



T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
HALK SAĞLIĞI
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ EL KİTABI



ANKARA-2019



T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
HALK SAĞLIĞI
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ

EL KİTABI

ANKARA-2019

T.C. Sağlık Bakanlığı
Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼ę¼
T¼keticiler G¼venlięi ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı
Ankara, 2019

ISBN : 978-975-590-704-8
Sağlık Bakanlığı Yayın No : 1114
Baskı : Artı6 Medya Tanıtım Reklam Matbaa Ltd. şti
¼zveren Sokak No:13/A Kızılay ankaya / ANKARA
Tel: (0.312) 229 37 41 - 42

© T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼ę¼ (T¼keticiler G¼venlięi ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı) tarafından hazırlanmış ve bastırılmıştır.
Bu dok¼manın t¼m hakları T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼ę¼'ne aittir. Kaynak g¼sterilmeksizin alıntı yapılamaz. Kısmen dahi olsa çoğaltılamaz ve yayımlanamaz. Alıntı yapıldığında kaynak g¼sterimi "Laboratuvar G¼venlięi El Kitabı" T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼ę¼, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1114, Ankara, 2019" şeklinde olmalıdır. Ücretsizdir. Parayla satılamaz.

YAYIN KOMİSYONU

Uzm. Dr. Hasan IRMAK

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Doç. Dr. Nazan YARDIM

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü
Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Dairesi Başkanlığı

Uzm. Dr. Fehminaz TEMEL

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü
Sağlık Tehditleri Erken Uyarı ve Cevap Dairesi Başkanlığı

Dr. Kanuni KEKLİK

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Göç Sağlığı Dairesi Başkanlığı

YAZARLAR

Dr. Biyolog Elif GÜNDE GÜNEŞ

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Kimyager Fatih ÖZÇELİK

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Dr. Kimyager Hülya NOYAN ÜZDÜRMEZ

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Dr. Ziraat Müh. Sevil BAŞPINAR

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Dr. Kimyager Sibel UZUN

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

EDİTÖRLER

Dr. Edibe Nurzen NAMLI BOZKURT

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Tüketici Güvenliği ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı

Dr. Biyolog Pınar KAYNAR

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Tüketici Güvenliği ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı

ÖNSÖZ

Halk sağlığının korunması ve sürdürülebilmesi için laboratuvar tarafından gerçekleştirilen analiz hizmeti büyük önem taşımaktadır. Analiz hizmeti veren bir laboratuvarın kısa zamanda, doğru ve güvenilir sonuç elde etmesi, kalifiye personel çalıştırması ve yeterliliğinin tanımlanması yanında laboratuvar çalışanının ve çevrenin güvenliğinin sağlanması gerekmektedir.

Laboratuvar güvenliği; laboratuvar çalışanına, ortamına, diğer kişilere ve çevreye zarar verebilecek fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve radyoaktif tehlikelerin olumsuz sonuçlara sebep vermemesi için bu tehlikelerden kaynaklanan risklerin ortadan kaldırılmasını veya en aza indirilmesini sağlayan bir tür risk yönetimi olarak tanımlanabilir. Laboratuvardaki risk yönetimi ile insan ve çevre güvenliğinin sağlanması için kontrol önlemleri alınmalıdır. Kontrol önlemleri içerisinde mühendislik, kişisel koruyucu donanım ve yönetsel kontroller bulunmalıdır.

Bu kitap, laboratuvarlarda yürütölen kimyasal ve mikrobiyolojik analiz hizmetleri sırasında insan ve çevrenin her türlü tehlike ve kazalardan korunmasını ve risklerin azaltılmasını sağlamak yanında Tüketici Güvenliği ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı'nın laboratuvar güvenliği ile ilgili uygulamalarını belirlemek amacıyla tüm personeli kapsayacak şekilde hazırlanmıştır.

Bu kitabı hazırlayan yazarlara ve çalışmada emeği geçen herkese teşekkür eder, kitabın okuyanlara yararlı olmasını dilerim.

Prof. Dr. Emine ALP MEŞE
Bakan Yardımcısı



ACİL DURUM TELEFONLARI

- 110 İTFAİYE**
- 112 ACİL YARDIM (AMBULANS)**
- 114 ULUSAL ZEHİR DANIŞMA (UZEM)**
- 155 POLİS İMDAT**
- 172 TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU**
- 184 SAĞLIK DANIŞMA**
- 187 DOĞALGAZ ACİL HATTI**
- 5378 HALK SAĞLIĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ GÜVENLİK ÖN KAPI**
- 5701 HALK SAĞLIĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ GÜVENLİK ARKA KAPI**

KISALTMALAR

| | |
|------------------------|--|
| BGD | : Biyogüvenlik Düzeyi |
| BGK | : Biyogüvenlik Kabini |
| CLP | : EU Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures: Maddelerinin ve Karışımlarının Sınıflandırması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması hakkında AB Yönetmeliği |
| CRW | : Chemical Reactivity Worksheet: Kimyasal Reaktivite Çalışma Sayfası |
| DNA | : Deoxyribonucleic acid: Deoksiribonükleik asit |
| EPA | : Environmental Protection Agency: Çevre Koruma Ajansı |
| EU | : Avrupa Birliği |
| FFP | : Filtering Face Piece: Partikül Filtreli Respiratör |
| GHS | : Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals: Kimyasalların Sınıflandırılması ve Etiketlenmesi için Küresel Uyumlaştırma Sistemi |
| HSGM | : Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü |
| IPCS | : International Programme on Chemical Safety: Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı |
| İLU | : İyi Laboratuvar Uygulamaları |
| KBRN | : Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer |
| KGS | : Kimyasal Güvenlik Seviyesi |
| KHP | : Kimyasal Hijyen Planı |
| KKD | : Kişisel Koruyucu Donanım |
| LD₅₀ | : Lethal Doze: Öldürücü Doz |
| LGB | : Laboratuvar Güvenliği Birimi |
| LGBT | : Laboratuvar Güvenliği Birimi Temsilcisi |
| MCD-50 | : Minimal Carcinogenic Dose: Minimum Karsinojenik Doz |
| MSDS | : Material Safety Data Sheet: Malzeme Güvenlik Bilgi Formu |
| NFPA | : National Fire Protection Agency: Ulusal Yangından Koruma Örgütü |
| OECD | : Organization for Economic Cooperation and Development: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı |
| OSHA | : Occupational Safety and Health Administration: İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresi |
| PAPR | : Powered Air-Purifying Respirator: Elektrikli Hava Arındırıcı Maske |
| SDS | : Safety Data Sheet: Güvenlik Bilgi Formu |
| TGHSLDB | : Tüketici Güvenliği ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı |
| TSD | : Teknik Standart Derişim |
| UATF | : Ulusal Atık Taşıma Formu |
| UZEM | : Ulusal Zehir Danışma Merkezi |
| WHO | : World Health Organization: Dünya Sağlık Örgütü |

ACİL EYLEM PLANI

| Acil Durum | Laboratuvar Personeli |
|--|---|
| Yangın | <p>Yangın alarm butonuna basın</p> <p>Elektrikleri kesin, laboratuvarı tahliye edin</p> <p>Gerekirse, İtfaiye (110) ve Ambulansı (112) arayın</p> <p>Kendinize ve diğer çalışanlara yönelik riskleri kontrol edin</p> <p>Çevredeki yanıcı, parlayıcı maddeleri uzaklaştırın</p> <p>Küçük yangınlarda yangın söndürücü kullanın, eğer yangın kontrol edilemiyorsa tüm kapıları kapatarak yangını sınırlandırın ve bölgeyi terk edin</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve üst yönetime haber verin</p> |
| Kimyasal Madde/ Biyolojik Etken Dökülmesi | <p>Diğer laboratuvar personelini ortamdan uzaklaştırın</p> <p>Dökülen kimyasal madde/biyolojik etkenin özelliklerini öğrenin</p> <p>Dökülen maddeye/etkene göre kimyasal madde/biyolojik etken dökülme kiti kullanarak temizleyin</p> <p>Kullandığınız dökülme kitlerini uygun atık talimatlarına (kimyasal madde/ tıbbi atık) göre ayrıştırın</p> <p>HSGM Laboratuvar Kazası Tutanağını ve Laboratuvar Kazası/Hastalığı Bildirimi Formunu doldurarak LGB temsilcisine teslim edin</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve üst yönetime haber verin</p> |
| Yaralanma | <p>Küçük yaralanmalarda ilk yardım dolabından gerekli malzemeyi temin ederek müdahale edin</p> <p>Yaralanmaya göre kişiye zarar gelmeyeceğinden emin olmadan kişiyi hareket ettirmeyin</p> <p>Dökülmelerde vücut ve göz duşlarını kullanın</p> <p>Gerekirse ambulansı (112) ve zehirlenme için UZEM'i (114) arayın</p> <p>HSGM Laboratuvar Kazası Tutanağını ve Laboratuvar Kazası/Hastalığı Bildirimi formunu doldurun</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve üst yönetime haber verin</p> |

| | |
|------------------------|--|
| Gaz Kokusu | <p>Gaz alarmını duyduğunuzda elektriği kesin</p> <p>Ortamdaki tüm personeli tahliye edin</p> <p>Çakmak-kibrit yakmayın, lambaları ve diğer elektrikli cihazları açmayın</p> <p>Ortamda telefon kullanmayın</p> <p>Gaz kaçağının kaynağını belirleyin ve tüm gaz vanalarını kapatın</p> <p>Kapı ve pencereleri açarak ortamı havalandırın</p> <p>Laboratuvar Gazları ve Duman Sensörleri Sorumlusuna haber verin</p> <p>Doğal gaz kaçağı durumunda uygun bir yerden Doğalgaz Acil Hattını (187) arayın</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve üst yönetime haber verin</p> |
| Elektrik Kaçağı | <p>Elektrik kaçağı olan bölgenin elektrik şalterini kapatın</p> <p>Yalıtkan (tahta, plastik vb.) ve kuru bir cismin üzerine çıkın</p> <p>Elektrik çarpan kişiye sadece yalıtkan bir cisimle müdahale ederek kaynaktan uzaklaştırın</p> <p>Elektrik ile yaralanmalarda bilinci kontrol edin, gerekiyorsa Ambulansı (112) arayın</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve üst yönetime haber verin</p> |
| Deprem | <p>Panik yapmayın</p> <p>Korozif kimyasal maddelerin yakınındaysanız hemen uzaklaşın</p> <p>Yakınızdaki banko, masa vb. ağırlık merkezi yere yakın eşyaların yanına eğilin, kollarınızı başınızın üzerine koyun, başınızı bacaklarınızın arasına eğerek bekleyin</p> <p>Sarsıntı bitene kadar yerinizden ayrılmayın</p> <p>Asansör kullanmayın</p> <p>Sarsıntı bittikten sonra gaz ve elektrik vanalarını kapatın</p> <p>Gaz kaçağı olmadığına emin olana kadar kibrit veya diğer yanıcı maddeleri kullanmayın</p> |

TÜKETİCİ GÜVENLİĞİ ve HALK SAĞLIĞI LABORATUVARLARI DAİRESİ BAŞKANLIĞI LABORATUVARLARINDA UYULMASI GEREKEN ZORUNLU KURALLAR

A. Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı:

1. Laboratuvarda bulunulduğu süre boyunca **tüm personelin**,
 - 1.1. Önlük giymesi ve önlüğü ilikli tutması zorunludur.
 - 1.2. Galoş giymesi zorunludur.
 - 1.3. Çalışmanın niteliğine göre eldiven ve koruyucu gözlük kullanması, ayrıca gerektiğinde diğer Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) kullanması zorunludur.
2. Laboratuvar dışı alanlara (ofis, sosyal alan, bahçe vs.) laboratuvarda kullanılan önlük, eldiven, galoş vb. KKD ile **çıkılmamalıdır**.

B. Stajyerler:

1. Stajyerler laboratuvarlarda tek başlarına çalışmamalı, mutlaka bir laboratuvar personeli eşliğinde çalışmalıdır.

C. Firma Personeli ve Ziyaretçi:

1. Firma elemanları laboratuvarlarda çalışırken yalnız bırakılmamalı, mutlaka ilgili bir laboratuvar personeli eşlik etmelidir. Eşlik eden ilgili laboratuvar personeli bu süre boyunca firma elemanının laboratuvar güvenliğine yönelik tüm kuralları uygulamasını sağlamalıdır.
2. Resmi durumlar haricinde laboratuvarlara ziyaretçi girişine izin verilmemelidir. Resmi ziyaretçilerin ise laboratuvarlarda buldukları süre içerisinde **KKD kullanması** ilgili personel tarafından sağlanmalıdır.

D. Temizlik:

1. Enstrümantal cihazların temizliği kullanıcıları tarafından yapılmalıdır.
2. Kimya laboratuvarlarında, üzerinde kimyasal madde ve numuneler bulunduğu sürece bankoların temizlikleri, yardımcı personel tarafından değil; kullanıcılar tarafından yapılmalıdır.
3. Kimyasal maddelerin bulunduğu dolap, buzdolabı, çeker ocak vb. alanlar; ancak içerisindeki kimyasal maddeler analist/analist yardımcısı tarafından boşaltıldıktan sonra yardımcı personel tarafından temizlenmelidir.
4. Önlükler temiz olmalıdır. Laboratuvarda kullanılan önlükler yıkanmak üzere eve götürülmemeli, Genel Müdürlük Çamaşırhanesinde yıkanmalıdır. Önlükler haftanın belli günlerinde belirlenmiş alanlara yıkanmak üzere bırakılmalıdır.
5. Laboratuvarda gıda maddeleri yenilip içilmemeli, laboratuvar ekipmanları bu amaçla kullanılmamalı, makyaj, abdest alma gibi kişisel faaliyetlerde bulunulmamalıdır. Bu işlemler için TGHSldb tarafından belirlenen alanlar kullanılmalıdır.

E. Kimyasal Maddeler ve Besiyeri Kullanımı:

1. Tüm kimyasal maddelerin/besiyerlerin (**atıklar dahil**) üzerinde etiket bulunmalı ve bu kimyasal maddeler kullanılırken etiketlerin deforme olmamasına dikkat edilmelidir.
2. Laboratuvarlar kendi kullandıkları kimyasal maddelerine/besiyerlerine ait SDS'leri laboratuvarlarında bulundurmak ve **özelliklerini bilmek** zorundadır.

F. Çalışma Ortamı Güvenliği:

1. Laboratuvar faaliyetleri sırasında çalışmanın niteliğine göre; mutlaka çeker ocak ve/veya biyogüvenlik kabini kullanılmalıdır.
2. Zorunlu haller (çeker ocak ve havalandırma sisteminin yetersiz kaldığı durumlar) dışında laboratuvar pencere ve kapıları her zaman kapalı tutulmalıdır.

G. Atıklar:

1. Laboratuvarlarda oluşan atıklar, ilgili laboratuvar personeli tarafından atık kodlarına göre ayrıştırılmalıdır. Farklı laboratuvarlarda oluşan atıklar **birbirleri ile karıştırılmamalıdır**.
2. Tehlikeli kimyasal madde atıklar **kesinlikle** lavaboya dökülmemelidir.
3. Ambalaj atıkları **sıkıştırılarak** ilgili kumbara ve kutuların içine atılmalıdır. Bu atıklar kumbara ve kutuların üzerine, yanına veya dışına kesinlikle bırakılmamalıdır.
4. Laboratuvar personeli, tahliye edilecek atığı, tüm etiket bilgilerini doldurmuş olarak, güvenli ve temiz bir atık kabında, ağzı kapalı olarak yardımcı personele teslim etmelidir. Laboratuvar personeli ve ilgili yardımcı personel tarafından **Atık Takip Formu** doldurulduktan sonra ilgili yardımcı personel, kontrol ederek teslim aldığı atıkları, geçici depolama alanına götürür. Atıkların geçici depolama alanına götürülmesi işlemleri sırasında KKD kullanılmalıdır.

| | |
|---|-----------|
| ÖNSÖZ | i |
| ACİL DURUM TELEFONLARI..... | ii |
| KISALTMALAR..... | iii |
| ACİL EYLEM PLANI | iv |
| TÜKETİCİ GÜVENLİĞİ ve HALK SAĞLIĞI LABORATUVARLARI DAİRESİ BAŞKANLIĞI LABORATUVARLARINDA UYULMASI GEREKEN ZORUNLU KURALLAR | vii |
| İÇİNDEKİLER | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xii |
| TABLolar DİZİNİ | xiii |
| | |
| GİRİŞ | 1 |
| | |
| 1. LABORATUVAR KAZALARI ve İLK YARDIM | 2 |
| 1.1. Fiziksel Şoklarda İlk Yardım | 3 |
| 1.2. Elektrik Şoklarında İlk Yardım..... | 4 |
| 1.3. Patlamalar ve Yangınlarda İlk Yardım | 4 |
| 1.4. Kesiklerde ve Yaralarda İlk Yardım | 7 |
| 1.4.1.Bazı Kimyasal Maddelerle Temasta ve Kimyasal Madde Yanıklarında İlk Yardım | 7 |
| 1.4.2.Bazı Kimyasal Maddelerin Yutulmasında İlk Yardım | 8 |
| 1.4.3.Bazı Kimyasal Maddelerin Solunmasında İlk Yardım | 9 |
| I. BÖLÜM KAYNAKLARI | 10 |
| | |
| 2. RİSK YÖNETİMİ..... | 11 |
| 2.1. Risk Yönetimi | 11 |
| 2.2. Kimya Laboratuvarlarında Riski Azaltmak İçin Bazı Temel Kurallar | 16 |
| 2.2.1. Yeşil Kimya..... | 16 |
| 2.2.2. Daha Az Miktarla Kimyasal Madde Kullanımı/Depolanması | 17 |
| II. BÖLÜM KAYNAKLARI | 18 |
| | |
| 3. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR | 20 |
| 3.1. Kişisel Koruyucu Donanım Seçimi ve Risk Değerlendirmesi..... | 20 |
| 3.2. Kişisel Koruyucu Donanım Ekipmanları | 21 |
| 3.2.1. Laboratuvar Önlüğü | 21 |
| 3.2.2. Laboratuvar Eldiveni | 22 |
| 3.2.3. Maske ve Respiratörler | 24 |
| 3.2.4. Yüz ve göz koruyucuları..... | 27 |
| 3.2.5. Kişisel koruyucu donanım giyme ve çıkarma..... | 27 |
| III. BÖLÜM KAYNAKLARI | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 4. KİMYASAL GÜVENLİK..... | 29 |
| 4.1. Kimyasal Tehlike Sınıfları ve Kaynakları | 29 |
| 4.1.1. Alevlenir Maddeler | 31 |
| 4.1.2. Oksitleyici (Yakıcı Maddeler) Kimyasal Maddeler..... | 32 |
| 4.1.3. Aşındırıcı (Korozif)/Cildi Tahriş Edici Kimyasal Maddeler | 32 |
| 4.1.4. Cildi Tahriş Edici/ Akut Zehirli Kimyasal Maddeler | 33 |
| 4.1.5. Toksik maddeler | 33 |
| 4.1.6. Karsinojenler | 33 |
| 4.1.7. Patlayıcı Madde ve Karışımlar | 34 |
| 4.1.8. Sıkıştırılmış Basınç Altındaki Gazlar | 34 |
| 4.2. Güvenlik Bilgi Formu (SDS) | 34 |
| 4.3. Kimya Laboratuvarlarında Güvenlik Seviyeleri (KGS) | 36 |
| 4.4. Laboratuvarlarda Kimyasal Güvenlik Kuralları | 38 |
| 4.5. Kimyasal Maddelerin Taşınması..... | 40 |
| 4.6. Kimyasal Maddelerin Depolanması | 41 |
| 4.7. Peroksit Oluşturabilen Kimyasal Maddeler | 44 |
| 4.8. Depo Sorumlusunun Görevleri ve Kayıt Sistemi | 45 |
| 4.9. Kimyasal Madde Dökülmeleri..... | 46 |
| 4.9.1. Kimyasal Madde Dökülme Talimatı | 47 |
| 4.10. Kimyasal Geçimlilik | 48 |
| 4.10.1. Tehlike Sınıflamasının Yapılması | 48 |
| 4.11. Kimyasal Hijyen Planı | 57 |
| IV. BÖLÜM KAYNAKLARI..... | 59 |
| 5. BİYOGÜVENLİK..... | 61 |
| 5.1. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Tehlike ve Risk Kontrolü..... | 63 |
| 5.2. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Fiziksel Tehlikeler..... | 65 |
| 5.3. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Kimyasal Tehlikeler | 65 |
| 5.4. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Biyolojik Tehlikeler..... | 65 |
| 5.4.1. Enfeksiyon Ajanlarının Vücuda Giriş Yolları | 66 |
| 5.5. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Biyogüvenlik Uygulamaları | 67 |
| 5.6. Biyogüvenlik Kabinleri (BGK)..... | 68 |
| 5.7. Dekontaminasyon-Dezenfeksiyon-Sterilizasyon..... | 68 |
| 5.8. Otoklav Kullanımı..... | 69 |
| 5.9. Biyolojik Etken Dökülmeleri..... | 70 |
| 5.9.1. Biyolojik Dökülme Talimatı..... | 70 |
| 5.10. Biyoemniyet..... | 71 |
| V. BÖLÜM KAYNAKLARI..... | 72 |

