

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ KİMYA
BÖLÜMÜ ARAŞTIRMA LABORATUVARLARINDA
ATIK YÖNETİMİ**

Aslıhan KARAER

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hayati TÜRKMEN

İş Güvenliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 31.01.2019

Bornova-İZMİR

2019

Aslıhan KARAER tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarlarında Atık Yönetimi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 31/01/2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:**İmza****Jüri Başkanı**

Prof. Dr. Hayati ZÜRKÜEN

Raportör Üye

: Doç. Dr. Levent PEÇİT

Üye

: Prof. Dr. M. Yavuz ERGİN

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarlarında Atık Yönetimi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

31/01/2019

İmzası



Aslıhan KARAER

ÖZET**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN FAKÜLTESİ KİMYA BÖLÜMÜ
ARAŞTIRMA LABORATUVARLARINDA ATIK YÖNETİMİ**

KARAER, Aslıhan

Yüksek Lisans Tezi, İş Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hayati TÜRKMEN

Ocak 2019, 113 sayfa

Bu tez kapsamında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarları'nda sürdürülebilir verimli atık yönetim basamakları mevcut yönetmelik ve literatüre göre incelenmiş, bölüm çapında atık yönetimi konusunda yapılan uygulamalardan bahsedilmiştir. Atıkların tanımlanması, etiketlenmesi, toplanması, geçici depolanması, nihai bertarafı ve geri kazanım faaliyetlerinin uygulanabilirliği tartışılmıştır. Ayrıca bölümün araştırma laboratuvarında kullanılan kimyasalların farklı türde ve miktarlarda olmasından dolayı anorganik kimya araştırma laboratuvarları örnek alınmıştır. Anorganik kimya araştırma laboratuvarlarında ortalama olarak yıllık kullanılan kimyasalların geri kazanım miktarı ve ekonomik girdisinin ne kadar olduğu tezde verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde araştırma laboratuvarlarında oluşan atıkların doğru atık kodu ve atık tanımının yapıldığı ve atıkların depolanması konusunda gerekli önlemlerin alındığını, bununla birlikte anorganik kimya araştırma laboratuvarında geri kazanılan çözücülerin bölüm ekonomisine %82,57 oranında katkı sağladığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: atık, atık yönetimi, laboratuvar atıkları

ABSTRACT**THE WASTE MANAGEMENT AT THE CHEMISTRY
RESEARCH LABORATORIES OF EGE UNIVERSITY FACULTY
OF SCIENCE**

KARAER, Aslihan

MSc Thesis, in Occupational Safety

Supervisor: Prof. Dr. Hayati TÜRKMEN

January 2019, 113 pages

Within the scope of this thesis, the sustainable efficient waste management steps are researched according to current regulations and literature in Ege University Faculty of Science Chemistry Department Research Laboratories, the applications made about waste management in the department are mentioned. The definition of waste, labeling, collection, temporary storage, ultimate disposal and the practicality of recycling activities are discussed. Moreover, because of that the different types and quantities of chemicals used in the research laboratory of the department, inorganic chemistry research laboratories were taken as examples. In inorganic chemistry research laboratories, averagely the recovery amount of chemicals annual used and how much its economic input are given in the thesis. When the obtained results are examined, the accurate waste code and waste definition of waste generated in research laboratories and taking necessary measures for the storage of waste, in addition to this, the 82.57% contribution to the department economy of the solvents recovered in the inorganic chemistry research laboratory were observed.

Keywords: waste, waste management, laboratory waste

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana her konuda yardımcı olan, tecrübeleriyle yol gösteren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Hayati TÜRKMEN'e destek ve katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca bana destek olan ve tüm içtenlikleriyle yardım eden arkadaşlarım Sinem ÇAKIR'a, Bilge PAKYAPAN'a ve Serdar Batıkan KAVUKÇU'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca araştırma laboratuvarında çalışan doktora/yüksek lisans öğrenci arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Üniversitemiz Fen Fakültesi yönetimine manevi desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca yanımda olan, her konuda benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen, yüksek lisans eğitimim boyunca yanımda duran ve beni her konuda destekleyen değerli aileme ve sevgili arkadaşlarım Caner TUNÇAY'a, Onurcan KIRMIZI'ya ve Tugay TATLIDİL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1 Atık Konusunda Yasal Zemin	5
2.1.1 Avrupa Birliği atık yönetimi politikası	5
2.1.2 Ulusal atık mevzuatı	8
2.2. Atık Tanımı ve Atık Sınıflandırması	9
2.2.1 Atık tanımı	9
2.2.2 Atık yönetimi ve atık yönetim planı	9
2.2.3 Atıkların sınıflandırılması	10
2.3. Atık Yönetim Basamakları	14

2.3.1 Atıktan sorumlu kişinin belirlenmesi	15
2.3.2 Atıkların tanımlanması, kodlanması ve etiketlenmesi.....	16
2.3.3 Atıkların önlenmesinde yeşil kimya ilkeleri.....	27
2.3.4 Atıkların geçici ve ara depolanması	34
2.3.5 Atıkların taşınması.....	39
2.3.6 Atıkların bertarafı	40
2.4 Atık Kimyasalların Laboratuvar Ölçekli Arıtım Yöntemleri.....	44
2.4.1 Asitler ve bazlar.....	44
2.4.2 Organik kimyasallar	44
2.4.3 İnorganik kimyasallar	49
2.5 Ege Üniversitesi Atık Yönetimi Politikası	59
2.5.1 EÜ Fen Fakültesi atık yönetim komisyonu	60
2.5.2 EÜ organik kimya geri kazanım ünitesi	61
2.5.3 EÜ kimya bölümü geçici depolama alanı.....	62
2.5.4 EÜ kimya bölümü atık bertarafı	66
3.MATERYAL ve METOD	67
3.1 EÜ Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarları	67
3.2 EÜ Anorganik Kimya Araştırma Laboratuvarı'nda Geri Kazanım	68

3.3 EÜ Kimya Bölümü Geçici Atık Deposu.....	69
4. BULGULAR.....	70
5. ÖNERİLER.....	100
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	113



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. AB Atık Yönetim Mevzuatı.....	6
2.2. AB atık hiyerarşisi.....	7
2.3. Ambalaj atıkları.....	11
2.4. Kimya laboratuvarında ortaya çıkan atıklar.....	14
2.5. Atık yönetimi genel akış şeması.....	16
2.6. pH kağıdı.....	21
2.7. Peroksit testi.....	22
2.8. Sülfür test şeritleri.....	23
2.9. Siyanür test kiti.....	23
2.10. Tehlikeli atık ve tehlikesiz atık sayıları.....	26
2.11. Tehlikeli atık belirleme yolu.....	26
2.12. Zırhlı termometre.....	31
2.13. Teflon kaplı termometre.....	32
2.14. Alkollü termometre.....	32
2.15. Basit destilasyon düzeneği.....	33
2.16. Ayrımsal destilasyon düzeneği.....	34

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.17. Ulusal Atık Taşıma Formları.....	39
2.18. EÜ atık yönetim işleyişi.....	59
2.19. EÜ kimya bölümü atık komisyonu.....	60
2.20. EÜ kimya bölümü kişisel atık izleme defteri.....	61
2.21. EÜ Organik kimya geri kazanım ünitesi.....	62
2.22. EÜ kimya bölümü D blok eski depo.....	62
2.23. EÜ kimya bölümü D blok eski depo fuel-oil atıklar.....	63
2.24. EÜ kimya bölümü yeni atık deposu.....	63
2.25. EÜ kimya bölümü yeni atık depo havalandırması.....	64
2.26. EÜ kimya bölümü yeni atık depo içi.....	64
2.27. EÜ kimya bölümü yeni tehlikeli atık etiketi.....	65
2.28. EÜ kimya bölümü eski tehlikeli atık etiketi.....	66
4.1. Katalizör araştırma laboratuvarı diklorometan atığı.....	71
4.2. Katalizör araştırma laboratuvarı asit atığı.....	71
4.3. Katalizör araştırma laboratuvarı hidrolik yağ atığı.....	72
4.4. Katalizör araştırma laboratuvarı tiyonil klorür atığı.....	72

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.5. Katalizör araştırma laboratuvarı çözgen kurutma düzeneği.....	73
4.6. Katalizör araştırma laboratuvarı cam atığı.....	73
4.7. Katalizör araştırma laboratuvarı katı atık.....	74
4.8. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı tehlikeli atık envanter formu.....	75
4.9. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı halojenli organik çözücü atığı.....	75
4.10. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı etiketsiz DCM çözücüsü.....	76
4.11. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı fosfin içerikli atık.....	76
4.12. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı sodyum atığı.....	77
4.13. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı siklooktadien atığı.....	77
4.14. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı kırık cam malzeme atığı.....	78
4.15. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı 16 05 08 kodlu atık.....	79
4.16. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı 16 05 06 kodlu atık.....	79
4.17. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı asit banyosu atığı.....	80
4.18. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı aseton atığı.....	80
4.19. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı atık listesi.....	81
4.20. Optik sensör araştırma laboratuvarı pestisit atığı.....	81

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.21. Analitik kimya araştırma laboratuvarı BTEX ve pirol atığı.....	83
4.22. Analitik kimya araştırma laboratuvarı asit atığı.....	83
4.23. Analitik kimya araştırma laboratuvarı halojen içerikli atık.....	84
4.24. Analitik kimya araştırma laboratuvarı halojen içermeyen atık.....	84
4.25. Analitik kimya araştırma laboratuvarı aromatik içerikli atık.....	85
4.26. Organik kimya araştırma laboratuvarı halojen içerikli atık.....	87
4.27. Organik kimya araştırma laboratuvarı 07 01 04 kodlu atık.....	88
4.28. Organik kimya araştırma laboratuvarı cam atıkları.....	88
4.29. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı halojen içerikli atık.....	89
4.30. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı kontamine atık.....	90
4.31. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı eski geri dönüşüm atıkları.....	90
4.32. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı yeni geri dönüşüm atık konteyneri.....	91
4.33. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı kırık cam atıkları.....	91
4.34. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı yanlış kodlanmış atık.....	92
4.35. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı 16 05 06 kodlu atık.....	93

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.36. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı geri kazanılan etil alkol.....	93
4.37. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı hekzan atığı.....	94
4.38. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı etiketsiz katı atık.....	94
4.39. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı etiketli katı atık.....	95
4.40. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı organik atık.....	95
4.41. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı baz banyosu atığı.....	96
4.42. Kimya bölümü atık pil toplama kutusu.....	97
4.43. Kimya bölümü geri dönüştürülebilir atık kutusu.....	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Ulusal atık yönetmeliklerinin kronolojik sıralaması.....	8
2.2. GHS risk piktogramları.....	19
2.3. AYY atık listesinden bir bölüm.....	25
2.4. Kimyasal depolama matrisi.....	38
3.1. Ege Üniversitesi kimya bölümü araştırma laboratuvarları.....	67
3.2. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı yıllık geri kazanım tablosu.....	68
4.1. Katalizör araştırma laboratuvarı atık listesi.....	70
4.2. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı atık listesi.....	74
4.3. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı atık listesi.....	78
4.4. Analitik kimya araştırma laboratuvarı atık listesi.....	82
4.5. Elektroanalitik kimya araştırma laboratuvarı-I atık listesi.....	86
4.6. Organik kimya araştırma laboratuvarı atık listesi.....	87
4.7. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı atık listesi.....	89
4.8. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı atık listesi.....	92
4.9. Fotokimya araştırma laboratuvarı atık listesi.....	96

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
pH	Power of Hydrogen
mL	Mililitre
L	Litre
N	Normalite
M	Molarite
w/v	Hacimde ağırlıkça yüzde
Fe	Demir
Al	Alüminyum
CO ₂	Karbondioksit
NaOH	Sodyum hidroksit
NaHSO ₃	Sodyum hidrojen sülfid
Na ₂ SO ₄	Sodyum sülfat
Na ₂ S	Sodyum sülfür
KMnO ₄	Potasyum permanganat
MnO ₂	Mangan dioksit
NaOCl	Sodyum hipoklorit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
NaI	Sodyum iyodür
LiAlH ₄	Lityum alüminyum hidrür
NaH	Sodyum hidrür
CaH ₂	Kalsiyum hidrür
TiCl ₄	Titanyum (IV) klorür
SnCl ₄	Kalay (IV) klorür
AlCl ₃	Alüminyum klorür
ZrCl ₄	Zirkonyum (IV) klorür
PCl ₃	Fosfor triklorür
PCl ₅	Fosfor pentaklorür
SiCl ₄	Silisyum tetraklorür
SOCl ₂	Tiyonil klorür
SO ₂ Cl ₂	Sülfonil klorür
POCl ₃	Fosfor oksiklorür
S ₂ Cl ₂	Disülfür diklorür

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
OSHA	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi
RCRA	Kaynak Koruma ve Geri Kazanım Yasası
EPA	Çevre Koruma Ajansı
AYY	Atık Yönetimi Yönetmeliği
AB	Avrupa Birliği
EWC	Avrupa Atık Kataloğu
TAP	Atık Piller Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği
AKÜDER	Akümülatör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneği
GHS	Küresel Uyum Sistemi
MSDS	Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
UATF	Ulusal Atık Taşıma Formu
İZAYDAŞ	İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
COC	Chemical of Concern
ÇEVMER	Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi
EÜ	Ege Üniversitesi

1.GİRİŞ

Günümüzde, atık yönetiminin sürdürülebilirliği yaşamın sürekliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle beraber atık yönetim politikasının sanayi sektörü ile sınırlanmadığı üniversitelerde de geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Küresel çevre sorunları ile ilgili olarak üniversite ve araştırma laboratuvarlarının deneylerinden ortaya çıkan kimyasal atıkların birçoğu tehlikeli kimyasallar, radyoaktif maddeler, organik çözücüler ve siyanürlerden derişik asidik ve bazik çözeltilere kadar her şeyi içerebilir. Bu atıklar miktar açısından çok olmamakla birlikte, bertarafı güç tehlikeli maddeleri içermektedir. Üniversiteler doğal kaynakların korunması için bu alanda çalışmalar yapmak ve çevreye zarar vermeyecek şekilde bertarafının sağlanmasından sorumludurlar (Doğan vd., 2017). Evsel atıklarla birlikte belediye çöplüklerine atılan tehlikeli atıklar da, insan ve çevre sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Atık yönetim sisteminin sağlanması için üniversiteler stratejik hedeflerini; tehlikeli madde kullanımının minimuma indirilmesi, geri dönüşüme gönderilen ambalaj atık miktarının arttırılması, organik atıkların değerlendirilmesi şeklinde planlamalıdır.

En genel tehlikeli atık tanımı 2872 numaralı ve 9 Ağustos 1983 tarihli Çevre Kanunu'nda “Fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik yönden olumsuz etki yaparak ekolojik denge ile insan ve diğer canlıların doğal yapılarının bozulmasına neden olan atıklar ve bu atıklarla kirlenmiş maddeler“ olarak tanımlanmaktadır. Tehlikeli atıkların tanımı ile tehlikeli atıkların oluşum aşamasından itibaren toplanması, ayrılması, geçici ve ara depolanması, geri kazanılması, yeniden kullanılması, taşınması, bertarafı, bertaraf sonrası kontrolü, ihracatı, transit geçişi, ambalajlanması, etiketlenmesi, denetimi ve atık yönetim planlarının hazırlanması ile ilgili usûl ve esaslar Bakanlıkça yayımlanan yönetmeliklerle belirlenmektedir.

Ülkemizde atıkların bertarafı gelişmiş ülkeler kadar etkin bir şekilde uygulanmamaktadır fakat bir kaç üniversitenin atık yönetimi hakkında yapmış olduğu çalışmalar ve faaliyetler yer almaktadır. Ege Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Erciyes Üniversitesi, Pamukkale Üniversitesi, Marmara Üniversitesi, Niğde Üniversitesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ve Hacettepe

Üniversitesi'nin yayımlamış olduğu atık yönetimi yönergelerinin amacı, rektörlüğün sorumluluk ve yetki alanı dahilinde eğitim, öğretim, araştırma, üretim ve hizmet faaliyetleri sonucu oluşan atıkların kaynağında ayrı toplanması, geçici depolanması, taşınması ve nihai bertarafının sağlanmasına ilişkin esasları belirleyerek bir yönetim planı oluşturmaktır. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında oluşan atıkların ilgili yönetmeliklere uygun olarak bertarafını sağlamak amacıyla kurulan “Laboratuvar Atık Yönetim Sistemi“, bölüm laboratuvarlarında oluşan atıkların öncelikle envanter çalışmasını, ortaya çıkan atık türünü ve potansiyelini dikkate alarak sürdürülebilir bir atık yönetim sistemi oluşturmuştur.

Atıkların güvenli bir şekilde yönetilememesi halinde de meydana gelen kazalar ölümcül ve hasar bırakıcı nitelikte olabilmektedir. Örneğin Selçuk Üniversitesi kimya bölümü laboratuvarında reaksiyona giren deney atıklarının patlaması sonucunda bir öğrencinin gözü kör kalmış, bunun sebebi ise kimyasal atıkların uzun süredir toplanmaması olarak gösterilmiştir (Memurlar.net, 2008). Bir diğer örnek ise 2015 yılında Amerika Teksas Teknik Üniversitesi'nin kimya laboratuvarında meydana gelen patlama ile dört kişi hastaneye kaldırılmış, 2010 yılında ise bir öğrencinin üç parmağını ve diğer öğrencinin ise gözünü kaybetmesi ile sonuçlanan bir çok kazanın yaşandığı tespit edilmiştir (MSDSonline, 2015). “OSHA“ya (Occupational Safety and Health Administration) göre, “Kimyasal reaksiyonlar düzgün bir şekilde yönetilmediğinde, zehirli dumanlar, yangınlar ve patlamalar gibi zararlı veya hatta felaketle sonuçlanabilir“ (OSHA., 2017). Bu yüzden bu tür olayların yaşanmaması için güvenlik yöntemlerinin yerine getirilmesi ve atıkların laboratuvarında güvenli bir şekilde geçici depolanması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Tehlikeli atıklarla ilgili en tarihi olaylardan biri Japonya Minimata'da yaşanan felakettir. Kimyasal bir şirketin cıva atıklarını körfeze boşaltması ile bu kimyasalın Minimata halkının bir besin kaynağı olarak tükettiği balıklarda biyolojik olarak birikmesine neden olmuş ve sonuç olarak 700 kişinin ölümü; 9000 kişinin ise felçlenmesiyle sonuçlanmıştır (Korenaga, 1994).

1976'da ABD'de kabul edilen Kaynak Koruma ve Geri Kazanım Yasası olan “RCRA“ (The Resource Conservation and Recovery Act), toplulukların ve kaynakların korunması için gerekli olan çalışmaları yapmaktadır. RCRA ile

birlikte, gelişigüzel yapılan atık bertarafının artmasıyla, tehlikeli ve tehlikeli olmayan atığın ayrılması, tanımlanması ve bunların bertarafını kapsayan mevzuat geliştirilmiştir. Çevre Koruma Ajansı olan “EPA“ (Environmental Protection Agency) ise tehlikeli ve katı atıkların düzgün bir şekilde yönetilmesini ve kaynağında azaltılmasını ve yararlı bir şekilde yeniden kullanımına teşvik eden düzenlemeler, rehberlik ve politikalar geliştirmiştir (EPA., 2017; Williams, 2005).

Ülkemizde ise atık yönetimi mevzuatının temeli olan “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği“,“Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği“ ve “Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik“in yürürlükten kaldırılması ile Çevre ve şehircilik Bakanlığı'nın 2 Nisan 2015 tarihli ve 29314 sayılı “Atık Yönetimi Yönetmeliği“ (AYY) Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikte atıkların yönetiminin planlanmasına ilişkin sorumluluklar ve yükümlülükler açıkça belirtilmiş olup, atıkların tanımlanmasından, tehlike özelliklerinin belirlenmesi, depolanması ve taşınmasına kadar olan süreçteki görev ve yetkiler açıkça belirtilmiştir. AYY deki atık listesi, 2000/532/EC sayılı atık listesi oluşturulmasına ilişkin Avrupa Birliği (AB) mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanmıştır. Endüstriyel faaliyetler sonucunda ortaya çıkan atıkların tümü bu atık listesindeki altı haneli atık kodlarına göre sınıflandırılıp toplanmaktadır.

Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Başkanlığı'nın “Ulusal Tez Merkezi” resmi internet sitesinde, Türkiye'de genel kimya araştırma laboratuvar atıklarının yönetimi konusunda herhangi bir çalışma yer almamaktadır. Bu yüzden bu çalışmanın yapılması gerekli kılınmıştır.

Ege Üniversitesi Tehlikeli Atıklar Yönergesi'nde de belirtildiği üzere, üniversitedeki eğitim, öğretim ve araştırma faaliyetleri sırasında meydana gelen tehlikeli atıkların önemli bir kısmı tehlikeli kimyasal atıkları oluşurmaktadır (Ege Üniversitesi, 2016). Bu atıklar Çevre ve şehircilik Bakanlığı'nın AB atık direktiflerinden yola çıkarak hazırlanan “Tehlikeli Atıkların Sınıflandırılması Kılavuzu“nda belirtilen atık hiyerarşisine göre yapılmalıdır.

Çalışmada ilk olarak, AB ve Ulusal atık mevzuatları, atık türleri, atık yönetim basamakları, atık kimyasallarının laboratuvar ölçekli arıtım yöntemleri ve Ege Üniversitesi'nin yapmış olduğu atık yönetim faaliyetleri hakkında genel bilgi verilmiştir. Daha sonra uygulanabilir ve verimli atık yönetim basamakları literatüre ve yasal mevzuata göre belirlendikten sonra tüm kimya bölümü araştırma laboratuvarlarındaki atıkların geri kazanım/bertarafının açıklanması ve atık yönetim konusunda yapılan uygulamalardan bahsedilmesi amaçlanmıştır. Bölüm araştırma laboratuvarlarında kimyasal maddenin niteliğine göre farklı yüzdelerde geri kazanım sonucu ne kadar madde kazanıldığı, ekonomik girdisinin ne kadar olduğu ve bertaraf yöntemlerinin nasıl yapıldığı bu tezde tartışılmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Atık Konusunda Yasal Zemin

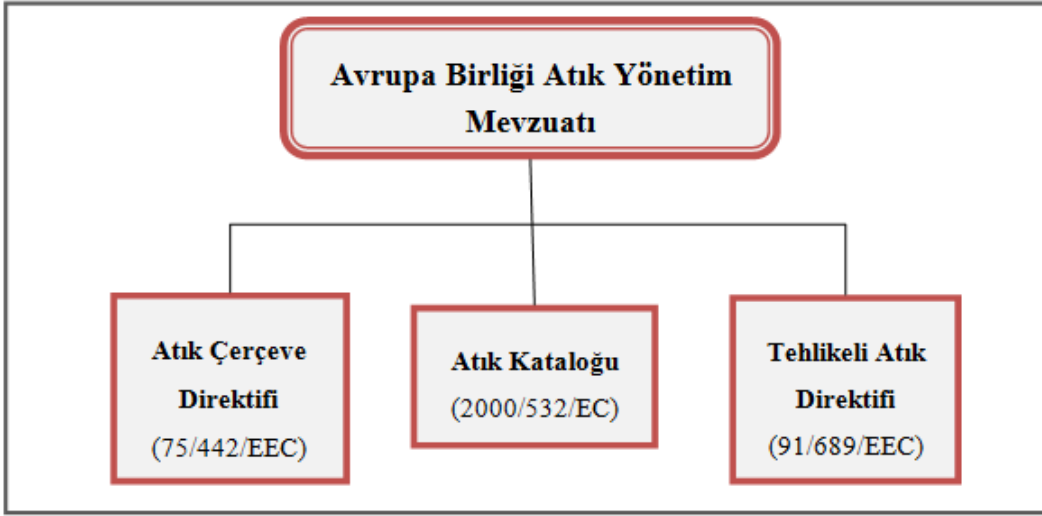
2 Nisan 2015 tarih 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren AYY nin Ek-IV'teki atık listesi, Avrupa'nın 2000/532/EEC sayılı direktifinde yayımlanan Avrupa Atık Kataloğu "EWC" (European Waste Catalogue) ile tamamen uyumlu hale getirilmiştir. AYY nin ekinde yer alan Bölüm 1'den 20'ye kadar verilen kodlar (Bkz. Ek 4) çeşitli amaçlar doğrultusunda ortak bir amaca hizmet etmekte ve bu amaç doğrultusunda, bazı AB üyesi ülkelerin halihazırda bilgileri değerlendirmesi ve bunların Türkiye'deki duruma ve fizibiliteye uygun olarak yapılmasını sağlamaktadır.

2.1.1 Avrupa Birliği atık yönetimi politikası

Atık ile ilgili kuralları belirleyen "Avrupa Birliği Atık Çerçeve Direktifi" ilk olarak 1975 yılında 75/442/EEC sayılı direktif olarak yürürlüğe girmiş, ardından 1991 yılında bu direktife dayanarak hazırlanan 91/689/EEC sayılı direktif yayımlanarak, tehlikeli atıkların yönetimi konusunda üye devletlerin kanunlara paralel bir şekilde uyumu amaçlanmıştır. 1991 (Konsey Direktifleri 91/156/EEC ve 91/692/EEC) ve 1996'da (Komisyon Kararı 96/350/EC ve Konsey Direktifi 96/59/EC) değiştirilen Atık Çerçeve Direktifi ile AB ye üye ülkeler, atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi ile ilgili politikalarını belirleyen ulusal atık stratejisine sahip olmakla yükümlüdürler. Özellikle, strateji, atığın türünü, miktarını ve kökenini, geri kazanım ya da bertarafını hem de genel teknik gereklilikleri, uygun bertaraf bölgesi veya tesis için özel düzenlemeleri tanımlamaktadır. AB üye olan ülkeler atığın bırakılması, boşaltılması veya kontrol edilemeyen atıkların bertarafının yasaklanması için gerekli önlemleri almaktadır. Atık yönetim planları, direktifin amaçlarının "nasıl karşılanabileceğini" belirlemek için üye devletlerin her biri tarafından hazırlanmalıdır (Williams, 2005). Atık Çerçeve Direktifi'nde tanımlanan hiyerarşiye göre atık yönetim basamaklarının sınıflandırılması gerekmektedir. Hiyerarşi, orijinal olarak 1975 Atık Çerçeve Direktifi'nin amaçları doğrultusunda, atık azaltma, yeniden kullanımı ve geri kazanımı ile atıkların bertarafının en az arzu edilen seçenek

olarak geliştirilmiştir. Kısaca 1975 yönetmeliği, atığın insan sağlığını tehlikeye atmadan geri kazanıp atılması ve çevreye zarar verebilecek işlemler veya yöntemler kullanılmadan gerçekleştirilmesi gereken temel hedefi ortaya koymaktadır.

AB atık yönetim mevzuatının temelini oluşturan direktifler Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. AB Atık Yönetim Mevzuatı

2.1.1.1 Tehlikeli atık direktifi 91/689/EEC

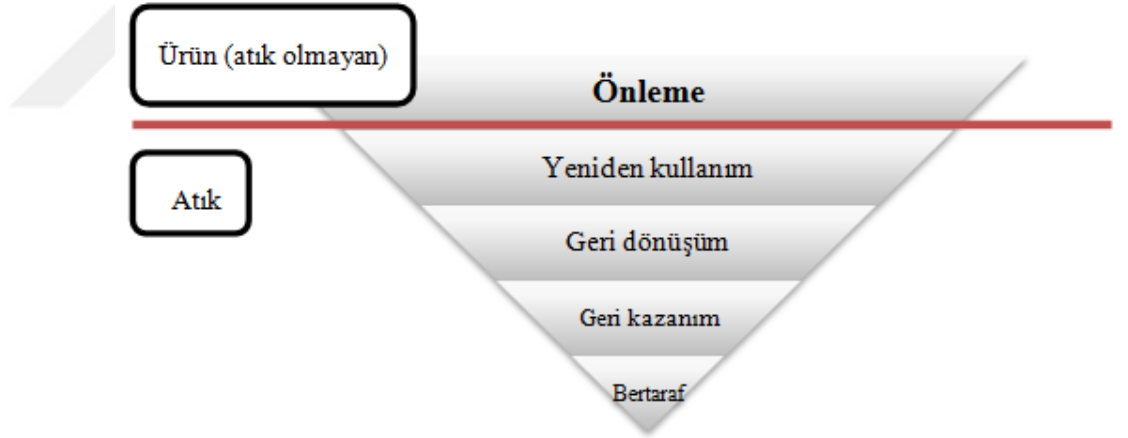
Atık Çerçeve Direktifi adı altında 12 Aralık 1991'de toplanan konseyde atık tanımı yanında, 91/689/EEC direktifinde tehlikeli atıkların tanımı da yapılmıştır. 75/442/EEC sayılı direktife dayanarak hazırlanan bu direktifin amacı, tehlikeli atıkların yönetimi konusunda üye devletlerin kanunlarına uygun olmasıdır. Listelenen bu atıklar tehlikeli olarak kabul edilen özelliklerin (Bkz. Ek 3) bir veya daha fazlasına sahip ise tehlikeli atık olarak tanımlanmaktadır.

2.1.1.2 Yeni atık çerçeve direktifi 2008/98/EC

1 Temmuz 2004 tarihli konsey kararı ile geri kazanım/bertaraf ve atık/atık olmayan arasındaki ayrımı açıklığa kavuşturmak amacıyla 75/442/EEC sayılı direktifin bazı yönlerini gözden geçirerek 2006/12/EC sayılı direktif yürürlüğe

girmiş ve ardından bu direktiflere atıf yapan 2008/98/EC sayılı direktif olarak güncellenmiştir. 2008/98/EC sayılı direktif aynı zamanda 75/439/EEC ve 91/689/EEC sayılı direktife atıflar yapmaktadır (European Union Law, 2008). Direktif, bazı temel atık yönetimi ilkelerini ortaya koymaktadır. Bu ilkeler atığın, insan sağlığını tehlikeye atmadan ve çevreye zarar vermeden, özellikle de su, hava, toprak, bitki veya hayvanları tehdit etmeden, gürültü veya koku ile rahatsızlığa meydan vermeden yönetilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda direktif, “kirleten öder ilkesini“ ve “genişletilmiş üretici sorumluluğunu“ tanımlamaktadır (European Commission, 2017). Atık çerçeve direktifi, doğrudan atık tanımlamasının yanı sıra “neyin bertaraf (Bkz. Ek 1) neyin geri kazanım (Bkz. Ek 2) “ olduğuna dair tanımları içermektedir.

Avrupa Atık Çerçeve Direktifi'nde tanımlanan hiyerarşiye göre atık yönetim basamaklarının sınıflandırılması gerekmektedir. Aşağıda AB atık hiyerarşi politikasının basamaklarının uygulama önceliği gösterilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. AB atık hiyerarşisi (European Commission, 2017).

Önleme: Bir madde, malzeme veya ürünün atık haline gelmeden önce alınan önlemleri ifade eder.

Yeniden Kullanım: Herhangi bir işleme tabi olmadan, aynı amaç için tekrar kullanılmak üzere tasarlanmasını ifade eder.

Geri Dönüşüm: Atık malzemelerin orijinali veya başka amaçlı malzemelere yeniden işlendiği herhangi bir geri kazanım işlemi anlamına gelir. Organik malzemenin yeniden işlenmesini içerir, ancak enerji geri kazanımını ve yakıt olarak kullanılacak malzemelerin yeniden işlenmesini içermez.

Geri Kazanım: Atığın bir takım işlemlere tabi tutulmasıyla benzer veya yeni bir ürüne ya da enerjiye dönüştürülmesiyle ekonomiye kazandırılması anlamına gelir.

Bertaraf: İşlemin ikincil bir sonuç olarak maddelerin veya enerjinin ıslahı durumunda bile geri kazanılmayan herhangi bir işlem anlamına gelir (European Union Law, 2008).

2.1.2 Ulusal atık mevzuatı

Ülkemizde şu ana kadar yayımlanan bütün ulusal atık yönetmeliklerin kronolojik sıralaması Çizelge 2.1'de verilmektedir.

Çizelge 2.1. Ulusal atık yönetmeliklerinin kronolojik sıralaması

Yıl	Ulusal Atık Yönetmelikleri
1991	Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği*
2005	Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği*
2005	Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
2001	Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği*
2005	Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
2005	Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği
2008	Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik*
2008	Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
2008	Atık Yönetiminin Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik*
2011	Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
2013	Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik
2013	Radyoaktif Atık Yönetimi Yönetmeliği
2014	Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği
2015	Atık Yönetimi Yönetmeliği
2015	Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği

* Yönetmelikten kaldırılanları ifade eder.

Tehlikeli atıkların dışında özel atık olarak da adlandırılan atıkların kontrollerinin sağlanması için tabloda verilen farklı yönetmelikler yer almaktadır.

