebilir.

4.2.5. RDF

RDF /Refuse Derived Fuel (Atıktan Türetilmiş Yakıt) sistemlerinin şüphesiz en olumlu etkisi doğal kaynak kullanımından azaltım sağlamasıdır. Atıkların işlenerek stabil kalorifik değerde alternatif yakıt elde edilmesiyle birlikte birincil yakıt olan doğal kaynaklar ve madenlerin kullanımından azaltıma gidilmektedir.

Atıktan türetilen yakıt olan RDF (refuse-derived fuel) evsel ya da endüstriyel katı atıklardan, geri kazanılabilen malzemeler (plastik, cam, metal vs...) ayrıştırıldıktan sonra geriye kalan yanabilir bir tür katı yakıttır.

RDF 'nin üretim prosesi genel olarak 4 aşamadan oluşmaktadır.

Ön Kırıcı (Kaba Parçalama)

Ayırma (metal, alüminyum)

Kurutma (opsiyonel)

İnce Kırıcı

4.3. Termal Yöntemlerle Bertaraf

4.3.1. Döner Fırın Yakma

Bu teknoloji, özellikle tehlikeli atıklar için uygulanmaktadır. Yakma prosesi, alevle ya da yanan atıklarla başlatılır. Tehlikeli atıkların döner fırında yakılması işleminde yakma havası, fanlar aracılığıyla bunker kasetlerinin üstünden veya atmosferden sağlanmaktadır. Fırın sıcaklıklarının istenilen düzeyde tutulabilmesi için brülörden ağır yağ ve fuel oil ile beslenmektedir. Döner fırın 400°C'de döndürülmeye, 850°C'de katı atık beslenmesine, 1200°C'de sıvı atık beslenmesine bağlanır. Atıklar, 1050-1300°C sıcaklık aralığında yaklaşık olarak 2.5 saat fırında kalır. Döner fırından çıkan gazlar 1250-1300°C'deki 2. yanma odasına geçer ve burada 3 saniyeden fazla süre kalır. İkinci yanma odasından gelen 1250-1300°C sıcaklığındaki atık gaz ise radyasyon, kızdırıcı ve ekonomizer bölümlerinden oluşan atık ısı kazanına (boyler) geçer ve burada yaklaşık olarak 1000°C'lik bir ısı bırakır. Sıcaklığı yaklaşık olarak 180-200°C'ye düşen atık gaz, % 99 verimli ESF' den geçirilerek etkili partikül ayrımı sağlanır ve ESF' den çıkan gaz, %10 konsantrasyonlu kireç südünün kullanıldığı ventüri yıkayıcıdan geçirilir. Ventüri yıkayıcıda pH= 1-2 aralığında tutularak HF, HCl ve ağır metaller giderilmektedir.

Bundan sonra atık gaz, nötralizasyon, oksidasyon ve absorpsiyon bölümlerinden oluşan pH=5-6 olan ortamda, ters akışlı kireç püskürtmeli yıkayıcıdan geçirilmektedir. Burada SO₂ tutulmakta ve fazla oksijen verilerek iyon halinde bulunan sülfat (SO₃-2) yükseltgenerek kalsiyum sülfat (CaSO₄) olarak çöktürülmekte ve kalan ağır metaller de tutulmaktadır. Ters akışlı yıkayıcıdan sonra atık gaz aktif karbon ünitesine geçer. Aktif karbon ünitesinden sonra, temizlenmiş olan gaz baca aracılığıyla atmosfere verilir.

4.3.2. Gazifikasyon

Termal gazifikasyon yüksek sıcaklıkta ve oksijenli ortamda organik atıklardan sentetik gaz üretilmesi prosesidir. Gazifikasyon sonucu üretilen sentetik gazın büyük bir bölümü hidrojen (H₂)ve karbon monoksit (CO), kalan az miktarda kısım ise metan (CH₄), karbondioksit (CO₂) ve diğer gazlardan oluşmaktadır.

Termal gazifikasyon ile elde edilen gazlar metanol üretimi ve elektrik enerji üretimi için kullanılabilir. Ayrıca gazifikasyon yan ürünleri kül, cüruf ve eriyik malzemeler tekrar kullanıma elverişli materyallerdir

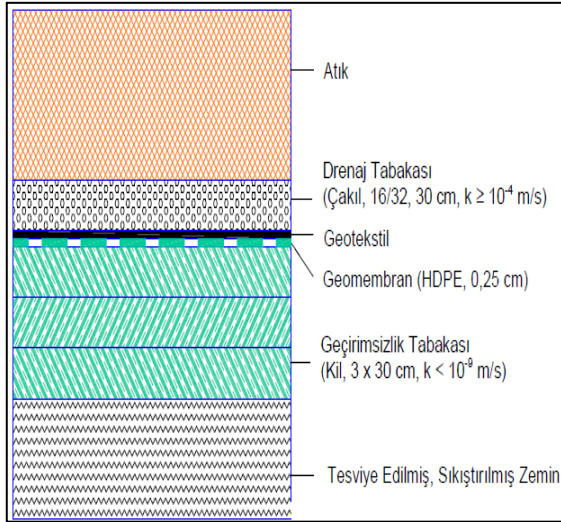
4.4. Düzenli Depolama

Düzenli depolama; sızdırmazlığı sağlanmış ve sızıntı suyu kontrolü yapılmış alanlara atıkların kademeli şekilde depolanmasıdır.