| | |
|--|------------|
| 6. RADYASYON GÜVENLİĞİ | 74 |
| 6.1. Radyasyon Türleri | 74 |
| 6.1.1. İyonlaştırıcı Radyasyon..... | 74 |
| 6.1.2. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon..... | 75 |
| 6.2. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma..... | 76 |
| 6.3. İyonlaştırıcı Radyasyondan Korunma | 77 |
| VI. BÖLÜM KAYNAKLARI | 78 |
| 7. ATIK YÖNETİMİ | 79 |
| 7.1. Evsel Nitelikli Atıklar | 79 |
| 7.2. Ambalaj Atıkları | 80 |
| 7.3. Tıbbi Atıklar | 80 |
| 7.3.1. Tıbbi Atıklara Uygulanan İşlemler..... | 80 |
| 7.3.2. Dekontaminasyon İşlemi | 81 |
| 7.4. Tehlikeli Kimyasal Madde Atıkları | 81 |
| 7.4.1. Tehlikeli Kimyasal Atık Toplama Uygulamaları..... | 85 |
| 7.5. Radyoaktif Atıklar | 86 |
| 7.5.1. Radyoaktif Atık Yönetimi Uygulamaları | 87 |
| VII. BÖLÜM KAYNAKLARI | 89 |
| EK 1a. Biyolojik Risk Değerlendirme Formu | 90 |
| EK 1b. Kimyasal Madde Risk Değerlendirme Formu | 93 |
| EK 1c. Kimyasal ve Biyolojik Risk Değerlendirme Sonuç Formu | 97 |
| EK 2a. Laboratuvar/İş Kazası Tutanağı Formu | 98 |
| EK 2b. Laboratuvar/İş Kazası Bildirimi Formu | 99 |
| EK 3. Çözücülerin güvenlik, sağlık, hava, su ve atık olarak karşılaştırılması | 100 |
| EK 4. Tehlikeli Atık Etiket Örneği | 102 |

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1. Şok Pozisyonu | 4 |
| Şekil 1.2. Yangın söndürme tüpü kullanımına yönelik uygulamalar | 6 |
| Şekil 2.1. Risk analiz akış diyagramı | 14 |
| Şekil 2.2. Riskin kabul edilebilirliğinin OD ve ED'ye bağlı olarak grafiksel gösterimi | 16 |
| Şekil 3.1. Tehlike kontrol piramidi | 20 |
| Şekil 3.2. Kullanılmış bir eldivenin hijyen kurallarına göre çıkarılışı | 24 |
| Şekil 3.3. Doğru maske takılışı | 27 |
| Şekil 3.4. KKD giyme sırası (a) ve çıkarma sırası (b) | 27 |
| Şekil 4.1. NFPA tarafından yapılan tehlike sınıflandırılması ve açıklaması | 30 |
| Şekil 4.2. Tehlike sembolleri (piktogramlar) ve anlamları | 31 |
| Şekil 4.3. SDS'lerde yer alan başlıklar | 35 |
| Şekil 4.4. Güvenlik Bilgi Formu (SDS) örneği (kimyasal madde geçimliklerinin ve depolama koşullarının değerlendirilmesi) | 36 |
| Şekil 4.5. (a) Kimyasal madde depolama matrisi ve (b) Geçimsiz kimyasal madde gruplarının karışımları sonucu oluşabilecek reaksiyonlar | 49 |
| Şekil 4.6. Kimyasal maddelerin geçimliklerine göre gruplandırılmasına yönelik bir depolama modeli | 50 |
| Şekil 4.7. EPA'nın kimyasal geçimlilik cetveli | 52 |
| Şekil 4.8. CRW programı ana sayfası | 55 |
| Şekil 4.9. CRW'de seçilen kimyasal maddelerin geçimlilik değerlendirmesi (a-d) | 56 |
| Şekil 5.1. Biyogüvenlik ile ilgili talimatlar | 63 |
| Şekil 5.2. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında giriş-çıkış kapıları, kapı üzerindeki biyolojik tehlike uyarı işareti ve laboratuvar sorumlusu iletişim bilgileri | 64 |
| Şekil 5.3. BGD-2 mikrobiyoloji laboratuvarında bulunması gereken güvenlik önlemleri | 64 |

| | |
|--|----|
| Tablo 1.1. Yangın sınıfı, yangın türleri ve bu yangın türlerine uygun yangın söndürücüler..... | 5 |
| Tablo 2.1. Tehlikenin gerçekleşme olasılığı | 14 |
| Tablo 2.2. Kimyasal ve biyolojik tehlikelerin sonuçlarına karşılık gelen etki değerleri..... | 15 |
| Tablo 2.3. Risk düzeyi belirleme tablosu | 15 |
| Tablo 3.1. Bazı eldiven türleri ve mikrobiyoloji laboratuvarlarına uygunluğu | 23 |
| Tablo 3.2. Bazı kimyasal madde grupları ve bunlara uygun eldiven türleri | 23 |
| Tablo 3.3. Partikül respiratörlerin koruma düzeyleri | 25 |
| Tablo 3.4. OSHA tarafından kabul edilmiş kartuş renkleri ve kullanıldığı kirlilikler..... | 26 |
| Tablo 4.1. Alevlenir sıvıların su ile karışabilme özelliklerine ve alev alma noktasına göre sınıflandırılması | 32 |
| Tablo 4.2. Sık kullanılan gazlar ve bunların standartlaştırılmış hortum renkleri..... | 34 |
| Tablo 4.3. Kimyasal güvenlik seviyelerine göre alınması gereken önlemler | 38 |
| Tablo 4.4. Kimyasal maddelerin özelliklerine göre depolama koşulları ve ayrıştırma örneği | 43 |
| Tablo 4.5. Bazı peroksit oluşturabilecek kimyasal maddeler..... | 45 |
| Tablo 4.6. Depolama modelinde belirtilen gruplar ve bir arada bulunabilecek kimyasal maddelere örnekler | 51 |
| Tablo 4.7. Laboratuvarlarda sık kullanılan ve birbiri ile geçimsiz olan bazı kimyasal maddeler | 53 |
| Tablo 5.1. Mikroorganizmaların risk gruplarına göre sınıflandırılması | 61 |
| Tablo 5.2. Biyogüvenlik düzeylerinin özellikleri..... | 62 |
| Tablo 5.3. Risk gruplarına göre biyogüvenlik düzeyleri (BGD)..... | 62 |
| Tablo 5.4. Laboratuvarlarda kullanılacak kimyasal dezenfektan olarak hazırlanacak çamaşır suyu oranları | 69 |
| Tablo 7.1. Laboratuvarlardan kaynaklanan atıkların sınıflandırılması | 79 |
| Tablo 7.2. Tehlikeli kabul edilen atıkların özellikleri | 82 |
| Tablo 7.3. Atık Yönetimi Yönetmeliği kapsamındaki sektörler ve kodları | 84 |
| Tablo 7.4. Kimya laboratuvarlarında oluşan bazı atıklar ve kodları | 85 |

GİRİŞ

Günlük hayatta iş ve ev kazaları, yangın, deprem gibi pek çok tehlike ile karşı karşıya kalabilmekteyiz. Bunların bazıları önlenebilir, bazıları ise önlenemese de sonuçları hafifletilebilir tehlikelerdir. Bilindiği gibi gerekli güvenlik önlemleri alınmadığında bu tehlikelerin sonuçları maddi/manevi çok ağır olmaktadır. Bu tehlikelerden hem kendimizi hem de çevremizi korumak için birçok kural ve önlemler içinde yaşantımızı sürdürmemiz gerekmektedir.

Benzer kural ve önlemler, laboratuvar faaliyetleri gerçekleştiren kurum ve kuruluşlarda da alınmalıdır. Ancak bu faaliyetler sırasında günlük hayatta uygulanan güvenlik uygulamalarına kimyasal, biyolojik ve hatta radyasyon güvenliği önlemleri eklenmelidir. Sonuç olarak laboratuvar çalışmalarına uygun güvenlik faaliyetleri bir araya gelerek laboratuvar güvenliğinin temel ilkelerini oluşturmaktadır.

Otoritelerce belirlenmiş laboratuvar güvenliği (ve iş güvenliği) kurallarının uygulanmasını sağlamak günümüzde yasal bir zorunluluktur. Bu nedenle laboratuvar güvenliği uygulamalarının etkin olarak sağlanması gerekmektedir. Laboratuvar güvenliğini sağlamak için öncelikle yapılan iş hakkında bilgi sahibi olmak ve ilgili tüm eğitimleri (laboratuvar güvenliği teorik ve uygulama eğitimleri dahil) almak gerekir. Laboratuvar güvenliğinin kapsamı ise tehlikeleri tanımlamak, önlem almak ve kontrol etmek, süreç içinde güvenlik kurallarını bilmek ve uygulamak, atık yönetimini sağlamak ve tüm kaza olasılıklarına hazırlıklı olmak şeklinde sıralanabilir. Bu kitapta, laboratuvar güvenliği kapsamında yer alan konular bölümler halinde detaylandırılmıştır.

1. LABORATUVAR KAZALARI ve İLK YARDIM

Dr. Kimyager Sibel UZUN

İlk yardım, bu konuda **eğitim almış herkesin** olayın olduğu yerde bulabildiği malzemeleri kullanarak yaptığı hayat kurtarıcı müdahaledir. Bu müdahale, sağlık görevlileri gelene kadar tıbbi araç gereç aranmaksızın, mevcut araç ve gereçlerle yapılan ilaçsız uygulamalardan oluşur. Sırasıyla olayın geçtiği yerde emniyetin sağlanması (Koruma), yardım ekiplerinin harekete geçirilmesi (Bildirme) ve yaralıya ilk yardım yapılması (Kurtarma) aşamalarından oluşan ilk yardım sırasındaki öncelikli amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (1,2):

- Güvenli ortamın sağlanması,
- Hayati tehlikenin ortadan kaldırılması,
- Yaşamsal fonksiyonların sürdürülmesinin sağlanması,
- Hasta/yaralının durumunun kötüleşmesinin önlenmesi,
- İyileşmenin kolaylaştırılması.

Bu önceliklerin sağlanabilmesi için ilk yardım sırasında aşağıdaki işlemler yapılır:

- Hasta/yaralıların durumu değerlendirilir ve öncelikli müdahale edilecekler belirlenir,
- Hasta/yaralının korku ve endişeleri giderilir,
- Hasta/yaralıya müdahalede yardımcı olacak kişiler organize edilir,
- Hasta/yaralının durumunun ağırlaşmasını önlemek için kendi kişisel olanakları ile gerekli müdahalelerde bulunulur,
- Kırıklara yerinde müdahale edilir,
- Hasta/yaralı sıcak tutulur,
- Hasta/yaralının yarasını görmesine izin verilmez,
- Hasta/yaralıyı hareket ettirmeden müdahale yapılır,
- Hasta/yaralının en uygun yöntemlerle en yakın sağlık kuruluşuna sevki sağlanır. (Ancak, ağır hasta/yaralı bir kişi hayati tehlikede olmadığı sürece asla yerinden kıpırdatılmamalıdır).

Hasta/yaralının bilinci kapalı ise aşağıda verilen ve ilk yardımın ABC'si olarak bilinen üç değerlendirme hızla yapılır (1):

- A. Hava yolu açıklığının değerlendirilmesi,
- B. Solunumun değerlendirilmesi (Bak-Dinle-Hissett),
- C. Dolaşımın değerlendirilmesi (Şah damarından 5 saniye nabız alınarak yapılır).

Laboratuvar kazaları genellikle laboratuvarlarda kullanılan malzeme ve cihaz/ekipmanlardan kaynaklanan kesikler, yanıklar, elektrik çarpmaları, bazı kimyasal maddelerin/biyolojik etkenlerin cilde teması, solunması ve yutulması şeklinde olabilir.

Laboratuvar personelinin güvenli bir laboratuvar çalışması için doğru alışkanlıklara ve bilgiye sahip olması gerektiği gibi olası laboratuvar kazaları, korunma yolları ve ilk yardım hakkında da bilgi sahibi olması gerekmektedir.

Laboratuvarlarda meydana gelebilecek kazalara hızlı ve etkili müdahale edebilmek için güvenlik ekipmanlarının yerlerinin bilinmesi ve doğru kullanımının öğrenilmesi gerekir (3):

- Göz ve vücut duşu,
- Yangın alarmı,
- Dökülme kitleri,
- Yangın söndürücüler.

Büyük kazalarda derhal doktora başvurulmalıdır. Ancak **doktor gelene kadar geçen süre çok önemlidir ve genel olarak aşağıdaki uygulamalar** yapılmalıdır (4):

- Nefesin normal olup olmadığı belirlenir, gerekirse suni solunum yapılır.
- Vücuttaki kaza yeri gözden geçirilir, gerekliyse normal yoldan çıkarılmayıp yırtılarak dikkatlice alınır. Çıkarılması gerekli değilse elbisenin sıkı kısımları gevşetilir.
- Yaralının yüzüne kan hücum etmiş ise başının altına bir destek konulur.
- Yüzü sararmışsa, baş vücutla aynı seviyede tutulur.
- Kusma ihtiyacı varsa, hastanın başı yan tarafa çevrilerek ağzının boşalması sağlanır.
- Ağızda takma diş veya herhangi bir yabancı madde varsa çıkarılır.
- Dilin içeri kaçması önlenir.
- Hasta baygın ise nefes borusuna kaçacağından ağızdan sıvı verilmez.

Aşağıda laboratuvarlarda meydana gelebilecek kazalara yönelik ilk yardım müdahaleleri hakkında bilgi verilmiştir.

1.1. Fiziksel Şoklarda İlk Yardım

Kazadan sonra yüz sararması, sabit ve boş bakışlar, göz kapaklarının düşmesi, göz bebeklerinin büyümesi, kısmi veya tam baygınlık, soğuk terleme, titreme, düzgün olmayan nefes alma, bazen kusma şok belirtileridir (4). Yapılacak müdahale aşağıda sıralanmıştır (1):

- Kendinin ve çevrenin güvenliği sağlanır,
- Hasta/yaralı sırt üstü yatırılır,

- Hava yolunun açıklığı sağlanır,
- Hasta/yaralının mümkün olduğunca temiz hava soluması sağlanır,
- Varsa kanama hemen durdurulur,
- Şok pozisyonu verilir (Şekil 1.1),
- Hasta/yaralı sıcak tutulur,
- Hareket ettirilmez,
- Hızlı bir şekilde sağlık kuruluşuna sevki sağlanır (112 aranır),
- Hasta/yaralının endişe ve korkuları giderilerek psikolojik destek sağlanır.



Şekil 1.1. Şok Pozisyonu

1.2. Elektrik Şoklarında İlk Yardım

Yapılacak ilk iş, elektrik akımını kesmek veya fişi prizden çıkarmaktır. Burada **saniiyelerin öneminin olduğu** hatırdta tutulmalıdır (4). Müdahaleyi yapan kişi, kendini akıma kaptırmayacak şekilde çabuk ve dikkatli hareket etmelidir. Bunun için; yalıtkan bir malzemenin üzerine basarak veya sağ ele yalıtkan bir malzeme (tahta, plastik, mika vb.) alıp sol el vücudun arkasına alınarak, yine sağ elle kazazedeye hızlı müdahalede bulunulur ve akımdan kurtarılır (4). Elektrik teması kesildikten sonra kazazede nefes almıyorsa, temiz havada suni teneffüs yaptırılmalı ve en yakın hastaneye götürülmelidir (5).

1.3. Patlamalar ve Yangınlarda İlk Yardım

Laboratuvarlarda en çok karşılaşılan patlama nedenleri aşağıda sıralanmıştır (4):

- Patlayıcı kimyasal maddelerin uygun koşullarda kullanılmaması,
- Hızlı gerçekleşen reaksiyonlar,
- Kuruluğa kadar damıtmalar,
- Peroksit oluşturan bileşikler,
- Metalik sodyum gibi suya duyarlı kimyasal maddelerin oluşturduğu patlamalar.



Laboratuvarlarda meydana gelen patlamaları genellikle yangınlar takip eder. Yangınların en büyük nedeni ise çoğu organik çözücünün kolay alev almasıdır. Özellikle eter, aseton, etil alkol gibi çok kolay alev alan organik çözücülerle çalışırken hiçbir zaman bek alevinin yakınında çalışılmamalıdır. Kimyasal maddelerin birbirleriyle reaksiyona girerek şiddetli patlamalara veya yangına yol açabileceği ve toksik ürünler oluşturabileceği unutulmamalıdır (6). Patlayıcı kimyasal maddelerle çalışılırken bunların tüm özelliklerinin bilinmesi, bunlarla çalışırken gerekli ortam şartlarının sağlanması ve uygun KKD'nin kullanılması önemlidir.

Yangın çıktığında ilk düşünülmesi gereken yangının yayılmasını önlemek ve kontrol altına almak olmalıdır. Yangın doğrudan temas, radyasyon (ışınım), sıcak hava akımı ve ısının yayılması ile büyür. Dolayısıyla yangınla karşılaşıldığında, öncelikle paniğe kapılmadan yangına sebep olan kaynağı durdurmak (gaz vanasını kapatmak gibi) ve çevredeki yanıcı maddeleri uzaklaştırmak gerekir (5,6). Daha sonra yangını söndürmek için yangın söndürücü kullanılmalıdır. Ancak her yangına herhangi bir yangın söndürücü ile müdahale edilemez. Yangının türüne uygun bir yangın söndürücü kullanılmazsa yangın kontrolden çıkabilir. Yangın söndürücünün üzerinde belirtilen yangın sınıfı onun hangi yangınlar için uygun olduğunu ifade eder. Tablo 1.1'de yangın sınıfı, yangın türleri ve türlerine uygun yangın söndürücüler sunulmuştur (7).