Avrupa Direktifleri konsey ve komisyon tarafından alınan özel kararları ve amaçları tanımlar. Fakat yayımlanan direktiflerin ulusal yasalara uygulanma şekillerine ülkelerin kendisi karar vermektedir ve üye ülkeler alınan kararları uygulamaları için resmi ulusal yasalarını oluşturması gerekir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

AYY, 2008/98/EC sayılı atık hakkında Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi, 2000/532/EC sayılı atık listesi oluşturulması hakkında komisyon kararı dikkate alınarak AB ye uyum çerçevesinde hazırlanmıştır (AYY., 2015). Böylelikle, Avrupa Atık Listesi ile tam uyumlu, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların hepsini içeren atık listesi yürürlüğe girmiştir.

2.2. Atık Tanımı ve Atık Sınıflandırması

2.2.1 Atık tanımı

AYY de atık, “üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyali“, tehlikeli atık ise “Ek-III/A'da yer alan tehlikeli özelliklerden birini ya da birden fazlasını taşıyan ve Ek-IV'te altı haneli atık kodunun yanında yıldız (*) işareti bulunan atıkları“ tanımlamaktadır.

2.2.2 Atık yönetimi ve atık yönetim planı

AYY de atık yönetimi, “atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dahil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerini, “atık yönetim planı ise “çevreyle uyumlu bir şekilde atık yönetimini sağlamak üzere hazırlanan kısa ve

uzun vadeli program ve politikaları içeren planı“ tanımlar (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

2.2.3 Atıkların sınıflandırılması

2.2.3.1 Evsel katı atıklar

Evlerde, okullarda, iş yerlerinde vb. ortamlarda ortaya çıkan, tehlikeli ve zararlı madde içermeyen, insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemeden bertaraf edilmesi gereken atıklar evsel katı atık (çöp) olarak tanımlanır.

Katı atık miktarı ve içeriği bölgelerin hava şartları, coğrafi konumu ve orada yaşayan insanların sosyal, ekonomik ve kültür düzeylerine göre farklılaşmaktadır. Ülkemizde katı atığın %68'ini organik atıklar, %13'ünü değerlendirilebilir katı atıklar, %19'unu ise diğer atık türleri oluşturmaktadır (Ege Üniversitesi, 2017).

2.2.3.2 Ambalaj atıkları

Ambalaj atıkları işlenmiş ham maddeler olup, geri dönüştürülebildiğinden çöp olarak nitelendirilemez. Ülke ekonomisine katkıda bulunmak için bu dönüşüm işlemleri son derece önemlidir. Geri dönüştürülen her türlü atık geri kazanılarak enerji ve zamandan tasarruf edilerek doğal kaynaklarımızı korumaya öncülük eder. Bu atıklar; kağıt, karton, mukavva; cam şişe, kavanozlar; metaller (Al, Fe, teneke vb.); plastikler (su, mefruşat ve yağ şişeleri, yoğurt ve margarin kapları, deterjan ve şampuan kapları gibi); kompozit (süt ve mefruşat kutuları, çorba paketleri ve benzeri) türü atıklardır (Ege Üniversitesi, 2017).

Ambalaj atıkları, katı atık depolama alanlarının kullanım ömrünü uzatmak için kaynağında muhtelif yerlere yerleştirilen geri kazanım kumbaralarına atılmalıdır (Şekil 2.3). Ambalaj atıkları, ayrıştırma işçileri tarafından malzemenin türüne göre geri dönüşüm tesislerinde ekonomiye geri kazandırılmaktadır.



Şekil 2.3. Ambalaj atıkları (Altınoluk Nakliyat, 2018).

Plastik Atıklar: Plastik atıkların geri dönüşümü ile atık su boruları, marley, elyaf içerikli tekstil ve dolgu malzemesi gibi çok sayıda ürün elde edilir. Su ve mefruşat ambalajları, sıvı yağ şişeleri, şampuan ve deterjan kutuları, yoğurt ve margarin kaplarının üzerindeki uluslararası geri dönüşüm kodlarına bakarak plastik atıklar diğer malzemelerden ayrılabilir ve ülke ekonomisine katkıda bulunulabilir (Ege Üniversitesi, 2017).

Kağıt Atıklar: Kağıt-karton ambalaj atıkları, gazete, dergi, mukavva kutuları, koliler ve kağıt torbalar kağıt fabrikalarında işlenerek, tekrar kağıt üretiminde kullanılmaktadır. Kağıttan yapılan ambalaj atıklarının tümü geri dönüşüm kodlarına göre diğer atıklardan kolaylıkla ayrılabilir (Ege Üniversitesi, 2017).

Cam Atıklar: Cam atıklar doğaya atıldıklarında orman yangınlarından, ağaçların yok olmasına, doğanın dengesinin bozulmasına, canlıların zarar görmesine, tarımsal ve ekonomik kayıplara, su dengesini bozarak kuraklığa, toprak kayması ve erozyona neden olmaktadır. Su ve mefruşat şişeleri, kavanozlar (salça, reçel, konserve vb.) genellikle camdan yapılmaktadır (Ege Üniversitesi, 2017).

Metal Atıklar: Metaller, yeryüzünü oluşturan çeşitli minerallerin işlenerek saflaştırılması sonucunda elde edilir. Bu da oldukça uzun, büyük ölçüde enerji gerektiren ve doğal kaynakların tükenmesine neden olan bir süreçtir. İşlenmiş ve ürün olarak sunulmuş metallerin kullanıldıktan sonra çöpe atılması bu enerjinin ve

doğal kaynakların da çöpe atılması demektir. Oysaki metaller bir kere saflaştırıldıktan sonra tekrar tekrar şekillendirilmek için çok daha az enerjiye ihtiyaç duyarlar ve ham madde niteliği taşırlar (Ege Üniversitesi, 2017).

Kompozit Atıklar: Kompozit ambalaj atıkları kırılma, öğütme ve ayrıştırma işlemlerinden geçirilerek geri dönüştürülmektedir. Preslerde sıkıştırılarak sunmaya benzeyen bir malzeme üretilir. Mobilya ve yalıtım malzemesi yapımında kullanılır. Diğer bir geri dönüşüm işlemi ise kağıt ile alüminyum veya polietilen kısımları birbirinden ayrılır. Kağıt kısmın geri dönüşümünden kağıt mendil, tuvalet kağıdı ile oluklu mukavva gibi ürünler elde edilir. Artakalan alüminyum ve polietilen (veya başka bir malzeme) karışım, çimento fabrikalarında enerji kazanım amacıyla ilave yakıt olarak kullanılır. Kompozit ambalajlar içecek kutuları (süt, meyve suyu vb.) hazır çorba ambalajları, yoğurt kapları, cips, çerez ambalajları ve çay, kahve, çikolata ambalajlarıdır (Ege Üniversitesi, 2017).

2.2.3.3 Tekstil atıkları

Tekstil ürünleri hammadde özelliği taşıyan çoğu yeni ürünü, çeşitli amaçlarla tekrardan değerlendirilirler.

2.2.3.4 Organik atıklar

Mutfak, kafeterya, mutfak, bahçe ve yeşil alanlarda oluşan atıklar organik atıklardır. Evsel ve tarımsal içerikli organik atıkların sürdürülebilir tarım, endüstri ve doğal çevre için kompost ürüne dönüştürülmesi gerekmektedir. Kompost, organik katı atıkların ayrıştırılmasıyla üretilen toprak sağlığı açısından yararlı bir maddedir (Ege Üniversitesi, 2017).

2.2.3.5 Atık yağlar

Bitkisel Atık Yağlar: Ülkemizde yılda yaklaşık bir buçuk milyon ton bitkisel yağ tüketilmektedir. Kullanılmış atık yağlar su kirliliğine neden olmaktadır. Atık yağlar denizlere, göllere ve akarsulara döküldüğünde suyun yüzeyini kaplayarak havadan suya oksijen geçişini önlemekte ve sularda yaşayan canlıların ölümüne

neden olup ekolojik dengeyi bozmaktadır. Bitkisel atık yağlar yönetmelik gereğince, doğrudan alıcı ortama verilmesi yasaktır (Ege Üniversitesi, 2017).

Atık Motor Yağlar: Motorlu taşıtlardan kaynaklanan, belirli kullanım ömrünü tamamlayarak atık haline dönüşmüş olan madeni yağlardır. Atıkların kontrolü yönetmeliğince ortaya çıkan atık motor yağları belirli kurallar çerçevesinde yönetmeliğe uygun olarak AB ilkelerine uygun koşullarda toplanmasını, işleme ve bertaraf edilmesini gerektirir (Ege Üniversitesi, 2017).

2.2.3.6 Elektronik atıklar

Bilgisayar ekipmanları, monitör, televizyon ve her türlü elektronik ekipman bu atık sınıfında yer almaktadır. İşe yaramayan bilgisayar parçaları ayrıştırılarak geri dönüştürülmektedir.

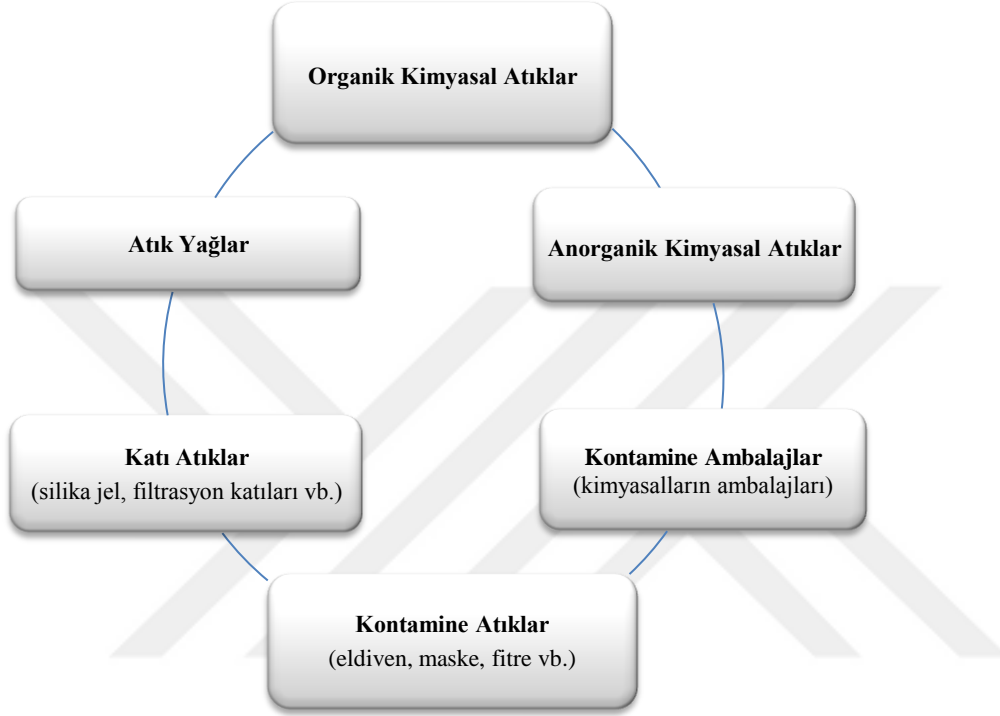
2.2.3.7 Atık piller ve akümülatörler

Kullanım ömrünü tamamlamış veya aldığı hasar sonucunda kullanılmayacak hale gelmiş olan pil ve akümülatörlerdir. Atık piller kontrolsüzce çöpe atıldığında, içindeki ağır metaller (cıva, kadmiyum, kurşun vb.) hava, su ve toprağı kirletmektedirler. Bu yüzden çevreye zarar vermemek için ömrünü tamamlamış atık piller atık pil kutularına atılır. “Atık Piller Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneğı” (TAP) tarafından; kullanım ömrünü tamamlamış akümülatörler ise “Akümülatör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneğı” (AKÜDER) aracılığıyla toplanmakta ve geri kazanılabilir özellikte tüm metaller ayrıştırıldıktan sonra ilgili yönetmelik kapsamında bertaraf edilmektedir (Ege Üniversitesi, 2017).

2.2.3.8 Kimyasal tehlikeli atıklar

Teknolojik gelişmelere bağılı olarak ortaya çıkan, çevre ve insan sağığını tehdit eden endüstriyel nitelikli atıklardır. Tehlikeli atıklara ait yanıcı, reaktif, korozif veya toksik özellikler Bölüm 2.3.2.2'de verilmektedir.

Kimya bölümü laboratuvarlarında çok sayıda tehlikeli atık meydana gelmektedir (Şekil 2.4). Bu atıklar çeşitleri; organik kimyasal atıklar, anorganik kimyasal atıklar, atık yağlar, kontamine ambalajlar, kontamine atıklar ve katı atıklardır. Organik ve anorganik kimyasal atıklar Bölüm 2.4'te ayrıntılı olarak verilmektedir.



Şekil 2.4. Kimya laboratuvarında ortaya çıkan atıklar

2.3. Atık Yönetim Basamakları

Hemen hemen her laboratuvar deneyinde, atılan tek kullanımlık laboratuvar malzemeleri, filtre malzemeleri, sulu çözeltiler ve tehlikeli kimyasal maddeler gibi bazı atıklar oluşur. Laboratuvar atıklarının emniyetli ve güvenli bir şekilde taşınması ile ilgili esas ilke, tehlikeli ve tehlikeli olmayan atıkların bertaraf edilmesi için bir plan yapılmasıdır.

Kimyasal atıklarla ilgili kararlar, atığı üreten kişiyi, kişinin kurumunu ve toplumun tamamını etkiler. Atık üreten laboratuvar personeli, çalışmalarından kaynaklanan malzemelerin nihai kaderini değerlendirmekle yükümlüdür. Buna, atılma maliyeti, laboratuvar dışındaki insanlara yönelik olası tehlikeler ve çevre

üzerindeki potansiyel etkileri dahildir. Ayrıca dikkate alınması gereken yasal düzenlemeler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Endüstriyel faaliyetler sonucunda atık üreten her kurum aşağıdaki atık yönetim basamaklarını eksiksiz olarak yapmaktan sorumludurlar.

- Önleme
- Kaynakta azaltma
- Yeniden kullanım
- Geri kazanım
- Enerji geri dönüşümü
- Bertaraf
- Kontrol

Böylelikle ilk olarak atık üretiminden kaçınmak gerekir, eğer kaçınılmazsa ilk basamak olarak atığın oluşmasının önlenmesidir, eğer bu sağlanamıyorsa atığın en aza indirilmesi amaçlanır. Daha sonra atık yeniden kullanıma hazırlanmalıdır, bu da mümkün olmuyorsa atığın önce geri dönüşümü ve sonra enerji geri kazanımı amaçlanır. Bu uygulanan yöntemlerden sonra uygulanacak en son işlem bertaraftır (Çevreonline, 2017).

Bu adımların uygulanması, her laboratuvarın kaynaklarına ve kurulumuna bağlı olarak değişebilmektedir.

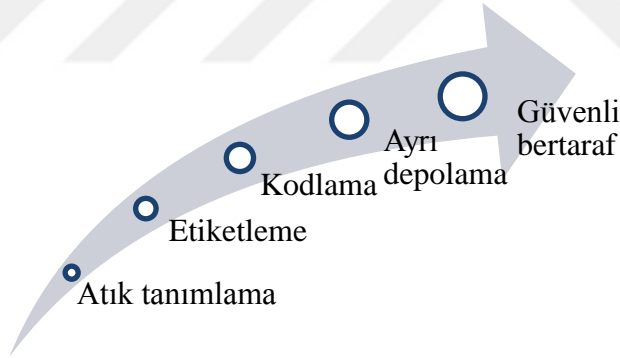
2.3.1 Atıktan sorumlu kişinin belirlenmesi

Atık yönetiminin sorunsuz bir şekilde ilerleyebilmesi ve organizasyonun sağlanması için malzeme atık durumuna geldiğinde, uygun bir şekilde bertaraf edilmesinin ilk sorumluluğu, malzemeyi kullanan veya sentezleyen eğitimli laboratuvar personelinindir. Tehlikeleri değerlendirmek ve uygun şekilde elden çıkarılmasını belirlemek için gerekli bilgileri sağlamak onların sorumluluğundadır. Atık toplamakla görevli personeller, atık geçici depolama alanı sorumlusu gibi diğer görev paylaşımlarını da yapmalıdır. AYY de belirtilen maddeye göre; atık yönetiminin her basamağında, belirlenen sorumlu kişi, ortaya

çıkan atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermesini önlemek ortaya çıkan atıkların toplanması, taşınması ve geçici depolanması gibi işlemlerden sorumlu olan çalışanlarının eğitimini sağlamakla, sağlık ve güvenlik ile ilgili her türlü tedbirleri almakla mükelleftir. Onların kararları, tehlikeli maddelerin taşınması için kurumun çerçevesi ve geçerli yönetmelikleri ile uyumlu olmalıdır (Berkel ve Çağındı, 2014; Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

2.3.2 Atıkların tanımlanması, kodlanması ve etiketlenmesi

Nihai atık olduğuna karar verilen atıkların ilk olarak tanımlanıp, daha sonra ise tehlike bilgilerini içeren GHS (Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals) risk piktogramları (Bkz. Çizelge 2.2) ile etiketlenmesi yapılır. AYY nin Ek-IV listesindeki uygun atık kodu ve tanımı da bu etikete eklenir ve geçici depolamak üzere atık ayrı bir depoya taşınır. Son olarak anlaşmalı olunan atık bertaraf tesisi ile atıkların nihai bertarafı sağlanır. Şekil 2.5'te atık yönetiminin genel akış şeması verilmektedir.



Şekil 2.5. Atık yönetimi genel akış şeması

2.3.2.1 Atıkların tanımlanması

Uygun bertaraf için atık özellikleri hakkında bilgi gerektirdiğinden, laboratuvarlarda kullanılan veya üretilen tüm kimyasalları tanımlamak son derece önemlidir. Genel olarak, bu kimyasal atıkları açıkça işaretlenmiş kaplarda tutmak gerekir. Laboratuvar ortamındaki atıklar, kolayca erişilebilir defter kayıtlarında tutulmalıdır. Öğrenci sayısının çok olduğu akademik laboratuvarlarda bulunan tüm materyalleri açıkça belirlemek özellikle önemlidir. Atıkların ve tehlikeli

özelliklerinin uygun şekilde tespit edilmesi, büyük miktarlarda malzeme için olduğu gibi küçük miktarlar için de önemlidir.

Laboratuvarlarda oluşan tüm atıklar tanımlandıktan sonra kaynakları ile birlikte miktarları belirlenmelidir. Öncelikle belediye ve bertaraf tesisleri tarafından alınan evsel nitelikli katı atıklar, ambalaj atıkları ve endüstriyel nitelikli atıklar (tehlikeli atıklar, atık yağlar, kontamine ambalaj atıkları) birbirinden ayrılmalıdır (Çevreonline, 2017). Atıkların kaynağında toplanmasını sağlamak için bu atıkların meydana geldiği yerde yeterli ebatta ve sayıda atığın türüne uygun konteyner olmalıdır.

Toplanan atıkların hangi mevzuata tabi olduğu, ne şekilde toplanması, taşınması, geçici depolanması gerektiği, maksimum depolama süresi gibi önemli olan aşamalar baştan planlanmalıdır (Berkel ve Çağındı, 2014). Açığa çıkan atıklar için de farklı renkler içeren konteynerler kullanılabilir. Yapılan bu atık sınıflandırılması ile atıkların kaynağında ayrı toplanması laboratuvar atık sisteminin de başarısını sağlamış olacaktır (Çevreonline, 2017). AYY ile belirlenen hususlara uyularak yönetmeliğin Ek-IV kısmında verilen atık kodu ve tanımı kullanılarak atık etiketi oluşturulmalıdır (Bkz. Ek 4).










2.3.2.2 Tehlikeli atıkların etiketlenmesi

Birleşmiş Milletler GHS sisteminde, tehlike sınıflandırmalarını ve etiketlerini belirler. Bu tespit, bertaraf maliyetinde önemli farklılıklara neden olabilecek etkilere sahiptir. GHS sistemi, tehlikeli kimyasal maddeler ve karışımlar hakkında dünya çapında tek tip fiziksel, çevresel, sağlık ve güvenlik bilgileri için uyumlu bir temel sağlar ve kimyasalların küresel ticaretini kolaylaştırmak için standartlaştırılmış tehlike bilgilerini oluşturur. GHS, Birleşmiş Milletler tarafından 2002 yılında kabul edilmiştir ve periyodik olarak güncellenmiştir. 2008 yılında revize edildikten sonra 2009 yılında AB de yürürlüğe girmiştir (European Commission, 2018).

11 Aralık 2013 tarih 28848 sayılı “Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik“ ile de

etiket üzerinde zararlılık işaretlerinin yer alması gerektiği belirtilerek AB ile uyum süreci yakalanmıştır. GHS risk piktogramları Çizelge 2.2'de verilmektedir.

Çizelge 2.2. GHS risk piktogramları

RİSK KATEGORİLERİ	UYARI İBARESİ	RİSK PİKTOGRAMI
Patlayıcı	Tehlike Uyarı	
Alevlenebilir Sıvılar	Tehlike Uyarı	
Oksitleyici Sıvılar	Tehlike Uyarı	
Basınç altındaki gazlar Sıkıştırılmış gazlar	Uyarı	
Cildi tahriş edici Metal aşındırıcı	Tehlike Uyarı	
Akut zehirlilik	Tehlike	
Akut zehirlilik Cildi tahriş edici	Uyarı Uyarı	
Kanserojen	Tehlike Uyarı	
Sucul çevre için zararlı	Uyarı	

Uyarı: Orta risk, Tehlike: Yüksek risk (Merck Millipore, 2011).

“RCRA“ ya göre tehlikeli atık karakteristikleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

Tutuşabilirlik: Yanıcı maddeler, en yaygın organik çözücüler, hidrojen ve hidrokarbonlar gibi gazlar ve belirli nitrat tuzlarını içerir. Bir veya daha fazlasına sahip olduğu yanıcı malzemelerin özellikleri aşağıda verilmektedir:

- Parlama noktası 60 °C'den daha düşük olan sıvılar veya tutuşmaya neden olma potansiyeli,
- yanıcı sıkıştırılmış gazlar, yanıcı karışımlar,
- organik materyallerin yanmasını tetikleyen yükseltgenme maddeleri olarak tanımlanır.

Koroziflik: Korozif sıvıların pH değeri ≤ 2 veya ≥ 12.5 dir. Yaygın olarak kullanılan laboratuvar asitleri ve bazıları aşındırıcıdır.

Reaktivite: Reaktivite, suyla şiddetli reaksiyon gösteren, kararsız bazı kaynaklara maruz kaldıklarında patlama yaratabilen veya toksik gaz üreten maddeleri içerir. Alkali metaller, peroksitler ve peroksitlenmiş bileşikler ve siyanür veya sülfür bileşikleri reaktif olarak sınıflandırılırlar.

Zehirlilik: Zehirlilik, belirli koşullar altında çöp depolama sahası gibi atık maddelerden özütlenen (ekstrakte edilen) maddeleri içerir.

Bilinmeyen Materyalleri Değerlendirme: Tüm atık maddelerin kimliği hazır bulunmalıdır. Bununla birlikte, kimliği belirsiz kimyasal atıklar durumunda, tehlikeleri belirlemek için basit testler kullanılabilir. Genellikle, bilinmeyen malzemenin moleküler yapısının tam olarak belirlenmesi gerekli değildir.

ABD Ulusal Bilim Akademisi Üyeleri'nin yayımladığı “Chemical Laboratory Safety and Security“ adlı kitapta, bertaraf tesisleri bilinmeyen materyalleri kabul etmeden önce aşağıdaki işlemlerin gerekliliğini talep etmektedirler:

- Fiziksel tanım
- Su ile reaktivitesi
- Suda çözünürlük
- pH ve nötrleştirme bilgileri
- Tutuşabilme (yanıcılık)
- Oksitleyici varlığı
- Sülfür veya siyanür varlığı

- Halojenler varlığı
- Radyoaktif maddelerin varlığı
- Biyolojik tehlikeli maddelerin varlığı
- Zehirli bileşenler varlığı
- Poliklorlu bifeniller (PCB'ler) varlığı

Bilinmeyen malzemeleri test etme yöntemleri ise ayrıntılı olarak aşağıda açıklanmaktadır.

Fiziksel tanımlama: Maddenin halini (katı, sıvı), rengini, yoğunluğunu (katılar için) veya viskozitesini (sıvılarda) tanımlar. Sıvı malzemeler için, çözeltinin berraklığına (şeffaf, saydam veya opak) bakılır. Bilinmeyen bir malzeme iki veya üç fazlı bir sıvı ise, her faz için toplamın yaklaşık bir yüzdesini veren her bir faz ayrı ayrı tanımlanır (Choudhary vd., 2010).

Su ile reaktivitesi: Bilinmeyen az miktarı birkaç mililitre suya dikkatlice eklenir. Isı gelişimi, gaz gelişimi ve alevlenme dahil olmak üzere her türlü değişikliğe dikkat edilir (Choudhary vd., 2010).

Suda çözünürlük: Bilinmeyen sudaki çözünürlüğü gözlemlenebilir. Çözünmeyen bir sıvı ise, suya kıyasla daha az yoğun olup olmadığına bakılır. Halojenli olmayan organik sıvıların çoğu sudan daha az yoğundur (Choudhary vd., 2010).

pH: Materyal çok aralıklı pH kağıdı ile test edilir (Şekil 2.6). Numune suda çözünüyorsa, %10 sulu çözeltisinin pH değerine bakılır. Bir nötralleşme titrasyonu gerekli olabilir (Choudhary vd., 2010).



Şekil 2.6. pH kağıdı (United Italian Corp. HK Ltd, 2018).

Tutuşabilirlik (Yanabilirlik): Materyalin küçük bir örneği (<5 mL) alüminyum test tepsisine yerleştirilir. Yarım saniye boyunca test örneğine bir ateşleme kaynağı, tipik olarak bir propan meşale uygulanır. Malzeme kendi yanmayı destekliyorsa, parlama noktası 60 °C'nin altında olan yanıcı bir sıvıdır. Numune alevlenmiyorsa, ateşleme kaynağı bir saniye boyunca tekrar uygulanır. Eğer materyal yanarsa, yanıcıdır. Yanıcı materyallerin alevlenme noktası 60 ila 93 °C arasında değişir (Choudhary vd., 2010).

Oksitleyici varlığı: Ticari olarak temin edilebilen nişasta iyodür kağıdı 1 N hidroklorik asit ile ıslatılır ve ıslatılmış kağıdın üzerine bilinmeyen küçük bir kısmı yerleştirilir. Kağıdın renginin koyu mora dönüşmesi, oksitleyici varlığı için olumlu bir testtir. Test ayrıca bilinmeyenlerin 1 mL %10'luk asidik çözeltisine 0,1 ila 0,2 g sodyum veya potasyum iyodürün eklenmesiyle de gerçekleştirilebilir. Sarı-kahverengi renk oluşumu, bir oksitleyiciyi varlığını gösterir. Suda çözünmeyen organik çözücülerin hidroperoksitlerini test etmek için de nişasta iyodür test kağıdı çözücüye daldırılır ve kurutulur. Kağıdın aynı bölümüne bir damla su eklenir. Koyu bir rengin gelişimi hidroperoksitlerin varlığına işaret eder (Choudhary vd., 2010).

Peroksitlerin varlığı: Aşağıdaki testler tüm hidroperoksitler de dahil olmak üzere çoğu (ancak hepsi değil) peroksi bileşiklerini saptamaktadır:

- Test edilecek sıvının 1 ila 3 mL'sini, eşit miktarda asetik aside ilave edip, daha sonra bir kaç damla da %5 sulu potasyum iyodür çözeltisi eklenir ve çalkalanır. Sarı-kahverengi renk oluşumu, peroksitlerin varlığına işaret eder. Alternatif olarak, 25 mL'lik deney tüpünün içine 1 mL yeni hazırlanmış %10 potasyum iyodür çözeltisinin, 10 mL'lik organik bir sıvıya eklenmesiyle peroksitler sarı renk verir.
- Test edilecek sıvının 0,5 mL'sini, testten hemen önce %10'luk 1 mL sulu potasyum iyodür çözeltisi ve 0.5 mL seyreltik hidroklorik asit karışımına ekleyerek bir kaç damla nişasta çözeltisi ilave edilir. Bir dakika içinde mavi veya mavi-siyah rengin görünümü peroksitlerin varlığına işaret eder.
- Peroksitler varlığında belirleyici bir renge dönen APeroksit test şeritleri ticari olarak temin edilebilir (Şekil 2.7). Bu şeritlerin, çözücü buharlaşınca dek hava ile kurutulması gerektiğini ve ondan sonra düzgün çalışması için neme maruz bırakılması göz önünde bulundurulmalıdır (Choudhary vd., 2010).



Şekil 2.7. Peroksit testi (Merck Millipore, 2018).

Bu testlerin hiçbiri, inorganik peroksitlerle kontamine olabilecek maddelere (metalik potasyum gibi) uygulanmamalıdır.

Sülfür varlığı: Sülfür varlığını tespit etmek için ticari test şeritleri kullanılır (Şekil 2.8). Test şeritleri laboratuvarında mevcut değilse, aşağıdaki test yapılabilir.



Şekil 2.8. Sülfür test şeritleri (Indigo Instruments, 2018).

Uyarı: Bu test tehlikeli buharlar üretmektedir. Test için az miktarda çözelti ve uygun havalandırma kullanılır. İnorganik sülfidlerin testi yalnızca bilinmeyen bir sulu çözeltinin pH'sı 10'dan büyük olduğunda gerçekleştirilir. Ticari kurşun asetat kağıdı üzerine birkaç damla derişik hidroklorik içinde çözülmüş bilinmeyen örnek damlatılır ve sonra destile suyla ıslatılır. Kağıt üzerinde kahverengi-siyah bir renk oluşması hidrojen sülfid varlığını gösterir (Choudhary vd., 2010).

Siyanür varlığı: Siyanür varlığını test etmek için sadece ticari test şeritleri kullanılır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Siyanür test kiti (Labor, 2018).

Halojen varlığı: Kırmızı olana kadar bir parça bakır tel alevle ısıtılır. Tel, destillenmiş veya deiyonize suyla soğutulur ve bilinmeyenine içine daldırılır. Tel

alevle tekrar ısıtılır. Alevin içindeki tel etrafında yeşil bir renk oluşturur, böylelikle halojenin varlığı tespit edilmiş olur (Choudhary vd., 2010).

2.3.2.3 Atık kodlarının belirlenmesi

Atık listesinde her bir atığa karşılık gelen atık kodunun belirlenmesinde kullanılacak hiyerarşi AYY nin Ek-I listesinde aşağıdaki gibi verilmiştir:

- a) 01'den 12'ye kadar olan veya 17'den 20'ye kadar olan bölümlerde atığın kaynağını belirledikten sonra altı haneli atık kodu tespit edilir. Örneğin, bir otomobil üreticisi, hem bölüm 12'de listelenen atıkları (metallerin şekillendirilmesinden ve yüzey işleminden kaynaklanan atıklar), hem 11'de listelenen atıkları (metallerin kaplanmasından kaynaklanan atıklar) hem de 08'de listelenen atıkları (boya ve vernik kullanımından kaynaklanan atıklar) bulabilir.
- b) 01'den 12'ye veya 17'den 20'ye kadar olan bölümlerde uygun bir atık kodu bulunamaz ise 13, 14 ve 15'inci bölümler atıkları tanımlamak için incelenir.
- c) Bu atık kodlarından hiçbiri geçerli değilse, atık bölüm 16'ya göre tanımlanır.
- d) Atık, bölüm 16'da yoksa, sonu 99-başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar ile biten uyumlu atık kodu bakanlığın onayı ile kullanılır.