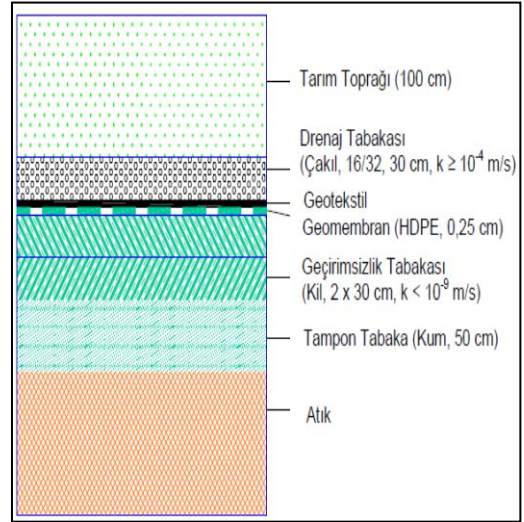


Şekil1. Birinci Sınıf (Tehlikeli Atık) Düzenli Depolama Sahası

Tehlikeli atık düzenli depolama tesislerine sadece Ek 2’de tehlikeli atık düzenli depolama tesisleri için verilen kriterlere uyan tehlikeli atıklar kabul edilir. Eluat konsantrasyonu tehlikeli atık için belirlenen değerler arasında olan atıklar, tehlikeli atık düzenli depolama sahasında depolanırlar. Ancak, tehlikeli atık için belirlenen üst sınırdan daha yüksek eluat konsantrasyonu olan atıklar tehlikeli atık depolama sahasında depolanmadan önce ön işleme tabi tutulmalı ve üst sınır altına çekilmelidir. Bunun mümkün olmadığı takdirde, bu atıklar tehlikeli atık depolama alanında ayrı olarak (tek tür) depolanmalıdır.



Depo Tabanı Sızdırmazlık Sistemi



Depo Üst Örtü Sızdırmazlık Sistemi

Kaynaklar

- [1].Tschuikow-Roux E., İnel Y., Kodama S., et.al., "Vacuum-Ultraviolet Photolysis of Carbon Suboxide in the Presence of Methane", j.Chem.Phys., 56,7,3238 - 3246,1972.
- [2].Karadeniz A. A., "Yüksek Matematik", 2 Cilt, 5. Baskı, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1988, 201-219.
- [3].Atay N. Z., "Interfacial Transport Studies Using a Rotating Diffusion Cell" NATO Advanced Study Institute on Structure Dynamics of Colloidal Systems, Aberyswyth, Wales, U.K., Eylül, 1989, 25-32.
- [4].Doğan I., İnel Y., "Sudaki Organik Kirleticilerin İncelenmesi", B.Ü., Çev. Bil. Ens., BÜÇBE 88/010, 1988.
- [5].Soydan B., "Benzindeki Kurşunun Polagrafi ile Kantitatif Tayini ", Yüksek Lisans Tezi, Kimya Fakültesi, İ.T.Ü., 1979.
- [6].Holland, M. (1996) Harvard system [Internet] Poole, Bournemouth University. Available from:<http://...> (Erişim: 01/02/2009).
- [7] Atıktan Enerji Eldesinde Termal Bertaraf Teknolojileri Dr. Merve Tezcakar Teknoloji Müdürü Dr. Oguz Can Genel Müdür Yardımcısı Recydia A.Ş.
- [8] <http://www.ibb.gov.tr/sites/atikyonetimi/Documents/pdf/tibbi.pdf>
- [9] Atıkların Düzenli Depolanmasına İlişkin Yönetmelik
- [10]Çamur Susuzlaştırma Ders Notu / Doç. Dr. Mehmet Sinan BİLGİLİ/ Yıldız Teknik Üniversitesi
- [11] Atıktan Enerji Eldesinde Termal Bertaraf Teknolojileri Dr. Merve Tezcakar Teknoloji Müdürü Dr. Oguz Can Genel Müdür Yardımcısı Recydia A.Ş.
- [12]Katı Atıklar ve Bertaraf Yöntemleri / Mehmet CEYHAN / Tekirdağ İlçevre ve Orman Müdürü