Tablo 1.1. Yangın sınıfı, yangın türleri ve bu yangın türlerine uygun yangın söndürücüler (7)

| Söndürücü Türü | Etikette Yer Alan Yangın Sınıfı | Yangın Türü |
|----------------------|---------------------------------|---|
| Su | A | Sıradan yangınlar; kâğıt, bez, ahşap, kauçuk ve birçok plastikten kaynaklanan yangınlardır. A etiketli su tipi bir söndürücü ile müdahale edilmelidir. |
| CO ₂ | B | Yanıcı sıvılar; yağlar, benzin, bazı boyalar, cilalar, yağ, çözücüler vb. yanıcı sıvılardan kaynaklanan yangınlardır. B etiketli bir söndürücü ile müdahale edilmelidir. |
| Kuru kimyasal madde | C | Elektrikli cihazlar/ekipmanlar: Elektrik kablolarından, sigorta kutularında, elektrikli cihazlarda, bilgisayarlardan ve diğer elektrik kaynaklarında çıkan yangınlardır. C etiketli bir söndürücü ile müdahale edilmelidir. |
| Çok amaçlı söndürücü | ABC | Sıradan yangınlar, yanıcı sıvılar veya elektrik yangınları hepsi için uygundur. |
| D sınıfı | D | Magnezyum, titanyum, potasyum ve sodyum gibi yanıcı metallerin tozları, pulları veya talaşlarını içeren yangınlardır. D etiketli özel söndürücüler gerektirir. |
| K sınıfı | K | Katı ve sıvı yağlar gibi yanıcı pişirme sıvılarından kaynaklanan yangınlar için uygundur. |

Yangını kontrol altına almak için yangına nasıl müdahale edileceğini bilmek ve yangın söndürücüyü doğru kullanmak da çok önemlidir. Doğru ve yanlış yangın söndürme tüpü kullanımı karşılaştırmalı olarak Şekil 1.2.'de verilmiştir.



Şekil 1.2. Yangın söndürme tüpü kullanımına yönelik uygulamalar

Isı ile yanma sonucu oluşan yanıklara aşağıdaki gibi müdahale edilir (1):

- Kişi hala yanıyorsa paniğe engel olunur, koşması engellenir,
- Hasta/yaralının üzeri battaniye ya da bir örtü ile kapatılır ve yuvarlanması sağlanır,
- Yaşam belirtileri değerlendirilir (ABC),
- Solunum yolunun etkilenip etkilenmediği kontrol edilir,
- Yanmış alandaki deriler kaldırılmadan giysiler çıkarılır,
- Yanık bölge en az 20 dakika çeşme suyu altında tutulur (yanık yüzeyi büyükse ısı kaybı çok olacağından önerilmez),
- Ödem oluşabileceği düşünülerek yüzük, bilezik, saat gibi eşyalar çıkarılır,
- Takılan yerler varsa kesilir,

- Hijyen ve temizliğe dikkat edilir,
- Su toplamış yerler patlatılmaz,
- Yanık üzerine ilaç ya da yanık merhemi gibi maddeler de sürülmez,
- Yanık üzeri temiz bir bezle örtülür,
- Hasta/yaralı battaniye ile örtülür,
- Yanık bölgeler birlikte bandaj yapılmamalıdır,
- Yanık geniş ve sağlık kuruluşu uzaksa, hasta/yaralının kusması yoksa, bilinçliyse ağızdan sıvı (1 litre su -1 çay kaşığı karbonat -1 çay kaşığı tuz karışımı) verilerek sıvı kaybı önlenir,
- Bir sağlık kuruluşuna başvurulur.

1.4. Kesiklerde ve Yaralarda İlk Yardım

Yarada enfeksiyon oluşmaması için yara temizlenmeden önce eller su ve sabunla yıkanmalı, daha sonra alkolle dezenfekte edilmelidir. Küçük kesikler birkaç dakika sıkılarak kanatılır ve kesik içinde cam vb. yabancı parçacıklarının kalmamasına dikkat edilmelidir (yaranın içine saplanmış cisim varsa, çıkarılmaya çalışılmamalıdır). Büyük kesiklerde kan kaybını önlemek için kanayan yerin hemen üstüne turnike yapılmalı (5 dakikadan fazla süreyle uygulanmamalı) ve hemen bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır (4). Kirli yaralar, bol su ile yıkanarak temizlenmelidir. Yara üzerine herhangi bir ilaç ya da pomat sürülmemelidir. Yaranın havayla teması kesilmemelidir. Eğer yara kapatılıyorsa, enfeksiyonu önlemek için pansuman 24/48 saatte bir yenilenmelidir. Yaraya dikiş atılması gerekiyorsa, kötü ya da düzensiz bir görüntüsü varsa, çok fazla temas etmeden temiz pansuman malzemeleri ile kapatılarak bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Yaralarda **hiçbir zaman** kullanılmaması gereken malzemeler aşağıda verilmiştir:

- Pamuk, kağıt mendil ya da peçete gibi malzemeler, yaranın etrafına yapışarak enfeksiyon tehlikesi doğuracağından kullanılmamalıdır.
- Alkol, iyot vb. güçlü dezenfektanlar; yarayı yakacağından kullanılmamalıdır.
- Antibiyotik içeren merhemler ve tozlar, yaralının alerjisi riskine neden olabileceğinden ve yaranın iyileşmesini geciktirebileceğinden kullanılmamalıdır.

1.4.1. Bazı Kimyasal Maddelerle Temasta ve Kimyasal Madde Yanıklarında İlk Yardım

Laboratuvarlarda sık kullanılan bazı kimyasal maddelere temasta yapılabilecek müdahaleler aşağıda sıralanmıştır.

- Asetik asit, hidroklorik asit, fosforik asit ve sülfürik asidin deri ile temasında bölge hemen bol su ile yıkanmalı, bulaşan giyecekler varsa çıkarılmalıdır. Daha sonra soda, bikarbonat gibi yumuşak bir alkali çözeltisi uygulanmalıdır. Eğer gözlere sıçrama söz konusu ise, hemen ılık su ile en az 15 dakika yıkanmalıdır (5).

- Hidroflorik asidin temasında ise iyice yıkanmalı ve bir magnezyum oksit çamuru uygulanmalı ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır (3).
- Siyanür tuzlarının deri ile teması söz konusu ise iyice yıkanmalı, eğer açık bir yara varsa hemen sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Kromik asit ve dikromatların deri ile temasında %5'lik sodyum tiyosülfat ile yıkama yapılır, lezyonlar görünürse bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Alkalilerin deri ile temasında ise bol miktarda suyla ve nötralize sirke ile deri yıkanmalıdır. Alkalilerin göze sıçraması halinde ise gözler derhal bol su ile (gerekirse zorla açarak) yıkamalı ve hemen bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Bromdan ileri gelen yanıklar benzol veya petrol ile iyice yıkanmalıdır.
- Antimon klorür, nikel klorür, kalay klorür, kadmiyum klorürün deri ile temasında iyice yıkanmalı ve lanolin merhem sürülmelidir.
- Potasyum nitrat ve civa nitratın deri ile temasında iyice yıkanmalı, eğer kaşıntı, döküntü varsa sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Gümüş nitratın deri ile temasında tuzlu su ile yıkanmalı ve tahriş olan yerlere uygulanmalıdır.
- Alüminyum, amonyum, kobalt, bakır, magnezyum, nikel, potasyum, sodyum, çinko, kadmiyum sülfatın deri ile temasında iyice yıkanmalı, eğer deri reaksiyon gösteriyorsa sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Fosfor nedeniyle oluşan yanık yer, bikarbonat eriyiğine daldırılmalı ve sonrası fosforun oksitlenmesi için havaya tutulmalıdır. Bu işlem birkaç defa tekrarlanmalıdır.

1.4.2. Bazı Kimyasal Maddelerin Yutulmasında İlk Yardım

- Asetik asit, hidroklorik asit, fosforik asit ve sülfürik asit yutulduğu zaman hasta kesinlikle kusturulmamalı, kişi baygınsa ağızdan hiçbir şey verilmemelidir. Eğer ayıksa ağız bol çeşme suyu ile çalkalanmalı, sonra yumurta akı ile karıştırılmış süt verilmelidir. Eğer bu mümkün değilse olabildiğince fazla su verilmeli, bir sağlık kuruluşuna haber verilmelidir (5).
- Siyanür tuzlarının yutulması durumunda kişi hemen kusturulur, su ile karıştırılmış hidrojen peroksit verilir ve mutlaka bir sağlık kuruluşuna başvurulur.
- Kromik asit ve dikromatların yutulmasında, kişiye acilen sodyum bikarbonat çözeltisi verilerek bir sağlık kuruluşuna haber verilmelidir.
- Alkalilerin yutulması durumunda ise limon suyu veya sirke karıştırılmış bolca su verilmeli, ardından bir kaşık zeytinyağı içirilmeli ve hemen bir sağlık kuruluşuna gidilmelidir (4, 5).
- Amonyum klorür, kobalt klorür, demir klorürün yutulması durumunda kusturulmalı ve bol miktarda su verilmelidir. Laksatif olarak epsom tuzları uygulanmalı ve sağlık yardımı alınmalıdır.

- Antimon klorür, nikel klorür, kalay klorür, kadmiyum klorürün yutulması halinde kişiye bol su verilmeli, sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Potasyum nitrat ve cıva nitratın yutulması durumunda hemen bol suyla karıştırılmış sodyum bikarbonat verilmelidir. Sonra çiğ yumurta, yağsız süt karışımı içirilmeli ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Gümüş nitratın yutulması durumunda ise, bir bardak suya üç yemek kaşığı tuz ekleyip çözdükten sonra bu karışım verilir kusturulmalı ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
- Alüminyum, amonyum, kobalt, bakır, magnezyum, nikel, potasyum, sodyum, çinko, kadmiyum sülfatın yutulmasında ise bolca su verilmeli, eğer herhangi bir reaksiyon olursa sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

1.4.3. Bazı Kimyasal Maddelerin Solunmasında İlk Yardım

Krom, brom, hidroklorik asit vb. kimyasal maddelerin buharları solunduğunda hemen sağlık kuruluşuna haber verilmeli, hekim gelinceye kadar kazazedenin dinlenmesi sağlanarak açık havaya çıkarılmalıdır. Su veya bikarbonat buharı ya da oksijen teneffüs ettirilebilir (4).

Hidrosiyanik asit, karbondioksit, kükürlü hidrojen, fosforlu hidrojen gazlarına soluma yolu ile maruziyet durumunda temiz hava oldukça önemlidir. Kişi açık havaya çıkarılmalıdır. Ağır durumlarda suni teneffüs yaptırılmalı ve gerekirse oksijen maskesi kullanılmalıdır. Özellikle hidrosiyanik asitlerle zehirlenmelerde; 2 g sodyum tiyosülfat ve 0,5 g sodyum nitrit, 50 mL suda eritip içirilmeli ve derhal sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır (3, 4).

I. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. İnan HF, Kurt Z, Kubila İ. Temel İlk Yardım Uygulamaları Eğitim Kitabı. Ankara, 2011. <http://www.ilkyardim.org.tr/dokumanlar/Saglik-Bakanligi-Ilk-Yardim.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
2. Monsieursa KG, Nolanc JP, Bossaerte LL, Greiff R, Maconochie IK, Nikolaoui NI, Perkins GD, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 1. Executive summary. Resuscitation, 2015; 95: 1–80.
3. Kürkçü EA, Arslan Tatar ÇP, Babaarslan E, İlik Ö, Şentürk F, Tiryaki B, Yaşaroğlu CB. Kimyasalların Güvenli Depolanması. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü (İSGUM), 2011, [http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-kimyasal madde_depolarlama_rehberi.pdf](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-kimyasal%20madde_depolarlama_rehberi.pdf), (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
4. Erdik E, Yüksekisik N, Obalı M, Öktemer A, Pekel T. Denel Organik Kimya. 6. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi, 2011.
5. Laboratuvar Güvenlik Kılavuzu. Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü.http://www.cheng.hacettepe.edu.tr/webfiles/labrules/Lab_Guvenligi_Klavuzu.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
6. Anonim. <http://www.farmasotikkimya.ege.edu.tr/LGIY.htm>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
7. Anonim. https://www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/portable_about.html#drychem, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).

2. RİSK YÖNETİMİ

Dr. Kimyager Sibel UZUN

Tehlike ölüme, yaralanmaya, sağlığın ve/veya çalışma ortamının bozulmasına ve maddi hasara neden olabilecek potansiyel zararlı kaynak veya durum olarak tanımlanmaktadır (1, 2). Tehlike fiziksel, kimyasal, biyolojik, radyasyon gibi pek çok kaynağın biri veya birkaçının bir araya gelmesiyle oluşabilir (3). Risk ise tehlikeli bir durumun meydana gelme olasılığı ile vereceği zararın (etkinin) bileşkesi olarak tanımlanır ve aşağıdaki şekilde ifade edilir (1, 2).



Risk = Olasılık x Zarar

Risk kavramının anlaşılabilmesi için, laboratuvarlarda karşılaşılabileceğimiz bazı riskler aşağıda örnek olarak verilmiştir (3):

- Sülfürik asit veya sodyum hidroksit gibi kimyasal maddelerle çalışırken, bunlara temas edilmesi sonucu ortaya çıkabilecek kimyasal madde yanıkları veya göze sıçraması halinde keratit oluşarak göze zarar verme riski,
- Kan kültürü yapılan bir laboratuvarında *Brucella* spp. gibi kanda bulunabilecek ve aerosol yoluyla bulaşabilen bir mikroorganizmayla karşılaşma sonucu enfeksiyon riski,
- Yeterli aydınlatmanın yapılmadığı veya zeminde kabloların sabitlenmediği bir laboratuvarında, takılıp düşmesi sonucu oluşabilecek burkulma veya kırılma riski.

Laboratuvarlar, tehlike ve dolayısıyla risklerin en yüksek olduğu ortamlardan biridir. Ancak karşılaştığımız risklerin büyük çoğunluğu önlenabilir risklerdir. Riski önlemenin yolu ise yapılan faaliyetlere uygun bir risk yönetimi sağlamaktır.

2.1. Risk Yönetimi

Risk yönetiminde, var olan risklerin planlı olarak giderilmesi/azaltılması, yeni risklerin tespit edilmesi ve kurulan sistemin sürdürülmesinin sağlanması için öncelikle risk yönetim organizasyonu ve prosedürü oluşturulmalıdır (1, 4). Bu prosedürde; risklerin ne zaman, kimler tarafından ve hangi sıklıkta değerlendirileceği, koruyucu önlemlerin nasıl ve kimler tarafından yerine getirileceği, risklerin derecelerine göre giderme aşamaları açıkça tanımlanmalı ve izlenmelidir. Şekil 2.1'de risk analizi akış diyagramı yer almaktadır (2). Risklerin tanımlanması ve problemlerin çözümünü içeren **Risk Yönetim Prosesi** ise aşağıdaki basamaklardan oluşur:

i. Mevcut Tehlikeleri Tanımlama

Bir faaliyeti gerçekleştirirken, riski belirlemek ve değerlendirebilmek için yapılacak ilk iş var olan tüm tehlikeleri tanımlamaktır. Tehlikeler aşağıdaki gibi sıralanabilir (1):

- Fiziksel tehlikeler (gürültü, yetersiz havalandırma vb.),
- Kimyasal tehlikeler (toksik gazlar, fibrojenik tozlar vb.),
- Elektriksel tehlikeler (topraklamanın yapılmamış olması, elektrik ve aydınlatma tesisatının periyodik kontrolünün yapılmaması vb.),
- Mekanik tehlikeler (cihazların bakım ve periyodik kontrollerinin yapılmaması, yetersiz uyarı sistemi vb.),
- Uygun olmayan yöntem ve işlemler (uygun KKD'lerin kullanılmaması, etiketsiz veya yetersiz etiket bilgisine sahip malzemeler),
- İşyeri ortamından kaynaklanan tehlikeler (dağınık çalışma alanı, çalışma alanların ayrılmaması, yetersiz çalışma alanı vb.).

ii. Riski Tahmin Etme (risk düzeyinin belirlenmesi)

iii. Risk Değerlendirme (kabul edilebilirlik sınırlarının oluşturulması)

iv. Kontrol Önlemlerinin Tespit Edilmesi, Kusurlu Durumların Ortadan Kaldırılması

- Yerine koyma- sübstitüsyon (örneğin yüksek risk taşıyan bir prosesin veya cihazın daha az risk taşıyan bir proses veya cihazla yer değiştirmesi),
- Kontrol ve izolasyon (elimine edilemeyen veya değiştirilemeyen bir proses veya cihazın etkilenen insan sayısını azaltmak için izole edilmesi),
- Mühendislik kontrolü (prosesin veya cihazın tasarımı üzerinde çalışma yapılması),
- Kabul edilemez riskin ortadan kaldırılması (örneğin yüksek risk taşıyan bir prosesin elimine edilmesi).

v. Yönetimle İlgili Kontroller

- Yönetimin güvenli iş akışı, güvenlik sistemleri, çalışma prosedürleri gibi dokümanları yayınlaması,
- Yönetimin riski ortadan kaldırma/azaltma yöntemlerine yönelik prosedürlerin hazırlaması, yayınlaması ve uygulanmanın sağlanması.

vi. Kişisel Korunma

Kişisel koruyucu donamların kullanılması risk yönetiminde en son seçim olması gerekir, çünkü kişisel koruyucunun kullanımı riski ortadan kaldırmada daha az etkili bir seçimdir. Ayrıca kişisel koruyucu kullanmak hem rahatsızlık vericidir, hem de kullanılıp kullanılmadığının denetiminin yapılması zordur.

Kişisel koruyucu kullanımı gerekli ise mutlaka koruyucu ekipmanın kullanım prosedürünün bilinmesi gereklidir.

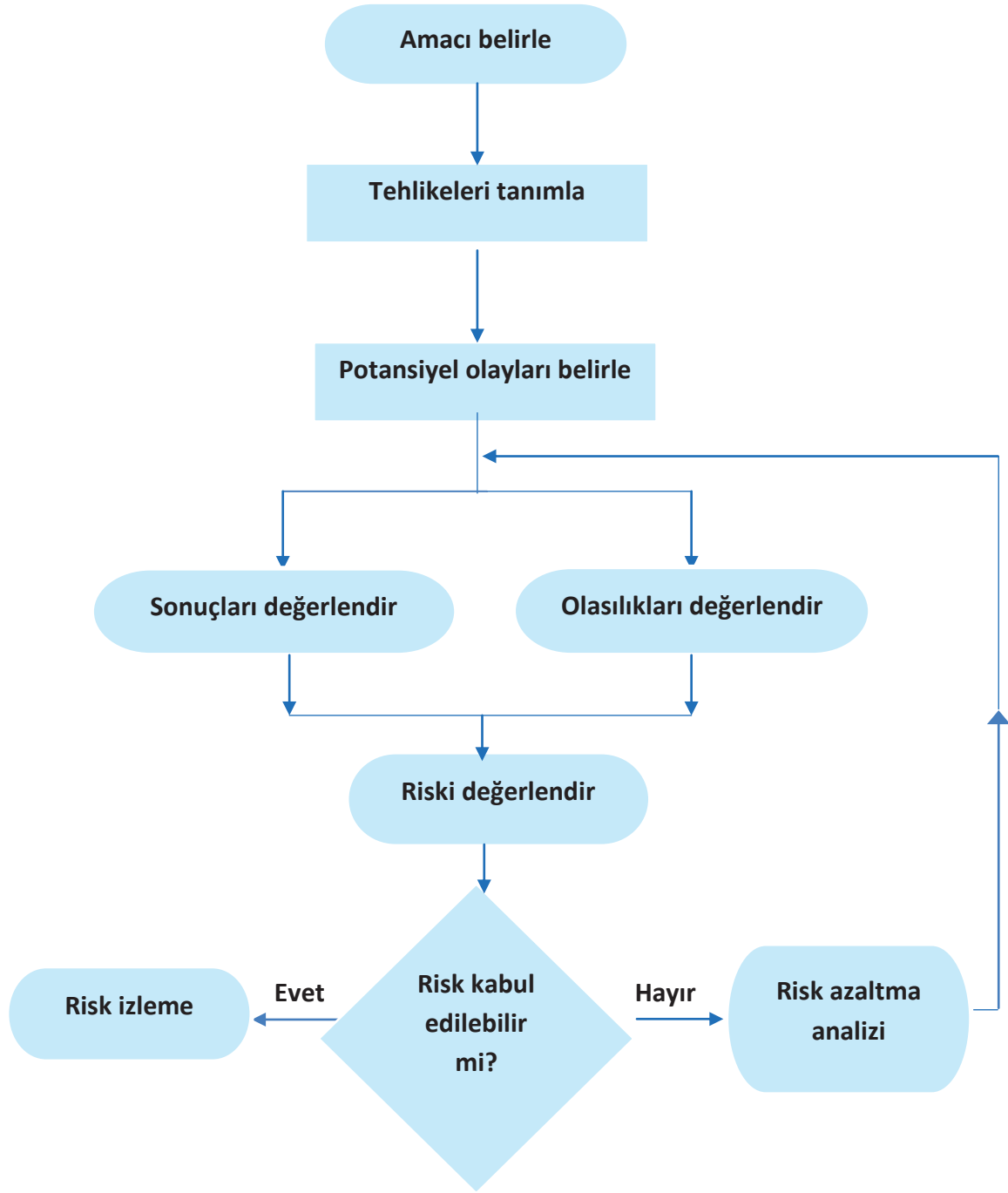
vii. Kontrol Önlemlerinin Yerine Getirilmesi

viii. İzleme ve Gözden Geçirme

Benzer yönetim prosesi, kimyasal maddelerle ilgili risk değerlendirmeleri yapılırken de izlenir. Kimyasal maddelerin risk değerlendirmesi yapılırken aşağıdaki parametreler de göz önüne alınmalıdır:

- I. Kimyasal maddenin sağlık ve güvenlik yönünden tehlike ve zararları,
- II. İmalatçı, ithalatçı veya satıcılardan sağlanacak malzeme güvenlik bilgi formu (SDS),
- III. Maruziyetin türü, düzeyi ve süresi,
- IV. Kimyasal maddenin miktarı, kullanma şartları ve kullanım sıklığı,
- V. Mesleki maruziyet sınır değerleri ve biyolojik sınır değerleri,
- VI. Alınan ya da alınması gereken önleyici tedbirlerin etkisi,
- VII. Varsa, daha önce yapılmış olan sağlık gözetimlerinin sonuçları.