Atık Kodu: XX YY ZZ*

XX: Bölüm 01' den 20' ye kadar atıkların hangi sektörden kaynaklandığını,

YY: Alt bölüm 01'den en fazla 14'e kadar atıkların ayrıntılarının verildiği,

ZZ: Listeleme 01'den en fazla 41 ve 99'a kadar atığı tanımlayan kodu,

Yıldız (*): Tehlikeli atık işaretini,

A: Kesin tehlikeli atık olduğunu,

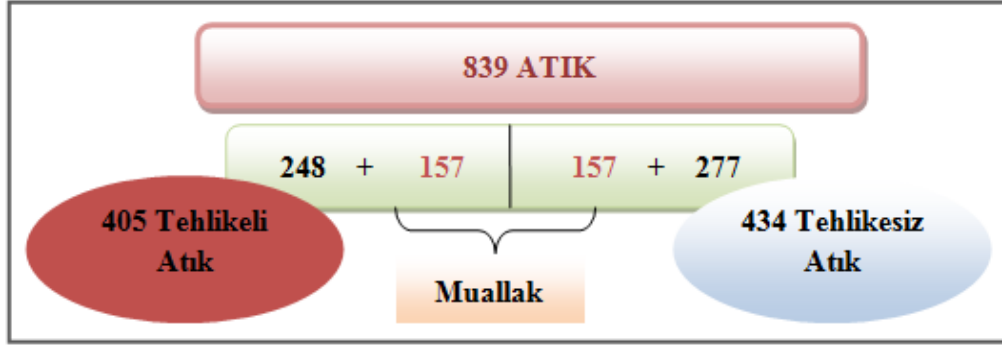
M: Muhtemel tehlikeli atık olduğunu,

99 ile biten atıklar: Listede tehlikeli veya tehlikesiz atık olarak işaretlenmemiş atıklardır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. AYY atık listesinden bir bölüm

Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Açıklama
07	Organik Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
07 01	Temel Organik Kimyasal Maddelerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
07 01 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 01 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 01 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 01 07*	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 01 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 01 09*	Halojenli filtre keki ve kullanılmış absorbanlar	A
07 01 10*	Diğer filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 01 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 01 12	07 01 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 01 99	Başka şekilde tanımlanmayan atıklar	

Atıklar ile ilgili yapılacak bütün çalışmalarda, atığın tanımına karşılık gelen altı haneli atık kodunun tam olarak kullanılması zorunludur. AYY nin Ek-IV atık listesinde toplamda 20 bölüm ve 839 atık kodu yer almaktadır. Şekil 2.10'da gösterildiği gibi 405 tehlikeli atık, 434 tehlikesiz atık, 157 muallak atık bulunmaktadır. Atıklar, altı haneli kodlar ve ilgili iki haneli ile dört haneli bölüm başlıkları ile tanımlanmaktadır.



Şekil 2.10. Tehlikeli atık ve tehlikesiz atık sayıları (ÇSGB., İSGGM., 2016).

Atıklar sınıflandırılırken önceden yapılan analiz olup olmadığına bakılır veya içindeki maddelere ilişkin veriler “MSDS“ (Material Safety Data Sheet) bazında incelenir. Eğer yok ise fiziksel-kimyasal-biyolojik analiz dizisinden sonra tehlikeli atık kategorisine girip girmediğinin belirlenmesi için yönetmeliğin 11 inci maddesinde öngörülen atığın tehlikelilik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışma yapılır (Şekil 2.11). Analiz çalışmaları Bakanlıktan yönetmeliğin “Tehlikeli Atık Eşik Konsantrasyonları“ Ek-III/B listesinde verilen sınır değerler için yeterlik almış laboratuvarlarca gerçekleştirilir. Çalışma sonucunda atığın Ek-III/B’de yer alan konsantrasyon değerlerinin üzerinde olduğunun tespiti halinde muhtemel tehlikeli atıklar (M) için atık kodu kullanılır (Bkz. Ek 5). Çalışma sonucunda atığın Ek-III/B’de yer alan konsantrasyon değerlerinin altında olması halinde ise ilgili bölümdeki uygun tehlikesiz atık kodu ile atık sınıflandırılır.



Şekil 2.11. Tehlikeli atık belirleme yolu (Yanık, 2016)

2.3.3 Atıkların önlenmesinde yeşil kimya ilkeleri

Yeşil Kimya alternatif sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesi üzerine yenilikçi araştırmaların yayımlanması için benzersiz bir forum oluşturmaktadır. Anastas ve Warner'a göre; “Yeşil kimya, kimyasal ürünlerin tasarımında, imalatında ve kullanımında tehlikeli maddelerin kullanımını veya üretimini azaltan veya ortadan kaldıran bir dizi ilkenin uygulanmasıdır“ (Anastas ve Warner, 2000). İlk ilke olarak tehlikeli maddelerin kullanımı ve üretimini azaltmak ve ortadan kaldırmak, ikincisi kazanım, üçüncüsü envanter ve takip, dördüncüsü laboratuvarlarda ve depolarda depolamak, beşincisi kimyasalların ve laboratuvar malzemelerinin geri dönüşümünü sağlamak, son olarak ise kimyasalların nakliyesi ve sevkiyatını yapmaktır. Yeşil kimya aynı zamanda laboratuvar kimyasalları tarafından oluşturulan tehlikelerin elleçlenmesi, bertaraf edilmesiyle ilgili risklerin kontrol altına alınması ve en aza indirilmesi için makul önlemlerin oluşturulmasını kapsar. Yeşil kimyanın ilkeleri laboratuvarlarda metodların moleküler düzeyde yeniden tasarlanması, tehlikeli maddelerin kullanımının azaltılması ve ortadan kaldırılması, kimyasal maddelerin daha güvenli hale getirilmesine yardımcı olacak yeşil sentetik yöntemlerin geliştirilmesine öncülük etmektedir.

Akıllı bir laboratuvar yönetimi ilk olarak kimyasallardan önce atıkları önleme prensibinden yola çıkar. Bu tür stratejilerin diğer örnekleri arasında;

- bir deneyin her adımında kullanılan maddenin minimizasyonunu düşünmek,
- mümkün olduğunca malzemeleri geri dönüştürmek ve geri kazanmak,
- gereksiz metaryal depolamadan kaçınmak ve üretim maliyetini değerlendirmek,
- bir deneydeki adım sayısını azaltma yollarını araştırmak,
- verimleri arttırmak,
- aynı kimyasallardan bazılarını kullanan iş arkadaşlarıyla işi koordine etmek,
- yeni bir sistem satın alırken otomatikleştirilmiş laboratuvar ekipmanları tarafından kullanılan reaktifler, çözücüler ve tehlikeli maddelerin miktarını göz önünde bulundurmamak,

- tehlikesiz atıkları tehlikeli atıklardan izole etmek ve kullanılmış çözücüyü geri kazanmak için bir saflaştırma sistemi kullanmak yer alır (Barkley vd., 2011).

2.3.3.1 Mikro ölçekle çalışma ve ıslak kimya yöntemi

Tehlikeleri azaltmanın başarılı bir yolu, mümkün olduğunca kimyasal tepkimeler ve diğer laboratuvar yöntemlerini daha küçük ölçekte uygulamasını gerektirmektedir. Daha küçük ölçekli sentetik yöntemler, daha az reaktif gerektirir ve daha az israfa neden olduğundan tasarruf sağlar. Çoğu durumda, az reaktif gerektiren ve kendi başına çok az atık üreten enstrümantal analizler klasik ıslak kimya yöntemi ile değiştirilebilir (Barkley vd., 2011). Laboratuvar metodlarını otomatikleştirmek için ekipman satın alırken etkili fakat en az miktarda reaktif veya çözücü kullanan ekipman seçilmeli veya en az tehlikeli malzemelerin kullanılmasına dikkat edilmelidir.

2.3.3.2 Tehlikeli laboratuvar süreçlerinde reaksiyon şartlarının tasarımı

Yeşil kimyanın bir ilkesi de, mümkün olduğunca, sentezlerin daha az toksik reaktifler kullanılarak tasarlanmasıdır. Toksik bir madde kullanımı mutlaka bir toksik atık üretimi anlamına da gelmez. Kimyagerler önerilen sentezden beklenen potansiyel tehlikeli atık kaynakları değerlendirmeli ve bunları asgariye indirmek için stratejiler üretmelidir.

Kirliliğin önlenmesi çözücü atıklarını azaltır. Yapılan bir araştırmada üniversitenin organik kimya araştırma laboratuvarındaki 25 araştırmacının her birinin atıkları önlemeye yönelik çalışmasında cam eşyaları, spatülleri ve diğer maddeleri temizlemek veya durulamak için her hafta 1 L çözücü kullandığını ve daha çok aseton olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, bir araştırmacı, bir işlemin sonunda spatülü aseton ile durulayabilir veya sabun ve su ile temizledikten sonra kurutma sürecini hızlandırmak için bir çözücü kullanabilir. Öğrencilere harcanan çözücü miktarının fazla olmasının sebebi sorulduğunda ise yeteri kadar cam eşya olmaması ve fırça yetersizliği gibi bahaneler öne sürdükleri tespit edilmiş ve daha

sonra bu laboratuvara fazla miktarda cam, daha iyi fırçalar ve hafif bir deterjan kullanan ultrasonik bir banyo ve bulaşık makinesi satın almaya karar verilmiş ve bunun sonucunda çözücü kullanımında azalmalar gözlemlenmiştir. Sonuç olarak ise çözücü alımında ve bertarafta sağlanan tasarruf, yeni satın alımların bedelini üç ay içinde geri ödediği saptanmıştır (Barkley vd., 2011).

2.3.3.3 Daha güvenli çözücü ve materyal kullanımı

Genel olarak kimyagerler, bilimsel kriterleri karşılamak için reaktifleri ve malzemeleri, atık minimizasyonunu veya çevresel hedefleri dikkate almadan seçmektedirler. Sentetik yöntemlerde, istenen ürünün genel verimi ve saflığı önemli faktörlerdir, çünkü daha iyi verim daha düşük maliyet anlamına gelmektedir. Deneysel bir yöntemde bir reaktif veya çözücü olarak kullanılacak bir malzeme seçerken sorulması gereken ilk soru, “Malzeme, tehlikeli atıkları azaltacak veya ortadan kaldıracak aynı zamanda atıkların bertaraf edilmesinden kaynaklanan maliyeti düşürecek başka bir malzemeyle değiştirilebilir mi?” olmalıdır.

Laboratuvarlar, mümkün olduğunca alternatif sentetik yollar göz önüne alarak, tehlikeli olmayan ya da daha az tehlikeli kimyasalların yerine geçtiklerinde daha güvenlidir. Aşağıdaki ek örnekler, bu prensibin ortak laboratuvar yöntemlerine uygulanmasını göstermektedir:

- Düşük seviyeli radyoaktif örneklerin sıvı sintilasyon sayımında, mümkün olduğunca ksilen, toluen veya dioksandan ziyade, düşük toksisitesi olan suda karışabilir çözücüler kullanılır.
- Kanalizasyona salınan bakır miktarını azaltmak için, genel kimyada spektrofotometri incelenirken bakır yerine demir kompleksleri kullanılır.
- Yüksek basınçta kullanılan tehlikeli gazlar yerine katı veya sıvı reaktiflerle çalışılabilir. Örnek olarak, fosgen reaktif olarak kullanılan oldukça toksik bir gazdır. Gaz silindirlerin bertarafı tedbir gerektirir. Düşük erime noktalı

sıvı olan difosgen veya katı bir trifosgen gibi piyasada bulunan ürünler fosgen yerine ikame edebilir.

- Toksik ağır metal içeren reaktiflerin kullanımını dikkate aldığımızda cam malzemeler için özel deterjanlar, kromik asit temizleme çözeltilerine kıyasla daha güvenlidir. Bir reaksiyon planlanırken, ağır metal atıklarının bertaraf masrafları dikkate alınması son derece önemlidir.
- Maliyet bir faktör olmasına rağmen, güvenlik, sağlık ve çevrenin faydalarını da göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin toluen genellikle kanserojen olan benzenin yerini alabilir. Kimyasal tedarikçiler artık alevlenebilirlik ve peroksit oluşum potansiyeli daha düşük bulunan tehlikeli çözücülerin kullanılması gerektiğini söylemektedirler.
- Bir çözücü olarak süperkritik karbondioksit (CO₂), kimyasal olarak nispeten iyi huylu bir materyaldir. Reaksiyon çalışmaları sadece ortam sıcaklığı gerektirir ve tehlikeli bir atık değildir (Barkley vd., 2011).

2.3.3.4 Kazaların olasılığının minimizasyonu

Yeşil kimya aynı zamanda kazaları, yaralanmaları ve personelin laboratuvar, depo gibi alanlarda maruziyet etkisini azaltmak için gerekli olan planı tasarlar. Bir maddenin satın alınmadan ve sentezlenmeden önce tehlikeli özelliklerin neler olduğundan emin olunmalıdır. Patlayıcılık, su ve havayla olan reaktivitesi, kararsızlık, zamanla bozulma gibi özelliklerini belirlemek için literatürde tarama yapılmalıdır (Barkley vd., 2011).

2.3.3.5 Çok tehlikeli atık oluşumundan kaçınma

Çok tehlikeli atıkların yönetimi genellikle zordur, güvenli yeşil kimya ilkeleri onun üretimini en aza indirir. Kimyasal biyolojik atıklar için, çok tehlikeli atığı en aza indirmek için birincil strateji, kimyasal ve biyolojik atık akımlarının mümkün olduğunca ayrılmasını sağlamaktır. Radyoaktif tehlikelerin azaltılması için, radyoaktif maddeler için radyoaktif olmayan materyallerin yerini alması,

daha kısa bozunma sürelerine (örn., yarılanma ömrü 60 gün olan iyot-125 yerine, yarılanma ömrü 8 gün olan iyot-131) sahip radyoizotopların ikame edilmesini ve daha az miktarda materyalle yöntemlerin uygulanmasının sağlanması gerekmektedir (Barkley vd., 2011).

2.3.3.6 Laboratuvarda kullanılan termometreler

Cıvaya maruz kalmış kişilerde sinir iletim hızında azalma olduğu ispat edilmiştir. Cıva ve cıva bileşiklerinin kullanımı eğitilmiş personel tarafından sağlanmalıdır. Küresel ajanslar insan sağlığı açısından cıva kullanımı ve taşınması sırasında uyulması gereken güvenlik tedbirlerinden bahsetmektedirler (Dikshith, 2013). Sık karşılaşılan maruz kalma yolları, teneffüs etme, yutma ve cilt veya gözle teması içerir.

Tek seçenek olarak cıvalı bir termometrenin kullanılması gereken yerlerde dijital termometreler, doğruluğu etkilemeden kırılmaya karşı koruyan zırlı termometre (Şekil 2.12), teflon kaplı cıva termometreleri (Şekil 2.13) veya alkollü termometreler (Şekil 2.14) önerilir. Bunlar özellikle yüksek sıcaklık fırınlarında, yağ banyolarında sızıntı halinde ciddi sağlık tehlikesi yaratan durumlar için kullanışlıdır (Barkley vd., 2011).



Şekil 2.12. Zırlı termometre (Novatech International, 2017).



Şekil 2.13. Teflon kaplı termometre (Sigmaaldrich, 2017).



Şekil 2.14. Alkollü termometre (Lab World, 2017).

2.3.3.7 Kimyasal siparişleri

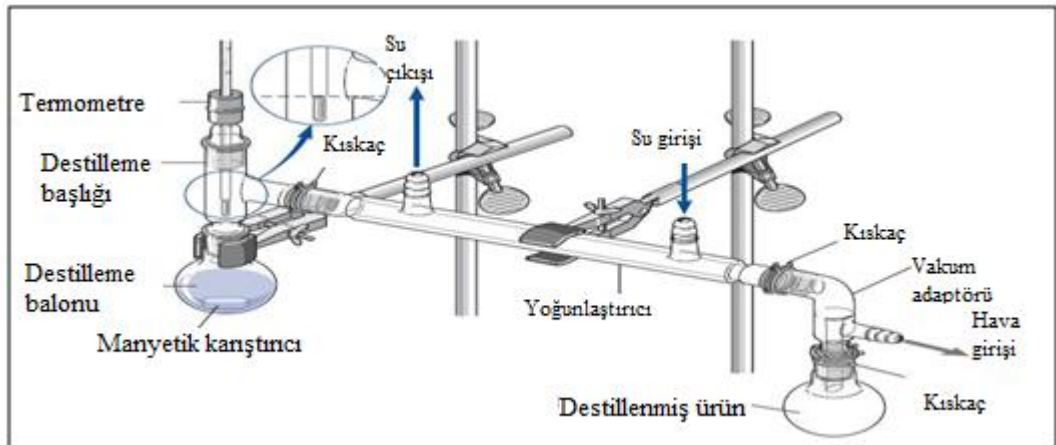
Kimyasal satın almadan önce laboratuvar personeli ortaya çıkabilecek atıkları da göz önünde bulundurmalıdır. Kimyasal alımlar, büyük miktarların daha ucuz fiyat temeline göre değil, daha çok deney için gereken miktara göre belirlenmelidir. Fazlalıkların bertarafının maliyeti, toplu bir satın alımda kazanılan potansiyel tasarrufların tümünü aşabilir. Bir tedarikçinin sunduğu miktardan daha küçük bir miktara ihtiyaç duyuluyorsa, tedarikçiye yeniden ambalajlama talep edilmelidir. Yeni bir atık kategorisi gerektiren bir kimyasal atık yönetimi programı için sorunlara neden olabilir. Kimyasal sipariş edilmeden önce uygun atık karakterizasyonu ve uygun şekilde atılması için yöntem belirlenmelidir (Barkley vd., 2011).

2.3.3.8 Kimyasalların ve laboratuvar malzemelerinin geri dönüşümü

Kimyasal geri dönüşüm birkaç şekilde olabilmektedir. Geri dönüşüm, tesis içi veya tesis dışında gerçekleşir. Tesis içi geri dönüşüm, laboratuvarlarda veya çeşitli laboratuvarlardan geri dönüştürülebilen malzemeleri toplayan merkezi bir yerde gerçekleşir. Tesis içi geri dönüşüm zaman ve enerji bakımından ekonomik gelmeyebilir. Bazı durumlarda, atık miktarı oldukça küçük olabilir fakat, bertaraf maliyet gerektirebilir. Geri dönüşüm hakkında bir karar alınmadan önce, kaçınılan atık bertarafının maliyeti hesaplanmalıdır. Bir diğer önemli konu, geri dönüşüm faaliyetlerinin RCRA kapsamında bir atık işleme izni gerektirip gerektirmediğidir. Tesis dışında sorumlu olan ticari firmalar, vakum pompası yağı, çözücüler, cıva ve metalleri geri dönüştürür, geri kazanır ve saflaştırır. Bertaraf etmek için tesis dışı geri dönüşüm tercih edilir ve bazen daha ucuzdur. Geri dönüşüm için en önemli faktör, geri dönüşümlü atık akışının olabildiğince temiz tutulmasının gerekliliğidir (Barkley vd., 2011).

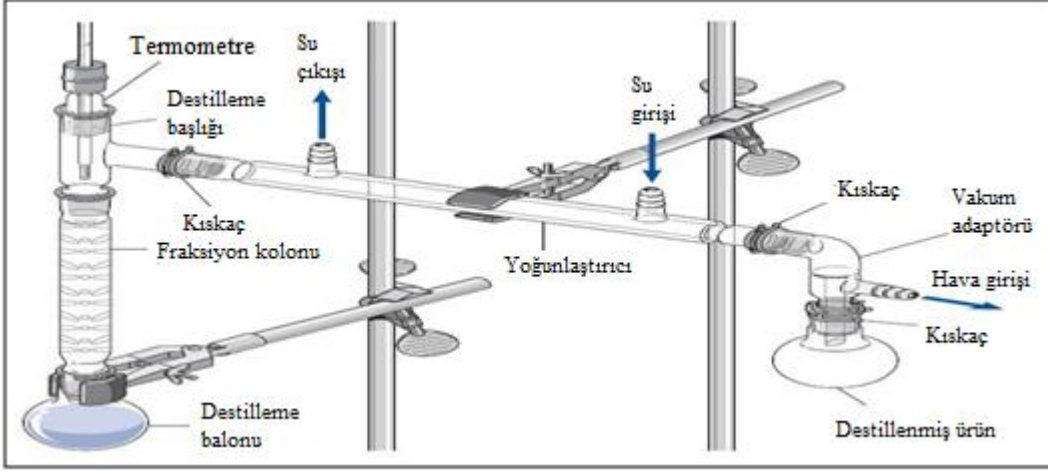
2.3.3.9 Çözelti geri kazanımı

Karışımındaki bileşenlerin kaynama noktaları arasındaki farkın fazla (en az 25 °C) olduğu durumlarda basit destilasyon düzeneği (Şekil 2.15), kaynama noktaları arasındaki farkın az (en fazla 25 °C) olduğu karışımlarda ise ayrışsal destilasyon düzeneği (Şekil 2.16) kullanılmaktadır.



Şekil 2.15. Basit destilasyon düzeneği (Biyoküre, 2012).

Daha yüksek bir saflık derecesi için, muhtemelen fraksiyonlu soğutucuya ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 2.16). Destilasyon işleminin güvenliğini artırmak için, örneğin soğutma kaybı veya kabın aşırı ısınması gibi durumlarda sistemi otomatik olarak durduran düzenekler tavsiye edilir. Genel olarak destilasyon, destilasyon işlemi başlamadan önce temiz tek çözücülü atıkların oldukça büyük miktarları biriktirildiğinde en etkili olacaktır.



Şekil 2.16. Ayrımsal destilasyon düzeneği (Biyoküre, 2012).

2.3.3.10 Konteyner, ambalaj ve laboratuvar malzemelerinin geri dönüşümü

Kimyasallardan başka konteynerler, ambalaj malzemeleri ve laboratuvar araçlarının parçaları gibi laboratuvar malzemeleri de geri dönüştürülebilir. Örnek olarak bazı temiz cam, plastik kaplar, variller, kovalar, karton, ofis kağıdı, ampuller, devre kartları, diğer elektronik malzemeler ve çelikler, alüminyum gibi metaller dahildir.

2.3.4 Atıkların geçici ve ara depolanması

Kimyasal atıklar önce birikir ve geçici olarak laboratuvarlarda veya laboratuvarların yakınında depolanır. Daha sonra, başka yerde nihai olarak bertarafından önce kurum içindeki ara depolama alanına taşınır.

2.3.4.1 Laboratuvarda geçici depolama

Atıkların, atık üreticisi tarafından geri kazanım ve bertaraf tesislerine verilmeden önce üretildikleri yerde güvenli olarak depolandığı birim geçici atık deposudur (AYY., 2015). Laboratuvar geçici atıklarının toplanmasında güvenlik konuları göz önüne alınarak aşağıdaki genel prensipler izlenmelidir (Choudhary vd., 2010):

Atık Toplama Konteynerlerinin Kullanımı: Atıklar, normal laboratuvar çalışmalarına müdahale etmeyecek, belirlenmiş bir yerde açıkça etiketli konteynerlerde saklanmalıdır. Bazı durumlarda havalandırılmalı saklama uygun olabilir. Birincil kaplardan sızıntı veya sızıntı olması durumunda, ikincil muhafaza tepsileri kullanılır. Atıkları ekleme veya çıkarma dışında atık konteynerleri her zaman kapağı sıkıca kapalı durumda olmalıdır.

Farklı Kimyasal Atıkların Karıştırılması: Ortak bir konteynerde farklı atık türleri toplanabilir. Karışık atık, ısı oluşumu, gaz oluşumu veya başka bir reaksiyon oluşmadığından emin olmak gerekir. Bu atıklar kimyasal olarak uyumlu olmalıdır. Örneğin, atık çözücüler genellikle bileşenlerin uyumluluğunu dikkate alarak atılmak üzere karıştırılabilir. Bununla birlikte halojenli ve halojen içermeyen atıklar ayrıca ele alınmalıdır. Uyuşmayan malzemelerin konteynerleri fiziksel olarak ayrılmalıdır.

Ambalaj atıkları tehlikeli atıklar tarafından kontamine olmuş ise depolanma ve nakliye sırasında daha az hacim kaplaması bakımından sıkıştırılabilirler. Sulu atıklar da yeterince susuzlaştırılmalıdır. Alınan bu önlemlerle kurum miktar ve maliyet açısından büyük bir ekonomik avantaj sağlamaktadır (Çevreonline, 2017).

Atık Konteynerlerinin Etiketlenmesi: Her bir tehlikeli atık konteyneri, maddenin kimliği, GHS risk piktogramları (örn., yanıcı, aşındırıcı, oksitleyici) ve “Tehlikeli Atık“ kelimesi ile etiketlenmelidir. Uyumlu atıklar ortak bir konteynerde toplandığından, daha sonraki bertaraf kararlarına yardımcı olmak için bileşenlerin bir listesi tutulmalıdır. Ayrıca etiketleme açık ve kalıcı halde olmalıdır.

Uygun Konteynerleri Seçme: İçeriğiyle uyumlu olan güvenilir konteynerlerde atıkları toplamak son derece önemlidir.

- **Sıvı Atıklar İçin Konteynerler:** Sıvı atıkların toplanması için özellikle yanıcı sıvılar için plastik (örn., polietilen) veya metal (örn., galvanizli veya paslanmaz çelik) emniyet konteynerleri kullanılmalıdır. Cam şişeler birçok kimyasala dayanıklıdır ancak kırılma tehlikesi oluştururlar. Metal kaplara aminler veya aşındırıcı malzemeler saklanmamalıdır. Ayrıca, halojenli atık çözücüler için galvaniz çelik güvenlik konteynerleri kullanılmaz, çünkü bunlar paslanma ve sızıntı eğilimi gösterir.
- **Sulu Atık Konteynerleri:** Sulu atıkların organik atık maddelerden ayrı olarak toplanması gerekir. Bazı laboratuvarlar belli tip sulu atıkların kanalizasyona verilmesine müsaade etmelerinden dolayı bir atık su arıtma tesisi tarafından hizmet alabilir. Kanalizasyona atılmayan sulu atıklar korozyona karşı dayanıklı konteynerlerde toplanmalıdır. Donma tehlikesi varsa cam kullanılmaması gerekir.
- **Katı Atık Konteynerleri:** Tepkime yan ürünleri veya kirlenmiş filtre veya kromatografi gibi katı kimyasal atıklar bertaraf için uygun etiketli bir konteynere konur. Orijinal konteynerleri kullanılıyorsa, etiketlerin sağlam ve okunaklı olduğundan emin olunmalıdır.

Genel olarak laboratuvarlarda büyük miktarlarda veya bir yıldan uzun süre atık tutulmamalıdır. Daha büyük miktardaki atıkların yönetimi için ara depolama alanı uygun olabilir.

Organik madde ile kirlenmiş boş atık konteynerler (plastik, cam, metal) su ile karışabilir bir çözücü (aseton, metanol) ile yıkanmalıdır ve ardından su ile durulanmalıdır. Durulamalar kimyasal atık kabına eklenir.

2.3.4.2 Merkezi birikim alanında geçici depolama

Ayda bin kilogramdan daha az tehlikeli atık üreten atık üreticileri, tehlikeli atıklarının geçici olarak depoladığı alanlar için geçici depolama izninden muaftır. Belediye atığı, ambalaj atığı ve tıbbi atık geçici depolama izninden muaftır (AYY., 2015). Ayda bin kilogram veya daha fazla tehlikeli atık üreten atık üreticileri tehlikeli atıklarının geçici depoladığı alanlar için il müdürlüğünden geçici depolama izni alır. Geçici depolama izni İl Müdürlüğü tarafından süresiz olarak verilir. Geçici depolama alanında değişiklik olması halinde geçici depolama izni yenilenir. Tehlikeli atıklar geçici depolama alanında en fazla 180 gün süreyle geçici olarak depolanır. Tehlikesiz atıklar ise geçici depolama alanında en fazla 1 yıl süreyle geçici olarak depolanır. Belirtilen süreler dolmadan atıklar lisanslı atık işleme tesislerine gönderilir.













Geçici depolama alanı üzeri kapalı ve dış etmenlere karşı atıkları korumalıdır. İl müdürlüğünce izin verilmesi halinde, tehlikesiz atıklar için üstü kapalı olması şartı aranmamaktadır. Geçici depolama bölümünde zemin özelliği geçirimsiz materyalden olmalıdır ve sızıntı veya dökülmelere karşı adsorban malzeme bulundurulmalıdır. Ayrıca sızıntı ve dökülmelere karşı etrafı ızgarayla çevrelenir. Izgarada biriken sıvılar alıcı ortama verilmez, burada biriken atıklar geri kazanım veya bertaraf amaçlı toplanır. Bu alanda yangın gibi acil durumlara karşı güvenlik tedbirleri alınır. Geçici depolama alanına dışarıdan izin almadan hiçbir şekilde giriş yapılamaz. Geçici depolama alanında atıkların tehlikelilik özelliğine göre uygun sınıflandırma yapılır. Atıklar atık kodlarına göre ayrı ayrı depolanır. Geçici depolama alanı olarak konteyner kullanılabilir. Geçici depolama alanından sorumlu bir çalışan belirlenir. Sorumlu çalışan geçici depolama alanına giren ve çıkan tüm atıkların kayıtlarını tutar ve izinsiz giriş ve çıkışa engel olur (ÇSGB., 2018).

Bu alandaki atıklar için de atığın kodu, depolanan maddenin miktarı ve depolama tarihi içeren bilgiler yazılır. Tehlikeli olmayan atıklar (ambalaj atıkları ve evsel atıklar) için belirlenen alanda rüzgar ve yağmur gibi etmenlerde ortalığa saçılmasını engelleyecek önlemler alınır (Çevreonline, 2017).

Merkezi birikim alanlarına yönelik izlenmesi gerekenler aşağıda verilmektedir:

Farklı Kimyasalların Karıştırılması: Bertaraf edilmeden önce merkezi birikim alanında uyumlu atıkların karıştırılmasıyla önemli miktarda tasarruf sağlanabilir. Karıştırma özellikle atık çözücüler için uygundur. Atıkların birbirleriyle karışmaması son derece önemlidir (Bkz. Ek 10). Aksi takdirde, patlayıcı ve yanıcı olabilirler. Ayrıca Çizelge 2.4'te verilen laboratuvarlardaki kimyasalların depolama matrisi, ara depolama alanları için de geçerlidir.

Çizelge 2.4. Kimyasal depolama matrisi

						
	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	O
	+	-	+	-	O	+

+ Birlikte depolanabilir, - Birlikte depolanamaz, O Özel önlem alınarak depolanabilir.

Atık Taşınması: Atıkların laboratuvarlar ile merkezi birikim alanı (geçici depolama alanı) arasında taşınması, emniyet için özel dikkat gerektirir. Taşınan malzemeler uygun ve açıkça etiketli kaplarda tutulmalıdır. Taşımacılık sırasında bir kaza durumunda sızıntı kontrolü için bir plan hazırda olmalıdır.

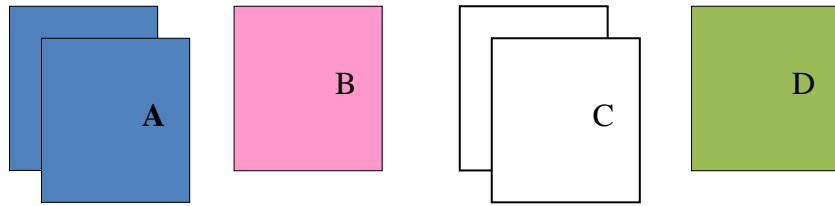
2.3.4.3 Kayıtların tutulması

Atık üreten her kuruluş bertaraf ve geri kazanım faaliyetlerini düzenli bir şekilde kaydını tutmak zorundadır, bu da olası bir revizyonda atık yönetim planı için yardımcı olur. Bu kayıtlarda atık miktarı, kaynağı, anlaşmalı olduğu tesis, nakliyesi, AYY nin Ek-IV'te belirtilen atığın kodu, Ek-II/A ve Ek-II/B'de işlem gördüğü yöntemler ayrı ayrı belirtilmelidir.

Kayıtların Bakımı: Tehlikeli atık yönetim programının başarısını izlemek için kayıtlar gereklidir. Geçici depolama alanı çoğu zaman uygun ve gerekli tüm kayıtları oluşturmak ve muhafaza etmek için en uygun yerdir.

2.3.5 Atıkların taşınması

Ulusal Atık Taşıma Formu (UATF), tehlikeli atıkların bertaraf/geri kazanım tesislerine nakliyesi sırasında kullanımı zorunlu olan bir formdur. UATF, atık üreticisi tarafından ilgili İl Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri'nden temin edilmektedir. UATF dört nüshadan (A, B, C, D) oluşur. Bu formlar sırasıyla mavi, pembe, beyaz ve yeşil renktedir. Mavi ve beyaz renkli formlar iki adetten oluşmaktadır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Ulusal Atık Taşıma Formları

Atık Teslimi: D formu taşıma başlamadan önce, atık üreticisinde kalır, üretici tarafından valiliğe (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı İl Müdürlüğü'ne) gönderilir. A, B ve C formları lisanslı aracın yetki belgeli sürücüsüne teslim edilir.

Atık Taşıma: A, B ve C formları taşıma esnasında bulundurulmak kaydı ile taşıyıcıya verilir.

Atık Tesisine Teslimat: Atık lisanslı tesise kabul edildiği takdirde A, B ve C formları bu tesis tarafından imzalanıp onaylanır. Kabul edilmediği takdirde atık taşıyıcı tarafından üreticisine geri götürülür. A ve B formları atık ile birlikte bertaraftan sorumlu kişi veya kuruluşa teslim edilir.

Geri Kazanım/Bertaraf: Lisanslı geri kazanım/bertaraf tesisi tarafından onaylanan A formu doldurulduktan sonra Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na gönderilir. B formu da hemen tesis tarafından atık üreticisine geri gönderir.

Atık Taşıyıcı: Atık taşıyıcı, onaylı C formunun bir tanesini saklamak üzere alır diğerini atık üreticisine geri gönderir.