Riski değerlendirebilmek için öncelikle risk analizi yapılmalıdır. Risk analizi için kalitatif ve kantitatif temelli pek çok metodoloji mevcuttur (5-7). Uygun metot seçilerek toplanan verilere göre belirlenen riskler; laboratuvarın faaliyetleri, tehlike veya risklerin nitelikleri, ulusal veya uluslararası standartlar esas alınarak analiz edilir (5, 8). Biyolojik ve kimyasal madde risk analizinde kullanılacak örnek formlar sırasıyla **EK 1a ve b**'de verilmiştir (3). Bu formlarda yer alan tehlikenin gerçekleşme olasılığı değerlendirilirken Tablo 2.1, bu tehlikelerin sonuçlarına karşılık gelen etki değerlerini (ED) belirlemek için Tablo 2.2. kullanılabilir (3).



Şekil 2.1. Risk analiz akış diyagramı (2)

Tablo 2.1. Tehlikenin gerçekleşme olasılığı (3)

| Tehlikenin Gerçekleşme Olasılığı | Yüzdesi (%) | Olasılık Değeri |
|----------------------------------|-------------|-----------------|
| Düşük | <10 | 1 |
| Olası | 10-70 | 2 |
| Neredeyse kesin-kesin | >70 | 3 |

Tablo 2.2. Kimyasal ve biyolojik tehlikelerin sonuçlarına karşılık gelen etki değerleri (3)

| Etki değeri (ED) | Kategori | Sonuç | |
|------------------|----------|--|--|
| | | Kimyasal | Biyolojik |
| 1 | Hafif | Basit kimyasal yanık Hafif iritasyon | Asemptomatik enfeksiyon Kolonizasyon |
| 5 | Orta | Tedavi gerektiren veya kronik maruziyet | Akut/kronik enfeksiyon Tedavi gerektiren hastalık |
| 10 | Ağır | Göz teması Toksosite/onkojenite/alerji Sekelle sonuçlanan hastalık | Toksosite/onkojenite/alerji Sekelle sonuçlanan hastalık |
| 20 | Çok ağır | Yaşamsal tehlike-ölüm | Yaşamsal tehlike-ölüm |

Tablo 2.1 ve 2.2’de verilen tehlikenin gerçekleşme olasılığını ifade eden olasılık değeri (OD) ile etki değerinin (ED) çarpımı risk düzeyini (RD) verir. Risk düzeyinin belirlenmesi, alınacak kontrol önlemlerinin ve önceliklerin oluşturulmasını sağlar. Belirlenen risk düzeyleri Tablo 2.3’de sunulmuştur (3).

Tablo 2.3. Risk düzeyi belirleme tablosu (3)

| | | SONUÇ | | | |
|----------------------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| | | ED=1 HAFIF | ED=5 ORTA | ED=10 AĞIR | ED=20 ÇOK AĞIR |
| Tehlikenin Gerçekleşme Olasılığı | OD=3 KESİN | RD=3 DÜŞÜK | RD=15 YÜKSEK | RD=30 YÜKSEK | RD=60 ÇOK YÜKSEK |
| | OD=2 OLASI | RD=2 DÜŞÜK | RD=10 ORTA | RD=20 YÜKSEK | RD=40 ÇOK YÜKSEK |
| | OD=1 DÜŞÜK | RD=1 DÜŞÜK | RD=5 ORTA | RD=10 ORTA | RD=20 YÜKSEK |

OD: Olasılık Değeri, **RD:** Risk Düzeyi, **ED:** Etki Değeri

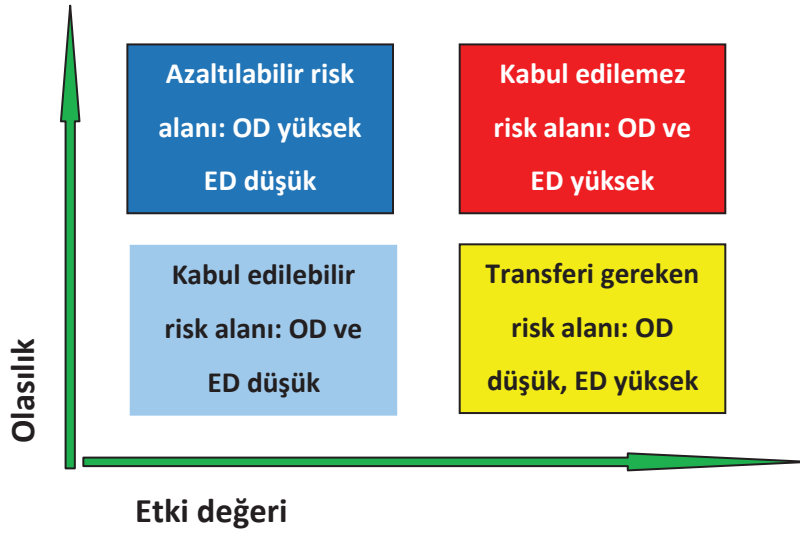
Risk düzeyi belirlendikten sonra riskin kabul edilebilirliği değerlendirilerek, öncelikler belirlenmelidir. Şekil 2.2.’de riskin kabul edilebilirliği grafiksel olarak sunulmuştur (9). Bu riskler aşağıda açıklanmıştır:

Kabul Edilebilir Riskler: Olasılık değeri ve etki değeri düşük bölge, risk düzeyi küçük olan risklerdir. Bu bölgede yer alan risklerin inceleme anında kontrolü yeterli olup, gerçekleşmesi halinde önemli bir zarar doğurmayacak risklerdir.

Transferi Gereken Riskler: Olasılık değeri düşük olmasına rağmen etki değeri yüksek olan ve gerçekleştiğinde kabul edilemez nitelikte sonuçlar doğurabilecek olan riskleri kapsar.

Azaltılabilir Riskler: Olasılık değeri yüksek - etki değeri düşük, risk düzeyi orta düzeydedir. İnceleme anında kontrol önlemleri yetersiz olup, risk yönetim prosesinde yer alan kontrol önlemlerinden bir veya bir kaçının hiyerarşik sıraya uygun olarak uygulanması ile risklerin kabul edilebilir düzeye getirilmesi mümkün olan riskleri kapsar.

Kabul Edilemez Riskler: Olasılık değeri ve etki değerinin yüksek olduğu dolayısıyla risk düzeyinin yüksek olduğu bölgedir. Mevcut şekliyle çalışılması halinde güvenlik kontrolünün mümkün olamayacağı düşünülen yüksek düzeyli riskleri kapsar. Bu risklerle ilgili hemen kontrol önlemlerinin tespit edilmesine ve kusurlu durumların ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır (9).



Şekil 2.2. Riskin kabul edilebilirliğinin OD ve ED'ye bağlı olarak grafiksel gösterimi (9)

Biyolojik ve kimyasal risk analizi yapıldıktan sonra sorumlulukların ve koşulların uygunluğunun izlenmesi için kullanılacak örnek bir Risk Değerlendirme Sonuç Formu **EK 1c'**de verilmiştir (3). Herhangi bir kaza/hastalık durumunda kullanılması gereken Laboratuvar/İş Kazası Tutanağı Formu ve Laboratuvar/İş Kazası/Hastalığı Bildirimi Formu **EK 2a ve b'**de yer almaktadır.

2.2. Kimya Laboratuvarlarında Riski Azaltmak İçin Bazı Temel Kurallar

2.2.1. Yeşil Kimya

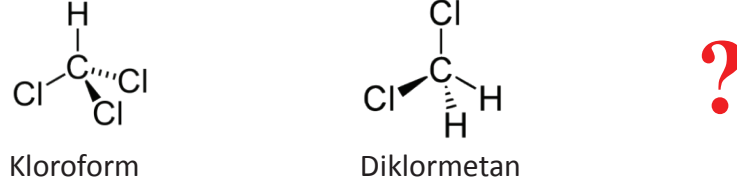
Yeşil kimya, tehlikeli ve toksik olan kimyasal maddelerin yerine, daha güvenli olan alternatifleri seçmeyi, kullanılan tekniği değiştirmeyi, ayırma ve saflaştırma işlemlerinde çözücü gerektirmeyen tekniklerin kullanılmasını hedefleyen, bu sayede insan ve çevre güvenliğine, kirliliği önlemeye, atık minimizasyonuna ve enerji optimizasyonuna katkı sağlayan bir yaklaşımdır (10).

Hemen her laboratuvarda kullanılan kimyasal maddelerin çoğu tehlikelidir. Özellikle sık kullanılan organik çözücüler; kullanımları sırasında insan ve çevre sağlığı açısından risk oluşturmakla birlikte, atık haline geldiğinde bertarafı zor olan büyük bir çevre problemine dönüşmektedir. Bu kimyasal maddeler tüm güvenlik kurallarına uygun çalışılsa dahi, uzun süre maruziyette çeşitli meslek hastalıklarına neden olmaktadır.

Günümüzde kullanılan analitik teknikte çözücü olarak suyun kullanıldığı veya toksik çözücüler yerine; iyonik sıvıların, süper kritik fazların (CO₂ gibi), yeşil organik çözücülerin kullanıldığı teknikleri seçmek tercih edilen yöntemlerdir (10-15). Ancak yine de, aromatik çözücülerin (benzen, toluen gibi), klorlu organik çözücülerin (karbon tetraklorür, kloroform, diklorometan gibi) ve diğer organik çözücülerin (dimetil sülfoksit (DMSO), N,N-dimetil formamid (DMF), petrol eteri, dietil eter, aseton

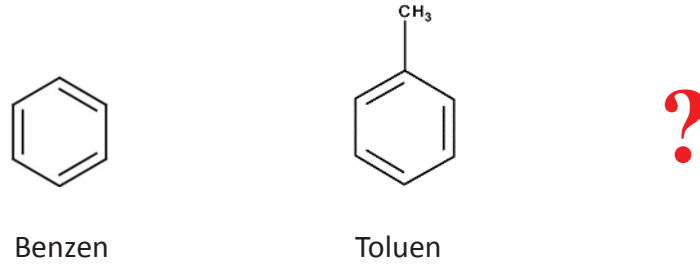
gibi) kullanılmasının zorunlu olduğu durumlar mevcuttur. Bu durumlarda, çözücü seçimi yaparken en güvenli alternatiflerin seçilmesi gerekir. **EK 3**'de sık kullanılan çözücülerin güvenlik, sağlık, hava, su ve atık olarak karşılaştırılması tablo halinde verilmiştir (12). Değerlendirme ve karşılaştırma, kimyasal maddelerin risk durumları incelenerek yapılır. Karşılaştırılan kimyasal maddelerin öncelikle sağlık ve güvenlik yönünden değerlendirilmesi gerekir.

Örnek 1: Kloroform mu diklormetan mı tercih edilmeli?



Klorlu bileşikler doğada yarılanma ömrü uzun olan ve sağlık açısından tercih edilmeyen kimyasal maddelerdir. Ancak **EK3**'de verilen tablo incelendiğinde, klorlu organik çözücü kullanmak zorunda kalındığında bu iki çözücü arasında tercih edilen, kötünün iyisi olarak diklormetan olmalıdır (11).

Örnek 2: Benzen mi toluen mi tercih edilmeli?



Benzer şekilde **EK 3**'de verilen tabloda toluenin her açıdan benzene eşit seviyede veya daha az risk taşıdığı görüldüğü açıktır. Dolayısıyla çözücü olarak benzen yerine toluen tercih etmek doğru bir güvenlik önlemdir (11, 15).

2.2.2. Daha Az Miktarla Kimyasal Madde Kullanımı/Depolanması

Pek çok kimyasal maddenin toksik, parlayıcı veya reaktif olduğu göz önünde bulundurulduğunda ihtiyaçtan fazla kimyasal madde depolamak hem kaza riski, hem depolama sırasında geçimliklerine göre sınıflandırılmaları, hem de atık imhası açısından sorun yaratacaktır. Bu nedenle ihtiyaç duyulan minimum miktarda kimyasal madde kullanmak/depolamak temel kurallardan biri olmalıdır (15, 16).

II. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. Özkılıç Ö. İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. http://egitim.druz.com.tr/upload/docs/26042012105841_vAq1THf-6-105841_risk-analizi-ozlem-ozkiloc-kitabi.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
2. Kürkçü EA, Arslan Tatar ÇP, Babaarslan E, İlik Ö, Şentürk F, Tiryaki B, Yaşaroğlu CB. Kimyasalların Güvenli Depolanması. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü (İSGUM), 2011. http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7kimyasal_depolama_rehberi.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
3. Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi. Ankara: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 937, 2014.
4. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi/Sayısı:12.08.2013/28733.
5. Gül M, Güneri AF, Selvi AE. Bulanık Karar Verme Yaklaşımları Kullanılarak Matris (L-Matris) Metodu Bazlı Risk Değerlendirmesi. VII Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı, Mayıs 5-7, İstanbul-Türkiye. 2014, (PowerPoint Sunumu). <http://app.csgb.gov.tr/isggm/oshaturkey/sunumlar/58.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
6. Risk Değerlendirme Standartları ve Metodolojilerin Karşılaştırılması. <http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/ipm/isg03> (PowerPoint Sunumu), (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
7. Kaçar F. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Yönetimi ve Değerlendirmesi. İstanbul Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Koordinatörlüğü (PowerPoint Sunumu), (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
8. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi/Sayısı: 29.12.2012/28512.
9. ÇASGEM. http://www.emo.org.tr/ekler/3f3ee69344b1032_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
10. Vaccaro L. Green chemistry. Beilstein J Org Chem, 2016; 12: 2763-5.
11. Sharma SR. Green Chemistry, Green solvents and alternative techniques in organic synthesis. Int J Chem Phys Sci, 2015; 4 (Special Issue): 516-20.
12. Green Solvents. <http://molsync.com/demo/greensolvents.php>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
13. Byrne FP, Jin S, Paggiola G, Petchey THM, Clark JH. Farmer TJ, et al. Tools and techniques for solvent selection: green solvent selection guides. Sustain Chem Process, 2016; 4:7.
14. Solvent Substitution (From Chemistry Innovation website – February 2010). <http://www.chemistryinnovation.co.uk/roadmap/sustainable/roadmap.asp?id=84>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).

15. Coşkunes Fİ. Tehlikeli Kimyasal Maddelerin Oluşturduğu Riskler İçin Genel ve Özel Önleme Yöntemleri. <http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG2-TKM-onlemler.pdf>, (Erişim Tarihi: 05.12.2017).
16. Koz Ö. Kimyasal Atıkların Depolanmasında Dikkat Edilecek Hususlar ve Kimya Bölümündeki Uygulamalar. <http://euatik.ege.edu.tr/files/kimyabolumumdekiuygulamalar.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).

3. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Kimyager Fatih ÖZÇELİK - Dr. Kimyager Sibel UZUN

Laboratuvarlar, kaza ve bulaş risklerinin yüksek olduğu ortamlardır. Ancak, laboratuvarlarda meydana gelen kazaların çoğunluğu insan hatalarından kaynaklanır ve bunları laboratuvar güvenlik kurallarına uyarak önlemek mümkündür. Oluşabilecek kazaların tamamen ortadan kaldırmak veya etkilerini azaltmak için mevcut standartlara ve yapılacak işlere uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır (1, 2).

29.11.2006 tarih ve 26361 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “*Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği*”nde Kişisel Koruyucu Donanım (KKD);

- I. Bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik tehlikesine karşı korunmak için kişilerce giyilmek veya taşınmak amacıyla tasarlanmış herhangi bir cihaz, alet veya malzemeyi,
- II. Kişiyi aynı anda bir veya daha fazla muhtemel risklere karşı korumak amacıyla imalatçı tarafından bir bütün haline getirilmiş birçok cihaz, alet veya malzemedan oluşmuş bir donanımı ve

Belirli bir faaliyetin yapılması için korunma amacı olmaksızın, taşınan veya giyilen donanımla birlikte kullanılan, ayrılabilir veya ayrılamaz nitelikteki koruyucu cihaz, alet veya malzeme olarak ifade edilmiştir (3).

Buna göre en basit anlatımla KKD, kişi ile tehlike arasında bir bariyer oluşturarak kişiyi tehlikelerden koruyan ekipmandır. KKD’ler, Şekil 3.1’de verilen tehlike kontrol piramidinin en alt seviyesinde yer alır (4). Yani KKD tek başına tam koruma sağlamaz, ancak diğer koruyucu önlemlerle birlikte çalışmanı korumaya yardımcı olur.



Şekil 3.1. Tehlike kontrol piramidi (4)

3.1. Kişisel Koruyucu Donanım Seçimi ve Risk Değerlendirmesi

Çalışma sırasında tehlikelerden korunmak, yapılan işleme uygun koruyucu donanım seçimi ile sağlanabilir. KKD seçiminden önce her işlem için ayrı ayrı risk değerlendirmesi yapılmalı, tehlikeye

neden olabilecek noktalar tespit edilmeli ve gerekli KKD belirlenmelidir. KKD seçiminde;

- Tehlikenin türüne (biyolojik, kimyasal, fiziksel vb.),
- İşin niteliğine (aerosol oluşturan işlemler, kesici delici alet kullanımı vb.),
- Bulaş veya maruz kalma yoluna (solunum yolu, deri yolu, mukoza yolu vb.),
- Maruz kalma olasılığına,
- Kişisel özelliklere (lateks alerjisi, kontak lens kullanımı vb.) dikkat edilmelidir (2).