Tehlikeli atıkların geri kazanım/bertaraf tesislerine lisanslı tehlikeli atık taşıma araçları ile taşınması gerekmektedir. Tehlikeli atığın tesisten çıkışı, taşınması ve bertaraf süreci UATF ile belgelenmekte ve izlenmektedir (Çevreonline, 2017). Atıkların taşınması bu iş için lisans almış kişi ve kuruluşlarca taşınan atığın özelliğine uygun araçlarla yapılır. Aynı araçta aynı kap içinde taşınacak atığın kod numarası aynı olmak zorundadır. Gönderilen ve alınan tüm taşıma formları üç yıl süre ile saklanmak ve denetimlerde yetkili idarelerce istendiğinde hazır bulundurulmak zorundadır.

2.3.6 Atıkların bertarafı

Bertarafa ilişkin kararlar ve nihai hazırlıklar genelde geçici depolama alanında gerçekleşir. Bu noktada bilinmeyen malzemeler tanımlanmalıdır çünkü tanımlanamayan atık bertaraf alanına gönderilemez. AYY de bertaraf, Ek-II/A'da yer alan işlemleri tanımlarken, Ek-II/B'de ise geri kazanım işlemlerinden herhangi birini tanımlar. Geçici depolama yapılan alandaki atıklar için ön araştırma yapmak gerekmekte ve bu konuda lisanslı kuruluşlarla irtibata geçip yetkili tesis seçilmelidir. Atıkların geri kazanım ve bertaraf faaliyetlerini yapan gerçek veya tüzel kişiler Bakanlık veya İl Çevre ve Orman Müdürlükleri'nden lisans almakla

yükümlüdürler. Bakanlık, ürettiği atıkları piyasaya sürmeden tesis içerisinde geri kazanımını yapan kurumlar çevre lisansı almaktan muafır (AYY., 2015).

Ülkemizin tek tehlikeli atık bertaraf tesisi 1996 yılında İzmit Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulan İZAYDAŞ (İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme A.Ş), Türkiye'nin tek tehlikeli atık yakma tesisidir. Yılda 35.000 ton yakma ve 65.000 ton depolama kapasitesine sahip tesis, ülkemizde yılda üretilen 2 milyon ton (TÜİK 2004 verilerine göre) tehlikeli atığın sadece %5'ini bertaraf edebilmektedir. Tehlikeli atıkların geri dönüştürülen miktarı (%40) da dikkate alındığında, geriye kalan yarısından fazlasının evsel atıklarla birlikte depolama alanlarına boşaltıldığı ya da çevre ve insan sağlığı üzerinde büyük tehditler oluşturacak şekilde doğrudan tabiata bırakıldığı ortaya çıkmaktadır. Avrupa Birliği uyum sürecinde AB fonlarından etkin bir şekilde yararlanarak stratejiler geliştirmek ve AB direktiflerini uygulamaya geçirmek için Bakanlık bir yatırım planı hazırlamaktadır. Bu planda 2023 yılına kadar İZAYDAŞ'ın kapasitesinin artırılması, yanı sıra dört adet yeni depolama ve yakma tesisinin kurulması öngörülmektedir. Trakya, Orta Anadolu (Ankara), Ege (İzmir) ve Akdeniz (Adana/Mersin) bölgelerinde kurulacak olan, daha az sanayileşmiş bölgelerde ise birer aktarma istasyonu şebekesi oluşturulması planlanmaktadır (T.C. Sayıştay Başkanlığı, 2007).

“Atıkların Ek Yakıt Olarak Kullanılmasında Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliğ“ ile birlikte, tebliğin ekinde belirtilen “kullanılmış lastikler, 1. ve 2. kategori atık yağlar, boya çamurları, çözücüler, plastik atıklar ile Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından uygun görülecek diğer atıklar“ın ek yakıt olarak çimento fabrikalarında kullanılacak atıklar olarak belirlenmesinden itibaren çimento fabrikaları aynı zamanda atık yakma ve bertaraf tesisleri gibi işlev görmektedir (Türk Tabipler Birliği, 2016).

2.3.5.1 Yakma

Yakma, laboratuvar atıkları için yaygın bir atık metodudur. Yakma normalde yüksek sıcaklıklarda (649-760 °C) döner fırınlarda yapılmaktadır. Bu teknoloji, çoğu organik materyali tamamen yok eder ve düzenli depolama

alanlarına atılması gereken artık materyal hacmini önemli ölçüde azaltır. Bununla birlikte, istenen sıcaklıklara ulaşmak için yüksek hacimli yakıt kullanımını gerektiren pahalı bir seçenektir. Ayrıca cıva ve cıva tuzları gibi bazı materyaller yönetmeliklerdeki limit değerler nedeniyle yakılamamaktadır (Choudhary vd., 2010).

2.3.5.2 Sıhhi kanalizasyon bertarafı

Kanalizasyon sistemine boşaltma yaygın olarak yapılmaktadır, ancak birçok endüstriyel ve akademik laboratuvar, atıkların kanalizasyona verilmesini tamamen ortadan kaldırmıştır.

Kanalizasyona elverişli olabilecek kimyasallar, inorganik maddelerin düşük toksisiteli çözeltileri ve kolayca biyodegradasyona uğramış sulu çözeltileri içerir. Su ile karışabilir yanıcı sıvılar kanalizasyon sistemine atılamaz. Suyu karışmayan kimyasallar asla kanalizasyona verilmemelidir.

Uygun atıklar ancak bir kanalizasyon tesisine akan kanallara atılmalı; asla yağmur suyu gideri veya fosseptik sistemine atılmamalıdır. Periyodik olarak laboratuvarın atık su derişim limitlerini aşmadığından emin olunmalıdır (Choudhary vd., 2010).

2.3.5.3 Atmosfere bırakma

Buharların atmosfere bırakılması, örneğin açık buharlaştırma veya çeker ocaktan çıkan atığın dışarı verilmesi kabul edilebilir bir bertaraf yöntemi değildir. Buharı serbest bırakması beklenen işlemler için tüm cihazlara uygun tuzak aparatları takılı olmalıdır.

Çeker ocaklar, uçucu atıkların bırakılması için rutin bir araç olarak değil, acil durumlarda buharı laboratuvardan uzak tutacak güvenlik cihazları olarak tasarlanmıştır. Bazı laboratuvarlarda emici filtreler içeren üniteler bulunur, ancak bunların emme kapasitesi sınırlıdır. Çeker ocak buharlarının ortak bir tuzak

sistemine yönlendirilmesi, atmosfere verilmesini tamamen ortadan kaldıracaktır (Choudhary vd., 2010).

2.3.5.4 Tehlikesiz atıkların bertarafı

Yönetmeliklerle güvence altına alındığında ve izin verildiğinde, normal çöp veya kanalizasyon yoluyla tehlikeli olmayan atıkların bertaraf edilmesi atık giderini önemli ölçüde azaltabilir.

Atık maddelerden; belli tuzlar (örn., potasyum klorür, sodyum karbonat), bir çok doğal ürünler (örn., şekerler, amino asitler) ve laboratuvarlarda kullanılan materyaller (örn., kontamine olmamış kromatografi reçineleri ve jelleri) genellikle tehlikeli olarak sayılmaz (Choudhary vd., 2010).

2.3.5.5 COC atıkların bertarafı

“COC“ (Chemical of Concern), yüksek derecede tehlikeli madde potansiyeli olan öncülerden olan çok tehlikeli kimyasallardır. GHS ye göre “kategori bir“ olarak sınıflandırmıştır. Aşağıdaki adımları içeren bir kimyasal bertaraf programı geliştirilir ve uygulanır:

- COC (İlgili kimyasallar) için bertaraf tesislerinin veya metodlarının mevcut olduğundan emin olunmalıdır.
- Atıkların nasıl güvenli bir şekilde toplanıp depolanacağı, atıkların laboratuvardan nasıl uzaklaştırılacağı ve laboratuvar çalışanlarının kimya güvenliği ve güvenlik görevlisine bertaraf için istenmeyen materyalleri olduğunu bildirmeleri gerektiğine dair yöntemler geliştirilmelidir.
- Kayıtlar, en azından bertaraf edilme tarihi, atılan miktarlar ve bertaraf yöntemi de dahil olmak üzere yasal gereksinimlere uyacak şekilde korunmalıdır. Bertaraf kayıtları süresiz olarak veya yasal zorunluluklara göre güvenli bir şekilde sağlanmalıdır (Choudhary vd., 2010).

2.4 Atık Kimyasalların Laboratuvar Ölçekli Arıtım Yöntemleri

2.4.1 Asitler ve bazlar

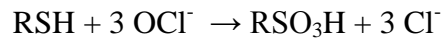
Birçok laboratuvar asit ve baz atıkları üretir, bu yüzden onları ayrı ayrı toplamak ve daha sonra diğeriyle etkisiz hale getirmek en ekonomik yöntemdir. Bununla birlikte, reaksiyonun ürünleri çoğunlukla bir sıhhi kanalizasyona atıldığından, toksik metal iyonlar olmadığından emin olmak önemlidir. Ek asit veya baz gerekiyorsa sırasıyla sülfürik veya hidroklorik asit ve sodyum veya magnezyum hidroksit kullanılabilir.

Asit veya baz derişik edilmişse, önce %10'un altındaki bir derişime kadar soğuk suyla (suya asit veya baz ilavesi ile) seyreltilir. Ardından asit ve baz karıştırılır ve nötrale ürünü soğutmak ve seyreltmek için yavaş yavaş su eklenir. Sıhhi kanalizasyona atılan nötr tuz derişimi genel olarak %1'den az olmalıdır (Choudhary vd., 2010).

2.4.2 Organik kimyasallar

Tiyoller ve Sülfidler: Az miktarda tiyoller (merkaptanlar) ve sülfidler, sodyum hipoklorit ile bir sülfonik aside oksidasyon (yükseltgenme) yapılarak yok edilebilir. Hipoklorit tarafından yükseltgenebilen diğeri gruplar da varsa, kullanılan reaktifin miktarı buna göre arttırılmalıdır (Choudhary vd., 2010).

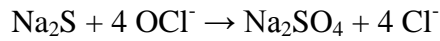
0.1 mol sıvı tiyolün yükseltgenmesi için yöntem:



Bir çeker ocakta bulunan 5 L' lik üç boyunlu bir balona 500 mL (0.4 mol, %25 fazlası) ticari hipoklorit (%5.25 sodyum hipoklorit) dökülür. Şişe bir karıştırıcı, termometre ve damlatma hunisi ile donatılır. Başlangıçta oda sıcaklığında karıştırılan hipoklorit çözeltisine damla damla tiyol çözeltisi (0.1 mol) ilave edilir. Balonun bir boynuna tiyol, tetrahidrofuranda çözerek veya yavaş yavaş katı tiyol halinde ekleyerek ilave edilebilir. Çözelti hipoklorite eklenir.

Reaktif balonu ve damlatma hunisindeki tiyol izleri yıkanır. Sıcaklığın yükselmesi ve tiyolün çözünmesiyle birlikte oluşan yükseltgenme, genellikle az miktarda tiyol eklenmesinden sonra başlar. Tiyolün yaklaşık %10'undan sonra reaksiyon kendiliğinden başlamazsa, ilave etme durdurulur ve bu reaksiyonu başlatmak için karışım yaklaşık 50 °C'ye getirilir. İlave işlemi, ancak yükseltgenme açık bir şekilde başladıktan sonra tekrar başlatılır. İlave oranını ayarlayarak ve gerekirse soğutmak için bir buz banyosu kullanarak sıcaklık 45 ila 50 °C'de muhafaza edilir. Ekleme işlemi yaklaşık 15 dakika sürer. pH, sülfonik asit oluşumu nedeniyle altının altına düşerse, bazı sodyum hidroksit veya ilave asit eklemek gerekebilir, çünkü hipoklorit, asidik koşullar altında yok edilir. Sıcaklık yavaş yavaş oda sıcaklığına düşene kadar 2 saat karıştırmaya devam edilir. Reaksiyon karışımı, genellikle fazla miktarda su ile kanalizasyona boşaltılabilir.

Kalsiyum hipoklorit, sodyum hipoklorite alternatif olarak kullanılabilir çünkü daha küçük bir hacimde sıvı gerektirir. 0.1 mol tiyol için, %65 kalsiyum hipokloritin (teknik kalitede) 42 gramı (%25 fazlası) oda sıcaklığındaki 200 mL suyun içinde karıştırılır. Hipoklorit hemen çözülür. Daha sonra yukarıdaki yöntemdeki gibi tiyol ilave edilir. Az miktarda inorganik sülfidler, sodyum sülfür veya potasyum sülfür sodyum veya kalsiyum hipokloritin sulu çözeltisiyle, tiyollerin yükseltgenmesi için tarif edilen yöntemi kullanarak bertaraf edilir (Choudhary vd., 2010).



Açıl Halojenürler ve Anhidritler: Açıl halojenürler, sülfonil halojenürler ve anhidritler su, alkoller ve aminler ile kolayca reaksiyona girer. Bu maddeleri içeren atıklarla hiç bir zaman temasa geçilmesine izin verilmemelidir. Bu sınıftaki bileşiklerin çoğu, düşük toksisiteli suda çözünür ürünlere hidrolize edilebilir.

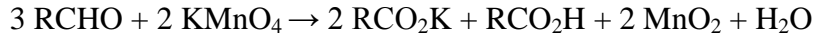
0.5 mol RCOX, RSO₂X veya (RCO)₂O 'nun hidrolizi için yöntem:



Çeker ocaktaki buhar banyosuna bir karıştırıcı, damlatma hunisi ve termometre ile donatılmış 1 L'lik üç boyunlu bir şişe yerleştirilir. Şişeye 600 mL 2.5 M sulu sodyum hidroksit (1.5 mol, %50 fazlası) dökülür. Karıştırırken birkaç mililitre asit damla damla ilave edilir. Türev katı ise, şişenin boynundan küçük porsiyonlar ilave edilebilir. Sıcaklık artışı ve asit türevinin çözünmesiyle beliren bir reaksiyon meydana gelirse, sıcaklığı 45°C'nin üzerine çıkmayacak bir oranda ilave etmeye devam edilir. Reaksiyon yavaşsa, *p*-toluensülfonil klorür gibi daha az çözünebilir bileşikler söz konusu olduğunda, daha fazla asit türevi ekmeden önce karışım ısıtılır. Başlangıçta eklenen ilk madde çözündüğünde, kalan kısmı damla damla ilave edilir. Berrak bir çözelti elde edilir edilmez, karışım oda sıcaklığına soğutulur, seyreltik hidroklorik veya sülfirik asit ile yaklaşık pH 7'ye kadar nötralize edilir ve fazla suyla kanalizasyona verilir (Choudhary vd., 2010).

Aldehitler: Birçok aldehit solunum rahatsızlığına sebep olup formaldehit ve akrolein gibi oldukça zehirli maddelerdir. Aldehitlerin, genellikle daha az toksik ve daha az uçucu olan karboksilik asitlere yükseltgenmesi daha yararlıdır.

0.1 mol aldehitin permanganat yükseltgenmesi için yöntem:



100 mL su ve 0,1 mol aldehit karışımı bir termometre, damlatma hunisi, karıştırıcı, buhar banyosu ile donatılmış 1 L'lik yuvarlak dipli balonun içinde karıştırılır. 250 mL suyun içine 12.6 g (0.08 mol, %20 fazlası) potasyum permanganat içeren yaklaşık 30 mL'lik bir çözelti 10 dakika süreyle ilave edilir. Sıcaklık 45 °C'nin üzerine çıkarsa, çözelti soğutulur. Bu ilavede sıcaklık artışı ve permanganat renk kaybı beraber olmazsa, rengin kaybolduğu bir sıcaklığa ulaşına kadar karışım buhar banyosunda ısıtılır. 10 °C'deki sıcaklığa fazla permanganat çözeltisinin geri kalanı yavaşça eklenir. Daha sonra sıcaklık 70 ila 80 °C'ye yükseltilir ve mor renk kayboluncaya kadar 1 saat boyunca karıştırmaya devam edilir. Karışımı 6 N sülfirik asit ile asitlendirilinceye kadar oda sıcaklığına getirilir. Permanganat çözeltisine derişik sülfirik asit eklenmez çünkü patlayıcı olan mangan (VII) oksit (Mn_2O_7) çökebilir. Tüm manganı indirgemek için 20 ila 40 °C'de karıştırılarak yeterli katı sodyum hidrojen sülfid (NaHSO_3) (en az 8.3 g,

0.08 mol) ilave edilir. Bu, mor renk kaybı ve katı mangan dioksit (MnO_2) çözünmesiyle gösterir. Karışım büyük bir su hacmiyle kanalizasyona verilir. Formaldehit, sodyum hipoklorit ile formik asit ve karbondioksit rahatça yükseltgenir. Bu nedenle, oda sıcaklığındaki 100 mL suya 50 mL hipoklorit (%5.25 NaOCl) 10 mL'lik formalin (%37 formaldehit) karıştırılır. Karışım, kanalizasyona verilmeden önce 20 dakika bekletilir. Bu yöntem diğer alifatik aldehytlar için önerilmez, çünkü daha toksik ve daha az biyolojik olarak bozulan klorlanmış asitlerden daha fazla klorlu asitlere yol açarlar (Choudhary vd., 2010).

Aminler: Asitli potasyum permanganat, aromatik aminleri etkili bir şekilde parçalamaktadır. Hipofosforik asit protonasyonu tarafından diazotifikasyon, aromatik aminlerin deaminasyonuna yönelik bir yöntemdir, ancak yöntem yükseltgenmeden daha karmaşıktır.

0.01 mol aromatik aminin permanganat yükseltgenmesi için yöntem:

5 L'lik bir balon içine 3 L 1.7 N sülfürik aside 0.01 mol aromatik amin çözeltisi hazırlanır. 1 L 0.2 M potasyum permanganat ilave edilir. Çözeltinin oda sıcaklığında 8 saat beklemesine izin verilir. Fazla permanganatın, mor rengi yok olana kadar yavaşça katı sodyum hidrojen sülfid ($NaHSO_3$) ilave ederek azaltılır. Karışım kanalizasyona verilir (Choudhary vd., 2010).

Organik Peroksitler ve Hidroperoksitler: Genellikle küçük miktarlarda (≤ 25 g) peroksitler su ile seyreltilerek %2 veya daha düşük derişimlerde bertaraf sağlanabilir. Daha sonra çözelti, demirli sülfat veya sodyum bisülfid gibi bir indirgeyici ajan olan sulu çözeltisi bir polietilen şişeye aktarılır. Bu noktada, malzeme atık bir kimyasal olarak ele alınabilir; bununla birlikte, bertaraf için diğer kimyasallarla karıştırılmamalıdır. Dökülmüş peroksitler, vermikülit gibi emici maddelerle mümkün olduğunca kısa sürede emdirilir. Vermikülit-peroksit karışımını direkt yakılabilir ya da uygun yöntem ile çözücüyle karıştırılır. Büyük miktarlarda (> 25 g) peroksitler özel elleçleme gerektirir ve yalnızca bir uzman veya bomba ekibi tarafından atılmalıdır. Belirli peroksitin fiziksel ve kimyasal özelliklerini kullanarak taşıma, depolama ve bertaraf yöntemleri belirlenir.

Tetrahidrofuran, dietil eter ve 1,4-dioksan gibi peroksidize çözücüleri, kendiliğinden oksidize olmayan çözücüler gibi aynı şekilde bertaraf edilir. Peroksitlenmiş çözücünün buharlaşmasına izin verilmemelidir. Peroksitler özellikle tehlikelidir. Bilgili laboratuvar personelinin bu yöntemleri yerine getirmeleri gerekir. Peroksitler aktif bir baz alümina kolonundan geçirilerek, moleküler eleklerle veya demir sülfat ile indirgenerek çözücüden giderilebilir. Bu yöntemler, peroksit oluşturan çözücülerin başlıca tehlikeli kirleticileri olan hidroperoksitleri uzaklaştırmasına rağmen düşük derişimlerde bulunabilen dialkil peroksitleri uzaklaştırmaz. Asetil peroksit, benzoil peroksit, *t*-bütil hidroperoksit ve di-*t*-butil peroksit gibi yaygın olarak kullanılan peroksit reaktifleri, çözücüler içerisinde oluşan beklenmedik peroksitlerden daha az tehlikelidir (Choudhary vd., 2010).

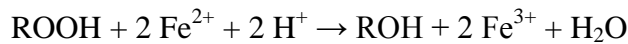
Alüminyum peroksitlerin giderilmesi:

80 g seksen gözlü bazik aktif alümina ile doldurulmuş A2x33 cm'lik bir kolon, suda çözüdür veya suda çözünmeyen olsun, 100 ila 400 mL' lik çözücüden tüm peroksitleri gidermek için genellikle yeterlidir. Çözücü kolondan geçirildikten sonra, peroksit içeriği test edilir. Alümina genellikle hava ile oluşturulan peroksitleri parçalamaktadır; bununla birlikte, emniyet için, ıslak alüminayı atmadan önce seyreltik asitli bir demir sülfat çözeltisiyle çamur haline getirmek en iyisidir (Choudhary vd., 2010).

Moleküler elekler ile peroksitlerin giderilmesi:

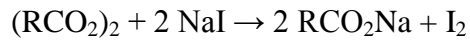
Çözücünün 100 mL'si azot altında birkaç saat süreyle aktive edilmiş 4A moleküler elekler ile geri soğutucu altında kaynatılır. Elekler çözücüden ayrılır ve başka işlem gerektirmez çünkü peroksitler eleklerle etkileşimleri sırasında yok edilir (Choudhary vd., 2010).

Demir sülfatlı peroksitlerin uzaklaştırılması:



Çözücü, peroksitler için pozitif bir test verene kadar 6 g FeSO₄.7H₂O, 6 mL derişik sülfürik asit ve 11 mL su ile 1 L suda çözünmeyen çözücü ile çözelti karıştırılır. Genellikle sadece birkaç dakika gereklidir. Diaçil peroksitler, sulu sodyum hidrojen sülfid (NaHSO₃), sodyum hidroksit veya amonyakla yok edilebilir. Bununla birlikte, dibenzoil peroksit gibi, suda çözünürlüğü düşük olan diaçil peroksitler çok yavaş tepki verirler. Daha iyi bir reaktif, buzlu asetik asitte sodyum iyodür veya potasyum iyodürün bir çözeltisidir (Choudhary vd., 2010).

Diaçil peroksitlerin bertarafı için yöntem:



0.01 mol diaçil peroksit için, 70 mL buzlu asetik asit içine, 0.022 mol (%10 fazlası) sodyum veya potasyum iyodür çözdürülür. Oda sıcaklığında yavaşça karıştırarak peroksit eklenir. Çözelti iyot oluşumuyla hızla kararır. En az 30 dakika sonra, büyük miktarda su ile kanalizasyona verilir.

Çoğu dialkil peroksit (ROOR) oda sıcaklığında demir sülfat, iyodür, amonyak veya yukarıda belirtilen diğer reaktiflerle kolayca reaksiyona girmez. Bununla birlikte, bu peroksitler iyodür yönteminin bir modifikasyonu ile yok edilebilir (Choudhary vd., 2010).

Dialkil peroksitlerin bertarafı için yöntem:

Bir hızlandırıcı olarak yukarıdaki asetik asit-potasyum iyodür çözeltisine 1 mL %36 (w/v) hidroklorik asit ilave edildikten sonra 0.01 mol dialkil peroksit eklenir. Çözeltiyi bir buhar banyosu üzerinde 30 dakika boyunca 90 ila 100 °C'ye ısıtılır ve bu sıcaklıkta 5 saat tutulur (Choudhary vd., 2010).

2.4.3 İnorganik kimyasallar

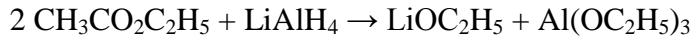
Metal Hidritler: Metal hidritlerin çoğu, hava ile patlayıcı bir karışım oluşturabilen hidrojen ile birlikte su ile şiddetli reaksiyona girer. Lityum alüminyum hidrit, potasyum hidrit ve sodyum hidrit gibi bazıları piroforiktir. Metal hidritlerin çoğu, hava ile patlayıcı bir karışım oluşturabilen hidrojen ile

birlikte su ile şiddetli reaksiyona girer. Çoğu, metil alkol, etil alkol, *n*-bütil alkol veya *t*-bütil alkolün buzla soğutulmuş bir çözeltiliye karıştırılarak yavaş yavaş eklenmesi veya üç boyunlu bir balonda azot altında dietil eter, tetrahidrofuran veya toluen gibi inert bir sıvı içinde hidrit süspansiyonu ile ayrıştırılabilir.

Laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan hidritler, lityum alüminyum hidrür, potasyum hidrür, sodyum hidrür, sodyum bor hidrür ve kalsiyum hidrürdür. Elde edilmek için aşağıdaki yöntemler, metal hidrürlerin reaktifliğinin önemli ölçüde değiştiğini göstermektedir. Çoğu hidrür dört yöntemden biriyle güvenli bir şekilde ayrılabilir, ancak belirli bir hidrürün özellikleri en uygun yöntemi seçmek için iyi anlaşılmalıdır. (DİKKAT: Aşağıda açıklanan yöntemlerin çoğu, patlama tehlikesine neden olabilecek hidrojen gazı üretir. Atık gazın kıvılcım veya alevlenmesine maruz kalmamak için reaksiyonu bir koruyucu kalkanın altında ve uygun güvenlik önlemleriyle uygulanır. Herhangi bir karıştırma cihazı kıvılcım geçirmez olmalıdır.) (Choudhary vd., 2010).

Lityum alüminyum hidrürün ayrışması:

Lityum alüminyum hidrür (LiAlH₄), toluen, dietil eter, tetrahidrofuran veya diğer eterlerin içinde bir katı veya bir çözelti olarak satın alınabilir. Üç boyunlu bir balonda azot altındaki çözeltilerine damla damla su ilavesi sıklıkla bozunmaya uğratılsa da, sık sık köpürme meydana gelir. Bir alternatif, sudan daha az kuvvetle tepki veren %95 etanol kullanmaktır. Daha güvenli yöntem etil asetatla hidrürlerin bozulmasıdır çünkü hidrojen oluşmaz.



Bir karıştırıcı ile donatılmış cam balondaki hidrür çözeltilisine yavaşça etil asetat ilave edilir. Karışım, bazen ilaveden sonra çok yapışkan hale gelir; bu yüzden ilave çözücü gerekebilir. Etil asetat ile reaksiyon sona erdiğinde, doymuş sulu bir amonyum klorür çözeltisi ilave edilir ve karıştırılır. Karışım organik bir tabakaya ve inert inorganik katılar içeren sulu bir tabakaya ayrılır. Üstteki organik katman ayrılır ve yanıcı bir sıvı olarak bertaraf edilir. Genellikle, alttaki sulu tabaka kanalizasyona verilir (Choudhary vd., 2010).

Potasyum veya sodyum hidrürün ayrışması:

Kuru durumda bulunan potasyum ve sodyum hidrür (KH, NaH) piroforiktir, mineral yağın içinde güvenli bir dağılım sağlamasıyla satın alınabilirler. Her iki form, hidrür derişiminin %5'in altına düşürülmesi için yeterince kuru hidrokarbon çözücüsü (örn., heptan) ilave edilerek ve daha sonra fazla *t*-bütil alkolü, azot altında damla damla ilave ederek ayrışabilir. Daha sonra soğuk su damla damla ilave edilir ve oluşan iki tabaka ayrılır. Organik tabaka yanıcı bir sıvı olarak atılabilir. Genellikle sulu tabaka nötralize edilebilir ve kanalizasyona verilebilir (Choudhary vd., 2010).

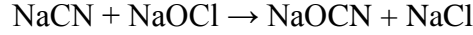
Sodyum bor hidrürün ayrışması:

Sodyum bor hidrür (NaBH₄) suda o kadar kararlıdır ki sodyum hidroksit ile stabilize edilmiş %12'lik bir sulu çözeltisi ticari olarak satılmaktadır. Ayrışmayı gerçekleştirmek için, katı veya sulu çözeltiyi, bor hidrür derişimini %3'ten düşük yapmak için yeterli suya ilave edilir ve daha sonra çok miktarda seyreltilmiş sulu asetik asit, azot altında karıştırılarak damla damla ilave edilir (Choudhary vd., 2010).

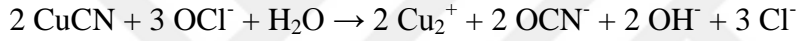
Kalsiyum hidrürün ayrışması:

Bahsedilen materyallerin en az reaktif olanı kalsiyum hidrür (CaH₂) bir toz olarak satın alınır. Karıştırılarak azot altında gram hidrür başına 25 mL metil alkol ilave edilerek ayrıştırılır. Reaksiyon sona erdiğinde, karıştırılarak harcanan kalsiyum metoksit çamuruna yavaş yavaş eşit miktarda su ilave edilir. Karışım asit ile nötralize edilir ve kanalizasyona verilir (Choudhary vd., 2010).

İnorganik Siyanürler: İnorganik siyanürler, tiyollerin yükseltgenmesine benzer bir yöntem izlenerek sulu hipoklorit kullanılarak siyanat haline yükseltgenebilir. Hidrojen siyanür, sulu sodyum hidroksit ile nötralize edilerek sodyum siyanüre dönüştürülebilir ve sonra yükseltgenir.

Siyanürün yükseltgenmesi için yöntem:

Siyanür tuzunun sulu çözeltisi, karıştırıcı, termometre ve damlatma hunisi ile donatılmış, buzla soğutulmuş, üç boyunlu bir balon içerisinde 4 ila 10 °C'ye ulaşıncaya kadar soğutulur. Düşük sıcaklığı korurken, %5.25 (0.75 M) sodyum hipoklorit içeren ticari hipoklorür çamaşır suyu ağartıcısı karıştırılarak yavaşça eklenir. İlave işlemi tamamlandığında ve ısı artmadan, çözeltinin oda sıcaklığına kadar getirilmesine ve birkaç saat beklemesine izin verilir. Ardından karışım fazla suyla kanalizasyona verilir. Aynı yöntem, bakır siyanür gibi çözülmeyen siyanürlere de uygulanabilir. Ancak, bakır tuzları sıhhi kanalizasyona verilmemelidir.



Hidrojen siyanürü bertaraf etmek için benzer bir yöntem uygulanır, ancak bu çok zehirli gaza maruz kalmamak için önlemler alınmalıdır. Fazla buzlu suda hidrojen siyanür çözülür. Hidrojen siyanürü sodyum tuzuna dönüştürmek için 4 ila 10 °C'de yaklaşık 1 M eşdeğer sulu sodyum hidroksit eklenir. Daha sonra yukarıda açıklanan sodyum siyanür yöntemi izlenir. Sodyum siyanür dahil olmak üzere sodyum hidroksit veya diğer bazlar, hidrojen siyanür ile şiddetli bir polimerizasyon başlatabileceği için sıvı hidrojen siyanürle temasa izin verilmemelidir (Choudhary vd., 2010).

Metal Azidler: Alkali metaller, su, hidroksilik çözücüler ve halojenli hidrokarbonlar ile şiddetli reaksiyon gösterir. Bu malzemelerin yokluğunda daima alkali metaller ele alınır. Metaller genellikle bir alkolün kontrollü reaksiyonu ile bertaraf edilir. Sulu alkollü materyaller genellikle sıhhi kanalizasyona verilebilir.

Alkali metallerin bertarafı için yöntem:

Atık sodyum, %95'lik etanol ile kolaylıkla bertaraf edilir. Yöntem, bir karıştırıcı, damlatma hunisi, yoğunlaştırıcı ve sepetli ısıtıcı ile donatılmış, üç boyunlu, yuvarlak dipli bir balon içerisinde uygulanır. Katı sodyumu keskin bir

bıçakla küçük parçalara, hidrokarbonla, tercihen mineral yağ ile ıslak halde kesilir, böylece oksitlenmemiş yüzey açığa çıkar. Sodyum parçaları balona yerleştirilir ve azot ile yıkanır. Daha sonra sodyumun gram başına %95'lik 13 mL etanol eklenir ve hızlı şekilde geri soğutucu altında kaynatılır. Etanol ilave edildikten sonra karıştırmaya başlanır. Karışım, sodyum çözünene kadar geri soğutucu altında karıştırılır ve kaynatılır. Isı kaynağı uzaklaştırılır ve eşit hacimde su ilavesi yapılır. Çözelti soğutulur, 6 M sülfürik veya hidroklorik asit ile nötralize edilir ve kanalizasyona verilir. Potasyum metali patlayıcı peroksitler oluşturabilir. Havaya maruz kalındığında, hatta hidrokarbon ile ıslandığında sarı renkli oksit tabaka oluşturan metali kesmek için bıçak kullanılmaz, çünkü patlamaya teşvik edilebilir. Potasyum çok yavaş çözünüyorsa, geri soğutucu ile kaynatılan *t*-bütil alkole yavaş yavaş birkaç yüzde metanol eklenir. Oksit kaplı potasyum çubukları doğrudan balona konur ve *t*-bütil alkol ile parçalanır. Lityum metali, aynı yöntem ile, lityum gramı başına 30 mL %95'lik etanol kullanılarak muamele edilebilir. Çözünme hızı, sodyumdan daha yavaştır (Choudhary vd., 2010).

Metal Katalizörler: Raney nikeli ve diğer ince metal tozları suyla çalkalanır. Daha sonra katı eriyene kadar seyreltik hidroklorik asit ilave edilir. Yerel yönetmeliklere göre, çözelti sıhhi kanalizasyona verilir veya tehlikeli olan tehlikeli olmayan olarak katı atıklara atılır. Değerli metaller bu metod ile geri kazanılmalıdır (Choudhary vd., 2010).

Su ile Reaksiyon Gösteren Metal Halojenürler: $TiCl_4$ ve $SnCl_4$ gibi sıvı halojenürler, ekzotermik reaksiyonu kontrol altında tutmak için gerektiğinde bir buz banyosu ile soğutulmuş yuvarlak dipli bir balonda iyice karıştırılarak suya eklenebilir. Genellikle $AlCl_3$ ve $ZrCl_4$ gibi katı halojenürlerin, ezilmiş bir buzun balon içerisinde karıştırılarak eklenmesi daha uygundur. Asitli çözelti nötralize edilebilir ve yerel yönetmeliklere bağlı olarak sıhhi kanalizasyona veya diğer tehlikeli ve tehlikeli olmayan katı atıklarla atılabilir (Choudhary vd., 2010).

Metal İçermeyen Asit Halojenürler ve Halojenürler: PCl_3 , PCl_5 , $SiCl_4$, $SOCl_2$, SO_2Cl_2 ve $POCl_3$ gibi asit halojenürler ve halojenürler su ile reaktiftir. Sıvılar, yukarıda açıl halidler ve anhidritler için tarif edilen yöntem ile 2.5 M sodyum hidroksit kullanılarak uygun bir şekilde hidrolize edilebilir. Bu bileşikler

cildi ve solunum yollarını tahriş edicidir ve çoğu kimyasalın ötesinde, bunları kullanırken cildin korunması gerekir. Ayrıca, PCl_3 , hidroliz sırasında az miktarda yüksek toksik fosfin (PH_3) verebilir.

Disülfür diklorür (S_2Cl_2) özel bir durumdur. S_2Cl_2 , sodyum sülfür (Na_2S) ve sodyum sülfidten (Na_2SO_3) oluşan bir karışım ile hidroliz edilir, böylece hidrolizat, sülfidler için daha önce tarif edildiği gibi, sıhhi kanalizasyona verilmeden önce hipoklorit ile muamele edilmelidir. Bu sınıfın katıları (örn., PCl_5), nemli havada kabuk tutma eğilimi gösterir ve bu nedenle üç boyunlu bir balon içerisinde kolaylıkla hidrolize edilmezler. Bunları, bir karıştırıcı ve ezilmiş buzla yarım doldurulmuş bir beher veya geniş ağızlı balon bir içinde, %50'yi aşan 2.5 M sodyum hidroksit çözeltisine ilave edilmesi tercih edilir. Katı, buz eridiği zamana kadar çözülmüş değilse ve karıştırılan karışım oda sıcaklığına ulaştıysa, bir buhar banyosu üzerinde ısıtarak reaksiyon tamamlanır; daha sonra asitli çözelti nötralize edilir ve sıhhi kanalizasyona verilir (Choudhary vd., 2010).

İnorganik İyonlar: Birçok inorganik atık, bir katyondan (metal veya metaloid atom) ve bir anyondan (bir metaloid bileşen içerebilir veya içermeyebilir) oluşur. Maddenin katyonik ve anyonik kısımlarını, tehlike oluşturup oluşturmadığını belirlemek için ayrı ayrı incelemek yararlıdır.

Eğer bir madde ağır metal içeriyorsa, genellikle çok toksik olduğu varsayılır. Kurşun, talyum ve cıva gibi bazı ağır metallerin tuzları oldukça toksik olmasına rağmen, altın ve tantal gibi diğerlerinin tuzları zehirli değildir. Öte yandan, hafif metal olan berilyum bileşiklerinin toksikliği yüksektir. Metal katyonları ve metaloidler Ek 6'da verilmiştir (Bkz. Ek 6).

Ayrılmanın temeli görecelidir ve ayırma, ikinci listede bulunanların “toksik olmadığı” anlamına gelmemektedir. Benzer şekilde, Ek 7'de anyonlar, güçlü yükseltgeyici (örn., perklorat), yanıcılık (örn., amit), suyun reaktivitesi (örn., hidrür) ve patlayıcılık (örn., azid) gibi toksisite düzeylerine ve tehlikeli özelliklerine göre listelenmiştir (Bkz. Ek 7) (Choudhary vd., 2010).

Kasyon veya Anyonun Önemli Bir Tehlike İçermediği Kimyasallar: Ne kationun ne de anyonun önemli bir tehlike oluşturmadığı kimyasallar, Ek 6 ve Ek 7'nin sağ sütunlarında verilmiştir (Bkz. Ek 6 ve Ek 7). Suda çözünen bazı kimyasallar sıhhi kanalizasyona verilebilirler. Ayrıca, malzemenin ince bir şekilde bölünmesi ve boruları tıkayabilecek katranla kontamine olmaması şartıyla, kalsiyum sülfat veya alüminyum oksit gibi çözünmeyen maddelerin seyreltik bulamaçları da işlenir. Bazı yakma fırınları bu kimyasalları işleyebilir. Zaman ve mekan izin veriyorsa, seyreltik sulu çözeltilerin kaynatılması veya buharlaşmasına izin verilir ve depolama sahası bertaraf için sadece inorganik katı bir çamur halinde bırakılır. Bununla birlikte, toksik veya diğer yasaklanmış malzemelerin atmosfere salınmadığından emin olmak için tuzakların kullanımı da dahil olmak üzere uygun önlemler alınmalıdır.

Alternatif bir yöntem, Ek 6'da önerilen ajan ile metal iyonunu çöktürmektir (Bkz. Ek 6). Çökelti genellikle güvenli bir depolama sahasında bertaraf edilebilir. En genel uygulanabilir yöntem pH'sı uygun aralıkta ayarlayarak kasyonu hidroksit halinde çöktürmektir (Choudhary vd., 2010).

Kasyonların Hidroksitleri Olarak Çökmesi: Çöktürme için pH aralığı metal iyonları arasında büyük ölçüde değiştiğinden, dikkatli bir şekilde kontrol edilmesi önemlidir. 1 M sülfürik asit veya 1 M sodyum hidroksit veya karbonat çözeltisi ekleyerek metal iyonunun sulu çözeltisini önerilen pH'ya ayarlanır (Bkz. Ek 8). pH test kağıdı kullanılarak 1 ila 10 aralığında belirlenebilir.

Çökelti süzme ile veya ağır çamuru dekante ederek ayrılır. Daha sonra bu bertaraf için toplanır. Bazı pelte halindeki hidroksitleri filtre etmek zordur. Bu gibi durumlarda, karışım 100 °C'ye kadar ısıtılır veya diatomik toprak ile karıştırılır, çökeltinin ağırlığının yaklaşık bir ila iki katı, genellikle filtrelemeyi kolaylaştırır. EK 6'da gösterildiği gibi, bir baz dışındaki çöktürücüler, kalsiyum iyonu için sülfürik asit gibi bazı metal iyonları için üstündür (Bkz. Ek 6). Bazı iyonlar için, hidroksit çökeltisi yüksek bir pH'da yeniden çözülecektir (Bkz. Ek 8). Birkaç metal iyonu için, sodyum karbonat kullanımı, metal karbonatın ya da bir hidroksit ve karbonat karışımının çökmesine neden olacaktır (Choudhary vd., 2010).

Katyonun Zehirlilikten Oldukça Yüksek Tehlikeye Sahip Olduğu

Kimyasallar: Genel olarak, Ek 6'da oldukça tehlikeli olarak listelenen katyonların herhangi birini içeren atık kimyasallar, hidroksitler veya oksitler olarak çöktürülebilirler (Bkz. Ek 6). Alternatif olarak, birçoğu, nötr çözeltide sodyum sülfür ile muamele edilerek çözünmeyen sülfidler olarak çöktürülebilir (Bkz. Ek 9). Birçok sülfür, fazla sülfür iyonu varlığında yeniden çözünecektir, bu nedenle sülfid iyonu derişiminin pH'sının ayarlanmasıyla kontrol edilmesi önemlidir. Yukarıda tarif edildiği gibi hidroksit çöktürülmesi elde edilir. Metal iyonu çözeltisine 1 M'lık bir sodyum sülfür çözeltisi ekleyerek ve ardından pH'sı 1 M sülfürik asit ile nötr hale getirerek sülfid olarak çöktürme tamamlanır. Hidrojen sülfür oluşabileceğinden, karışımın asitleştirilmesinden kaçınılır. Çöktürme süzme veya dekante ederek ayrılır ve bertaraf için toplanır. Fazla sülfür iyonu, hipokloritin berrak sulu çözeltisine eklenmesiyle yok edilir.

As^{3+} , As^{5+} , Re^{7+} , Se^{4+} , Se^{6+} , Te^{4+} ve Te^{6+} gibi iyonlar oksianyonlar olarak bulunur ve baz tarafından çöktürülmez. Bu elementleri yukarıdaki yöntem ile sülfidler olarak oksianyonlarından çöktürülür. Kalsiyum klorür ilavesiyle Mo^{6+} ve W^{6+} oksitleri kalsiyum tuzları olarak çöktürülür. İyon değiştirici reçineler üzerinden kendi çözeltileri geçirek bazı iyonlar absorbe edilir. Reçineler düzenli olarak doldurulur ve atık çözeltisi kanalizasyona verilir (Choudhary vd., 2010).

Katyonları hidroksit iyonları eklenerek çöktürilemeyen bir başka bileşik sınıfı, amonyak, aminler ve üçüncül fosfinler gibi Lewis bazları ile en kararlı metal katyon komplekslerini içerir. Bu bileşiklerin büyük bir kısmı ve geniş özellikleri nedeniyle, katyonları ayırmak için genel bir yöntem vermek mümkün değildir. Birçok durumda, metal sülfürler, sulu sodyum sülfür ilavesiyle komplekslerin sulu çözeltilerinden doğrudan çöktürülebilir. Bir deney tüpü deneyi, başka önlemlerin gerekli olduğunu gösterirse, hafif asidik bir çözelti üretmek için hidroklorik asit ilavesi, genellikle kompleksin temel ligandın protonlanmasıyla ayrışmasını sağlar. Asit koşullar altında çözünmeyen sülfidler oluşturan metal iyonları, daha sonra damla damla sulu sodyum sülfür eklenerek çöktürülebilir. Bu atık için üçüncü bir seçenek yakma fırınına güvenli bir depolama alanına gönderilmesi şartıyla yakılır. Kül yakılması, depolama alanına gidecek atık miktarını azaltır. Cıva, talyum, galyum, osmiyum, selenyum veya arsenik içeren

atıklar yakılmamalıdır, çünkü uçucu, zehirli yanma ürünleri açığa çıkabilir (Choudhary vd., 2010).

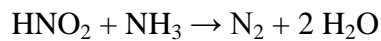
Anyonun Oldukça Yüksek Tehlikeye Sahip Olduğu Kimyasallar: Daha yaygın tehlikeli anyonlar Ek 7'de listelenmiştir (Bkz. Ek 7). Tehlikeli katyonların bertarafı ile ilgili olarak yukarıda bahsedilen açıklamaların çoğu bu anyonlar için geçerlidir. Bu anyonların bazılarıyla ilişkili tehlike onların reaktiviteleri veya patlayabilme potansiyelleridir, bu da onları depolama alanı bertarafı için uygun hale getirmez. Bu anyonları içeren kimyasalların çoğu yakılabilir. Yakma fırını külünü krom veya manganez anyonlarından güvenli bir depolama alanına aktarılır.

Ek 7'de belirtildiği gibi, bu anyonların bazılarını, depolama sahası bertarafı için çözünmez tuzlar olarak çökeltir (Bkz. Ek 7). Küçük miktarlarda güçlü yükseltgeyici maddeler, hidritler, siyanürler, azidler, metal amidler ve çözünebilir sülfidler veya florürleri, bertaraf etmeden önce laboratuvarında daha az tehlikeli maddelere dönüştürülür. Önerilen yöntemler aşağıdaki paragraflarda sunulmuştur (Choudhary vd., 2010).

Oksitleyici Tuzların İndirgenmesi Yöntemi: Hipokloritler, kloratlar, bromatlar, iyodatlar, periodatlar, inorganik peroksitler ve hidroperoksitler, persülfatlar, kromatlar, molibdatlar ve permanganatları, sodyum hidrojen sülfid ile indirgenir. Bu anyonlardan birini içeren bir tuzun seyreltilmiş bir çözeltisi veya süspansiyonu, sülfürik asit ile pH'sının 3'ten daha azına düşürülür. Yavaş yavaş oda sıcaklığında karıştırılarak %50 sulu sodyum hidrojen sülfid ilave edilir. Sıcaklık artışı reaksiyonun gerçekleştiğini gösterir. Reaksiyon, sodyum hidrojen sülfidin yaklaşık %10'unun ilavesiyle başlamazsa, pH'da daha fazla bir azalma reaksiyonu başlatabilir. Renkli anyonlar (örn., permanganat, kromat), indirgemenin tamamlanmasının kendi göstergeleri olarak hizmet eder. İndirgenmiş karışımlar kanalizasyona verilir. Bununla birlikte, eğer büyük miktarlarda permanganat indirgenmişse, muhtemelen derişim veya çöktürme ile hacim azalmasından sonra mangan dioksitin güvenli bir depolama alanına aktarılması gerekli olabilir. Hidrojen peroksit sodyum hidrojen sülfid yöntemiyle veya daha önce organik hidroperoksitler için tarif edilen demir sülfatla indirgenir.

Bununla birlikte, %3'ten daha az bir derişime seyreltmek ve sıhhi kanalizasyona vermek kabul edilebilir. Tüm organik maddeler de dahil olmak üzere indirgeyici maddelerle veya şiddetli bir reaksiyonu katalize edebilen geçiş metali bileşikleriyle temastan kaçınmak için %30'dan daha büyük bir hidrojen peroksit derişimi ile her türlü çözelti kullanılır. Derişik perklorik asidi (özellikle %60'dan daha güçlü olduğunda) amonyak, ağaç, kağıt, plastik ve diğer tüm organik maddeler gibi zayıf olanlar da dahil olmak üzere indirgeyici maddelerden uzak tutulur, çünkü bunlarla şiddetle reaksiyona girebilir. Seyreltik perklorik asit, sodyum hidrojen sülfid, hidrojen sülfid, hidroiyodik asit, demir veya çinko gibi yaygın laboratuvar indirgeyici ajanlarla seyreltilmez. Perklorik asit, derişimini %5'ten daha az yapmak için sulu sodyum hidroksit ile nötrale etmek ve fazla miktarda su ile drenaja verilmesi için yeteri kadar soğuk su içine yavaş yavaş karıştırılarak kolayca bertaraf edilir. Nitrat, organik malzemeler ve diğer tüm indirgeyici maddeler için güçlü bir oksitleyici ajan olan derişik nitrik asit (%70 veya daha yüksek) formunda en tehlikelidir. Ayrıca ciddi cilt yanıklarına neden olabilir. Seyreltik sulu nitrik asit tehlikeli bir oksitleyici ajan değildir ve yaygın laboratuvar indirgeyici ajanlarla kolayca indirgenmez. Seyreltilmiş nitrik asit, drenaja verilmeden önce sulu sodyum hidroksit ile nötrale edilir. Nötralizasyondan önce yaklaşık 10 kat hacimde su ekleyerek derişik nitrik asitler dikkatlice seyreltilir.

Metal nitratlar genellikle suda oldukça çözünürdür. Ek 6'da listelenen metaller, düşük bir toksik tehlikeye sahip, yağ veya diğer organik maddelerden ve amonyum nitrattan ayrı tutulmalıdır, çünkü bir araya geldiklerinde, alevlenme veya patlama meydana gelebilir (Bkz. Ek 6). Aksi halde, bunlar önemli bir tehlike arz etmeyen kimyasallar olarak muamele edilebilir. Yaklaşık %50 sulu amonyak eklenmesiyle ve pH 1'e hidroklorik asitle asitleştirerek sulu çözeltide nitritler yok edilir (Choudhary vd., 2010).



2.5 Ege Üniversitesi Atık Yönetimi Politikası

Ege Üniversitesi, tüm faaliyetlerinde çevre aktivitelerini gerçekleştirmek, eğitim, öğretim süresi boyunca ve sonrasında sürdürülebilirlik olgusunu öğrencileri ve çalışanlarına “Sürdürülebilir Yeşil Kampüs“ politikasını benimsetmek amacıyla iki yıldır aktif olan “Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi“ olan “ÇEVMER“i kurmuştur. ÇEVMER, oluşan tehlikeli atıkların çevreye verdiği hasarı önlemek amacıyla ilgili yasa ve yönetmeliklerle uyumlu “Tehlikeli Atıklar Bilgilendirme Kitapçığı“nı yayımlamıştır. Rektörlük tarafından yayımlanan kitapçıkta üniversite atıklarının işleyiş hiyerarşisi Şekil 2.18'de verilmiştir.



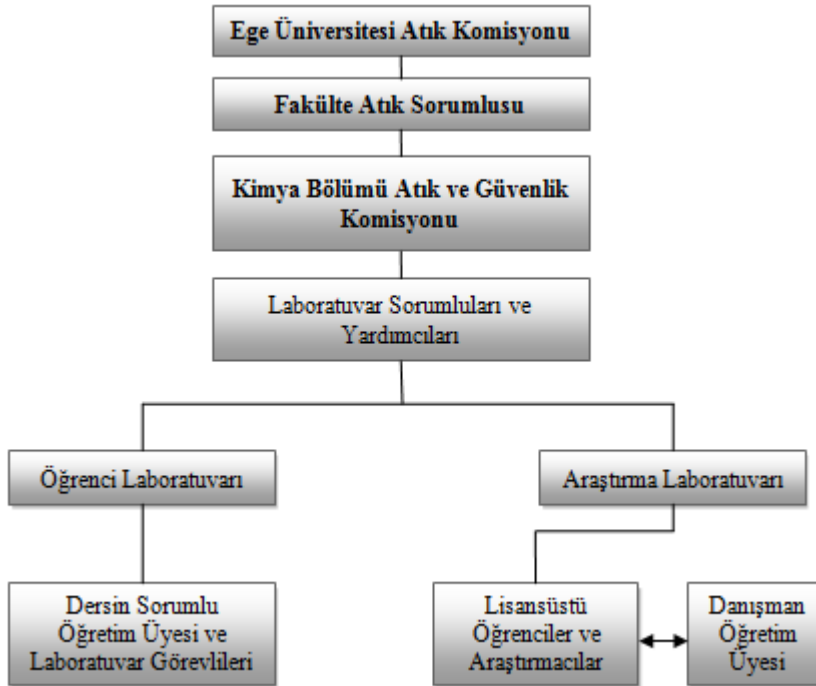
Şekil 2.18. EÜ atık yönetim işleyişi (Ege Üniversitesi, 2016)

Atık üreticileri, sorumluluklarının bilincine vararak tehlikeli atıkların kaynağında diğer atıklardan ayrı toplanması, üniversite içinde güvenli taşınması, geçici depolanması, birimlerden alınan atıkların lisanslı araçlar ile geri kazanım ve bertaraf tesislerine taşınması ve güvenli nihai bertarafı gibi faaliyetleri yerine getirmekle yükümlüdürler. Tehlikeli atıkların yönetiminde 2872 sayılı Çevre Kanunu ve ilgili yönetmelikler baz alınarak tehlikeli atıkların minimuma indirilmesi etkili bir atık yönetim planı için son derece önemlidir. Tehlikeli atık oluşumunun önlenmemesi, atık miktarının minimuma indirilmesi ve bertaraf seçeneğinden önce geri kazanım seçeneğinin öncelik olması “Ege Üniversitesi

Tehlikeli Atıklar Yönergesi Uygulama Esasları“ kapsamında değerlendirilmektedir.

Tehlikeli Atık Yönetimi, ÇEVMER koordinatörlüğünde Tehlikeli Atık İdari Birimi ve Tehlikeli Atık Komisyonu desteği ile yürütülmektedir. ÇEVMER üniversiteye ait plastik şişeleri, cam şişeleri, alüminyum kutuları, alkali-nikeli pilleri, cep telefonları, kağıtları ve organik atıkları geri dönüştürmektedir. Bu tür atıkların nereye bırakılması konusunda bilgi almak için “Ege Üniversitesi Çevmer Atık Masası“ (ATMA) ile irtibata geçilmektedir. Ege Üniversitesi atık geri kazanım birimi aynı zamanda gazeteleri, dergileri, telefon rehberlerini, karton kutuları, pizza kutularını, ofis belgelerini, ciltli kitapları, broşürleri ve peçete kağıtlarını da geri dönüştürebilmektedir. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde toprak bakımından yararlı olması ve çöp transferi sırasında meydana gelen kirliliğin minimize edilmesine yardımcı olması bakımından kompostlama işlemini de gerçekleştirilmektedir. Üniversitede binaya pil atık kutusu yerleştirilmek istendiğinde, ÇEVMER ya da “TAP“ ile irtibata geçilir (Ege Üniversitesi, 2017).

2.5.1 EÜ Fen Fakültesi atık yönetim komisyonu



Şekil 2.19. EÜ kimya bölümü atık komisyonu

Ege Üniversitesi atık yönetiminde uygulanan organizasyon şeması ve şemada yer alan kişi/kurumların görevleri Şekil 2.19'da tanımlanmaktadır.

Lisansüstü ve doktora öğrencilerine laboratuvar çalışmalarına başladıkları andan itibaren kimya bölümü atık komisyonu tarafından “Kişisel Atık İzleme Defteri” verilmektedir (Şekil 2.20). Bu atık defterinde, atık hakkında bilgi, atık önlenmesindeki hiyerarşi, laboratuvarlarda oluşan atık ve kodlarının tanımı en son meydana gelen atıkların hangi riskleri oluşturabileceği ayrıntılı olarak anlatılmış, geçimsiz atıkların birbirine karıştırılması sonucunda ne gibi tehlikelerin ortaya çıkacağından bahsedilmiştir.

EGE ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ
KİMYA BÖLÜMÜ
Mart 2011

LİSANSÜSTÜ ARAŞTIRMACILAR İÇİN
KİŞİSEL ATIK İZLEME
DEFTERİ

ADI-SOYADI: İMZA:
DANIŞMANI: İMZA:
ÇALIŞTIĞI LAB NO: DEFTER NO:
ARAŞTIRMAYA BAŞLAMA TARİHİ:
DEFTER TESLİM TARİHİ:

NOT: Bu defter, ilgili Lisansüstü öğrencinin araştırması tamamlanmışta imzalanarak, Lisansüstü Araştırma Çalışma Raporu ya da Tezine birlikte Kimya Bölüm Başkanlığı'na teslim edilecektir.

Şekil 2.20. EÜ kimya bölümü kişisel atık izleme defteri

2.5.2 EÜ organik kimya geri kazanım ünitesi

Çözücü geri kazanımı ile üniversiteler atık bertaraf maliyetini önemli bir miktarda düşürmektedir. Ege Üniversitesi kimya bölümünde de çözücülerin geri kazanımı her laboratuvarın kendi bünyesinde veya organik kimya geri kazanım ünitesinde yapılmaktadır (Şekil 2.21). Kurulan geri kazanım ünitesi araştırma öğrencilerini atık önleme konusunda teşvik etmektedir. Her öğrenci geri kazanım

yaptığı çözücüü destilasyon ünitesinde bulunan kayıt defterine kişi bilgileri ile kaydetmektedir.



Şekil 2.21. EÜ Organik kimya geri kazanım ünitesi

2.5.3 EÜ kimya bölümü geçici depolama alanı

Kimya bölümünde toplanan atıklar bertarafa gitmeden önce küçük hacimli atık konteynerlerinden, büyük hacimli atık konteynerlerine aktarıldıktan sonra etiketlenip depoya taşınmaktadır. Bu atıklar 2017'nin son dönemine kadar periyodik olarak D Blok bodrum katında bulunan Kimya Bölümü Geçici Atık Deposu'na taşınmaktaydı (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. EÜ kimya bölümü D blok eski depo

Fuel-oil atıklar eski kimya bölümü D blokta hala depolanmaktadır (Şekil 2.23).



Şekil 2.23: EÜ kimya bölümü D blok eski depo fuel-oil atıklar

Sel basma tehlikesi ve havalandırma koşulları yetersizliğinden dolayı Fen Fakültesi dış bahçeye yeni atık deposu yapılmıştır (Şekil 2.24). Nihai olarak bertarafına karar verilen atıklar Atık Güvenlik Komisyonu'nda görevli kişiler tarafından değil, ilgili laboratuvar sorumlusunun bilgisi dahilinde laboratuvar çalışanları tarafından yapılmaktadır.



Şekil 2.24. EÜ kimya bölümü yeni atık deposu

Şekil 2.25'te görüldüğü gibi yeni yapılan depoda havalandırma pencereleri yer almaktadır.



Şekil 2.25. EÜ kimya bölümü yeni atık depo havalandırması

Eski depoda bulunmayan yangın söndürme tüpü yeni yapılan deponun girişinde yer almaktadır (Şekil 2.26).



Şekil 2.26. EÜ kimya bölümü yeni atık depo içi

ÇEVMER tarafından dökülme tehlikesi olan cam şişedeki asitler ve atık yağlar için 10 cm yüksekliğinde sac tepsiler yaptırılmaktadır. İçine yerleştirilen ızgara ile kırılma halinde dökülen atıklar kum, talaş veya herhangi adsorban bir madde ile emdirip poşetlendikten sonra etiketlenilmektedir. Bunlar dışındaki

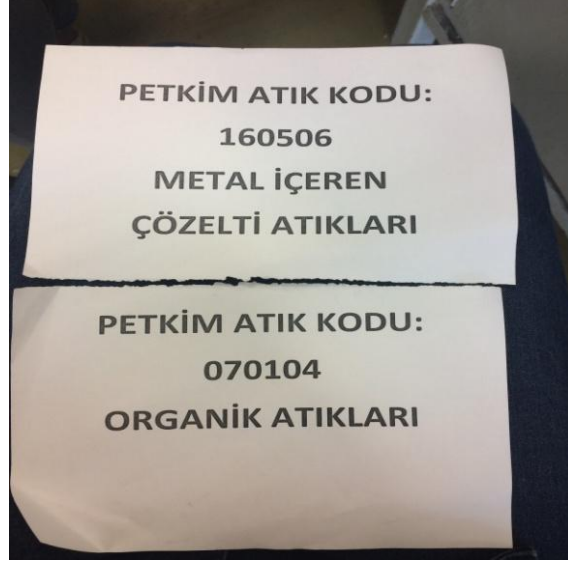
atıklar ise sıkıştırılmış kelepçeli sızdırmaz konteynerlere aktarıldığından ikincil kap kullanımına ihtiyaç duyulmamaktadır (R. Çevik, 2018, sözlü görüşme).

Çoğu araştırma laboratuvarı, 2018 bahar döneminden itibaren yeni atık etiket sistemini kullanmaktadır (Şekil 2.27). Kullanılmakta olan yeni atık etiket sistemi ile GHS risk piktogramları da kullanmaya başlanmıştır.

Ege üniversitesi fen fakültesi kimya bölümü araştırma laboratuvarlarında veya öğrenci laboratuvarlarındaki atıklar GHS risk piktogramları dikkate alınarak etiketleme yapılır. Atıklar laboratuvarlarda toplama kaplarında biriktirilir, aylık olarak Kimya Bölümü Geçici Atık Deposu'na taşınır ve altı aylık periyotlarda ilgili bertaraf tesislerine transfer edilir. Tüm bu işlemlerde GHS risk piktogramları dikkate alınarak etiketleme yapılır ve ilgili konteynerlere aktarılırlar.

Şekil 2.27. EÜ kimya bölümü yeni tehlikeli atık etiketi

Kimya bölümü atıkları 2018 bahar dönemine kadar atıkların verildiği şirketin adı, atık kodu ve tanımı ile beraber etiketlenmekteydi (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. EÜ kimya bölümü eski tehlikeli atık etiketi

2.5.4 EÜ kimya bölümü atık bertarafı

Geçici depolaması yapılan atıkların taşıma işlemi en az bir hafta, en fazla altı ay içinde toplama lisanslı araçlar tarafından Ya-se Endüstriyel Atık San. Ltd. Şirketi ile gerçekleştirilmektedir. UATF ile atıkların beyanı Çevre İl Müdürlüğü'ne sistem üzerinden yapılmaktadır.

3.MATERYAL ve METOD

3.1 EÜ Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarları

Ege Üniversitesi kimya bölümü araştırma laboratuvarları dört anabilim dalı olan; Anorganik Kimya, Analitik Kimya, Organik Kimya ve Fizikokimya bölümünden oluşmaktadır ve her bir anabilim dalının laboratuvarları da kendi içinde ayrılmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Ege Üniversitesi kimya bölümü araştırma laboratuvarları

ANORGANİK KİMYA	ANALİTİK KİMYA	ORGANİK KİMYA	FİZİKOKİMYA
Katalizör Araştırma Laboratuvarı	Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi Araştırma Laboratuvarı*	Organik Araştırma Laboratuvarı I	Genel Fizikokimya Araştırma Laboratuvarı
Anorganik Kimya Araştırma Laboratuvarı	Ayırma Yöntemleri Araştırma Laboratuvarı	Organik Araştırma Laboratuvarı II	Fotokimya Araştırma Laboratuvarı
	Analitik Kimya Araştırma Laboratuvarı	Endüstriyel Organik Araştırma Laboratuvarı	Hesapsal Kimya Araştırma Laboratuvarı*
	Elektroanalitik Kimya Araştırma Laboratuvarı I		Polimer Kimya Araştırma Laboratuvarı**
	Elektroanalitik Kimya Araştırma Laboratuvarı II*		Nükleer Kimya Araştırma Laboratuvarı***
	Örnek Hazırlama Laboratuvarı*		
	Optik Sensör Araştırma Laboratuvarı		

* Atıklara rastlanmamıştır. ** Polimer kimya Araştırma Laboratuvarı, Genel Fizikokimya Araştırma Laboratuvarı içinde yer almaktadır. *** Şu anda aktif değildir.

Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi Araştırma Laboratuvarı, Elektroanalitik Kimya Araştırma Laboratuvarı II, Örnek Hazırlama Laboratuvarı ve Hesapsal Kimya Araştırma Laboratuvarları'nda çalışan öğrenciler atıklarını

kendi birimlerinde bulunan atık konteynerlerine aktardığından bu laboratuvarlarda atıklara rastlanmamıştır.

Araştırma faaliyetleri sonucu oluşan atıkların büyük bir bölümü tehlikeli kimyasalları oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında her bir araştırma laboratuvarının atıkları farklılık göstereceğinden, Ege Üniversitesi'nin kimya bölümü araştırma laboratuvarları tek tek gezilmiş, öğrencilerin geri kazanım/bertaraf ve tehlikeli atık önleme adına uygulanabilir yöntem faaliyetlerinin varlığı incelenmiştir. Çalışma kapsamında mevcut yönetmelikler eşliğinde durum tespiti ve değerlendirmesi yapıp, standartlara uygun olup olmadığı literatür ve yönetmeliklerin gözden geçirilmesiyle yorumlanmıştır. Bölüm araştırma laboratuvarlarında kimyasal maddenin niteliğine göre farklı yüzdelerde geri kazanım sonucu ne kadar madde kazanıldığı, ekonomik girdisinin ne kadar olduğu ve bertaraf yöntemlerinin nasıl yapıldığı bu tezde tartışılmıştır.

3.2 EÜ Anorganik Kimya Araştırma Laboratuvarı'nda Geri Kazanım

Çizelge 3.2 Anorganik kimya araştırma laboratuvarı yıllık geri kazanım tablosu

Geri Kazanılan Kimyasallar (L)	Miktar (L/Yıllık)	Birim Fiyat (L/TL)	Alım Maliyeti (TL/Yıllık)	Geri Kazanım Yüzde (%)	Geri Kazanım Tutarı (TL/Yıllık)
Aseton	120	20,00	2.400,00	95	2.280,00
İzopropil alkol	80	25,00	2.000,00	85	1.700,00
Diklorometan	120	29,00	3.480,00	85	2.958,00
Etil asetat	30	24,50	735,00	85	624,75
Etanol	15	20,00	300,00	50	150,00
Hekzan	30	35,00	1.050,00	50	525,00
Metanol	30	12,00	360,00	80	288,00

Not: Geri kazanım enerji maliyeti göz önünde bulundurulmamıştır.