3.2. Kişisel Koruyucu Donanım Ekipmanları

3.2.1. Laboratuvar Önlüğü

Laboratuvar önlüğü, çalışanları kimyasal maddelerin yakıcı ve delici etkileri ile mikroorganizmaların bulaş riski ve günlük kıyafetlerimizi laboratuvar tehlikelerinden korur. Ayrıca enfeksiyon etkenlerinin cilde temasını önler. Bu sayede kimyasal maddelerin ve mikroorganizmaların laboratuvar dışına yayılmasını önleyerek hem toplumu hem de çevreyi korumaya yardımcı olur (2). Laboratuvar önlüğünün kullanımı sırasında dikkat edilmesi gerekenler ve özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Önlük giyme ve çıkarma işlemleri laboratuvarın dışında yapılmalıdır.
- Önlükler diz boyunda ve önü kapanabilir (düğme, çitçit vb.) olmalı ve pamuk veya polyester pamuk karışımından yapılmalıdır.
- Kimyasal maddelerle çalışırken kullanılacak önlüklerin sıvı geçirgenliği az olmalıdır.
- Yanıcı sıvılar ile çalışılırken yangına dayanıklı iş elbiseleri giyilmeli, önlükleri delebilecek kimyasal maddeler ile çalışılırken ise önlük üzerine PVC'den yapılmış koruyucu önlük (apron) giyilmelidir.
- Kısa kollu ve gevşek olmamalı, mümkünse uzun kollu ve beyaz olmalıdır.
- Çalışma esnasında mikroorganizma veya kimyasal madde bulaşması durumunda önlük hemen çıkarılmalı, yeni temiz önlük giyilmelidir.
- Önlükler temizlenmek için eve götürülmemelidir.
- Laboratuvar dışına önlükle çıkılmamalıdır.
- Önlükler günlük kıyafetler ile aynı ortam ya da dolapta bulundurulmamalıdır.



3.2.2. Laboratuvar Eldiveni

Laboratuvar eldivenleri, laboratuvar çalışmalarında kimyasal maddelerin tahriş edici etkilerinden veya mikroorganizmaların enfeksiyon risklerinden korunmak amacıyla kullanılan malzemelerdir. Numunenin alınması, taşınması ve analizi gibi kimyasal, biyolojik ve fiziksel tehlikelerin olduğu durumlarda veya radyoaktif materyaller ile çalışmalarda eldiven kullanma ihtiyacı ortaya çıkar. Ancak tüm tehlikelere karşı kullanıcıyı tam olarak koruyan bir eldiven tipi mevcut olmadığı için yapılan işleme ve işlemde doğabilecek risklere uygun eldiven seçimi önemlidir (2). Tablo 3.1’de bazı yaygın eldiven türlerinin mikrobiyoloji laboratuvarlarına uygunluğu, Tablo 3.2’de ise bazı kimyasal madde grupları ve bunlara uygun eldiven türleri sunulmuştur (5, 6). Önemli bir koruyucu donanım olan eldivenlerin seçiminde ve kullanımında dikkat edilecek hususlar aşağıda sıralanmıştır (5-7):

- Kullanılan kimyasal madde ile uyumlu materyalden üretilmiş olmalı,
- Laboratuvarda yapılacak işleme uygun olmalı,
- Kimyasal maddenin konsantrasyonu, sıcaklığı, kimyasal madde temas süresi ve sıklığı göz önünde bulundurulmalı,
- Kullanıcının el büyüklüğü ve cilt yapısına dikkat edilmeli,
- Kullanımdan önce yırtık ya da deformasyon olup olmadığı kontrol edilmeli,
- El üzerinde açık yara, yırtık var ise su geçirmez sargı bezi ile kapatılıp sonra eldiven giyilmeli,
- Kullanım sırasında aşırı şekilde kirlenir ya da yırtılırsa değiştirilmeli,
- Eldivenler yıkanmamalı ve dezenfekte edilmemeli,
- Eldivenli ellerle temiz alanlara dokunulmamalı,
- Laboratuvar dışında kullanılmamalı.



Tablo 3.1. Bazı eldiven türleri ve mikrobiyoloji laboratuvarlarına uygunluğu (5, 6)

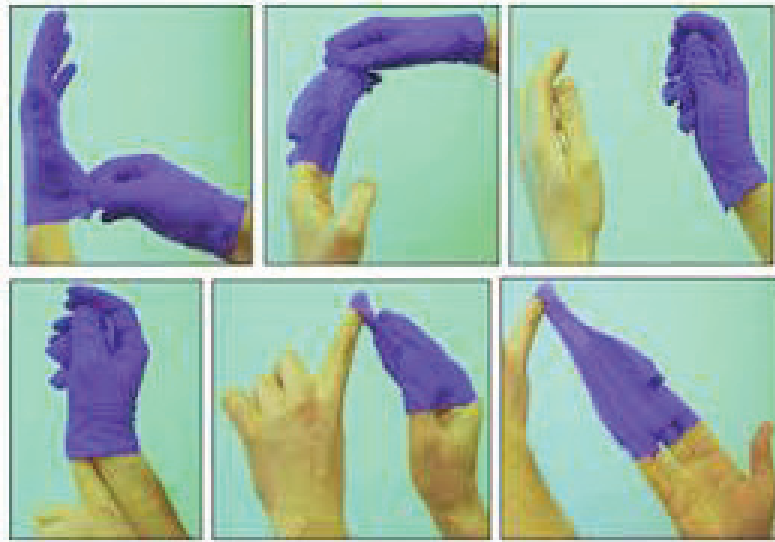
| Eldiven Türü | Kullanım Özelliği |
|---------------|---|
| Vinil | Geçirgenliğinin fazla olması nedeniyle biyolojik materyallerle çalışılması önerilmez. Dayanıklılığının ve elastikiyetinin düşük olması, duyarlılığının az olması, eli tam kavramaması diğer dezavantajlarıdır. |
| Lateks | Esneklik seviyesi yüksek, katlanmaya, yırtılmaya ve ısıya karşı direnci yüksek bir malzemedir. Biyolojik materyalle çalışmak için uygun bir eldiven tipidir. |
| Nitril | Parmak uçlarının hafif pütürlü olması nedeniyle çalışırken dokunma hissini veya hassasiyeti güçlendirir. Nitril eldivenler yırtılma ve delinmelere karşı aynı kalınlıktaki hem lateks hem de vinil eldivenlere göre 2-3 kat daha dayanıklıdır. Yüksek maliyetli olması, ele tam oturmaması ve geri dönüşümsüz olması dezavantajdır. |

Tablo 3.2. Bazı kimyasal madde grupları ve bunlara uygun eldiven türleri (5, 6)

| Eldiven Türü | Kullanım Alanı |
|---|--|
| Tek kullanımlık Vinil, Lateks, Nitril | Kuru tozlar, sulu çözeltiler |
| Tekrar kullanılabilir Neopren | Korozif kimyasal maddeler, çözücüler ve alkoller |
| Tekrar kullanılabilir Nitril | Halojenli olmayan organik çözücüler (delinme ve yırtılmaya dirençli) |
| Tekrar kullanılabilir Nomex ya da Zetex | Yüksek sıcaklık |
| Tekrar kullanılabilir Butil | Aldehit keton ve esterler |
| Tekrar kullanılabilir Viton | Klorlu organik bileşikler ve aromatik çözücüler |

Laboratuvar çalışmaları sırasında doğru eldiven seçimi kadar, kullanım sonrası çıkarılması da güvenlik önleminin önemli bir aşamasını oluşturmaktadır (Şekil 3.2). Bu aşamada aşağıdaki sıralama göz önünde bulundurulmalıdır (8):

- I. Birinci eldiveni ağız kısmından tutun, tersine çevirin ve aşağı doğru çekerek elinizden çıkarın.
- II. Çıkardığınız eldiveni diğer eldivenli elinizin içine yerleştirin. Elinizle diğer eldiveni ağız kısmından tutun, tersine çevirin ve aşağı doğru çekerek elinizden çıkarın.
- III. Böylece ilk eldiven ikincinin içinde kalır.
- IV. İşlem bittikten sonra kullanım yerine bağlı olarak kimyasal madde veya tıbbi atık olarak değerlendirilir.
- V. Eldiveni çıkardıktan sonra ellerinizi mutlaka yıkayın.



Şekil 3.2. Kullanılmış bir eldivenin hijyen kurallarına göre çıkarılışı (8)

3.2.3. Maske ve Respiratörler

Maskeler sıçramalardan, aerosollerden, kimyasal madde gazlarından korunmak amacıyla kullanılan önemli bir kişisel koruyucu donanımdır. Bunlar genel olarak cerrahi maskeler ve respiratörler olmak üzere ikiye ayrılır (5).

Cerrahi maskeler, kullanıcıyı sıçramalardan veya vücut sıvıları gibi tehlikelerden korumak için fiziksel bir bariyer olarak kullanılır (9). Cerrahi maskeler yüze tam oturmadığından ve 5µm'den daha küçük partikülleri tutamadığından aerosollere karşı kullanılmaz, kullanıcıyı sadece sıçramalara karşı korur. Aerosollerden korumadığı ya da güvenilemeyecek kadar az koruduğu için bir kişisel koruyucu donanım olarak kabul edilmez (9, 10). Bu nedenle *maske* terimi bundan sonra sadece respiratörleri ifade etmek için kullanılacaktır.

Respiratörler, çalışanları laboratuvar ortamında teneffüs yoluyla maruz kalabilecekleri tehlikelerden (mikroorganizmalar ve kimyasal maddeler gibi) korumak amacıyla tasarlanmış KKD'lerdir. Respiratör seçimi tehlikeli maddenin türüne, konsantrasyonuna, yapılan işleme ve sürece bağlı olarak yapılmalıdır. Respiratörler, havadaki partiküllerin filtrelenmesi, havanın kimyasal madde olarak temizlenmesi veya dışarıdan bir kaynak aracılığıyla temiz hava sağlanması olmak üzere üç farklı türde çalışabilirler (11).

Partikül Respiratörleri: Partikül respiratörleri yalnızca parçacıklara (örneğin toz, duman, sis gibi) karşı koruma sağlar. Kimyasal maddelere, gazlara veya buhara karşı koruma sağlamazlar ve yalnızca düşük tehlike düzeyleri için tasarlanmıştır. Bu tür maskelerin üzerinde yer alan N,R,P grupları (üç ana grup ve bunların %95, %99 ve %99,97 olmak üzere üç alt grubu) veya FFP (FFP 1, 2 ve 3 olmak üzere üç ana grup) kodları sırasıyla Avrupa Birliği ve ABD'de kullanılan iki farklı kodlama sistemidir. Yaygın olarak bilinen FFP2 respiratörün eşdeğeri "N-95"dir (11, 12). Tablo 3.3'de partikül respiratörlerin koruma düzeyleri verilmiştir. Partikül respiratörler ya tek kullanımlıktır ya da tek kullanımlık filtre içerirler. Renksizleştiğinde, hasar gördüğünde, solunum gücü çekişildiğinde veya tıkanıldığında değiştirilmelidir (11).



Tablo 3.3. Partikül respiratörlerin koruma düzeyleri (11)

| Sınıfı | Korunma Ortamı | Korunma Düzeyi |
|--------|--|----------------|
| FFP1 | Su ve yağ bazlı zararsız toz ve neme karşı koruma sağlar (5 μ m'ye kadar) | %80 |
| FFP2 | Su ve yağ bazlı zararsız toz, nem ve dumana karşı koruma sağlar (2-5 μ m arası) | %94 |
| FFP3 | Su ve yağ bazlı zararsız toz, nem ve dumana karşı, bazı virüs, mikrobiyolojik ortamlar ve ilaç endüstrisi koruma sağlar (<2 μ m) | %99 |

Kimyasal Kartuşlu/Gaz Maskesi/Respiratörleri: Gaz maskeleri, aynı zamanda “hava temizleyici respiratörler” olarak da bilinirler, çünkü nefes alınırken kimyasal madde gazları havadan temizler veya filtrelerler. Bunlar, tam veya yarım yüz maskesi şeklinde olabilir ve kartuş veya kutu içerirler. Genellikle kartuşun içinde havadaki tehlikeli maddeleri uzaklaştırmak için bir filtre, sorbent, katalizör veya bunların kombinasyonları bulunur. Bu terimler sıklıkla birbirinin yerine kullanıldığından bu kitapta *filtre* olarak söz edilecektir (11, 14). Gaz maskeleri, doğru filtre ile kullanıldığında etkilidir. Uygun filtrenin seçilmesi karmaşık bir süreç olabilir. Birden fazla tehlikeye karşı koruma sağlayan filtreler mevcuttur, ancak maalesef tüm maddelere karşı koruma sağlayan “hepsi bir arada” filtre bulunmamaktadır.



Bu yüzden birden fazla tehlikeye karşı korumak için birden fazla kartuş gerekebilir. Doğru filtre seçimi yapabilmek açısından maruz kalınabilecek tehlikeleri bilmek çok önemlidir. İşleme uygun seçim yapmak için filtrelerin üzerinde bulunan ve Tablo 3.4'de verilen renkler yol göstericidir (11). Gaz filtrelerin kullanım süresi ise çalışılan yerdeki kirleticinin konsantrasyonu ve karakteristiğine, filtre kapasitesine ve sınıfına, çalışan yerin konsantrasyonu ile test değerinin karşılaştırılmasına, nefes alıp verme hacmi ve çalışma oranına, havadaki neme, atmosferdeki ısı derecesine bağlıdır. Gazlı ortamda gazın kokusu duyulduğunda filtrenin ömrünün bitmiş olacağından filtrenin yenisi ile değiştirilmelidir. Filtrelerin depolama koşulları koruma sağlaması açısından son derece önemlidir. Maske ve respiratörlerin aşırı sıcak veya soğuktan uzak, temiz ve kuru bir yerde tutulması ve üreticinin talimatlarının dikkate alınması gereklidir. Filtreler hava geçirmez paketlerde saklanmalı, açık ambalajlı olanlar kullanılmamalı ve mutlaka son kullanma tarihleri kontrol edilmelidir. Tehlikeli kimyasal maddelerle kirlenmiş her maske temizlenmeli, dekontamine edilmeli veya tehlikeli atık olarak değerlendirilerek uygun şekilde atılmalıdır.

Elektrikli Hava Arındırıcı Respiratörler (Powered Air-Purifying

Respirator: PAPR): Elektrikli hava temizleyici respiratörler, kullanıcıya filtreden hava çekmek için bir fan kullanır. Bu respiratörlerle nefes almak daha kolaydır, ancak düzgün çalışması için tam dolu bir pil gerekir. Diğer hava temizleme solunum tüpleri ile aynı tür filtreler/kartuşlar kullanır. Burada da uygun filtre seçimi yapabilmek için tehlikeyi belirlemek gerekmektedir (11).



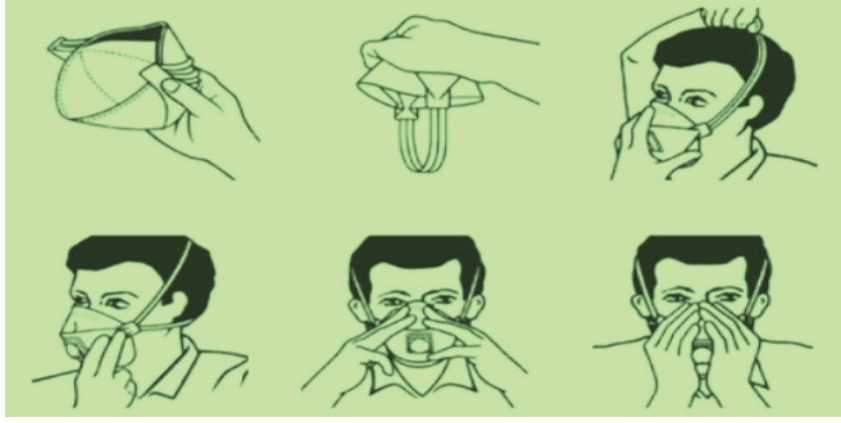
Bağımsız Solunum Cihazı (SCBA), temiz hava sağlamak için kendi hava tankını kullanan ve genellikle itfaiyeciler tarafından kullanılan respiratörlerdir. Kendi kaynağından havayı sağladığından filtre seçim sorunu yaşanmaz. Ancak çok ağır olduklarından kullanım ve bakımları özel eğitim gerektirir. Ayrıca, hava tankları genellikle derecelerine ve nefes alma oranınıza (nefes almakta zorluk) bağlı olarak bir saat veya daha kısa sürer (11).



Tablo 3.4. OSHA tarafından kabul edilmiş kartuş renkleri ve kullanıldığı kirlilikler (11)

| Kirlilik | Kartuş/Kutu Üzerindeki Renk Kodu |
|--|---|
| Asidik gazlar | Beyaz |
| Hidrojen siyanür gazı | Alt kısmı yeşil şeritli beyaz |
| Klor gazı | Alt kısmı sarı şeritli beyaz |
| Organik buharlar | Siyah |
| Amonyak gazı | Yeşil |
| Asit ve amonyak gazları | Alt kısmı beyaz şeritli yeşil |
| Karbon monoksit | Mavi |
| Asit gazları ve organik buharlar | Sarı |
| Hidrojen siyanür gazı ve kloropikrin buharı | Alt kısmı mavi şeritli sarı |
| Asit gazları, organik buharlar ve amonyak gazları | Kahverengi |
| Radyoaktif maddeler (trityum ve soygazlar hariç) | Mor |
| Pestisitler | Organik buhar kutusu ve partikül filtresi bir arada |
| Çoklu-kirlilik ve KBRN ajanları | Zeytin yeşili |
| Herhangi bir partikül - P100 | Mor |
| Herhangi bir partikül - P95, P99, R95, R99, R100 | Turuncu |
| Yağ içermeyen herhangi bir partikül - N95, N99, ya da N100 | Deniz mavisi |

Respiratörlerin doğru takılması maruziyetten korunma açısından çok önemlidir. Maske iç kısmına dokunulmadan tek elle tutulmalı, iç kısmı aşağıya çevrildikten sonra burun ve ağız tam kapatacak şekilde yerleştirilip başın arkasına esnek askılar diğer elle takılmalıdır (Şekil 3.3). Maskenin ağız ve burun kenarlarından tam olarak cilde temas etmesine dikkat edilmelidir. Daha sonra hava üflenerek olası hava kaçakları kontrol edilmelidir.