E.Ü Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nde her araştırma laboratuvarında kullanılan kimyasalların farklı türde ve farklı miktarlarda olmasından dolayı anorganik kimya araştırma laboratuvarı örnek olarak alınmıştır. Anorganik kimya araştırma laboratuvarında ortalama yıllık kullanılan kimyasal ve geri kazanım miktarı, ekonomik girdisinin ne kadar olduğu Çizelge 3.2'de verilmiştir. Anorganik kimya araştırma laboratuvarına alınan teknik çözümlere ait proforma fatura verilmektedir (Bkz. Ek 11).

3.3 EÜ Kimya Bölümü Geçici Atık Deposu

Ege Üniversitesi kimya bölümünde ilk olarak D blok bodrum katında bulunan kimya bölümü geçici atık deposu kullanılmaktaydı (Bkz. Şekil 2.22). Fakat koşulların yetersizliğinden dolayı Fen Fakültesi bahçesinde iki adet atık deposu yapılarak faaliyete geçirilmiştir (Bkz. Şekil 2.24). Bu atık depoları T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu tehlikeli ve tehlikesiz atık geçici depolama alanlarında olması gereken nitelikler baz alınarak incelenmiştir.

4. BULGULAR

Kimya bölümü araştırma laboratuvarlarında açığa çıkan her bir atık çizelge halinde verilmektedir. Çizelgelerde atık konteynerlerinin içerisinde yer alan atık kimyasal adları “Atık Listesi” sütununda, atık kodu bulunan kimyasallar “Atık Kodu” sütununda, atık tanımı yapılan kimyasallar ise AYY nin atık listesinde her bir atık koduna karşılık gelen “Atık Kodu Tanımı” sütununda verilmektedir. Laboratuvarında tanımı yapılmayan “atık listesi”, “atık kodu” ve “atık kodu tanımı” kavramları “açıklama yok” anlamında olan “-” olarak verilmiştir. Çizelgelerde verilen tanımsız atıklar doğru atık kodu ve tanımı ile beraber öneriler kısmında verilmektedir.

Katalizör Araştırma Laboratuvarı: Katalizör araştırma laboratuvarında oluşan atıklar Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Katalizör araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK KODU TANIMI
Diklorometan	07 01 04	-
Asit	07 01 04	-
Atık Hidrolik Yağlar	13 01	Atık Hidrolik Yağlar
Tiyonil Klorür	-	-
Katı Atık	15 02	-

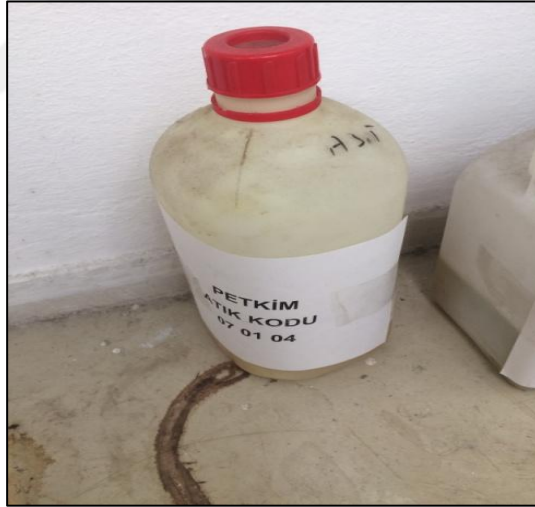
(13 01 ve 15 02 kodlu atıklar eksik bir şekilde kodlanmıştır. Atığın tanımına karşılık gelen altı haneli atık kodunun tam olarak kullanılması zorunludur.)

Diklorometan atığının 07 01 04 kodlu atık konteynerine aktarıldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.1). Öneriler kısmında diklorometan atığına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.1. Katalizör araştırma laboratuvarı diklorometan atığı

Asit atığının 07 01 04 kodlu atık konteynerine aktarıldığı gözlenmiştir (Şekil 4.2). Öneriler kısmında asit atıklarına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



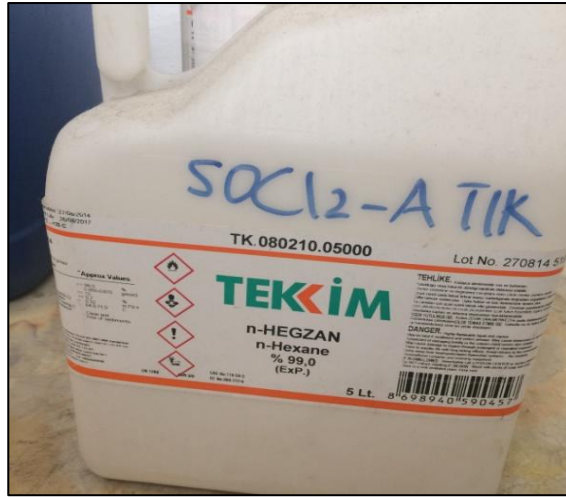
Şekil 4.2. Katalizör araştırma laboratuvarı asit atığı

Hidrolik yağ atığının 13 01 kodlu atık konteynerine aktarıldığı gözlenmiştir (Şekil 4.3). Öneriler kısmında asit atıklarına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.3. Katalizör araştırma laboratuvarı hidrolik yağ atığı

Tiyonil klorür (SOCl_2) atığına ait atık kodu tanımlanmadığı gözlenmiştir (Şekil 4.3). Öneriler kısmında tiyonil klorür atığına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır. Anorganik kimya araştırma laboratuvarında SOCl_2 su ile hidroliz edilip, NaOH ile nötralleşmesi yapılır ve en son bertaraf amaçlı depolanır. SOCl_2 , ısı ve ışıktan uzakta depolanması gerekirken yaz sıcaklığında laboratuvarın pencere kıyısında depolandığı gözlenmiştir.



Şekil 4.4. Katalizör araştırma laboratuvarı tiyonil klorür atığı

Sodyum metali patlayıcı özelliğinden dolayı öğrenciler tarafından izopropil alkol ile söndürülerek aktivitesi giderilmektedir ve en son bertaraf amaçlı depolanmaktadır. İzopropil alkol fazlası destillenerek geri kazanılmaktadır.

Anorganik araştırma laboratuvarında sentezlenen katalizörler ile doğaya zararlı olan organik CO₂ ve yüksek reaktifliğe sahip epoksitler kopolimerizasyon ile polimerlere dönüştürülmektedir.

Alkol türevleri, diklorometan, aseton, eter gibi çözücüler katalitik ağır metaller içermemesi halinde geri kazanılmaktadır. Çözgenler (örn., diklorometan), fosfor pentaoksidin nem çekici özelliğinden yararlanılarak çözgen kurutma düzenekleri kurularak destilasyon ile geri kazanılmaktadır (Şekil 4.5).

Bu laboratuvarında asitler ve bazlar nötrleştirilip kanalizasyona verilmektedir. İyonik bileşiklerin suda çözünürlüğü iyi olduğundan doğaya zararı bulunmamaktadır.



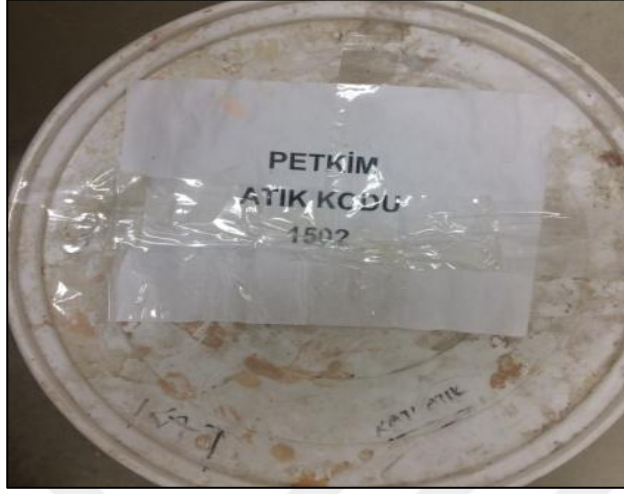
Şekil 4.5. Katalizör araştırma laboratuvarı çözgen kurutma düzenegi

Şekil 4.6'da görüldüğü gibi kırık camlara ait atık konteynerinde etiket bulunmamaktadır.



Şekil 4.6. Katalizör araştırma laboratuvarı cam atığı

Katı atıkların 15 02 kodlu atık konteynerine aktarıldığı gözlenmiştir (Şekil 4.7). Öneriler kısmında katı atıklara ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.7. Katalizör araştırma laboratuvarı katı atık

Aseton, diklorometan, hekzan, etil asetat, etanol, metanol ve izopropil alkol içeren çözeltiler geri kazanılmaktadır. Bunun dışındaki tüm atıklar bertaraf amaçlı depolanmaktadır.

Anorganik Kimya Araştırma Laboratuvarı: Anorganik kimya araştırma laboratuvarında oluşan atıklar Çizelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK KODU TANIMI
-	16 05 06	-
Halojenli Organik Çözücüler	07 02 03	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler
Disikloktadien	-	-
Fosfin atığı	-	-
Sodyum	-	-

Çizelge 4.2'deki atıkların dışında oluşan; 16 05 07, 16 05 08, 07 01 04 ve 13 02 08 kodlu atıklar laboratuvarın tehlikeli atık envanter formunda yer almaktadır. Bu formda şu andaki kimyasal atık miktarı ve tahmini yıllık atık miktarı listelenmiştir.

BURSA ekolojî		TEHLİKELİ ATIK ENVANTER FORMU		İLK YAYIN TARİHİ : 01.10.2015 REVİZYON TARİHİ: DOKÜMAN NO : FR-ÇD.005	
TARİH	: 31.10.2017				
BİRİM ADI	: Anorganik Kimya				
1	07 01 04	Diğer organik çözücüler, yıkama			
2	08 03 17	Tehlikeli maddeler içeren	0,5 lt	45 lt	
3	12 01 12	Kullanılmış (muhtemelen)			
4	13 02 08	Diğer motor, şanzıman ve yağ			
5	15 01 10	Tehlikeli maddelerin kalıntıları içeren ya da tehlikeli maddelere kontamine olmuş ambalajlar	5 lt	20 lt	
6	15 01 11	Büyük miktarda tehlikeli atık olarak üretilen tehlikeli gözenekli katı yapı (örneğin asbest)			
7	15 02 02	Tehlikeli maddelerin emilimi için kullanılan emilim maddeleri (örneğin aktif kömür, yağ filtreleri), tehlikeli maddelerin emilimi için kullanılan emilim maddeleri (örneğin aktif kömür, yağ filtreleri)			
8	16 05 06	Laboratuvar kimyasal maddeleri içeren laboratuvar atıkları (örneğin anorganik kimyasal maddeler içeren laboratuvar atıkları)	5 lt	20 lt	
9	16 05 07	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan akarta organik kimyasal maddeler	1,7 kg	10 kg	
10	16 05 08	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan akarta organik kimyasal maddeler	1 lt	7 lt	
11	16 06 01	Kurşunlu piller			
12	16 06 05	Diğer piller ve akümülatörler			

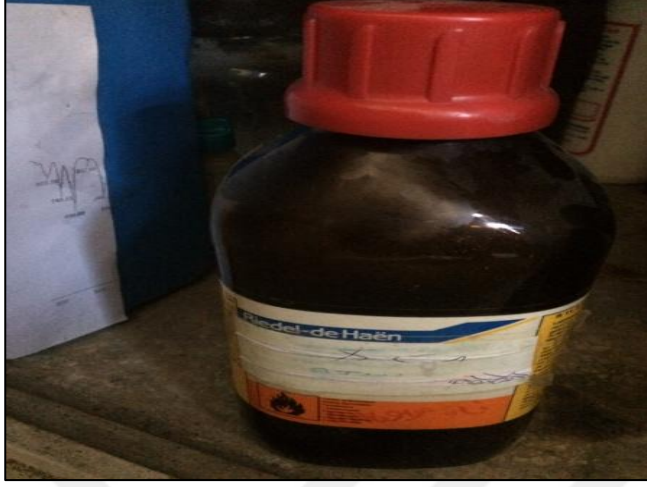
Şekil 4.8. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı tehlikeli atık envanter formu

Halojen içerikli atıkların 07 02 03 kodlu atık konteynerine aktarıldığı gözlenmiştir (Şekil 4.9). Ayrıca 16 05 06 atık kodunun tanımı etikette yer almamaktadır (Şekil 4.9). Öneriler kısmında halojen içerikli atıklara ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.9. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı halojenli organik çözücü atığı

Destillenecek diklorometan (DCM) atığı etiketsiz bir şekilde verilmektedir (Şekil 4.10).



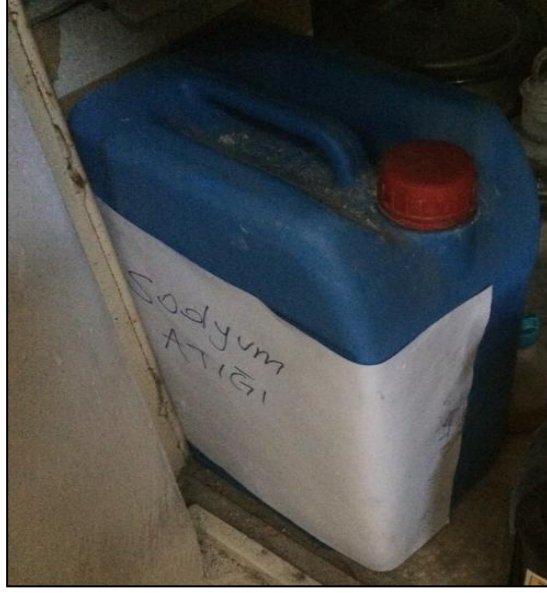
Şekil 4.10. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı etiketsiz DCM çözücüsü

Bu laboratuvarıda fosfin içerikli atığa ait atık kodu ve tanımı bulunmamaktadır (Şekil 4.11). Öneriler kısmında fosfin içerikli atıklara ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



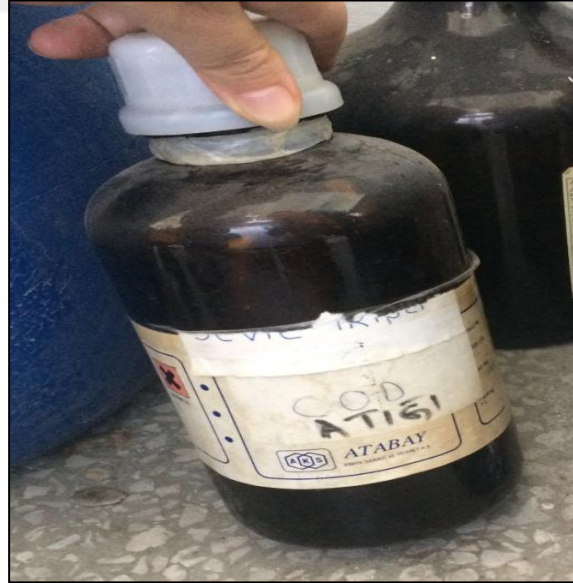
Şekil 4.11. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı fosfin içerikli atık

Sodyum atığına ait atık kodu ve tanımını içeren bir etiketlendirme yapılmamıştır (Şekil 4.12). Öneriler kısmında fosfin içerikli atıklara ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.12. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı sodyum atığı

Sikloktadien (COD) atığına ait atık kodu ve tanımını yapılmamıştır (Şekil 4.13). Öneriler kısmında sikloktadien atığına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.13. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı sikloktadien atığı

Kırık cam malzemeler üstü açık bir şekilde laboratuvarında depolanmaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Anorganik kimya araştırma laboratuvarı kırık cam malzeme atığı

Kloroform, aseton, dikloroform, etil asetat, etanol, hekzan, dimetil sülfoksit, toluen, asetonitril, tetrahidrofuran ve izopropil alkol içeren çözeltiler geri kazanılmaktadır. Bunun dışındaki tüm atıklar bertaraf amaçlı depolanmaktadır.

Ayrırma Yöntemleri Araştırma Laboratuvarı: Ayrırma yöntemleri araştırma laboratuvarında oluşan atıklar Çizelge 4.3'te verilmektedir.

Çizelge 4.3. Ayrırma yöntemleri araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK KODU TANIMI
-	16 05 08	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan iskarta organik kimyasallar
-	16 05 06	Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları
Aseton	-	-

Şekil 4.15'te 16 05 08 kodlu atık konteyneri verilmektedir. Öneriler kısmında bu atık koduna dahil edilmesi gereken kimyasallar verilmektedir.



Şekil 4.15. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı 16 05 08 kodlu atık

Şekil 4.16'da 16 05 06 kodlu atık verilmektedir. Bu konteynerde yeni kullanılmaya başlanan tehlikeli atık etiketi ile beraber atık kodu, tanımı ve GHS zararlılık işaretleri tek bir etikette yer almaktadır (Şekil 4.16). Fiziksel özellikleri ve tehlike sınıflarına ait işaretlendirme yapılmamıştır.



Şekil 4.16. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı 16 05 06 kodlu atık

Cam malzemelerin temizliğinde %10 derişimli HNO_3 kullanılmaktadır. Atık kodu ve tanımı olmayan plastik kovadaki asit banyosu atığı potansiyel bir tehlike

oluşturmaktadır (Şekil 4.17). Öneriler kısmında nitrik asit içeren asit banyosu atığına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.17. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı asit banyosu atığı

Aseton atığı sadece atık konteynerin üzerine yazılmış fakat atık kodu ve tanımı kullanılmamıştır (Şekil 4.18). Öneriler kısmında aseton atığına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.18. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı aseton atığı

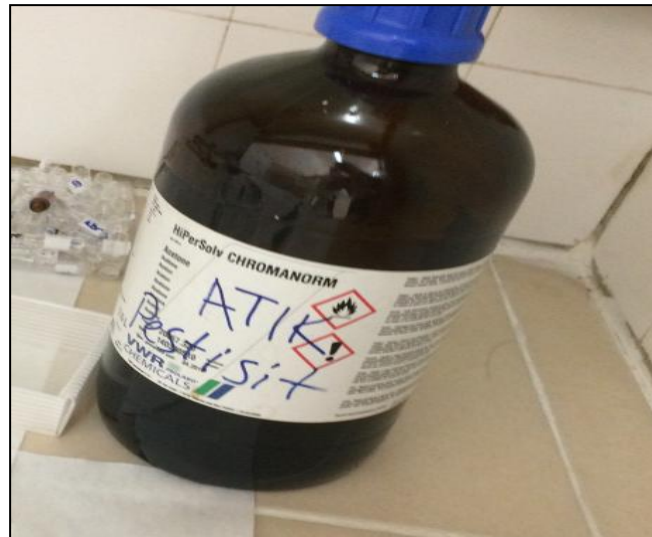
Laboratuvarda oluşan diğer atıklara ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarının atık listesinden ulaşılmıştır (Şekil 4.19).

LABORATUVAR ATIK LİSTESİ							
Laboratuvar Adı:							
Açıklama*	Hücre No	Atık Kabı Numarası	Atık Kodu*	Atık Adı	Miktarı	Açıklama*	İlgili Kişi
	3	210613071	Pestisit A.E.K(02)	Sevici 2008	600mL		Özge
	3	8.42.2018	Arıyıcılık	Litijum	220mL		Ömer
	3	23.01.2018	Arıyıcılık	F' 68e.	250mL		Ömer
	3	26.01.2018	Arıyıcılık	F' 68e.	650mL		Ömer
	3	29.01.19	Arıyıcılık	Sevici 2008	300mL		Ömer
	3	23.01.18	Arıyıcılık	Sevici 2008	700mL		Ömer
	3	31.01.2018	Arıyıcılık	F' 68e.	700mL		Ömer
	3	13.2.2018	Arıyıcılık	Sevici 2008	400mL		Ömer
	3	16.2.2018	Arıyıcılık	Sevici 2008	325mL		Ömer
	3	27.2.2018	Arıyıcılık	Sevici 2008	1500mL		Ömer
	3	28.2.2018	Arıyıcılık	Sevici 2008	180mL		Ömer
	3	28.2.18	Arıyıcılık	Sevici 2008	700mL		Ömer
	3	01/03/18	Arıyıcılık	Sevici 2008	400mL		Ömer
	3	01/03/18	Arıyıcılık	Sevici 2008	100mL		Ömer
	3	07/03/18	Arıyıcılık	F' 68e(02)	125mL		Ömer
	3	08/03/18	Arıyıcılık	F' 68e(02)	500mL		Ömer

Şekil 4.19. Ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı atık listesi

Bu laboratuvarda geri kazanım faaliyetleri yapılmamaktadır. Oluşan tüm atıklar bertaraf amaçlı depolanmaktadır.

Optik Sensör Araştırma Laboratuvarı: Bu laboratuvarda tek atığa rastlandığı için çizelge halinde verilmemiştir. Atık kodu ve tanımı bulunmayan pestisit atığı Şekil 4.20'de verilmiştir. Öneriler kısmında pestisit atığına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.20. Optik sensör araştırma laboratuvarı pestisit atığı

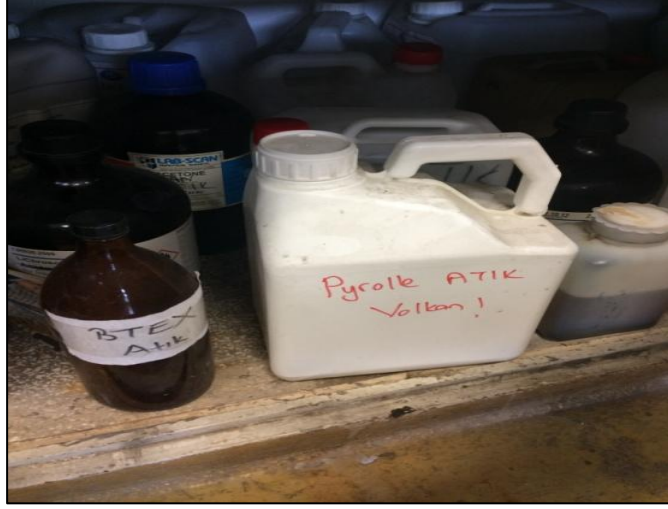
Analitik Kimya Araştırma Laboratuvarı: Analitik kimya araştırma laboratuvarında oluşan atıklar Çizelge 4.4'te verilmektedir.

Çizelge 4.4. Analitik kimya araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK TANIMI
Halojen içeren atık	07 01 03	-
Halojen içermeyen organik atık	07 01 01	-
Aromatikler (Fenol)	07 01 01	-
-	16 05 08	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan ıskarta organik kimyasallar
Asit atık	-	-
Mangan	-	-
BTEX	-	-
Asetonitil	-	-
Pirol	-	-
Pestisit	-	-
Dimetildiklorosilan	-	-
Kobalt	-	-
Dodekanol	-	-
Sodyum Borhidrür	-	-
Karbondisülfür	-	-
Kromat	-	-
Peroksit	-	-
Biyodizel	-	-

B: Benzen, T: Toluen, E: Etilen, X: Ksilen

Bu laboratuvarında BTEX (Şekil 4.21), asit (Şekil 4.22), mangan, asetonitril, dimetildiklorosilan, kobalt, dodekanol, karbondisülfür, sodyum borhidrür, kromat, pestisit, pirol (Şekil 4.21), biyodizel ve peroksit atıklarına ait atık kodu ve tanımı bulunmamaktadır. Öneriler kısmında bu atıklara ait atık kodu ve tanımları verilmiştir.



Şekil 4.21. Analitik kimya araştırma laboratuvarı BTEX ve pirol atığı

Asit atık türü belli olmayan asit atığı Şekil 4.22'de verilmiştir. Asit atıklarına ait atık kodu ve tanımı katalizör araştırma laboratuvarı öneriler kısmında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.



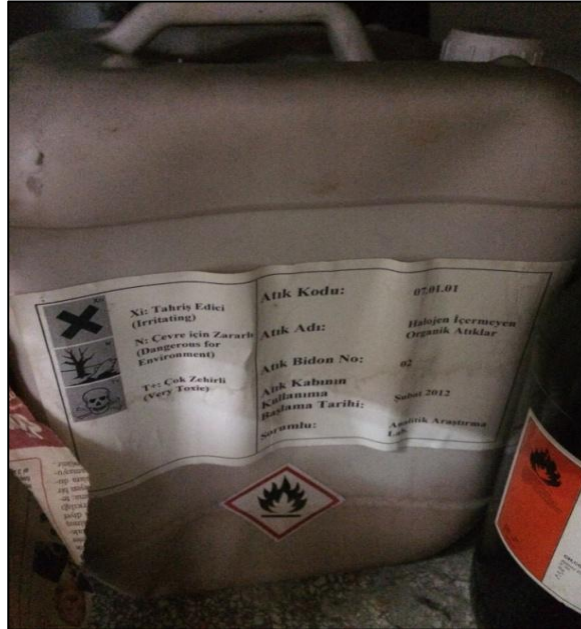
Şekil 4.22. Analitik kimya araştırma laboratuvarı asit atığı

07 01 03 kodlu “halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler“ Şekil 4.23'te verilmektedir. Halojen içerikli 07 01 03 kodlu atık konteynerine dahil edilmesi gereken kimyasal atıklar katalizör araştırma laboratuvarı öneriler kısmında ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Halojenli atıklara ait tehlike sınıfları işaretlenmemiştir.



Şekil 4.23. Analitik kimya araştırma laboratuvarı halojen içerikli atık

Halojen içermeyen organik atık 07 01 01 atık kodu ile verilmiştir (Şekil 4.24). Öneriler kısmında 07 01 01 atık koduna dahil edilmesi gereken kimyasal atıklar verilmiştir.



Şekil 4.24. Analitik kimya araştırma laboratuvarı halojen içermeyen atık

Aromatik (örn., fenol) yapı içeren kimyasal atıklar 07 01 01 atık kodu ile verilmiştir. Öneriler kısmında aromatik içerikli kimyasal atıklara ait doğru atık kod ve tanımı verilmiştir. Bu tür atıklara ait tehlike sınıfları işaretlenmemiştir.



Şekil 4.25. Analitik kimya araştırma laboratuvarı aromatik içerikli atık

Çizelge 4.4'te verilen tehlikeli geçiş metallere mangan ve kobalt; oksitleyici malzemelerden olan kromat, permanganat ve peroksitler Ege Üniversitesi Tehlikeli Atıklar Bilgilendirme Kitapçığı'nda 16 05 06 atık kodu ile verilmiştir. Öneriler kısmında tehlikeli geçiş metal kimyasal atıklarına ait doğru atık kod ve tanımı verilmiştir.

Bu laboratuvarında aseton dışındaki hiçbir çözücünün destillenmediği, direkt atığa gittiği tespit edilmiştir. Bunun dışındaki tüm atıklar bertaraf amaçlı depolanmaktadır.

Elektroanalitik Kimya Araştırma Laboratuvarı I: Elektroanalitik kimya araştırma laboratuvarı I'de oluşan atıklar Çizelge 4.5'te verilmektedir.

Çizelge 4.5. Elektroanalitik kimya araştırma laboratuvarı-I atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK TANIMI
Asit	-	-
Metal	-	-
Ağır metal	-	-
Cıva	-	-
Gümüş	-	-
Altın	-	-
Platin	-	-

Bu laboratuvardaki atıkların hiçbiri atık kodu ve tanımı ile etiketlenmemektedir. Sadece atık konteynerleri üzerinde Çizelge 4.5'te verilen atık isimleri yer almaktadır. Atıkların en son laboratuvardan toplanıp depoya gitmesiyle atık kodlaması yapılmaktadır. Kullanılan organik madde atıkları, organik atık adı altında kodlanmamış bir şekilde etiketlenmiştir.

Bu laboratuvardaki asit atıklar için kod sistemi katalizör araştırma laboratuvarı öneriler bölümünde verilmiştir. Bu laboratuvarda bazı değerli metaller (altın vs) ayrı ayrı biriktirilmektedir. Ege Üniversitesi Tehlikeli Atıklar Bilgilendirme Kitapçığı'nda ağır metal içeren atıklar, metal içeren atıklar ve gümüş atıkları 16 05 06 atık kodu ile verilmiştir. Öneriler kısmında bu tür kimyasal atıklara ait doğru atık kodu ve tanımı verilmiştir.

Organik Kimya Araştırma Laboratuvarı I-II: Organik kimya araştırma laboratuvarı I'de oluşan atıklar II nolu laboratuvara taşınmaktadır. Bu atıklar Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. Organik kimya araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK TANIMI
Halojenli organik çözücüler	07 02 03	-
-	07 01 04	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler

07 02 03 ve 07 01 04 kodlu atıklar iki laboratuvar tarafından ortak toplanmaktadır. Fakat 07 02 03 atık kodu hatalıdır. 07 02 03 atık kodu “plastiklerin, sentetik kauçuk ve yapay elyafların imalat, formülasyon, tedarik ve kullanımından kaynaklanan atıklar“ sonucunda verilmesi gereken bir koddur. Öneriler kısmında doğru atık kodu ve tanımı verilmiştir.



Şekil 4.26. Organik kimya araştırma laboratuvarı halojen içerikli atık

2017 güz döneminde kullanılan atık etiketlerinin (Şekil 4.26) yerini 2018 bahar döneminde kullanılmaya başlanan yeni atık etiketleri (Şekil 4.27) almıştır.



Şekil 4.27. Organik kimya araştırma laboratuvarı 07 01 04 kodlu atık

Kolon dolgu maddesi olarak kullanılan silika ve benzeri katı maddeler ayrı kaplarda toplanmaktadır. Kolon dolgu maddesi olarak kullanılan atıklara ait atık kodu ve tanımı katalizör araştırma laboratuvarı öneriler kısmında verilmiştir.

Cam şişeler ise laboratuvarında çözücüler ile temizlenip depolandıktan sonra sorumlu geri kazanım tesisi tarafından toplanmaktadır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Organik kimya araştırma laboratuvarı cam atıkları

Evaporatör ve ekstraksiyon işlemleri sonrası ortaya çıkan çözücüler öğrenciler tarafından organik kimya ortak destilasyon ünitesinde geri

kazanılmaktadır. Çözücülerden en çok diklorometan, toluen, aseton, metanol, etanol, hekzan ve etilasetat destillenmektedir. Bunun dışındaki tüm atıklar bertaraf amaçlı depolanmaktadır.

Endüstriyel Organik Araştırma Laboratuvarı: Endüstriyel organik araştırma laboratuvarında oluşan atıklar Çizelge 4.7'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK TANIMI
-	07 02 03	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler
Katı atık	-	-

Halojen içerikli kimyasal atıklar için endüstriyel organik araştırma laboratuvarı da 07 01 03 atık kodu yerine 07 02 03 atık kodunu kullanmıştır (Şekil 4.29). Bu konteynerdeki atıklar diklorometan, aseton, hekzan, dietileter ve etanoldür.



Şekil 4.29. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı halojen içerikli atık

Şekil 4.30'daki atık konteynerinin dışına taşmış kimyasallar etiketsiz bir şekilde laboratuvarında depolanmaktadır.



Şekil 4.30. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı kontamine atık

İlk laboratuvar gezisi sırasında geri dönüşüm amaçlı bir karton kutuda ambalaj atıkları, meşrubat kapları, piller ve plastikler Şekil 4.31'deki gibi toplanmakta ve bu atıklar daha sonra Çevre Bilimleri Enstitüsü tarafından geri dönüşüm özelliklerine göre ayrılmaktaydı.



Şekil 4.31. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı eski geri dönüşüm atıkları

Daha sonra ikinci laboratuvar gezisi sırasında ise geri dönüşüm amaçlı atıklar için Bornova Belediyesi'nden atık kutuları talep edildiği gözlenmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı yeni geri dönüşüm atık konteyneri

Şekil 4.33'deki kırık camlar ağzı açık bir kasada toplanarak potansiyel bir risk oluşturmaktadır.



Şekil 4.33. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı kırık cam atıkları

Genel Fizikokimya Araştırma Laboratuvarı: Genel fizikokimya araştırma laboratuvarında oluşan atıklar Çizelge 4.8'da verilmektedir.

Çizelge 4.8. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK TANIMI
-	16 05 06	Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları
-	07 01 04	-
-	15 02 02	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler
Hekzan	-	-
Organik atık	-	-
Katı atık	-	-
Baz banyosu	-	-

Bu laboratuvarında yanlış kodlanmış (07 15 02) bir atık konteyneri bulunmaktadır (Şekil 4.34). Bakanlığın AYY atık listesinde 07 15 02 kodlu atık bulunmamaktadır.



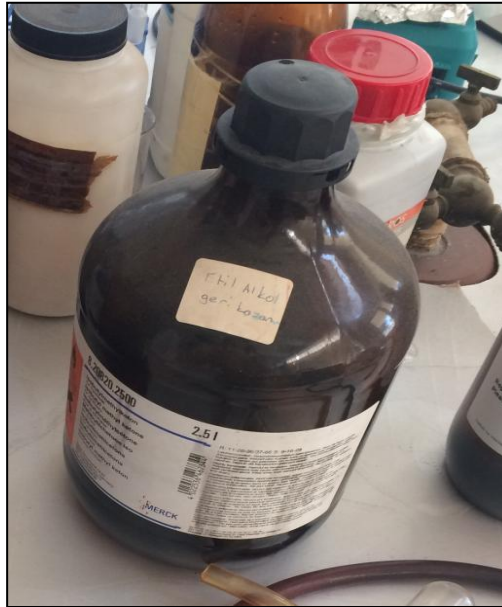
Şekil 4.34. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı yanlış kodlanmış atık

16 05 06 atık kodlu konteyner Şekil 4.35'te verilmektedir.



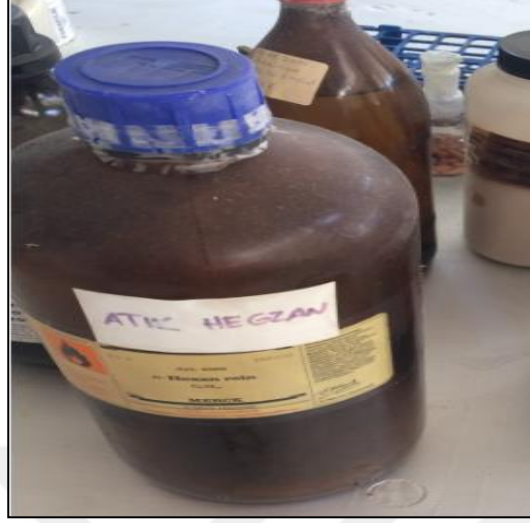
Şekil 4.35. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı 16 05 06 kodlu atık

Geri kazanımı yapılan veya yapılacak olan kimyasal atık kaplarının üzerine “destillenecek çözücü (örn., etanol, diklorometan vb.)“ veya “geri kazanılmış çözücü“ etiketinin yapılması yeterlidir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı geri kazanılan etil alkol

Hekzan atığına ait atık kodu ve tanımı yapılmamıştır (Şekil 4.37). Öneriler kısmında hekzan atığına ait doğru atık kodu ve tanımı yapılmıştır.



Şekil 4.37. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı hekzan atığı

Etiketsiz katı atık konteynerine kolon dolgu maddesi, süzgeç kağıdı ve eldiven gibi laboratuvar malzemeleri atılmaktadır (Şekil 4.38). Katı atıklara ait atık kodu ve tanımı katalizör araştırma laboratuvarı öneriler kısmında verilmiştir.



Şekil 4.38. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı etiketsiz katı atık

Laboratuvarda etiketsiz katı atık konteynerinin yanında etiketli katı atık konteyneri de bulunmaktadır (Şekil 4.39).

Şekil 4.39. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı etiketli katı atık

Altı haneli atık kodu ve tanımı yapılmayan etiketsiz bir diğer atık ise Şekil 4.40'da verilmektedir.



Şekil 4.40. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı organik atık

Bu laboratuvarında cam malzemeleri temizlemek amacıyla potasyum hidroksit ve izopropil alkolden oluşan bir baz banyosu hazırlanmaktadır. Belirli

periyotlarla yenilenen baz banyosu daha sonra nihai atık olarak depolanmaktadır (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Genel fizikokimya araştırma laboratuvarı baz banyosu atığı

Bu laboratuvarıda geri kazanımı yapılan çözücüler daha çok hekzan, etanol, diklorometan ve asetondur. Bunun dışındaki tüm atıklar bertaraf amaçlı depolanmaktadır.

Fotokimya Araştırma Laboratuvarı: Fotokimya araştırma laboratuvarında oluşan atıklar Çizelge 4.9'da verilmektedir.

Çizelge 4.9. Fotokimya araştırma laboratuvarı atık listesi

ATIK LİSTESİ	ATIK KODU	ATIK TANIMI
Porfirin	-	-
Ftalosiyenin	-	-
Piren	-	-
Dimetil sülfoksit	-	-
Dimetilformamid	-	-
Asetonitril	-	-

Bu laboratuvarında atık kodu, atık tanımı ve tehlikeli atık etiketi kullanılmamaktadır. Ftalosiyanin ve porfirin atıkları metalli (örn., çinko, kobalt) ve metalsiz olarak bulunmaktadır. Atıkların tümü tek konteynere toplanmakta ve her atık çeker ocaktaki listeye toplanan kimyasallar olarak listelenmektedir. Öneriler kısmında bu atık türlerine ait atık kodu ve tanımı verilmiştir.

Ege Üniversitesi kimya bölümü koridorlarına yerleştirilen atık pil toplama kutusu Şekil 4.42'de verilmektedir.



Şekil 4.42. Kimya bölümü atık pil toplama kutusu

Aynı şekilde Bornova Belediyesi tarafından temin edilen geri kazanılabilir atık kutusu Şekil 4.43'de verilmektedir.



Şekil 4.43. Kimya bölümü geri dönüştürülebilir atık kutusu

Araştırma laboratuvarlarının hiçbirinde bilinmeyen malzemeye rastlanılmamıştır.

Araştırma laboratuvarlarında çözücülerin geri kazanım faaliyetleri incelendiğinde anorganik kimya araştırma laboratuvarları diklorometan, metanol, aseton, etil asetat, etanol, hekzan ve izopropil alkol çözücülerini; analitik kimya araştırma laboratuvarı asetonu; organik kimya araştırma laboratuvarı I-II diklorometan, toluen, aseton, metanol, etanol, hekzan ve etilasetatı; endüstriyel organik araştırma laboratuvarı diklorometan ve asetonu; genel fizikokimya araştırma laboratuvarı ise etanol, diklorometan ve hekzanı destillemektedir.

Anorganik kimya araştırma laboratuvarı yıllık geri kazanım tablosu incelendiğinde kullanılan tüm kimyasalların, her bir kimyasal ürün bazında yıllık alınan litre miktarı ve litre fiyatı dikkate alınarak yapılan hesaplamada kimya bölümüne toplam alım maliyeti 10.325,00 TL olup, bunun geri kazanım ile 8.525,75 TL'si bölüm ekonomisine kazandırılmaktadır. Genel olarak ise kullanılmak üzere alınan bu kimyasallar %82,57 gibi oldukça yüksek bir oranda tekrar kullanılmak üzere kimya bölümüne kazandırılmıştır. Geri kazanım enerji maliyeti göz önünde bulundurulmamıştır (Bkz. Çizelge 3.2).

Laboratuvarda çalışan yüksek lisans ve doktora öğrencilerine verilen “Kişisel Atık İzleme Defteri“ kullanımı çok aktif olarak kullanılmamaktadır. Kimya bölümü atık komisyonu, atık yönetiminin sorunsuz bir şekilde ilerlemesi için her laboratuvardan sorumlu bir öğretim üyesi belirlemiştir.

Kimya bölümü ayda bin kilogramdan daha az tehlikeli atık ürettiği için geçici depolama izninden muaftır. Eski kimya atık deposundaki atık konteynerlerinin üst rafta depolanmakta olduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 2.22). Dolapların en üstünde malzeme veya ekipman bulundurulması son derece tehlikelidir. Herhangi bir deprem veya rafın kırılması halinde ciddi tehlike yaratması söz konusu olabilir. Ayrıca atıkların dökülmesi veya sızması halinde herhangi bir kör kanal bulunmamaktadır. Zemin katta yer alan atık deposunun sel felaketine karşı almış olduğu herhangi bir önlem bulunmamasından dolayı dış bahçeye yeni atık deposu yapılmıştır. Yeni depodaki atıklar için uygun koşullar

sağlanarak bu eksiklikler giderilmiştir. Fakat sızıntı ve dökülmelere karşı ızgara ile çevreleme yapılmamıştır.

Geçici depolama alanına giren ve çıkan tüm atıkların da kaydı tutulmaktadır. Geçici depo alanına taşınan tüm atıklar büyük hacimli konteynerlere aktarıldıktan sonra uygun etiketlendirme yapılarak bertaraf için depolanmaktadır. Bu etikette atığın kodu, atığın tanımı, atığın miktarı, atığın GHS tehlike sembolleri ve atığın geçici depolama tarihi yer almaktadır.

Katı veya sıvı haldeki tehlikeli atıklar için atığın ve işletmenin özelliğine göre uygun konteyner ve taşıma şekilleri işletmeler tarafından belirlenmektedir. Rektörlükçe temin edilen lisanslı ve özel sigortalı bir tehlikeli atık aracı ile ilgili noktaya nakliyesi yapılmaktadır.

Atık kodu verilen her atık nihai bertarafı yapılmak üzere atık işleme tesislerine nakliyesi yapılmaktadır. Geçici atık deposunda biriktirilen tehlikeli atıkların, atık ve bertaraf tesisinin niteliklerine göre uygun konteyner ve taşıma biçimi şirketler tarafından belirlenmektedir. Geri kazanımı yapılan çözücüler dışında diğer tüm atıklar geçici depolama alanında biriktirildikten sonra Rektörlükçe temin edilen lisanslı ve özel sigortalı tehlikeli atık taşıma aracı ile bertaraf tesisine nakliyesi yapılmaktadır.

5. ÖNERİLER

Katalizör araştırma laboratuvarında; diklorometan atığı 07 01 04* kodlu atık konteynerine aktarıldığı gözlemlenmiştir fakat bu kod halojenli atıklar için uygun değildir. Diklorometan atığı için 07 01 03* kodlu ve “halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler“ tanımlı etiketlenilme yapılmalıdır (Bkz. Şekil 4.1). Ayrıca 07 01 03* kodlu atık konteynerine; karbon tetraklorür, kloroform, halojenli organik maddeler gibi halojen içeren kimyasal atıklar atılırken; 07 01 04* kodlu atık konteynerine; kimyasal çözeltiler ve ana çözeltiler (kristallendirme işleminden sonra kalan sıvı) atılmalıdır (EWC Guidance, 2006). Halojen içerikli atıklara halojen içermeyen atıklar atılabilir fakat halojen içermeyen atıklara halojen içerikli atıklar atılamaz. Ege Üniversitesi Tehlikeli Atıklar Bilgilendirme Kitapçığı'ndaki organik kimyasal atıkların direkt 16 05 06* atık kodu ile verilmesi doğru değildir. AYY deki atık kodu 01'den 12'ye ya da 17'den 20'ye kadar olan bölümlerde uygun bir atık kodu bulunamaz ise 16 ıncı bölüm incelenmesi gerekir. 07 01 04* kodlu atık konteynerinin üzerine “asit“ yazılmıştır. Sülfürik asit için 06 01 01*; hidroklorik asit için 06 01 02*; hidroflorik asit için 06 01 03*; fosforik asit için 06 01 04*; nitrik asit için 06 01 05* ve en son olarak diğer asitler için ise 06 01 06* atık kodu kullanılmalıdır (Bkz. Şekil 4.2). Hidrolik yağ atık konteyneri 13 01 olarak kodlanmış fakat hangi atık yağ türü olduğuna dair kod etiket üzerinde yer almamaktadır (Bkz. Şekil 4.3). PCB içeren hidrolik yağlar 13 01 01*, klor içeren emülsiyonlar 13 01 04*, klor içermeyen emülsiyonlar 13 01 05*, mineral esaslı klor içeren hidrolik yağlar 13 01 09*, mineral esaslı klor içermeyen hidrolik yağlar 13 01 10*, sentetik hidrolik yağlar 13 01 11*, kolayca biyolojik olarak bozunabilir hidrolik yağlar 13 01 12* ve diğer hidrolik yağlar ise 13 01 13* olarak kodlanmalıdır. Tiyonil klorür (SOCl_2) atık konteynerinin üzerinde atık kodu ve tanımı bulunmamaktadır (Bkz. Şekil 4.4). Metal içermeyen asit halojenürler için 06 07 04* kodlu ve “çözeltiler ve asitler, örneğin kontakt asidi“ tanımlı etiketlenilme yapılmalıdır. Ayrıca SOCl_2 atığı su, nem, kuvvetli asit-baz, alkol, amin, dimetil sülfoksit, dimetil formamit, amonyak ve metaller ile şiddetli reaksiyon verdiği için bu kimyasallarla beraber depolanmamalıdır (New Jersey Department of Health and Senior Services, 2000). Fakat SOCl_2 ağız sıkıca kapalı kaplarda serin, kuru ve iyi havalandırılmış bir alanda ısı ve ışıktan uzakta saklanması gerekirken yaz sıcaklığında laboratuvarında pencere kıyısında depolandığı

gözenmiştir. 06 07 04* kodlu atık konteynerine; asitler ve inorganik asitler atılmalıdır (EWC Guidance, 2006). Kırık cam malzemelerin laboratuvarda ayakaltında bulunması son derece tehlikelidir. Atık konteyneri “kırık cam“ olarak etiketlenmeli ve laboratuvarın daha az kullanılan bir köşesinde saklanması gerekir (Bkz. Şekil 4.6). Kontamine olmuş ambalajlar için; 15 01 10* kodlu “tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar“ tanımlı olan atık kodu ile etiketlenmelidir. Kontamine olmuş katı atıklar (tepkiye yan ürünleri, kirlenmiş filtreler, kromatografik adsorbanlar) ise; 15 02 02* “tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler“ atık kodu ve tanımı ile etiketlenmesi yapılmalıdır (Bkz. Şekil 4.7).

Anorganik kimya araştırma laboratuvarında; 16 05 06* kodlu atıklar için “laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları“ atık kodu tanımı yapılmalıdır (Bkz. Şekil 4.9). 16 05 06* kodlu atık konteynerine; toluen, ksilen, benzil klorürler, aldehitler, alkoller, eterler, alifatik hidrokarbonlar, klor, klorometanlar, etil benzen, etanol, laboratuvar kimyasalları, formaldehit, formik asit, metanol, brom, kloroform, dikloroetan, diklorometan gibi atıklar atılmalıdır. Öğrenciler etiketlendirme yapılmamış atıkları bilseler dahi laboratuvara yeni gelen öğrenciler bu atıkların ne olduğu hakkında bilgi sahibi olmayabilir. Geri kazanım amaçlı ayrılan çözeltiler “destillenecek“ etiketi ile belirtilmelidir (Bkz. Şekil 4.10). Ayrıca destillenecek çözeltiler için atık kodu etiketi gerekli değildir. Etiketlerin anlaşılır bir el yazısı olmasına özen gösterilmelidir. Çeker ocakta kapaklı bir plastik kaptaki enjektörlerin içinde bulunan fosfin (PH_3) son derece zehirli bir maddedir (Bkz. Şekil 4.11). Bu yüzden iyi bir şekilde muhafaza edilmelidir. %30’u aşkın fosfin yoğunluğu kendiliğinden tutuşmaya yol açabilmesinden dolayı çeker ocakta depolanmalıdır. Avrupa Atık Kataloğu'na göre 06 09 02* “fosforlu cüruf“ kodu ve tanımıyla etiketlenmelidir (EWC Guidance, 2006). Metal içerikli çözeltiler için 16 05 06* “laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları“ kodu ve tanımıyla etiketlenmelidir (Bkz. Şekil 4.12). Siklooktadien (COD) atığı da 16 05 06* kodu ile etiketlenmelidir (Bkz. Şekil 4.13) (EWC Guidance, 2006). Kırık cam atıklar ağzı açık bir karton kutu içerisinde ayakaltında olduğundan

öğrencilerin düşme ihtimali göz önüne alındığında son derece tehlikelidir (Bkz. Şekil 4.14). Bu kutunun üzerinin kapalı bir şekilde olması veya ayakaltından alınıp kapalı bir dolap içerisine konması olası bir kazada potansiyel riskleri ortadan kaldıracaktır.

Ayrırma yöntemleri araştırma laboratuvarında; 16 05 08* “tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan ıskarta organik kimyasallar“ kodlu ve tanımlı atık konteynerine; toluen, ksilen, klorometanlar, etanol, formik asit, metakrilat, metanol, brom, kloroform, dikloroetan, diklorometan, difenil metan diizosiyanat, eterler, etoksillenmiş alkifenol (yüzey aktif madde), etil benzen, metilen klorür, metil bromür, naftalin ve pestisitler atılmalıdır (Bkz. Şekil 4.15) (EWC Guidance, 2006). 16 05 06* ve 16 05 08* kodlu atıkların depolanması sırasında oksitleyici bir kaynak olan azot dioksit (NO_2) ile patlayıcı bir reaksiyon meydana getirebilme ihtimalinden dolayı dikkatli olunmalıdır (EWC Guidance, 2006). Laboratuvardaki asit banyosu atığının herhangi bir nedenle dökülmesi, ciddi tehlikelere yol açabilir, bu yüzden asit atıkları kovada depolanmak yerine daima ağzı sıkı kapalı konteynerlerde depolamak gerekir (Bkz. Şekil 4.17). Asit banyosu atığı 06 01 05* “nitrik asit ve nitroz asit“ atık kodu ve tanımıyla etiketlenmelidir. Aseton atıkları 07 01 04* “diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler“ atık kodu ve tanımıyla etiketlenmelidir (Bkz. Şekil 4.18).

Optik sensör araştırma laboratuvarında; pestisit atıkları 16 03 03*, 16 03 05*, 16 05 07*, 16 05 08* veya 16 13 01* kodlarından biriyle verilmelidir. Burada çalışılan pestisitler eser miktarda olduğu için atık sınıfı belirtilmemiştir.

Analitik kimya araştırma laboratuvarında; BTEX ve pirol atığı 16 05 06* atık kodu ile etiketlenmelidir (Bkz. Şekil 4.21). 07 01 01* kodlu “su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler“ içeren atık konteynerine asetik asit, aldehitler ve ana çözeltileri atılmalıdır (Bkz. Şekil 4.24) (EWC Guidance, 2006). 07 01 01* kodlu aromatik yapı kimyasal atığı 16 05 06* kodlu atık konteynerine atılmalıdır (Bkz. Şekil 4.25). EWC Guidance'a göre kromat atığı 16 09 02* “kromatlar (örneğin potasyum kromat, potasyum veya sodyum dikromat)“; mangan, kobalt gibi geçiş metalleri 16 08 02* “tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren katalizörler“; peroksitler 16 09 03* “peroksitler (örneğin

hidrojen peroksit)“ atık kodu ve tanımı ile etiketlenmelidir. Oluşan atıkların dışında permanganat atığının varlığında ise 16 09 01* “permanganatlar (örneğin potasyum permanganat)“ atık kodu ve tanımı ile etiketlenmelidir. Biyodizeller 13 01 12* “kolayca biyolojik olarak bozunabilir hidrolik yağlar“; sodyum borhidrür 16 05 06* “laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları“; karbon disülfür 06 06 02* “tehlikeli kükürt bileşenleri içeren atıklar“; dodekanol 16 05 06*; dimetildiklorosilan 06 08 02* “zararlı silikonlar içeren atıklar“; asetonitril 16 05 06*; pirol atığı ise 16 05 06* atık kodu ve tanımları ile etiketlenmelidir (Bkz. Çizelge 4.4). Destillenecek aseton atığı laboratuvarın atık dolabında yer alması yerine geri kazanım için ayrılmış bölmede yer alması düzen ve plan açısından daha iyi olacaktır.

Elektroanalitik kimya araştırma laboratuvarı I'de; EWC Guidance'a göre ağır metal içeren atıklar 06 03 13* “ağır metal içeren katı tuzlar ve solüsyonlar“; ağır metal içeren metal oksitler 06 03 15* “ağır metal içeren metal oksitler“; cıva içeren atıklar 06 04 04* “cıva içeren atıklar“; gümüş içeren atıklar 09 01 06* “fotoğrafçılık atıklarının saha içi arıtılmasından oluşan gümüş içeren atıklar“; altın ve platin içeren atıklar 16 08 01* “altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler“ atık kodu ve tanımıyla etiketlenmelidir (Bkz. Çizelge 4.5).

Organik kimya araştırma laboratuvarı I-II'de; 07 02 03* atık kodu “plastiklerin, sentetik kauçuk ve yapay elyafların imalat, formülasyon, tedarik ve kullanımından kaynaklanan atıklar“ için kullanılırken; 07 01 03* atık kodu “temel organik kimyasal maddelerin imalat, formülasyon, tedarik ve kullanımından kaynaklanan atıklar“ için kullanılır. Bu laboratuvarında oluşan kimyasal atıklar 07 01 03* atık kodunu ilgilendirmektedir, bu yüzden 07 02 03* atık kodu yerine 07 01 03* atık kodu kullanılmalıdır (Bkz. Şekil 4.26).

Endüstriyel organik araştırma laboratuvarında; cam malzemelerin, yaralayıcı özelliği dikkate alınarak depolama koşulları iyileştirilmelidir (Bkz. Şekil 4.33). Geri kazanımı yapılan veya yapılacak olan kimyasal atıklar için atık kodu verilmemelidir (Bkz. Şekil 4.37). Bu laboratuvarında da 07 02 03* atık kodu

yerine 07 01 03* atık kodu kullanılmalıdır (Bkz. Şekil 4.29). Taşmış halde bulunan kimyasal atık konteyneri derhal değiştirilmeli ve herhangi bir tehlikeye izin verilmemelidir (Bkz. Şekil 4.30).

Genel fizikokimya araştırma laboratuvarında; alifatik hidrokarbonlar (örn., heksan) laboratuvarda bulunan 16 05 06* kodlu atık konteynerine aktarılmalıdır (Bkz. Şekil 4.35 ve Şekil 4.38) (EWC Guidance, 2006). Baz banyosu atıkları 16 05 06* atık kodu ile etiketlenmesi yapılmalıdır (Bkz. Şekil 4.42).

Fotokimya araştırma laboratuvarında; metal içerikli polisiklik halkalı bileşikler porfirin ve ftalosiyanın atıkları 16 08 02* “tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler“; metal içermeyen porfirin, ftalosiyanın, piren ve dimetilformamid atıkları 16 03 05* “tehlikeli maddeler içeren organik atıklar“ atık kodu ve tanımı ile etiketlenmelidir. Kükürt içeren dimetil sülfoksit atığı ise 06 06 02* “tehlikeli kükürt bileşenleri içeren atıklar“ şeklinde kodlanarak etiketlenmelidir (Bkz. Çizelge 4.9).

Tüm laboratuvar atıkları Avrupa Atık Kataloğu'nun AYY ye uyarlandığı listeye göre tanımlanmalı ve GHS risk piktogramları ile verilmelidir. Ancak kimya bölümünde kullanılmaya başlanan GHS risk piktogramlarının işaretleme yapılıp yapılmadığı gözlemlenmiştir. Tehlike sınıflarının belirlenmesi ile bertaraf maliyetlerinde de avantaj sağlanacaktır.

Araştırma laboratuvarlarında atıklar etiketlenirken tehlikeli atıklar yıldız (*) sembolü ile verilmelidir ve tüm araştırma laboratuvarları kimyasalların türlerine göre her atığa ait atık kodu ve tanımını listelemelidir. İçerdiği bileşenlerden en tehlikeli olanına ait toplama kabında toplanmalıdır. Bertaraf kararlarına yardımcı olmak amacı ile bileşenlerin listesinin tutulması son derece önemlidir. Ayrıca laboratuvarda çalışan yüksek lisans ve doktora öğrencilerine verilen “Kişisel Atık İzleme Defteri“ kullanımı daha aktif olmalı ve bu atık defterleri belirli aralıklarla denetlenmelidir. Atık komisyonunun belirlemiş olduğu sorumlu öğretim üyeleri, belirli aralıklarla öğrencilerle toplantı düzenleyerek bilgilendirme yapmalı ve yeni gelen araştırmacı öğrencileri bilinçlendirmelidir.

Destillenecek çözeltilerin etiketleri daha anlaşılır bir el yazısıyla not edilmelidir (Bkz. Şekil 4.10). Aksi takdirde başka atıklar ile kirlenerek bu çözücünün geri kazanılması zorlaşacaktır.

Laboratuvarlarda kullanılmakta olan, sağlığı tehdit eden cıva termometrelerinin yerine alkollü termometre kullanımına öncelik verilmesi gerekmektedir. Cam malzemelerin temizliğinde ise kromik asit yerine en fazla %10 derişimli teknik HNO₃ çözeltisi kullanılmalıdır. Bu tür atıkların oluşumunun minimize edilmesi için bulaşık makinası alımı söz konusu olabilir.

Katalizör araştırma laboratuvarı, anorganik kimya araştırma laboratuvarı, ayırma yöntemleri araştırma laboratuvarı, optik sensör araştırma laboratuvarı, atomik absorpsiyon spektroskopisi araştırma laboratuvarı, elektroanalitik kimya araştırma laboratuvarı, genel fizikokimya araştırma laboratuvarı, fotokimya araştırma laboratuvarı ve organik kimya araştırma laboratuvarlarında geri dönüştürülebilir atıklar için ayrı konteyner olmadığından bu tür atıklar evsel nitelikli çöp konteynerlerine atılmaktadır. Endüstriyel organik araştırma laboratuvarı örnek alınarak Bornova Belediyesi'nden atık konteynerleri talep edilmelidir (Bkz. Şekil 4.32). Analitik kimya araştırma laboratuvarında ise sadece plastik atıklar için ayrı konteyner bulundurmasının yanında diğer ambalaj türleri için de atık konteyneri bulundurulmalıdır. Ayrıca genel olarak araştırma laboratuvarlarında kontamine olmuş katı atıkların ve kontamine olmuş ambalajların evsel nitelikli çöp konteynerine atıldığı gözlenmiştir. Katalizör kimya araştırma laboratuvarı ve fizikokimya araştırma laboratuvarı dışındaki araştırma laboratuvarı da kontamine olmuş katı atıklar için ayrı katı atık konteyneri bulundurulmalıdır. Kontamine olmuş ambalajlar için; 15 01 10* kodlu “tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar“ tanımlı olan atık kodu ile etiketlenmelidir. Fakültenin bazı katlarında bulunan “Atık Pil Toplama Kutusu“ (Bkz. Şekil 4.43) ve “Geri Kazanılabılır Atık Kutusu (kağıt-karton, metal, plastik, kompozit)“ (Bkz. Şekil 4.44) öğrenciler tarafından etkili bir şekilde kullanılmamasından dolayı her laboratuvarın kendisine ait atık konteynerlerinin olması atık birikimi konusunda daha etkili olacaktır. Çünkü öğrenciler ambalaj atıkları için uzak mesafede

bulunan atık konteynerlerine gitmek yerine evsel nitelikli çöp kutularını kullanmayı tercih etmektedirler.

Laboratuvarda depolama yapılırken atık konteynerlerinin belli yerlerde değil, dağınık bir şekilde bulunduğu gözlenmiştir. Her laboratuvar bu dağınıklığı önlemek amacıyla kendi atıkları için özel bölmeler yaratmalı ve bu bölmeler çeker ocak sistemi ile donatılmalıdır. Geçici depolamanın yapıldığı alanda tehlikeli atıkların depolama süresi altı ayı geçmemelidir. Kimya bölümü yeni atık deposuna sızıntı ve dökülmelere karşı ızgara ile çevreleme yapılmalıdır. Ayrıca yaz ayında depolama yaparken klima gibi soğutma sistemleri gerekli olurken, içerdeki havayı dışarı veren fan sistemi ise depolama yapılan alanda mutlaka kurulmalıdır.

Son olarak ÇEVMER'in yayımlamış olduğu "Tehlikeli Atıklar Bilgilendirme Kitapçığı"nda verilen atıklara ait atık kodları AYY baz alınarak tekrardan gözden geçirilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- AGRIFUM,** 2011, “Güvenlik Bilgi Formu“
http://www.agrifum.com/dosyalar/fumiphos_msds.pdf (Erişim Tarihi 10.04.2018)
- Altınoluk Nakliyat,** “Ambalaj Atıkları Hakkında Merak Edilenler“
<http://altinoluknakliyat.net/ambalaj-atiklari-hakkinda-merak-edilenler/>
(Erişim Tarihi 16.10.2017)
- Anastas, P. T; Warner, J. C.,** 2000, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 132p.
- Atık Ara Depolama Tesisleri Tebliği,** 2011, T. C. Resmi Gazete, 27916, 26 Nisan 2011
- Atık Yönetimi Yönetmeliği,** 2015, T. C. Resmi Gazete, 29314, 2 Nisan 2015
- Barkley, W. E., Cook, S. H., Fivizzani, K. P., Izzo, R., Jacobson., K. A., Maupins., K., Moloy, K., Ogle, R. B., Palassis, J., Reinhardt, P. A., Thompson, L. T. ve Winfield, L.,** 2011, Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals, The National Academies Press, Washington, DC, Updated Version, 338p.
- Berkel, M., Çağındı, Ö.,** 2014, Gıda Laboratuvarlarında Atık Yönetimi, *Academic Food Journal*, 12(3), 54-59s.
- Biyoküre,** 2012, “Destilasyon Çeşitleri“ <http://biyokure.org/distilasyon-turleri/7073/> (Erişim Tarihi 26.01.2018)
- Choudhary, M. I., Lim, P., Heindel, N. D., Charles, B., Baum, J. S., Bhattacharya, A., Casey, C. P., Cesa, M. C., Hill, R. H., Izzo, R. M., Phifer, R. W., Solomon, M. Z., Solyst, J. M. ve Wright, U.,** 2010, Chemical Laboratory Safety and Security: A Guide to Prudent Chemical Management, The National Academies Press, Washington, DC, 267p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği, 2014, T. C. Resmi Gazete, 29115, 10 Eylül 2014.

Çevreonline, “Atık Yönetimi“, <http://cevreonline.com/atik-yonetimi/>. (Erişim Tarihi 15.10.2017)

ÇSGB., “Tehlikeli ve Tehlikesiz Atık Geçici Depolama Alanları“
http://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/ta_gec-c-_depolama_alan-_sartlar_ve_ozell-kler--1-20180201135436.docx (Erişim Tarihi 05.05.2018)

Dikshith, T. S. S., 2013, Hazardous Chemicals: Safety Management and Global Regulations, CRC Press, New York, 638p.

Doğan, E., Gedik, K., Kaya, D., Kocabaş, A. M., Özkan-Yücel, U. G., Yılmaz, Ö., & Demirer, G. N., “ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvar Atık Yönetim Sistemi (LAYS) Uygulaması“ (Erişim Tarihi 10.10.2017)

Ege Üniversitesi Entegre Atık Yönetimi, 2016, “Tehlikeli Atıklar Bilgilendirme Kitapçığı“,
<http://euatik.ege.edu.tr/files/tehlikeliatiklarbilgilendirmekitapcigi.pdf>.

Ege Üniversitesi, 2017, Yeşil Üniversite Rehberi, Ege Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÇEVMER) Yayınları, 80s.