Şekil 3.3. Doğru maske takılışı

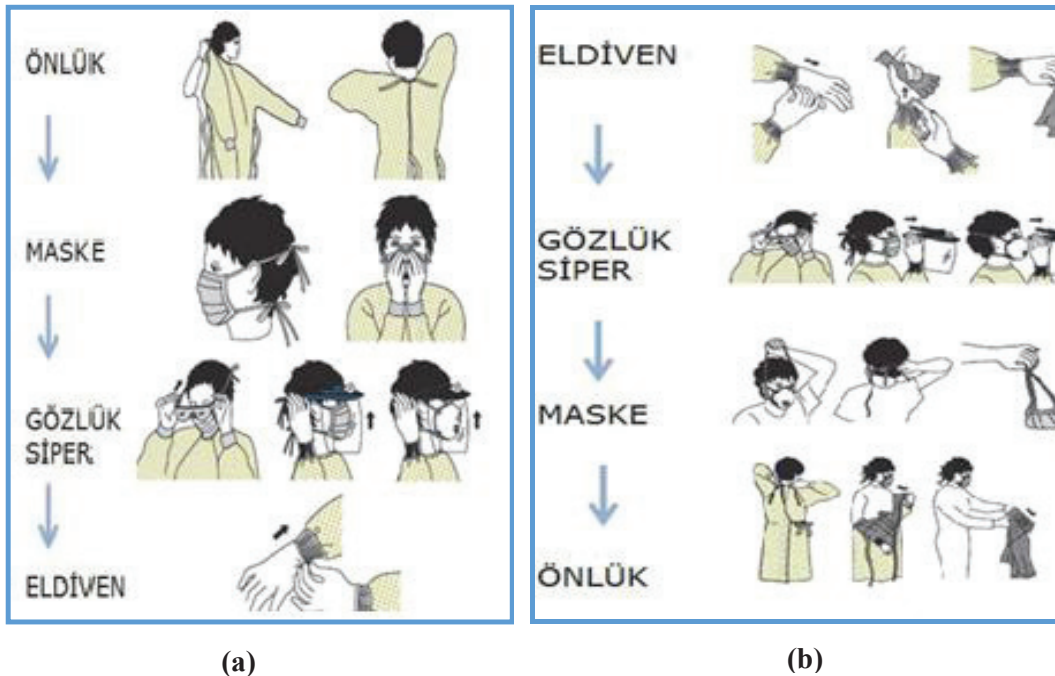
3.2.4. Yüz ve göz koruyucuları

Laboratuvarlar biyolojik, kimyasal, mekanik ve radyasyon kaynaklı ve buhar, sıvı, gaz ve yüksek sıcaklık gibi tehlikelerin bulunduğu ortamlardır. En hassas ve en önemli organlardan biri olan gözlerin bu tür tehlikelerden korunmasını sağlayacak pek çok farklı özelliğe sahip en önemli güvenlik ürünü yüz ve göz koruyucularıdır. Yüzü-gözü koruyucu araçlar biyolojik ve kimyasal maddelere, travmatik zedelenmelere karşı bariyer oluştururlar (5).



3.2.5. Kişisel koruyucu donanım giyme ve çıkarma

Laboratuvarlarda önlük, koruma gözlüğü ve galoş başta olmak üzere yapılan işe uygun KKD'lerin kullanılması zorunludur. KKD'lerin giyim ve çıkarılma sıralamasına da dikkat etmek gerekir. Şekil 3.4'de KKD giyme ve çıkarma sıralaması gösterilmiştir (5). Ofis, kafeterya, çay ocağı gibi alanlara KKD'lerle dolaşmak biyolojik veya kimyasal madde bulaşın yayılma tehlikesi açısından uygun değildir.



Şekil 3.4. KKD giyme sırası (a) ve çıkarma sırası (b) (5)

III. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarları Rehberi. <http://www.tyih.gov.tr/Eklenti/316,guvenlikrehberitibbimikrobiyolojipdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
2. Laboratuvar Güvenliği. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Laboratuvar%20G%C3%BCvenli%C4%9Fi.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
3. Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi/Sayısı: 29.11.2006/ 26361.
4. Hierarchy of Controls. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
5. Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi. Ankara: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 937, 2014.
6. Chemical Safety Guide, National Institutes of Health Office of Research Services, Division Occupational Health and Safety. <https://www.ors.od.nih.gov/sr/dohs/Documents/ChemicalSafetyGuide.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
7. Laboratuvar Güvenlik Kuralları. Ege Üniversitesi Nükleer Bil Enst.
8. İskender E. Laboratuvar Güvenlik Kılavuzu. http://dosya.marmara.edu.tr/tip/K%C4%B1lavuzlar/laboratuvar_g_venlik_k_lavuzu.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
9. Respirator Trusted-Source Information. https://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/respirators/disp_part/respsource3healthcare.html, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
10. Respiratory Infection Control: Respirators Versus Surgical Masks <https://www.osha.gov/Publications/respirators-vs-surgicalmasks-factsheet.html>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
11. Occupational Safety and Health Administration https://www.osha.gov/dts/shib/respiratory_protection_bulletin_2011.html, (Erişim Tarihi:14.12.2018).
12. IVHHN Recommended Dust Masks For Protection From Volcanic Ash. http://www.ivhhn.org/uploads/es/IVHHN_Recommended_Dust_Masks.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
13. Respiratory Protection Training Guide. http://www.safeticorp.com/data/train_img_normal/Respiratory_Protection.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
14. https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=12716, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).

4. KİMYASAL GÜVENLİK

Dr. Kimyager Hülya NOYAN ÜZDÜRMEZ - Dr. Kimyager Sibel UZUN

Kimya laboratuvarlarında daima bir tehlike kaynağı bulunabilir. Bu tehlikeleri azaltmanın yolu ise ancak güvenlik kültürünü benimsemek ve güvenlik kurallarına uymaktan geçer (1). Kimyasal güvenlik uygulamaları, kimyasal maddelerin üretimi, taşınması, kullanılması ve bertarafını içeren sürecin tamamında insan ve çevre sağlığına verdikleri maruziyetleri ve riskleri kapsar (2). Laboratuvar güvenliği, laboratuvar çalışmalarından kaynaklanan tehlikelerin belirlenmesi ve önlem alınması, aksayan durumların tespit edilmesi, iyiye yönelik düzenlemelerin yapılması için sorunlara bilimsel yöntemlerle yaklaşma sürecidir (1).

Kimyasal maddelerin sağlık üzerine etkisi, kimyasal maddelere maruz kalma risklerinin bilimsel olarak değerlendirilmesi ile belirlenmektedir. Ulusal ve uluslararası kuruluşlar, kimyasal maddelerin sağlık ve çevre etkilerine karşı koruyucu önlemlerin alınmasında temel oluşturmak amacıyla bu bilimsel çalışmaları değerlendirme raporu olarak yayınlanır. Bu belgeler, kimyasal maddelerin kullanımlarına ilişkin standart ve kılavuzların temelini oluşturur. Bu kuruluşların başında gelen Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı (IPCS), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) kimyasal maddelerin kullanımını optimize etme, kimyasal maddelere maruz kalma ve risklerin değerlendirilmesi amacıyla işbirliği içinde çalışır (3). Bu çalışmalar, Kimyasal Sınıflandırma Sistemi ve Etiketlenmesi için Küresel Uyumlaştırma Sistemi (GHS) gibi uluslararası anlaşmaların uygulanmasını sağlar (3).

4.1. Kimyasal Tehlike Sınıfları ve Kaynakları

Bir kimyasal madde kullanılmadan önce yapılması gereken ilk iş potansiyel tehlikeleri öğrenmek ve buna uygun çalışma planı oluşturmaktır. Her kimyasal maddenin kendine has özellikleri olduğundan, yapılacak ilk güvenlik önlemi öncelikle kimyasal maddenin etiketini okumaktır. Bu etiket üzerinde o kimyasal maddeye ait maruz kalınabilecek tehlikeler; renkler, semboller ve piktogramlar ile yer almaktadır.

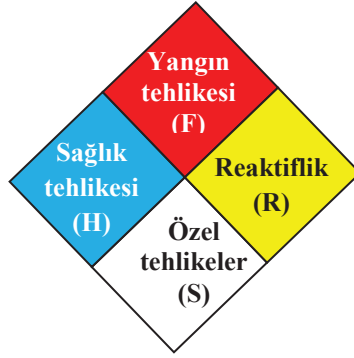
ABD Ulusal Yangınlardan Korunma Kurumu (NFPA) tarafından yapılan tehlike sınıflandırılması ve açıklaması Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu sınıflandırmada sağlık riski-mavi, yangın riski-kırmızı, spesifik tehlike-beyaz, reaktivite-sarı olmak üzere 4 ana grup ve her grup içinde en yüksekten en düşüğe (4: en yüksek; 0 en düşük) beş derecelendirme mevcuttur. Bunlara ilave olarak su ile kolay reaksiyon veren kimyasal maddelerin spesifik tehlike bölümünde su ile temastan kaçınılması gerektiği ifade eden *W simgesi* yer alır (4,5).

SAĞLIK ETKİSİ (mavi rakam)

- 0 : Normal etkisiz
1 : Az tehlikeli
2 : Tehlikeli
3 : Aşırı tehlikeli
4 : Öldürücü

REAKTİVİTESİ (sarı rakam)

- 0 : Dengeli
1 : Isıtıldığında dengesiz
2 : Ciddi kimyasal değişme
3 : Şok ve ısı açığa çıkarır
4 : Patlayabilir



YANICILIĞI (kırmızı rakam)

- 0 : Yanmaz
1 : 93 °C nin üzerinde yanar
2 : 38 °C nin üzerinde yanar
3 : 23 °C nin üzerinde yanar
4 : 23 °C nin altında yanar

ÖZEL ETKİSİ (siyah rakam)

- oxy : Oksitleyici
Acid : Asit
ALK : Alkali
Corr : Korozif
W : Su ile reaksiyon
C : Kanserojen



















Şekil 4.1. NFPA tarafından yapılan tehlike sınıflandırılması ve açıklaması

Kimyasal maddeler; kişilere, ortama ve çevreye verebilecekleri tehlikeler ve etkileri bakımından beş farklı gruba ayrılabilir:

1. Yanıcılık/Parlayıcılık-kolayca yanabilen kimyasal maddeler için- *Alevlenir (yanıcı)*
2. Yakıcılık- kolayca yakabilen kimyasal maddeler için- *Oksitleyici maddeler*
3. Koroziflik-güçlü asitler ve bazlar gibi kimyasal madde etki yapan ve dokuya zarar veren kimyasal maddeler için- *Aşındırıcı/Cildi tahriş edici maddeler ve akut zehirli/cildi tahriş edici maddeler*
4. Toksikite-zehirli kimyasal maddeler için- *Toksik maddeler ve Kansinojenler*
5. Reaktivite-kendiliğinden kimyasal madde reaksiyona uğrayan ya da diğer kimyasal maddelerle hızlı reaksiyon veren kimyasal maddeler için- *Patlayıcı maddeler ve Sıkıştırılmış basınçlı gazlar*
6. Çevre için zararlılık-su ve toprağa karışarak doğal yaşama olan zarar

Bilindiği gibi her kimyasal maddenin etiketinde o kimyasal maddeye ait tehlike bilgilerini ifade eden piktogramlar yer almaktadır. Bu piktogramlar, 2009 yılında yürürlüğe giren GHS'ye göre kimyasal maddelerin küresel uyum çerçevesinde standartlaştırılarak yeniden düzenlenmiştir. Şekil 4.2'de eski ve yeni piktogramlar ve bu piktogramların anlamları verilmiştir. Benzer uygulama etiket bilgilerinde de yapılmış ve EC/1272/2008 sayılı Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanmasına ilişkin AB Tüzüğü" (CLP) hazırlanarak etiketler de standartlaştırma yapılarak yeniden düzenlenmesi sağlanmıştır (6).

| Eski Etiket Tehlike Sembolleri (Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği) | | | Yeni Etiket Risk Piktogramları (EU GHS Düzenlemeleri) | | |
|--|---------------|--|---|------------------|--|
| Tehlike İbaresini | Referans Harf | Sembol | Risk Kategorileri | Uyarı İbaresini | Risk Piktogramı |
| Patlayıcı | E |  | Patlayıcı | Tehlike Uyarı |  |
| Çok kolay alevlenir Kolay alevlenir | F+ F |  | Alevlenir sıvılar | Tehlike Uyarı |  |
| Oksitleyici | O |  | Oksitleyici sıvılar | Tehlike Uyarı |  |
| - | - | - | Basınç altındaki gazlar, Sıkıştırılmış gazlar | Uyarı |  |
| Aşındırıcı | C |  | Cildi tahriş edici Metal aşındırıcı | Tehlike Uyarı |  |
| Çok toksik Toksik | T+ T |  | Akut zehirlilik | Tehlike |  |
| Zararlı Tahriş edici | Xn Xi |  | Akut zehirlilik Cildi tahriş edici | Uyarı Uyarı |  |
| - | - | - | Karsinojenlik | Tehlike Uyarı |  |
| Çevre için tehlikeli | - |  | Sucul çevre için zararlı | Uyarı |  |
| - | - | - | Ozon tabakası için zararlı | Tehlike | Piktogram Yok |

Şekil 4.2. Tehlike sembolleri (piktogramlar) ve anlamları

4.1.1. Alevlenir Maddeler



Belli koşullarda, bir dış etki ile veya kendiliğinden alev alabilen maddelerdir. Katı, sıvı veya gaz formda olabilen *alevlenir maddelerin* önemli özellikleri; parlama noktası, alevlenme noktası, kendiliğinden tutuşma noktası, patlama limitleri, buhar yoğunluğu, elektrostatik enerji biriktirme özellikler olarak sıralanabilir. Alevlenme özellikleri aşağıdaki tanımlamalarda gösterdikleri özelliklerle ilişkilidir.

Parlama Noktası: Sıvıdan ayrılan buharın hava ile yanıcı bir karışım oluşturması ve sıvı yüzeyine yakın bir alev kaynağı ile yanmaya başlaması için gerekli en düşük sıcaklıktır. Kolay tutuşan sıvılar için kullanılır (7).

Alevlenme Noktası (Tutuşma Sıcaklığı): Tutuşturucu kaynak uzaklaştıktan sonra buhar hava karışımının sürekli olarak yanmaya devam ettiği en düşük sıcaklıktır (7).

Kendiliğinden Tutuşma Sıcaklığı: Bir maddenin tutuşturucu bir kıvılcım olmaksızın kendiliğinden tutuşup yanmaya devam ettiği en düşük sıcaklıktır (7).

Alevlenir Sıvılar: Alevlenir sıvıların belirli şartlar altındaki buharları, havayla karışarak bir dış etki ile tutuşabilirler. Bu sıvılar, su ile karışabilme özelliklerine ve alev alma noktasına göre Tablo 4.1'de verildiği gibi sınıflandırılabilirler. Kullanım ve depolanmaları sırasında yanma tehlikesi

oluşturdukları için etrafta açık alev olmamasına çok dikkat edilmelidir. Elektrostatik yük biriktirerek tutuşabildiklerinden doldurma boşaltma sırasında metal kapların mutlaka topraklanması gerekir. Bu sıvılar buzdolaplarında saklanamazlar. Yalnızca ark korumalı soğutucularda saklanabilirler. Laboratuvarda en çok kullanılan aseton, eter, etanol, izopropil alkol, metanol, ksilen, kloroform gibi alevlenir çözücüler; NFPA da yangın kategorisi 3-4 olan ve en çok tehlike oluşturan kimyasal maddelerdir.

Tablo 4.1. Alevlenir sıvıların su ile karışabilme özelliklerine ve alev alma noktasına göre sınıflandırılması

| Sınıf | Özellik |
|-------|---|
| A | Suyla karışmayan ve tutuşma sıcaklığı aşağıda verilen alevlenir sıvılar |
| A I | Tutuşma sıcaklığı 21 °C'den küçük olanlar, örneğin; n-hekzan |
| A II | Tutuşma sıcaklığı 21- 55 °C arasında olanlar, örneğin; metilstiren |
| A III | Tutuşma sıcaklığı 55 °C'den büyük olanlar, örneğin; 1-oktanol |
| B | Suyla karışabilen ve tutuşma sıcaklığı 21 °C'den küçük olanlar, örneğin; aseton |

Alevlenebilir Katılar: Alevlenir katılar, hava veya suyla temas ettiğinde kendiliğinden tutuşabilirler. Bu tür katılara aşağıdaki örnekler verilebilir. Özellikler alkali metaller, su ve halojenli hidrokarbonlarla kolaylıkla patlama reaksiyonu verirler (7).

- Alkali metaller (Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Na-K alaşımı)
- Magnezyum ve Alüminyum metalleri (özellikle toz formda ise)
- Metal hidrürler
- Organometalik bileşikler (Ziegler-Natta katalizörü)
- Fosfor ve Sülfür

4.1.2. Oksitleyici (Yakıcı Maddeler) Kimyasal Maddeler



Yapılarında yanma için gerekli olan oksijeni bulundurduklarından, yanabilen maddelerle temas edince reaksiyon veren maddelere *oksitleyici maddeler* denir. Oksitleyiciler, yanıcı ya da patlayıcılarla herhangi bir ısı kaynağına gerek kalmadan yangına neden olabilirler. Hidrojen peroksit, perklorik asit, sodyum-potasyum metalinin nitratları, nitrik asit, peroksitler, hipokloritler, permanganatlar, kloratlar, perkloratlar, kalsiyum karbonat, kromik asit ve amonyum nitrat oksitleyici (yakıcı) maddelerdir (4).

4.1.3. Aşındırıcı (Korozif)/Cildi Tahriş Edici Kimyasal Maddeler



Temas ettikleri yüzeyi (metal, polimer ve canlı doku vb.) aşındıran/zarar veren (yanık, kızarıklık, ağrı gibi) kimyasal maddelerdir. Bu kimyasal maddeler asidik, bazik dehidrate edici veya oksitleyici olabilirler. Bazı örnekleri aşağıdaki verilmiştir (4):

Güçlü asitler: Sülfürik asit, hidroklorik asit, hidroflorik asit

Güçlü alkaliler: Sodyum hipoklorit, potasyum hipoklorit, amonyum hidroksit

Dehidrate edici ajanlar: Sülfürik asit, sodyum hidroksit, kalsiyum oksit

Oksitleyici ajanlar: Hidrojen peroksit, klor, brom

4.1.4. Cildi Tahriş Edici/ Akut Zehirli Kimyasal Maddeler



Cildi tahriş edici ve akut zehirli kimyasal maddeler, iritan ya da alerjen etkiye sahip olabilirler. Formaldehit ve iyot iritan (tahriş edici), krom, nikel, aldehit türevleri ve fenol türevleri alerjen etki gösterirler (4, 6).

4.1.5. Toksik maddeler



Kimyasal maddelerin pek çoğu toksiktir, ancak toksik özelliklerini dozu belirler (4). Toksikitesinin ölçüsü; bir defada ağızdan verilen, 14 günlük gözlem sonucu deney hayvanlarının %50'sinin ölmesine neden olan ve vücut ağırlığının kg'ı başına verilen ve LD₅₀ mg/kg olarak tanımlanan dozdur. Kimyasal maddelerin havadaki 4 saatlik maruziyetleri sonunda, öldürücü derişimleri ise LC₅₀ mg/L hava olarak verilir (7).

Kimyasal maddeler, akut (anlık) ya da kronik (uzun süreli) zehirlenme etkisi gösterirler. Toksik maddeler ağız, solunum ve cilde temas yollarıyla alınabilirler (7). Toksik maddeler doza bağlı olarak akciğer, karaciğer, böbrek, sinir sistemi veya hematopoiyetik sistemler üzerine organotoksik etki gösterirler (4). Bu maddelere örnekler aşağıda verilmiştir.

- Akciğer hasarı yapanlar: Asbest
- Karaciğer hasarı yapanlar: Nitrözamin, Karbontetraklorür
- Böbrek hasarı yapanlar: Halojenli hidrokarbonlar
- Sinir sistemi hasarı yapanlar: Akrilamid, Cıva
- Hematopoiyetik hasarı yapanlar: Karbonmonoksit, Siyanürler

4.1.6. Karsinojenler



Küçük dozları bile vücutta tersinmez tahribat yapan maddelerdir. Bu etkiler ve açıklamaları aşağıda verilmiştir:

Kanserojen: Kötü huylu tümör oluşturan kimyasal maddeler

Mutajen: Gen tahribatı yapan kimyasal maddeler

Teratojen: Anormal doğuma sebep olan kimyasal maddeler

Karsinojen etki genellikle uzun süreli maruziyet sonucu oluşur. Güçlü inorganik asit buharları, formaldehit, etilen oksit, kadmiyum bileşikleri gibi kimyasal maddeler bu gruptandır (4). Karsinojen olduğu bilinen ya da şüphe edilen kimyasal maddelerin listesine ve detaylı bilgilere ilgili web sayfalarından ulaşmak mümkündür (8, 9).

4.1.7. Patlayıcı Madde ve Karışımlar



Bu tür kimyasal maddeler; ısı, alev, sürtünme, çarpma gibi etkilerle ekzotermik reaksiyon gösterirler (4, 7). Nitrik asit esterleri, pikratlar, organik nitrozo ve nitro bileşikleri, nitröz asit ve tuzları, alifatik azo- ve diazo bileşikleri, azidler patlayıcı maddelere örnek olarak verilebilir.

4.1.8. Sıkıştırılmış Basınç Altındaki Gazlar



Oksijen, azot gibi sıkıştırılmış gazlar; asetilen gibi çözünmüş gazlar; propan, karbondioksit gibi sıvılaştırılmış gazlar ve sıvı azot, sıvı helyum, sıvı argon ve kuru buz (katı karbondioksit) gibi kriyojenik sıvılar metal tüplerde muhafaza edilirler (4). Bunlarla ilgili en büyük tehlikeler eğitim eksikliği, dikkatsiz kullanım, yanlış depolama, yetersiz havalandırma olarak sıralanabilir (10). Tüplerin taşınması ve depolanması sırasında yangın söndürücülerin ve statik elektriği topraklayacak şeritlerin olması önemlidir. Bu tüpler, aksi belirtilmedikçe dik konumda tutulmalıdırlar. Tablo 4.2'de sık kullanılan gazların standartlaştırılmış hortum renkleri yer almaktadır (10).

Tablo 4.2. Sık kullanılan gazlar ve bunların standartlaştırılmış hortum renkleri (10)

| Gaz | Kaplama Rengi ve İşareti |
|---|--------------------------|
| Asetilen, diğer yanıcı gazlar ^a (Sıvılaştırılmış petrol gazı LPG, metal-polimer-yarı iletken MPS, doğal gaz, metan hariç) | Kırmızı |
| Oksijen | Mavi |
| Basınçlı hava, azot, argon, CO ₂ | Siyah |
| LPG, MPS, doğal gaz, metan | Portakal rengi |
| Katkılı yakıt gazı | Kırmızı-katkılı |
| Katkılı yakıt gazı hariç bu tabloda yer alan bütün yakıt gazları | Kırmızı/Portakal rengi |

^aHortumun hidrojen için kullanmaya uygunluğu konusunda imalatçının görüşü alınmalıdır.

4.2. Güvenlik Bilgi Formu (SDS)

Daha önce MSDS olarak bilinen ve OSHA tarafından yeniden düzenlenen Güvenlik Bilgi Formları (SDS) kimyasal maddelerle ilgili önemli bilgileri içerirler. Bunlar, ilgili kimyasal madde ile yapılan çalışmada dikkat edilmesi gereken hususlar, geçimlikleri ve depolama koşullarının değerlendirilmesi açısından gerekli bilgilerdir. Bu nedenle, bir kimyasal madde ile çalışmaya başlamadan önce mutlaka o kimyasal maddeye ait Güvenlik Bilgi Formları (SDS) gözden geçirilmeli ve bu dokümanlar mutlaka çalışanların kolayca ulaşabileceği yerlerde bulundurulmalıdır (11).

Tehlikeli maddelerin insan ve çevre sağlığı üzerinde yaratabilecekleri olumsuz etkilere karşı etkin kontrolünü sağlamak üzere SDS hazırlanması ve dağıtılmasına ilişkin idari ve teknik usul ve esasları ilgili yönetmelikler mevcuttur (12). Bu usul ve esaslara göre belirlenen SDS'ler Şekil 4.3'de verilen başlıklardan oluşur (11, 13). SDS'lerin *Tehlike Tanıtımı* bölümünde o kimyasal maddeye ait H (Hazard) ve P (Precautionary) cümlecikleri yer almaktadır. Bu cümlecikler, GHS ile 01 Haziran 2015 tarihi itibarıyla uygulanmaya başlayan ve kimyasal maddelerin içerdiği tehlikeler (H) ve kullanımında alınması gereken önlemlerin (P) standart olarak ifade edilmesinde kullanılan cümleciklerdir. Bu cümlecikleri, MSDS'lerdeki karşılığının R (Risk) ve S (Safety) cümlecikleri olduğu unutulmamalıdır. Bazı H ve P cümlecikleri örnek olarak aşağıda verilmiştir:

H 200 Kararsız patlayıcıdır

H 260 Su ile temas ettiğinde kendiliğinden tutuşabilen yanıcı gazlar yayar

H 317 Alerjik cilt reaksiyonlarına yol açar

H 340 Genetik hasara yol açabilir

H 350 Kansere yol açabilir

H 301 +H 311+H 331 Yutulduğunda, ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda toksiktir

P 232 Nemden koruyun

P 243 Statik boşalmaya karşı önleyici tedbirler alın

P 412 50 °C/122 °F aşan sıcaklıklara maruz bırakmayın

P 306 + P 360 Kirlenmiş giysi ve cildinizi, giysilerinizi çıkarmadan önce bol su ile hemen durulayın.

Güvenlik Bilgi Formunda Bulunan Bilgiler

1. Madde/Müstahzar ve Şirket/İş Sahibinin Tanıtımı,
2. Tehlikelerin Tanıtımı,
3. Bileşimi/İçeriği Hakkında Bilgi,
4. İlk Yardım Tedbirleri,
5. Yangınla Mücadele Tedbirleri,
6. Kaza Sonucu Yayılmaya Karşı Tedbirler,
7. Elleçleme ve Depolama şartları
8. Maruziyet Kontrolleri/Kişisel Korunma,
9. Fiziksel ve Kimyasal Özellikler,
10. Kararlılık ve Reaktivite,
11. Toksikolojik Bilgi,
12. Ekolojik Bilgi,
13. Bertaraf Bilgileri,
14. Taşımacılık Bilgileri,
15. Mevzuat Bilgileri,
16. Diğer Bilgiler

Şekil 4.3. SDS'lerde yer alan başlıklar (11,13)

Bir SDS örneği Şekil 4.4’de verilmiştir (14). Bu SDS örneğinde, kimyasal geçimliklerinin değerlendirilmesi açısından gerekli bilgileri içeren “*kararlılık ve tepkime*” bölümü incelendiğinde bu kimyasal maddenin HNO_3 , O_2 ve HClO_4 gibi yükseltgen maddelerle geçimsiz olduğu görülür.

| |
|---|
| BÖLÜM 10. Kararlılık ve tepkime |
| 10.1 Reaktivite Yoğun ısılarda hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. |
| 10.2 Kimyasal stabilite Ürün, standart ortam koşulları (oda sıcaklığı) altında kimyasal olarak stabildir. |
| 10.3 Tehlikeli reaksiyonlar olasılığı ...ile patlama riski vardır: Oksitleyici maddeler, peroksi bileşikler, perkloratlar, perklorik asit, Nitrik asit, Oksijen, organik nitro bileşikler, benzen/benzen türevleri ... ile ekzotermik reaksiyon: yanımetalik halidler, Asetik anhidrit, Asitler ... ile patlama veya yanıcı gaz yada buharlar oluşturma riski: Flor, Alkali toprak metaller, Alkali metaller |

Şekil 4.4. Güvenlik Bilgi Formu (SDS) örneği (kimyasal madde geçimliklerinin ve depolama koşullarının değerlendirilmesi) (14)

4.3. Kimya Laboratuvarlarında Güvenlik Seviyeleri (KGS)

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında olduğu gibi kimya laboratuvarlarının güvenlik seviyelerini belirlemek, uygun önlemlerin alınabilmesi açısından önemli bir aşamadır. Bu seviyeleme, yapılan risk değerlendirmesine göre belirlenir (Bkz Bölüm 2, EK 1b ve EK 1c). Bu değerlendirmeler temel olarak aşağıdaki bilgilerin ışığında yapılır (5):

- ✓ Kimyasal maddelere ait kimlik ve GHS bilgileri,
- ✓ Kullanılan kimyasal maddelerin miktarları ve konsantrasyonları,
- ✓ Muhtemel kimyasal madde reaksiyonları,
- ✓ Araştırma süreçleri ve laboratuvar faaliyetleri,
- ✓ Olası acil durum senaryoları,
- ✓ Güvenlik uzmanların görüşü ile laboratuvar yöneticisinin mesleki deneyimi.

Kimya laboratuvarların güvenlik seviyeleri, çalışılan kimyasal maddelerin miktarına ve özelliklerine göre dörde ayrılır.

Kimyasal Güvenlik Seviyesi 1: KGS 1 grubuna giren laboratuvarlar; fiziksel veya sağlık açısından minimum tehlikesi olan kimyasal maddelerin bulunabileceği, derişik asitlerin ya da bazların toksik, karsinojen veya teratojen kimyasal maddelerin bulunmadığı laboratuvarlardır. Bu laboratuvarlarda alevlenebilir sıvıların miktarı 4 L’den azdır. KGS 1 laboratuvarları çeker ocak veya özel bir havalandırma sistemi gerektirmez. Hazır kitlerle çalışan ya da GHL’ye göre tehlikeli olan kimyasal maddelerin

miktarının en fazla 500 mL olduğu araştırma laboratuvarları, lazer laboratuvarları, mikroskopi odaları bu gruba örnek verilebilir.

Kimyasal Güvenlik Seviyesi 2: KGS 2 grubuna giren laboratuvarlar; fiziksel veya sağlık açısından düşük miktarda tehlikesi olan kimyasal maddelerin bulunabileceği, derişik/güçlü asitlerin ya da bazların miktarının 1 L'den fazla olmadığı, toksik veya yüksek tehlike özellikleri olmayan, olsa dahi sınırlı miktarda olan laboratuvarlardır. Bu laboratuvarlarda depolanan alevlenebilir sıvıların miktarı 40 L'den azdır. Böyle laboratuvarda çeker ocak gerekebilir. Lisans düzeyinde öğretim veren kimya ve biyokimya laboratuvarları, standart biyomedikal laboratuvarları bu sınıfa örnek verilebilir.

Kimyasal Güvenlik Seviyesi 3: KGS 3 grubuna giren laboratuvarlar; orta seviyede kimyasal veya fiziksel tehlikesi bulunan laboratuvarlardır. Bu laboratuvarlar derişik asitler, bazlar, toksik kimyasal maddeler, diğer çok tehlikeli kimyasal maddeler veya kriyojenik sıvılarla çalışılan laboratuvarlardır. Bu grup laboratuvarlarda karsinogenler veya üreme toksinleri de kullanılır. Aşındırıcı, yanıcı ya da sıkıştırılmış toksik gazlar uygun kabin veya çeker ocaklarda bulunur. 40 L'den daha büyük hacimlerde yanıcı sıvıların depolandığı laboratuvarlardır. Bu laboratuvarlarda hidroflorik asit, piroforik kimyasal maddeler veya siyanürler gibi çok tehlikeli kimyasal maddeler, yasal düzenlemelere göre gerekli onaylar alınarak, sınırlı miktarlarda bulunabilir. Bu laboratuvarlar, çeker ocaklar veya lokal tahliyenin gerekli olduğu laboratuvarlardır. Bazıları hava veya suya reaktif kimyasal maddeler için vakumlu odalar (glove box) içerir. Kimyasal madde araştırma laboratuvarları, farmakoloji, kimya mühendisliği ve patoloji laboratuvarları bu sınıfa örnek verilebilir.

Kimyasal Güvenlik Seviyesi 4: KGS 4 grubuna giren laboratuvarlar; yüksek seviyede kimyasal veya fiziksel tehlikelerin bulunduğu laboratuvarlardır. Bu laboratuvarlar, patlayıcılar veya patlama potansiyeli olan kimyasal maddelerin ya da yüksek miktarlarda piroforik kimyasal maddelerin sıklıkla kullanıldığı laboratuvarlardır. Kontrolsüz salınımın oluşması veya öngörülebilir kazalar durumunda yaşam ve sağlık açısından ani ve önemli tehlikeli koşulları oluşturma potansiyeline sahip büyük miktarlarda veya yüksek riskli materyallerin kullanıldığı laboratuvarlar bu gruptandır. Piroforik veya suya reaktif kimyasal maddeler için vakum odalarının kullanımı gerekir. Kullanılan yüksek tehlike potansiyeline sahip materyalin miktarı için üst limit belirleyecek laboratuvar yöneticilerine ihtiyaç vardır. Örneğin 5 g'dan fazla piroforik madde veya 150 mL'den fazla 2 M t-butil lityum kullanımı yüksek bir miktar olarak düşünülebilir.

Kimyasal madde güvenlik seviyesi belirlendikten sonra bu seviyeye uygun bir laboratuvar tasarımı oluşturulmalıdır. Kimyasal Güvenlik Seviyelerine göre genel olarak alınması gereken önlemler Tablo 4.3'de verilmektedir (5).

Tablo 4.3. Kimyasal güvenlik seviyelerine göre alınması gereken önlemler (5)

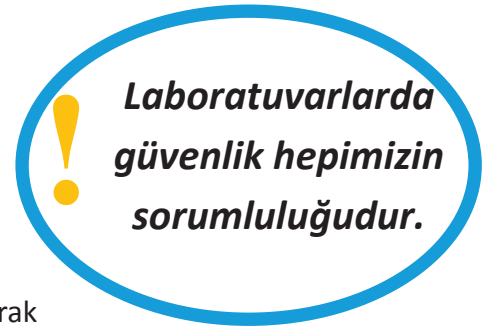
| | Tesis | Eğitim | Denetim | KKD | Yanıt Protokolü |
|--------------|---|---|---|--|--|
| KGS 1 | Herhangi bir oda yeterlidir, havalandırma gerektirmez | Etiketler okunmalıdır | Genel kendi kendini denetleme kuralları | Kapalı ayak ve bacaklar | Olağan dışı bir tehlikeli materyal sorunu yoktur |
| KGS 2 | Havalandırma gerekir | Prosedürler takip edilmeli | Genel eğitimler ve kontrol ziyaretleri | Nitril eldiven ve göz koruması | Çalışanlar genel alarma yanıt verir |
| KGS 3 | Lokal havalandırmalı laboratuvarlar (çeker ocaklar) | Beklenmedik durumlar için genel eğitimler | Süreç eğitimi ve dış denetimler | Uygun eldiven göz koruyucu ve laboratuvar önlüğü | Olaylara daha önceden belirlenmiş özel bir çalışan yanıt verir |
| KGS 4 | Özel tasarlanmış laboratuvarlar | Gerçek materyalle çalışmadan önce uygulama eğitimleri | Yazılı standart çalışma prosedürleri ve spesifik denetim uygulamaları | İşleme özel KKD | Özel cevaplama planlanması gerekir |

4.4. Laboratuvarlarda Kimyasal Güvenlik Kuralları

Kimyasal maddelerle çalışmak oldukça riskli olmasına karşın güvenli çalışma prosedürlerini uygulayarak laboratuvarlarda güvenliği sağlamak mümkündür. Unutulmamalıdır ki laboratuvarlarda güvenliği sağlamak herkesin sorumluluğudur.

Kimya laboratuvarlarında güvenli çalışabilmek için temel olarak yapılan işi bilmek, uygun cihaz ve malzemeleri doğru şekilde kullanmak, tehlikeler için gerekli önlemleri almak ve olası risklere karşı hazırlıklı olmak gerekir. Bunlar aşağıda detaylandırılmıştır (7):

- Çalışılan laboratuvarı iyi tanımak ve acil durumlarda kullanabilmek için ilk yardım dolapları, acil durum alarmları, göz ve vücut duşları, acil çıkışları, kimyasal madde ve biyolojik dökülme kitlerinin yerleri öğrenilmelidir,
- Kimyasal maddelerin etiketleri ve SDS'leri mutlaka okunmalı, özellikleri ve muhtemel tehlikeleri bilinmelidir,
- Kimyasal madde tehlike işaretleri bilinmeli ve uyarıları dikkate alınmalıdır,
- Yapılan işe uygun KKD kullanılmalıdır,
- Daha az tehlikeli olan kimyasal madde tercih edilmelidir,
- Mümkün olan en az miktarda madde ile çalışılmalıdır,
- Çalışma için en uygun ve güvenli prosesi ve ekipmanı seçilmelidir (çeker ocak içinde çalışmak gibi),



**Laboratuvarlarda
güvenlik hepimizin
sorumluluğudur.**

- Olası tehlikeler belirlenmeli ve gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır,
- Kimyasal maddelere uygun taşıma/saklama/depolama koşulları sağlanmalıdır,
- Çözelti ve kimyasal madde etiketlerinin doğru, eksiksiz ve okunaklı olmalıdır,
- Çözelti hazırlama ve seyreltme kurallarına uyulmalıdır,
- Kimyasal madde tehlikenin hem insana hem de çevreye zarar verebilecekleri bilinmeli ve atık poredürlerine uyulmalıdır,
- Mümkünse tehlikeli işlemlerde tek başına çalışılmamalıdır,
- Cam malzeme kullanmadan önce kontrol edilerek, kırık ve çatlak olmadığından emin olunmalıdır,
- Cam malzemeler düz bir yüzeye konulmalı ve kullanırken çok fazla kuvvet uygulanmamalıdır,
- Cam malzemelerin bağlantı yerlerine yerleştirilmesi sırasında koruyucu eldiven giyilmeli ve birleşme noktasına yakın tutulmalıdır,
- Rodajlı malzemelerde bir kaynama mevcut ise bağlantıları açmak için zorlanmamalı (bunun yerine uygunsa saç kurutma makinesi veya sıcak su kullanılmalıdır),
- Bazik malzemeler korozif olduklarından uzun süre cam kaplarda muhafaza edildiklerinde cam kapakların cam gövdeye yapışmasına neden olabilirler. Bu nedenle, bu tarz çözeltiler için plastik kapaklar ya da bağlantı elemanları tercih edilmelidir,
- Deney düzeneği hazırlanırken bağlantıların sağlam ve sızdırmaz olduğunun kontrolü yapılmalıdır,
- Kolay tutuşabilen veya ısıl parçalanmaya uğrayan maddeler doğrudan açık bek alevinde ısıtılmamalı, bunun yerine kum banyosu, elektrikli ısıtıcı ya da mantolu ısıtıcılar tercih edilmelidir. İşlem kapalı bir sistemde yapılmalı ve soğutucu kullanılmalıdır. Homojen bir ısıtma sağlamak için manyetik karıştırma yapılmalıdır,
- Damıtma işlemlerinde kuruluğa kadar ısıtma yapılmamalıdır,
- 60 °C'ye kadar ısıtmak için su banyosu, 250 °C'ye kadar ısıtmak için ise silikon yağı banyosun kullanılmalıdır. Yağ banyoları ile çalışırken üzerine su damlası düşmesi engellenecek şekilde çalışılmalıdır,
- Deneyde soğutma işlemleri için -15 °C'ye kadar inilmek istendiğinde tuz-buz karışımları; -20 ile -78 °C'ye kadar inilmek istendiğinde çözücü/kuru buz (karbondioksit karı) karışımları; -196 °C'ye kadar inilmek istendiğinde sıvı azot kullanılabilir. Bu sistemler, köpüklü plastikler ya da mümkünse devar kabı içinde hazırlanmalıdır,



- Kuru buzla çalışırken ısı iletimini sağlamak üzere kolay buharlaşan aseton, metanol ya da izopropanol kullanılmalıdır. (izopropanol vizkozitesinin yüksek, toksisitesinin az olması nedeni ile daha çok tercih edilir),
- Santrifüj cihazları durmadan, kapakları asla açılmamalıdır. Santrifüj cihazların kefeleri mutlaka karşılıklı ve eşit miktarda yerleştirilerek denge sağlanmalıdır,
- Yanıcı buhar oluşturan maddeler, patlamaya karşı koruması olmayan etüvlerde kurutulmalıdır.
- Düşük basınç altında çalışılırken kullanılan cam malzemelerin küresel olmasına dikkat edilmediir. Tabanı düz olan malzemeler kullanılmamalıdır. Ayrıca vakumlu sistemlerle çalışırken etrafına tel kafes geçirmek, olası saçılmaları önler,
- Basınçlı sistemlerle çalışırken silikon vakum hortumları kullanılmalıdır,
- Gaz tüpler mümkünse laboratuvarlarda bulundurulmamalı, dışarda muhafaza edilerek borularla laboratuvara taşınmalıdır. Tüplerin asansörle taşınması sırasında insanlar bindirilmemelidir,
- Tüplerin montajları mutlaka uzman kişiler tarafında yapılmalıdır. Montajdan sonra gaz kaçağı olup olmadığı sabun köpüğü kullanılarak kontrol edilmelidir,
- Tüpler kullanılmadığı zamanlar basınç göstergeleri sökülerek, tüp başlıkları takılmalıdır,
- H₂, N₂, O₂, asal gazlar, gaz halindeki hidrokarbonlar, CO₂ ve CO içeren gaz tüplerine basıncın düşürülmesini sağlayan manometreler; amonyak, HCl, SO₂ ve Cl₂ gibi sıvılaştırılmış gazlara iğneli valfler takılır,
- Boşaltılan tüplere mutlaka “boş” etiketi asılmalıdır,
- Toksik ve tahriş edici gazlar çeker ocak içerisine verilmemeli, uygun bir ortamda absorplanmalıdır. (Örneğin fosgen gazı, sodyum hidroksit çözeltisi içinde absorplanabilir),
- Otoklav gibi basınçlı kaplar; basıncı düşürülmeden açılmamalıdır.