Egs Petrol, 2015, “Güvenlik Bilgi Formu“
http://www.egspetrol.com/urunler/MSDS/hidrolik_yaglar/Shell-Tellus-S2-M-46.pdf (Erişim Tarihi 22.03.2018)

European Commission, “Directive 2008/98/EC on Waste (Waste Framework Directive)“, <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>. (Erişim Tarihi 15.11.2017)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

European Commission, “Classification and Labelling (CLP/GHS)“, https://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/classification-labelling_da (Erişim Tarihi 01.04.2018)

European Union Law, 2008, “Directive 2008/98/EC of The European Parliament and of The Council“ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN> (Erişim Tarihi 10.03.2018)

EWC Guidance, 2006, “Using the List of Wastes to code waste for Waste Transfer Notes, PPC Permits and Waste Management Licences in England & Wales“ <https://www.360environmental.co.uk/documents/EAEWCGuide.pdf> (Erişim tarihi 23.11.2017)

Indigo Instruments, “Sulfite Test Strips“ https://www.indigoinstruments.com/test_strips/miscellaneous/sulfite-test-strips-0-500ppm-33817S.html (Erişim Tarihi 02.03.2018)

Labor, “MERCK 114798 Siyanür Testi 0.03-0.07-0.13-0.2-0.3-0.5-1-2-5 mg/l CN- MColortest™“ (Erişim Tarihi 11.04.2018)

Lab World, “Alkollü Termometre Baget“ <http://www.tekkimlab.com.tr/urun/alkollu-termometre-baget-0-200-derece/> (Erişim Tarihi 12.12.2017)

Memurlar.net, 2008, “Patlayan deney tüpü, üniversite öğrencisi kızın bir gözünü kör etti“ <https://www.memurlar.net/haber/103845/patlayan-deney-tupu-universite-ogrencisi-kizin-bir-gozunu-kor-etti.html> (Erişim Tarihi 19.03.2018)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Merck Millipore, 2011, Merck Laboratuvar El Kitabı,
file:///C:/Users/PC/Downloads/LaboratuvarElKitabi%20(2).pdf (Erişim
Tarihi 31.10.2017)

Merck Millipore, 2018, “Peroxide Test“,
[http://www.merckmillipore.com/TR/tr/product/Peroxide-
Test,MDA_CHEM-110011](http://www.merckmillipore.com/TR/tr/product/Peroxide-Test,MDA_CHEM-110011) (Erişim Tarihi 02.03.2018)

MSDSonline, 2015, “Chemical Waste Explosion Drives Home Importance of
Employer & First Responder Relationships“
[https://www.msdsonline.com/2015/02/03/chemical-waste-explosion-drives-
home-importance-of-employer-first-responder-relationships/](https://www.msdsonline.com/2015/02/03/chemical-waste-explosion-drives-home-importance-of-employer-first-responder-relationships/) (Erişim Tarihi
19.03.2018)

New Jersey Department of Health and Senior Services, 2000, “Hazardous
Substance Fact Sheet“
<http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1850.pdf> (Erişim Tarihi
12.02.2018)

Nova-Tech International, “Thermometer Armor“ [http://www.novatech-
usa.com/Products/Thermometer-Armor/](http://www.novatech-usa.com/Products/Thermometer-Armor/) (Erişim Tarihi 12.12.2017)

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), “Chemical
Reactivity Hazards“ <https://www.osha.gov/SLTC/reactivechemicals/>
(Erişim Tarihi 15.10.2017)

Sigma-Aldrich, “Double-Safe™ PTFE coated thermomete“
[https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z676403?lang=en&r
egion=TR](https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z676403?lang=en®ion=TR) (Erişim Tarihi 12.12.2017)

**T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel
Müdürlüğü (ÇSGB, İSGGM)**, 2016, “Tehlikeli Atık Bertaraf Tesislerinin
İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi“

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

<https://www.csgb.gov.tr/media/5086/merveercan.pdf> (Erişim Tarihi 18.04.2018)

T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇSB)., 2012, “Tehlikeli Atıkların Sınıflandırılması Kılavuzu“, www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_1-03_04_2012.pdf. (Erişim Tarihi 16.10.2017)

T.C. Sayıştay Başkanlığı, 2007, “Türkiye’de Atık Yönetimi Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi“, Performans Denetim Raporu“ <http://docplayer.biz.tr/29224-T-c-sayistay-baskanligi-turkiye-de-atik-yonetimi-ulusal-duzenlemeler-ve-uygulama-sonuclarinin-degerlendirilmesi-performans-denetimi-raporu.html> (Erişim Tarihi 28.04.2018)

Türk Tabipler Birliği, 2016, “Atık Yakma Tesisleri ve Kocaeli’nde SonDurum“ <http://kocaelitabip.org.tr/wp-content/uploads/2016/11/at%C4%B1k-yakma-tesisleri.pdf> (Erişim Tarihi 28.04.2018)

United Italian Corp. (HK) Ltd, “pH Paper“ <http://www.uicl.com.hk/goods/show-321.aspx> (Erişim Tarihi 02.03.2018)

United States Environmental Protection Agency (EPA)., “Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) Overview“ www.epa.gov/rcra/resource-conservation-and-recovery-act-rcra-overview (Erişim Tarihi 10.10.2017)

Williams, P. T., 2005, Waste Treatment and Disposal, John Wiley & Sons Ltd., UK, 380p.

Yanık, J., 2016, “Atık Yönetimi Ders Notu Pdf“

ÖZGEÇMİŞ

21.01.1992 tarihinde Urla İzmir’de doğdu. Tüm öğrenim hayatını aynı şehirde tamamladı. 2010 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda Yüksek lisansa başladı ve 2018 yılında yüksek lisansını tamamladı. 2016 yılında ise Ege Üniversitesi Fen Bilimleri İş Güvenliği Anabilim Dalı’nda İş Sağlığı ve Güvenliği tezli yüksek lisans bölümüne kayıt yaptırdı. Halen yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.



EKLER

Ek 1 Bertaraf Yöntemleri

Ek 2 Geri Kazanım İşlemleri

Ek 3 Tehlikeli Kabul Edilen Atıkların Özellikleri

Ek 4 Atık Listesi

Ek 5 Tehlikeli Atık Eşik Konsantrasyonları

EK 6 Yüksek ve Düşük Toksikite Katyonları ve Tercih Edilen Çöktürücüler

EK 7 Yüksek ve Düşük Toksikite Anyonları ve Tercih Edilen Çöktürücüler

EK 8 Metal Hidroksit ve Oksitlerin Çökmesi İçin pH Aralıkları

EK 9 Sülfürlerin Çöktürülmesi

EK 10 Birbiriyle Karışmaması Gereken Kimyasallar

EK 11 Teknik Çözgenlerin Proforma Faturası

Ek 1 Bertaraf Yöntemleri

Atık Kodu	Bertaraf Yöntemleri
D1	Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (örneğin, düzenli depolama ve benzeri)
D2	Arazi ıslahı (örneğin, sıvı veya çamur atıkların toprakta biyolojik bozulmaya uğraması ve benzeri)
D3	Derine enjeksiyon ⁽¹⁾ (örneğin, pompalanabilir atıkların kuyulara, tuz kayalarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyonu ve benzeri)
D4	Yüzey doldurma (örneğin, sıvı ya da çamur atıkların kovuklara, havuzlara ve lagünlere doldurulması ve benzeri) ⁽²⁾
D5	Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)
D6	Deniz/okyanus hariç bir su kütesine boşaltım ⁽³⁾
D7	Deniz yatakları dahil deniz/okyanuslara boşaltım ⁽³⁾
D8	D1 ile D7 ve D9 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen biyolojik işlemler
D9	D1 ile D8 ve D10 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan fiziksel-kimyasal işlemler (örneğin, buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)
D10	Yakma (Karada)
D11	Yakma (Deniz üstünde) ⁽⁴⁾
D12	Sürekli depolama ⁽⁵⁾ (bir maddede konteynerlerin yerleştirilmesi ve benzeri)
D13	D1 ile D12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce harmanlama veya karıştırma
D14	D1 ile D13 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce yeniden ambalajlama
D15	D1 ile D14 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar depolama (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

(1) D3 Derine enjeksiyon: Pompalanabilir nitelikteki sıvı atıklar jeolojik ve hidrojeolojik açıdan uygun olan kuyulara, tuz kayaçlarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyon işlemi ile bertaraf edilebilir. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler alanın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ve Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.

(2) Bu yöntemin uygulanmasında Orman ve Su İşleri Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.

(3) Bu yöntemlerin uygulanmasında Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.

(4) D11 Yakma (Deniz üstünde): Bu yöntem ülkemizin taraf olduğu uluslararası sözleşmeler çerçevesinde yasaklanmıştır.

(5) D12 Sürekli depolama: Kapalı maden ocaklarında atıkların konteynerler içinde depolanması mümkündür. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler ocağın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ve Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.

Ek 2 Geri Kazanım İşlemleri

Atık Kodu	Geri Kazanım İşlemleri
R1	Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma
R2	Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi
R3	Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil)
R4	Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü
R5	Diğer anorganik malzemelerin ıslahı/geri dönüşümü
R6	Asitlerin veya bazların yeniden üretimi
R7	Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı
R8	Katalizör parçalarının (bileşenlerinin) geri kazanımı
R10	Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı
R11	R1 ile R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı
R12	Atıkların R1 ile R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi ⁽¹⁾
R13	R1 ile R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların ara depolanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

(1) R12: Uygun bir R kodu yoksa R1'den R11'e kadar numaralandırılmış işlemler öncesinde yapılacak söküm, tasnif etme, kırma, sıkıştırma, peletleme, kurutma, parçalama, şartlandırma, yeniden ambalajlama, ayırma, harmanlama ya da karıştırma gibi ön işlem faaliyetlerini kapsayan işlemleri içerebilir.

Ek 3 Tehlikeli Kabul Edilen Atıkların Özellikleri

Atık Kodu	Özellikleri
H1 Patlayıcı	Alev etkisi altında patlayabilen ya da dinitrobenzenden daha fazla şekilde şoklara ve sürtünmeye hassas olan maddeler ve müstahzarlar, kendi başına kimyasal reaksiyon yolu ile belli bir sıcaklık ve basınçta hızla gaz oluşmasına neden olabilecek madde veya atıklar.
H2 Oksitleyici	Diğer maddelerle, özellikle de yanıcı maddelerle temas halinde iken yüksek oranda ekzotermik reaksiyonlar gösteren maddeler ve karışımlar.
H3-A Yüksek Oranda Alevlenir	a) 21 °C'nin altında parlama noktasına sahip sıvı maddeler ve karışımlar (aşırı tutuşabilen sıvılar dahil), b) Herhangi bir enerji kaynağı uygulaması olmaksızın ortam sıcaklığındaki hava ile temas ettiğinde ısınabilen ve sonuç olarak tutuşabilen maddeler ve karışımlar, c) Bir ateşleme kaynağı ile kısa süre temas ettiğinde kolayca tutuşabilen ve ateşleme kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra yanmaya ve tükenmeye devam eden katı maddeler ve karışımlar, ç) Normal basınçta, havada tutuşabilen gazlı maddeler ve karışımlar, d) Su veya nemli hava ile temas ettiğinde, tehlikeli miktarda yüksek oranda yanıcı gazlara dönüşen maddeler ve karışımlar
H3-B Alevlenir	21 °C ye eşit veya daha yüksek ya da 55 °C'ye eşit ya da daha düşük parlama noktasına sahip olan sıvı maddeler ve karışımlar.
H4 Tahriş Edici	Deri ile ya da balgam membranı ile ani, uzun süreli ya da tekrar eden temaslar halinde yanığa sebebiyet verebilen, aşındırıcı olmayan maddeler ve karışımlar.
H5 Zararlı	Solunduğu veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde belirli bir sağlık riski içeren maddeler ve karışımlar.
H6 Toksik	Solunduğunda veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, sağlık yönünden ciddi, akut veya kronik risk oluşturan ve hatta ölüme neden olan madde ve karışımlar.
H7 Kanserojen	Solunduğunda, yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, kansere yol açan veya etkisinin artmasına neden olan madde ve karışımlar.
H8 Aşındırıcı (Korozif)	Temas halinde canlı dokuları tahrip eden madde ve karışımlar.
H9 Enfeksiyon Yapıcı	Varlığını sürdürebilen mikro organizmalar veya insan veya diğer canlı organizmalarda hastalığa neden olduğu bilinen veya inanılan toksinlerini içeren maddeler veya karışımlar.
H10 Üreme Sistemine Toksik	Solunduğunda, yenildiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, doğuştan gelen kalıtsal olmayan sakatlıklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde ve karışımlar.
H11 Mutajenik	Solunduğunda, yenildiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, kalıtsal genetik bozukluklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde ve karışımlar.
H12	Havayla, suyla veya bir asitle temas etmesi sonucu zehirli veya çok zehirli gazları serbest bırakan atıklar.
H13 Hassaslaştırıcı	Cilde nüfuz ettiğinde ya da solunduğunda hiper-hassaslaştırma reaksiyonu oluşturabilen ve uzun süre maruz kalınması halinde karakteristik olumsuz etkilere sebep olabilen maddeler ve karışımlar
H14 Ekotoksik	Çevrenin bir veya daha fazla kesimi üzerinde ani veya gecikmeli zararlı etkiler gösteren veya gösterme riski taşıyan atıklar.

Ek 4 Atık Listesi

Atık Kodu	Bölümler
01	Madenlerin aranması, çıkarılması, işletilmesi, fiziki ve kimyasal işleme tabi tutulması sırasında ortaya çıkan atıklar,
02	Tarım, bahçivancılık, su ürünleri, ormancılık, avcılık ve balıkçılık, gıda üretimi ve işleme sonucu ortaya çıkan atıklar,
03	Ahşap işleme ve kağıt, karton, kağıt hamuru, panel (sunta) ve mobilya üretiminden kaynaklanan atıklar,
04	Deri, kürk ve tekstil endüstrilerinden kaynaklanan atıklar,
05	Petrol rafinasyonu, doğal gaz saflaştırma ve kömürün pirolitik işlenmesinden kaynaklanan atıklar,
06	Anorganik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,
07	Organik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,
08	Astarlar (boyalar, vernikler ve vitrikiye emayeler), yapışkanlar, yalıtıcılar ve baskı mürekkeplerinin imalat, formülasyon tedarik ve kullanımından (İFTK) kaynaklanan atıklar,
09	Fotoğraf endüstrisinden kaynaklanan atıklar,
10	Isıl işlemlerden kaynaklanan atıklar,
11	Metal ve diğer malzemelerin kimyasal yüzey işleme ve kaplanması işlemlerinden kaynaklanan atıklar; demir dışı hidrometalurji,
12	Metallerin ve plastiklerin fiziki ve mekanik yüzey işlemlerinden ve şekillendirilmesinden kaynaklanan atıklar,
13	Yağ atıkları ve sıvı yakıt atıkları (yenilebilir yağlar, 05 ve 12 hariç),
14	Atık organik çözücüler, soğutucular ve itici gazlar (07 ve 08 hariç),
15	Atık ambalajlar ile başka bir şekilde belirtilmemiş emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysiler,
16	Listede başka bir şekilde belirtilmemiş atıklar,
17	İnşaat ve yıkım atıkları (kirlenmiş alanlardan çıkartılan hafriyat dahil),
18	İnsan ve hayvan sağlığı ve/veya bu konulardaki araştırmalardan kaynaklanan atıklar (doğrudan sağlığa ilişkin olmayan mutfak ve restoran atıkları hariç)
19	Atık yönetim tesislerinden, tesis dışı atıksu arıtma tesislerinden ve insan tüketimi ve endüstriyel kullanım için su hazırlama tesislerinden kaynaklanan atıklar,
20	Ayrı toplanmış fraksiyonlar dahil belediye atıkları (evsel atıklar ve benzer ticari, endüstriyel ve kurumsal atıklar).

EK 5 Tehlikeli Atık Eşik Konsantrasyonları

- a) Parlama noktası ≤ 55 °C,
- b) Yüksek seviyede zehirli (toksik) olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%0,1$ olması,
- c) Zehirli (toksik) olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%3$ olması,
- ç) Zararlı olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%25$ olması,
- d) R35'e göre aşındırıcı olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%1$ olması,
- e) R34'e göre aşındırıcı olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%5$ olması,
- f) R41'e göre tahriş edici olarak sınıflandırılan bir ya da birden fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%10$ olması,
- g) R36, R37 ve R38'e göre tahriş edici olarak sınıflandırılan bir veya daha fazla maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%20$ olması,
- ğ) Kategori 1 ya da 2'de kanserojen etkisinin olduğu bilinen bir maddelerdeki toplam konsantrasyonun $\geq \%0,1$ olması,
- h) Kategori 3'de kanserojen etkisinin olduğu bilinen bir maddedeki toplam konsantrasyonun $\geq \%1$ olması,
- ı) R60 ya da R61'e göre üreme yetisini azaltıcı olarak sınıflandırılan Kategori 1 ya da 2 maddesindeki konsantrasyonun $\geq \%0,5$ olması,
- i) R62 ya da R63'e göre üreme yetisini azaltıcı özelliği ile sınıflandırılan kategori 3 maddesindeki konsantrasyonun $\geq \%5$ olması,
- j) R46'ya göre kalıtsal değişikliklere yol açıcı olarak sınıflandırılan Kategori 1 ya da 2 maddesindeki konsantrasyonun $\geq \%0,1$ olması,
- k) R40'a göre kalıtsal değişikliklere yol açıcı olarak sınıflandırılan Kategori 3 maddesindeki konsantrasyonun $\geq \%1$ olması,

EK 5 (devam)

(1) R kodları (risk durumu) 26/12/2008 tarihli ve 27092 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik Ek-5’te verilmektedir.

(2) Kontamine olmuş metal talaşlarına yapılacak analizlerde, kontaminasyonun miktarının toplam konsantrasyonun \geq %1 olması halinde, atık tehlikeli olarak sınıflandırılır. Ancak kontaminasyona yönelik yukarıdaki sınır değerlerde daha kısıtlayıcı bir limitin olması halinde, yukarıdaki değerler esas alınır.

(3) Arıtma çamurlarına yapılacak analizlerde arıtma çamuru numunesinin analiz sonucu %50 kuruluk seviyesine ve sınır değerlere göre değerlendirilir.

(4) Madenlerin aranması, çıkarılması, işleme tabi tutulması veya depolanması sonucu oluşan atıklar hariç olmak üzere, atıkların tehlikelilik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin yapılacak analizlerde maddenin mineralojik yapısında bulunan bileşiklerden, sadece inorganik fazındakilerin bu Yönetmeliğin ek-3/A’sında belirtilen “H4 Tahriş edici” ve “H5 Zararlı” özelliklerinden dolayı, atıklar tehlikeli addedilemez.

(5) Madenlerin aranması, çıkarılması, işleme tabi tutulması veya depolanması sonucu oluşan atıklar hariç olmak üzere, atıklar, yapılan analiz neticesinde sadece “H14 Ekotoksik” özellikten dolayı tehlikeli addedilemez; ancak atıkların yönetimi, tekrar kullanımı ve işlenmesinde ekotoksik özellikler dikkate alınarak işlem yapılır. Atıklar ekotoksik özelliğinin seviyesine bağlı olarak gerekli hallerde Bakanlık tarafından tehlikeli atık olarak sınıflandırılabilir.

EK 6 Yüksek ve Düşük Toksikite Katyonları ve Tercih Edilen Çöktürücüler

Çok Toksik		Az Toksik	
Katyon	Çöktürücü	Katyon	Çöktürücü
Antimon	OH ⁻ , S ²⁻	Alüminyum	OH ⁻
Arsenik	S ²⁻	Bizmut	OH ⁻ , S ²⁻
Baryum	SO ₄ ²⁻ , CO ₃ ²⁻	Kalsiyum	SO ₄ ²⁻ , CO ₃ ²⁻
Berilyum	OH ⁻	Seryum	OH ⁻
Kadmiyum	OH ⁻ , S ²⁻	Sezyum	-
Krom (III) ^b	OH ⁻	Bakır ^c	OH ⁻ , S ²⁻
Kobalt (II) ^b	OH ⁻ , S ²⁻	Altın	OH ⁻ , S ²⁻
Galyum	OH ⁻	Demir ^c	OH ⁻ , S ²⁻
Germanyum	OH ⁻ , S ²⁻	Lantanitler	OH ⁻
Hafniyum	OH ⁻	Lityum	-
İndiyum	OH ⁻ , S ²⁻	Magnezyum	OH ⁻
İridyum	OH ⁻ , S ²⁻	Molibden (VI) ^{b,e}	-
Kurşun	OH ⁻ , S ²⁻	Niyobyum (V)	OH ⁻
Manganez (II) ^b	OH ⁻ , S ²⁻	Paladyum	OH ⁻ , S ²⁻
Cıva	OH ⁻ , S ²⁻	Potasyum	-
Nikel	OH ⁻ , S ²⁻	Rubidyum	-
Osmiyum (IV) ^{b,f}	OH ⁻ , S ²⁻	Skandiyum	OH ⁻
Platin (II) ^b	OH ⁻ , S ²⁻	Sodyum	-
Renyum (VII) ^b	S ²⁻	Stronsiyum	SO ₄ ²⁻ , CO ₃ ²⁻
Rodyum (III) ^b	OH ⁻ , S ²⁻	Tantal	OH ⁻
Rutenyum (VII) ^b	OH ⁻ , S ²⁻	Kalay	OH ⁻ , S ²⁻
Selenyum	S ²⁻	Titanyum	OH ⁻
Gümüş ^d	Cl ⁻ , OH ⁻ , S ²⁻	İtriyum	OH ⁻
Tellür	S ²⁻	Çinko ^c	OH ⁻ , S ²⁻
Talyum	OH ⁻ , S ²⁻	Zirkonyum	OH ⁻
Tungsten (VI) ^{b,e}			
Vanadyum	OH ⁻ , S ²⁻		

^a Çöktürücüler tercih sırasına göre listelenmiştir: OH⁻, CO₃²⁻ = baz (sodyum hidroksit veya sodyum karbonat), S²⁻ = sülfid, SO₄²⁻ = sülfat ve Cl⁻ = klorür.

^b Çöktürücü, belirtilen değerlik durumu içindir.

^c Bazı ülkelerde bu düşük toksisiteli iyonlar için çok düşük maksimum tolerans seviyeleri belirlenmiş ve kamu kanalizasyon sistemlerine büyük miktarlar verilmemelidir.

^d Bu nadir ve pahalı metallerin geri kazanılması ekonomik açıdan olumlu olabilir.

^e Bu iyonlar, kalsiyum molibdat (VI) veya kalsiyum tungstat (VI) olarak çöktürülür.

^f DİKKAT: Uçucu, aşırı derecede zehirli bir madde olan OSO₄ (Osmiyum tetroksit), hava varlığında asit koşullarında osmiyum bileşiklerinin herhangi birinden oluşur. Mısır yağı veya süt tozu reaksiyonu onu yok eder.

EK 7 Yüksek ve Düşük Toksikite Anyonları ve Tercih Edilen Çöktürücüler

İyon	Çok Tehlikeli Anyonlar		Düşük Tehlikeli Anyonlar
	Tehlike Tipi ^a	Çöktürücü	
Alüminyum hidrid, AlH_4^-	F, W	-	Bisülfat, HSO_3^-
Amit, NH_2^-	F, E ^b	-	Borat, BO_3^{3-} , $B_4O_7^{2-}$
Arsenat, AsO_3^- , AsO_4^{3-}	T	Cu^{2+} , Fe^{2+}	Bromür, Br^-
Arsenit, AsO_2^- , AsO_3^{3-}	T	Pb^{2+}	Karbonat, CO_3^{2-}
Azid, N_3^-	E, T	-	Klorür, Cl^-
Bor hidrür, BH_4^-	F	-	Siyanat, OCN^-
Bromat, BrO_3^-	O, F, E	-	Hidroksit, OH^-
Klorat, ClO_3^-	O, E	-	İyodür, I^-
Kromat, CrO_4^{2-} , $Cr_2O_7^{2-}$	T, O	^c	Oksit, O^-
Siyanür, CN^-	T	-	Fosfat, PO_4^{3-}
Ferrisiyanür, $\{Fe(CN)_6\}^{3-}$	T	Fe^{2+}	Sülfat, SO_4^{2-}
Ferrosiyonür, $\{Fe(CN)_6\}^{4-}$	T	Fe^{3+}	Sülfat, SO_3^{2-}
Florür, F^-	T	Ca^{2+}	Tiyosiyonat, SCN^-
Hidrür, H^-	F, W	-	
Hidroperoksit, O_2H^-	O, E	-	
Hidrosülfat, SH^-	T	-	
Hipoklorit, OCH^-	O	-	
İyodat, IO_3^-	O, E	-	
Nitrat, NO_3^-	O	-	
Nitrit, NO_2^-	T, O	-	
Perklorat, ClO_4^-	O, E	-	
Permanganat, MnO_4^-	T, O	-	
Peroksit, O_2^{2-}	O, E	^d	
Persülfat, $S_2O_8^{2-}$	O	-	
Selenat, SeO_4^{2-}	T	Pb^{2+}	
Selenit, Se^{2-}	T	Cu^{2+}	
Sülfat, S^{2-}	T	-	

^a T = toksik; O = oksitleyici; F = alevlenebilir; E = patlayıcı; W = suyla reaksiyon veren.

^b Metal amitler havaya maruz kaldıklarında kolayca patlayıcı peroksitler oluştururlar.

^c Cr^{3+} olarak indirgenir ve çökeltilir.

^d Mn (II) olarak indirgenir ve çökeltilir; Ek 6'ya bakınız.

EK 8 Metal Hidroksit ve Oksitlerin Çökmesi İçin pH Aralıkları

pH:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ag ⁺									→	1N	
Al ³⁺								—			
As ³⁺	Not precipitated (precipitate as sulfide)										
As ⁵⁺	Not precipitated (precipitate as sulfide)										
Au ³⁺								—			
Be ²⁺								—			
Bi ³⁺								—			
Cd ²⁺								—		→ 1N	
Co ²⁺								—		→ 1N	
Cr ³⁺								—		→ 1N	
Cu ⁺								—		→ 1N	
Cu ²⁺								—		→ 1N	
Fe ²⁺								—		→ 1N	
Fe ³⁺								—		→ 1N	
Ga ³⁺								—			
Ge ⁴⁺								—			
Hf ⁴⁺								—			
Hg ¹⁺								—		→ 1N	
Hg ²⁺								—		→ 1N	
In ³⁺								—		→ pH13	
Ir ⁴⁺								—			
Mg ²⁺									→	1N	
Mn ²⁺									→	1N	
Mn ⁴⁺								—		→ 1N	
Mo ⁶⁺	Not precipitated (precipitate as Ca salt)										
Nb ⁵⁺		—									
Ni ²⁺									→	1N	
Os ⁴⁺								—			
Pb ²⁺								—			
Pd ²⁺								—			
Pd ⁴⁺								—			
Pt ²⁺								—			
Re ³⁺								—		→ 1N	
Re ⁷⁺	Not precipitated (precipitate as sulfide)										
Rh ³⁺								—		→ 1N	
Ru ³⁺								—		→ 1N	
Sb ³⁺								—			
Sb ⁵⁺								—			
Sc ³⁺									→	1N	
Se ⁴⁺	Not precipitated (precipitate as sulfide)										
Se ⁶⁺	Not precipitated (precipitate as sulfide)										
Sn ²⁺								—			
Sn ⁴⁺								—			
Ta ⁵⁺		—									
Te ⁴⁺	Not precipitated (precipitate as sulfide)										
Te ⁶⁺	Not precipitated (precipitate as sulfide)										
Th ⁴⁺								—		→ 1N	
Ti ³⁺								—		→ 1N	
Ti ⁴⁺								—		→ 1N	
Tl ³⁺									→	1N	
V ⁴⁺								—			
V ⁵⁺								—			
W ⁶⁺	Not precipitated (precipitate as Ca salt)										
Zn ²⁺								—			
Zn ⁴⁺								—			

EK 9 Sülfürlerin Çöktürülmesi

pH 7'de Çöktürme	Düşük pH'da Çöktürülmeyen	Yüksek pH'da Çözünür Kompleks
Ag ⁺	-	-
As ^{3+α}	-	-
Au ^{+α}	-	X
Bi ³⁺	-	X
Cd ²⁺	-	-
Co ²⁺	X	-
Cr ^{3+α}	-	-
Cu ²⁺	-	-
Fe ^{2+α}	X	-
Ge ²⁺	-	X
Hg ²⁺	-	X
In ³⁺	X	-
Ir ⁴⁺	-	X
Mn ^{2+α}	X	-
Mo ³⁺	-	X
Ni ²⁺	X	-
Os ⁴⁺	-	-
Pb ²⁺	-	-
Pd ^{2+α}	-	-
Pt ^{2+α}	-	X
Re ⁴⁺	-	-
Rh ²⁺	-	-
Ru ⁴⁺	-	-
Sb ^{3+α}	-	X
Se ²⁺	-	X
Sn ²⁺	-	X
Te ⁴⁺	-	X
Tl ^{+α}	X	-
V ⁴⁺	-	-
Zn ²⁺	X	-

NOT: X olmadan listelenen iyonların çökmesi genel olarak pH'ya bağlı değildir.

^α Bu iyonun daha yüksek oksidasyon durumları sülfür iyonu tarafından indirgenir ve bu sülfid olarak çökelir (Swift ve Schaefer, 1961).

EK 10 Birbiriyle Karışmaması Gereken Kimyasallar

Kimyasallar	Karışmaması Gereken Kimyasallar
Aktif Karbon	Kalsiyum hipoklorit, oksitleyici maddeler
Alkali Metaller	Su, karbon tetraklorür, halojenli alkanlar, karbondioksit, halojenler
Amonyak	Cıva, klor, iyot, brom, kalsiyum hipoklorit, hidroflorik asit
Amonyum Nitrat	Toz halindeki metaller, Yanıcı sıvılar, kükürt, kloratlar, tüm asitler, nitritler, ince tanecikli organik veya yanıcı maddeler
Anilin	Hidrojen peroksit, nitrik asit
Asetik Asit	Kromik asit, nitrik asit, hidroksili bileşikler, etilen glikol, perklorik asit, peroksitler, permanganatlar
Asetilen	Flor, klor, brom, bakır, cıva, gümüş
Aseton	Derişik nitrik asit, derişik sülfürik asit
Azid	Asitler
Bakır	Asetilen, hidrojen peroksit
Brom	Amonyak, asetilen, bütan ve diğer petrol gazları, turpentin, benzen
Cıva	Asetilen, amonyak, fulminik asit
Flor	Bütün maddeler
Fosfor (beyaz)	Hava, oksijen, indirgenen maddeler, alkaliler
Gümüş	Asetilen, okzalik asit, tartarik asit, amonyum bileşikleri, fulminik asit
Hidroflorik Asit	Amonyak
Hidrojen Peroksit	Bakır, krom, demir, metal ve metal tuzları, yanıcı sıvılar, anilin, nitrometan, alkoller, aseton, organik bileşikler
Hidrojen Sülfid	Nitrik asit, yükseltgen maddeler
Hidrokarbonlar	Flor, klor, brom, kromik asit, sodyum peroksit
Hidrosiyanik Asit	Nitrik asit, alkaliler
İyot	Asetilen, amonyak, hidrojen
Kalsiyum Oksit	Su
Klor	Amonyak, asetilen, bütan ve diğer petrol gazları, turpentin
Kloratlar	Amonyum tuzları, asitler, metal tozları, sülfür, ince tanecikli organik veya yanıcı maddeler
Kromik Asit ve Krom	Asetik asit, naftalin, kamfer, gliserin, alkoller, yanıcı sıvılar, petrol benzini
Kükürtlü Hidrojen	Nitrik asit, oksidan gazlar
Nitratlar	Sülfürik asit
Nitrik Asit	Asetik asit, anilin, kromik asit, hidrosiyamik asit, hidrojen sülfid, yanıcı sıvılar gazlar, bakır, ağır metaller
Oksijen	Yağlar, gres, hidrojen, yanıcı sıvılar, yanıcı katılar ve yanıcı gazlar

EK 10 (devam)

Okzalik Asit	Gümüş, cıva
Perklorik Asit	Asetik anhidrit, bizmut ve bileşikleri, alkoller, kağıt, tahta, yağ
Peroksitler	Asitler
Potasyum	Karbon tetraklorür, karbondioksit, su
Potasyum	Gliserin, etilen glikol, benzaldehit, sülfürik asit
Permanganat	
Selenitler	İndirgen maddeler
	Etil ve metil alkol, glasiyal asetik asit, asetik anhidrit, benzaldehit,
Sodyum Peroksit	karbon disülfür, gliserin, etilen glikol, etilen asetat, metil asetat, furfural
Sodyum Nitrit	Amonyum nitrat, diğer amonyum tuzları
Sülfürik Asit	Kloratlar, perkloratlar, permanganatlar
Yanıcı Sıvılar	Amonyum nitrat, kromik asit, hidrojen peroksit, nitrik asit, halojenler, sodyum peroksit, diğer yükseltgen maddeler

EK 11 Teknik Çözgenlerin Proforma Faturasası



BRK KİMYA VE BİYOTEKNOLOJİ

Erzene Mahallesi 45 Sok. No:1/A Bornova - İzmir
Tel: 0232 388 88 08 Fax: 0232 388 20 88 www.brkkimya.com info@brkkimya.com

261218-EK-2

PROFORMA FATURA

26.12.2018

Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü
Prof.Dr.Hayati TÜRKMEN

Teklif Eden: Elif KOLUAÇIK

S.No	Marka	Malzeme Adı	Amb.	Miktar	Birim fiyatı	Toplam Fiyat
1	Teknik	Aseton	10 L	1 Adet	200,00 TL	200,00 TL
2	Teknik	Diklorometan	10 L	1 Adet	290,00 TL	290,00 TL
3	Teknik	Hekzan	10 L	1 Adet	350,00 TL	350,00 TL
4	Teknik	Etilasetat	10 L	1 Adet	245,00 TL	245,00 TL
5	Teknik	Ergenol	10 L	1 Adet	120,00 TL	120,00 TL
6	Teknik	Dezenfektan	10 L	1 Adet	200,00 TL	200,00 TL
7	Teknik	izopropil alkol	10 L	1 Adet	250,00 TL	250,00 TL
Toplam:						1.655,00 TL
KDV %18:						297,90 TL
G.Toplam:						1.952,90 TL

* İthal malzemelerin teslim süresi 4-6 haftadır.

* Backorder olan ürünlerin teslim süresinin uzamasından firmamız sorumlu değildir.

* Opsiyon 60 gündür.

* Yasaların ithaline izin vermediği sorunlu ürünler olursa; sipariş mütakip ek-2 ve malzeme bilgileri bildirilecektir.

* Atomik Enerji Kurumu ve Sağlık Bakanlığı özel iznine tabi ürünler için üniversite ya da kurumlardan yazılı talep edilecektir.

* TAPDK dan izinli olan ürünler Proformada verilse bile alım aşamasında verilmemektedir.

TEKLİFİMİZİN OLUMLU KARŞILANMASINI UMAR DEĞERLERLİ SİPARİŞLERİNİZİ BEKLERİZ

BRK KİMYA VE BİYOTEKNOLOJİ
GİBA İNŞAAT VE DANIŞMANLIK TİC.
Alman Çarrafı ARSLANCIYI
Etiler Mahallesi No:10
06500 ÇAYIROVA/ANKARA