4.5. Kimyasal Maddelerin Taşınması

Kimyasal maddelerin depolanması kadar taşınması sırasında da gerekli güvenlik önlemlerini almak gerekir. Taşıma sırasında dikkat edilecek hususlar aşağıda sıralanmıştır (15):

- Taşıma tek kişi ile yapılmamalıdır,
- Taşıma yalnızca mesai saatlerinde yapılmalıdır,
- Taşıma sırasında (özellikle asansörde) tehlikeli maddelerin ağızı açık bırakılmamalıdır,
- Tehlikeli madde ve malzemeler koridorlarda bırakılmamalıdır,
- Taşıma bina içinde ise bu amaç için tasarlanmış bir el arabası kullanılmalıdır,
- Taşıma sırasında sıçrama ve kırılma olasılığı göz önünde bulundurularak uygun KKD'ler kullanılmalıdır,

- Kimyasal madde dökülme kitleri olası kazalara karşı hazır bulundurulmalıdır,
- Kokulu kimyasal maddelerin (merkaptanlar vb.) taşınması sırasında özel paketleme önlemleri alınmalıdır. Bu tür malzemeler, koridorlara ve asansörlere yayılmış kokularını önlemek için ikincil kaplar içinde ve ağızları mühürlenmiş olarak taşınmalıdır. Kimyasal maddenin dış kabı kirlenmiş ise temizlendikten sonra taşınmalıdır,
- Aşırı toksik kimyasal maddeler için özel paketleme yapılarak taşınması sırasındaki güvenlik sağlanmalıdır. Kabın dışında kimyasal madde kalıntı bulunmadığı kontrol edilerek kimyasal maddenin muhafaza edilmesine veya atık olarak değerlendirilmesine karar verilmelidir,
- Gaz silindirleri üzerlerinde regülatör varken kesinlikle hareket ettirilmemeli, vana kapağının güvenli bir şekilde üzerinde olduğuna emin olunmalıdır. Taşıma sırasında bir el arabası veya bu amaç için tasarlanmış bir araç kullanılmalı, silindirin düşmesini önlemek üzere zincir vb. ile sabitlenmelidir. Gaz silindirleri zeminde yuvarlanarak taşınmalı, yere düşürülmemelidir. Güvenli olmayan bir silindir, laboratuvarda bırakılmamalı, tehlikeli veya patlayıcı gaz içeren silindirler havalandırılmalı depolama dolaplarında veya havalandırılmalı alanlarda bulundurulmalıdır. Gaz silindirin içindeki malzeme aşırı toksik ise ve bir sızıntıdan şüpheleniliyorsa çeker ocak içine konulmalı hemen laboratuvar sorumlusuna veya üst yönetime bilgi verilmeli ve herkes ortamdaki uzaklaştırılmalıdır.

4.6. Kimyasal Maddelerin Depolanması

Laboratuvar kazalarının büyük bir kısmı kimyasal maddelerin yanlış depolanması sonucu gerçekleşmektedir (16). Pek çok kimyasal madde birbiri ile etkileşime girebildiğinden kimyasal maddelerin uygun şekilde depolanması gerekir. Dolayısıyla kimyasal maddelerin tehlike yaratmayacak şekilde sınıflandırılarak depolanması en zor ve önemli güvenlik önlemlerinden biridir. Kimyasal maddelerin depolanması sırasında güvenliği sağlamak için aşağıda verilen kuralları uygulamak gerek (15, 16-18):



- Kimyasal madde envanteri oluşturulmalı, gereğinden fazla kimyasal madde satın alınmamalıdır (16),
- Satın alırken daha az tehlikeli olan kimyasal madde tercih edilmelidir (15, 17),
- Kimyasal maddelerin doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmamalıdır,
- Kimyasal maddeler kullanılmadan önce SDS'leri incelenmeli ve bilgi edinilmelidir, SDS'lerde belirtilen saklama koşullarına uygun depolama yapılmalıdır,
- SDS'ler herkesin kolayca ulaşabileceği yerlerde bulunmalıdır,
- Kimyasal maddeler doğru etiketlenmiş olmalı ve açılma tarihleri kaydedilmelidir,

- Kimyasal maddeler depolanırken geçimlikleri ve tehlike kodları göz önünde bulundurulmalıdır. Kimyasal maddeler **kesinlikle alfabetik olarak depolanmamalıdır**,
- Alevlenir ve tutuşabilir kimyasal maddeler, bunlara uygun onaylı saklama kabinleri içinde muhafaza edilmelidir,
- Tehlikeli kimyasal maddeler özellikle sıvıların göz seviyesinden yüksek raflara yerleştirilmemelidir,
- Sıvı kimyasal maddelerin bulunduğu kapların sızma ve kırılmaları göz önünde bulundurularak ikincil bir kap içinde muhafaza edilmeli veya dökülme tepsileri kullanılmalıdır,
- Kimyasal maddelerin geçici olarak dahi olsa zeminde depolanmamalıdır,
- Kimyasal madde dolapları içindeki malzemenin düşmesini engelleyecek şekilde kenarlıklı raflardan oluşmalıdır. Dolaplar/raflar duvara monte edilmiş olmalıdır (18),
- Kimyasal madde depoları düzenli kontrol edilmeli, olumsuz durumlar derhal düzeltilerek olası kazaların önüne geçilmelidir,
- Güçlü asitler, uygun özel dolaplarda, diğer kimyasal maddelerden ayrı olarak depolanmalıdır,
- Kimyasal madde depolarda mutlaka kimyasal madde dökülme kiti bulunmalı ve dökülmüş kimyasal maddeler derhal temizlenmelidir,
- Çatlak veya bozulmuş konteynerlerin yenileri ile değiştirilmelidir,
- Uygun ortam sıcaklığı sağlanmalı ve kontrol edilmelidir,
- Aydınlatma seviyesi uygun olmalıdır,
- Kimyasal madde depolara giriş-çıkışlar sınırlanmalı, güvenlik eksikliğine izin verilmemelidir,
- Çöp birikmesine müsaade edilmemelidir,
- Sigara içilmemeli, çakmak veya kibrit çakılmamalıdır,
- Yangın söndürücülerin bulunması, kontrollerinin düzenli yapılması, ihtiyaç halinde kolay ulaşılabilecek bir yerde bulunması sağlanmalıdır (18),
- Uyarı işaretlerinin bulunması ("Sigara içilmez", "Yanıcı Sıvılar ", " Asitler ", "Korozifler ", " Zehir ", Kimyasal Madde Depolama" vb.),
- Nitrik, perklorik, kromik ve sülfurik asit gibi asidik özellikleri yanında güçlü oksitleyici olan kimyasal maddelerin organik asitlerden uzakta depolanmasına dikkat edilmelidir,
- Toksik maddeler için bu kimyasal maddelere uygun dolaplar kullanılmalıdır,
- Çeker ocakların içi, kimyasal madde deposu olarak kullanılmamalıdır,
- Kimyasal maddelerin depolandığı odanın uygun bir havalandırma sistemine sahip olması sağlanmalıdır,

- Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddeler için gerekli koşullar sağlanmalıdır,

Kimyasal maddelerin depolanmasındaki kurallar, **kimyasal madde atıklarının geçici depolanmasında** da geçerlidir. Kimyasal maddelerin özelliklerine göre depolama koşulları ve ayrıştırma örneği Tablo 4.4'de verilmiştir (19). Depolama ve taşıma sırasında her zaman öncelikle güvenlik bilgi formunu başvurulmalıdır.

Tablo 4.4. Kimyasal maddelerin özelliklerine göre depolama koşulları ve ayrıştırma örneği (19)

| Kimyasal Madde Sınıfı | Önerilen Depolama Metodu | Yaygın Kimyasal Madde Örnekleri | Geçimsiz Oldukları Kimyasal Maddeler |
|-------------------------------------|---|--|--|
| Yanıcı Sıvılar | Onaylı yanıcı depolama kabini Peroksit oluşturan kimyasal maddelerin üzerinde alınma ve açılma tarihi yazılı olmalıdır. | Etanol Metanol Aseton Ksilen Toluen Dietileter Tetrahidrofuran | Oksitleyiciler Reaktifler Asitler Bazlar |
| Toksik Kimyasal Maddeler | Havalandırmalı, kuru ve serin bir alanda, kimyasal maddelere dayanıklı ikinci bir kap içinde saklanmalıdır. | Kloroform Siyanürler Ağır Metal Bileşikleri (Kadmiyum, Cıva vb.) | Yanıcı sıvılar Asitler Bazlar Reaktif kimyasal maddeler Oksitleyiciler |
| Aşındırıcı İnorganik Asitler | Aşındırıcılara uygun (ASİT işaretli) dolaplarda veya ikincil muhafazalı ve korumalı raflarda depolanmalıdır. <i>Asitler metal raflar üzerinde depolanmaz.</i> | Hidroklorik asit Sülfürik asit Fosforik asit Kromik asit Nitrik asit | Yanıcı sıvılar Yanıcı katılar Bazlar ve oksitleyiciler Organik asitler Siyanürler Sülfürler |
| Aşındırıcı Organik Asitler | İnorganik asitlerden uzakta aşındırıcılara uygun, ikincil muhafazalı dolaplarda, korumalı raflar üzerinde depolanmalıdır. <i>Metal raf üzerinde asitler depolanamaz.</i> | Asetik asit Triklorasetik asit Formik asit | Yanıcı sıvılar Yanıcı katılar Bazlar ve oksitleyiciler İnorganik asitler Siyanürler Sülfürler |
| Aşındırıcı İnorganik Bazlar | Aşındırıcılara uygun dolaplarda asitlerden uzakta depolanmalıdır. | Amonyum hidroksit Potasyum hidroksit Sodyum hidroksit | Yanıcı sıvılar Asitler Oksitleyiciler Organik bazlar |
| Aşındırıcı Organik Bazlar | Aşındırıcılara uygun dolaplarda, asitlerden ve inorganik bazlardan ayrılmış olarak depolanmalıdır. | Hidroksilamin Tetrametiletılamin Diamin Trietilamin | Asitler Oksitleyiciler Hipokloritler İnorganik bazlar |
| Yanıcı Katılar | Serin ve kuru alanda, oksitleyicilerden ve aşındırıcılardan uzaktan depolanmalıdır. | Karbon Odun kömürü Paraformaldehit | Asitler Bazlar Oksitleyiciler |
| Oksitleyiciler | Yanıcı olmayan veya inorganik maddelerle birlikte, ikincil muhafazalı dolaplarda depolanmalıdır. | Perkloratlar Permanganatlar Nitratlar | Kolay alevlenebilen, tutuşabilen maddeler Organik materyaller |

Tablo 4.4 (Devamı). Kimyasal maddelerin özelliklerine göre depolama koşulları ve ayrıştırma örneği

| Kimyasal Madde Sınıfı | Önerilen Depolama Metodu | Yaygın Kimyasal Madde Örnekleri | Geçimsiz Oldukları Kimyasal Maddeler |
|---|---|--|---|
| Suya Karşı Reaktif Kimyasal Maddeler | Serin ve kuru bir yerde saklanır. Su kaynaklı yangın söndürme sistemleri ve diğer tüm su kaynaklarından koruyun. Bu tür kimyasal maddelerin bulunduğu alanları “Suya Reaktif Depolama Alanı” olarak etiketlenmelidir. | Sodyum Lityum Potasyum metalleri Sodyum borhidrür | Sulu Çözeltiler Oksitleyiciler Su Kaynakları <i>Spesifik bilgiler için SDS'lere başvurulmalıdır.</i> |
| Patlayıcılar | Diğer kimyasal maddelerden şok ve sürtünmelerden uzakta güvenli yerlerde depolanmalıdır. | Trinitrofenol Pikrik asit Diazoizobütilnitril | <i>Spesifik bilgiler için SDS'lere başvurulmalıdır.</i> |
| Genel Stok Kimyasal Maddeleri | Kimyasal maddeler raflardaki gibi laboratuvar tezgâhlarında depolanmalıdır. | Sodyum bikarbonat Agar Tampon çözeltiler | <i>Spesifik bilgiler için SDS'lere başvurulmalıdır.</i> |

4.7. Peroksit Oluşturabilen Kimyasal Maddeler

Pek çok organik bileşik, moleküler oksijen ile serbest radikallik reaksiyon yoluyla peroksit oluşturur. Normal depolama koşullarında oluşan peroksitler, kimyasal madde kapların içinde birikebilir; ısı, sürtünme ve şoka maruz kaldığında patlayabilir. Bu nedenle, laboratuvar çalışanları peroksit oluşturan bileşikleri bilmek ve güvenli bir şekilde muhafaza etmek/kullanmak zorundadır. Bazı peroksit oluşturabilecek kimyasal maddelerin listesi Tablo 4.5’de verilmiştir (13, 17).

Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddelerle çalışırken dikkat edilmesi gerekenler aşağıda sıralanmıştır (17, 18):

- Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddeler önceden belirlenmelidir,
- Açılış ve son kullanma tarihleri kapların üzerine yazılmalıdır,
- Hava geçirmez kaplarda, karanlık, serin ve kuru yerde muhafaza edilmelidir,
- Peroksit oluşturan kimyasal maddeler asla dondurucuda saklanmamalıdır. Çünkü bunların katı formdan sıvı forma dönüşmeleri patlama ile sonuçlanabilir,
- Peroksit oluşturan kimyasal maddelere son kullanma tarihinden önce peroksit testi uygulanmalı ve uygun şekilde bertaraf edilmelidir,
- Bir organik kimyasal maddede çökelti veya yağ tabakası gözlenirse (örneğin boyun kısmı veya kapağı etrafında kristal oluşumu, şişenin dibinde bir yağ tabakası) bunun peroksit olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve sarsmadan/hareket ettirmeden bertaraf edilmelidir.

Tablo 4.5. Bazı peroksit oluşturabilecek kimyasal maddeler (13)

| Açıldıktan 3 Ay Sonra Kullanım Süresi Dolan Kimyasal Maddeler | Açıldıktan 6 Ay Sonra Kullanım Süresi Dolan Kimyasal Maddeler* | | Açıldıktan 12 Ay Sonra Kullanım Süresi Dolan Kimyasal Maddeler** |
|---|--|------------------------|--|
| Bütadien | Asetal | Diasetilen | |
| Kloropren | Asetaldehit | Dibenzosiklopentadien | |
| Divinil asetilen | Akrilik asit | Dihidroantrasen | |
| İzopropil eterler | Akrilonitril | Etilen glikol monoeter | Akrilik asit |
| Potasyum (metal) | Benzil alkol | Metil asetilen | Akrilonitril |
| Sodyum amit | 2-Butanol | 3-Metil-1-bütanol | Bütadien |
| Vinil eter | Sikloheksanol | Metil siklopentan | Klorobütadien |
| Viniliden klorür | Sikloheksen | Metil izobutil keton | Kloropren |
| Tetrafloroetilen | 2-Sikloheksen-1-ol | 4-Metil-2-pentanol | Klorotrifloroetilen |
| | Siklopenten | 2-Pentanol | Metil metarilat |
| | Dekahidronaftilen | 4-Penten-1-ol | Vinil asetat |
| | Disiklopentadien | 1-Feniletanol | Vinil asetilen |
| | Dietilen glikol dimetil eter | 2-Feniletanol | Vinil klorür |
| | Etilen glikol eter asetat | 2-Propanol | Vinilpiridin |
| | Etilenglikoldimetil eter | Tetrahidrofuran | Viniliden klorür |
| | Etil eter | Tetrahidronaftalen | |
| | Dioksan | Vinil eter | |
| | Furan | Sekonder alkoller | |
| | 4-Heptanol | 2 Hekzanol | |

*Damıtma gibi ısı işlemi yapılmadan önce mutlaka peroksit testi yapılmalıdır.

**Oluşan peroksitle zararlı polimerlerin oluşumuna neden olur.

Peroksit oluşturan kimyasal maddelerde bozulma veya fiziksel ve kimyasal özelliklerinde herhangi bir değişiklik olup olmadığı sık sık kontrol edilmelidir. Gözlenen herhangi bir değişikliğin peroksit olabileceği akılda tutulmalıdır. Bu tür kimyasal maddeler kullanılmadan önce mutlaka peroksit testi yapılmalıdır. Piyasada bu amaçla hazırlanmış hızlı test kitleri bulunmaktadır. Peroksitlerin uzaklaştırılması için ise H₂SO₄/Demir(II)sülfat, Alüminyum oksit veya Sodyum/Kurşun Alaşımı gibi tekniklerden biri kullanılabilir (7).

4.8. Depo Sorumlusunun Görevleri ve Kayıt Sistemi

Kimyasal madde depolarının ve atık kimyasal madde depolarının mutlaka resmi olarak atanmış birer depo sorumlusu ve yardımcısı bulunmalıdır. Depo envanterinin tutulmasından yalnızca bir kişi sorumlu olmalı ve depoya giren ve çıkan kimyasal maddelerin kaydını tutarak düzenli olarak takip etmelidir. Depodan depo sorumlusunun izni olmadan kimyasal madde alınmamalıdır. Depo sorumlusu belirli aralıklarla depo temizliğinin yaptırılmasını da sağlamalıdır. Depo sorumlusu belirli aralıklarla kullanım süresi geçmiş kimyasal maddeleri ayırarak atık depo sorumlusuna bilgi vermelidir. Depo sorumlusu peroksit oluşturma özelliği nedeniyle 3, 6, 9 aylık ve 1 yıllık kullanım süresi olan kimyasal maddeleri envanter dosyasından takip ederek süresi dolan kimyasal maddeleri depodan uzaklaştırmak için gerekli işlemleri yapmalıdır (13, 16).

4.9. Kimyasal Madde Dökülmeleri

Kimyasal madde dökülmelerine karşı *Kimyasal Madde Dökülme Kiti* kullanılarak ve ilgili talimata uygun (mutlaka KKD kullanılarak) müdahale edilmelidir. Kimyasal madde dökülme kitleri herkesin ulaşabileceği yerlerde bulunmalı ve kullanım talimatı kolaylıkla görülebilecek yerlere asılmalıdır. Kimyasal madde dökülme kitleri, çanta kutu veya konteyner şeklinde hazırlanmış olabilir. İçerisinde bulunan malzemeler aşağıda sıralanmıştır:



- I. KKD (Disposable önlük, eldiven, koruyucu gözlük, galoş, tam yüz maskesi ve filtresi)
- II. Kimyasal madde sosis
- III. Kimyasal madde emici bez
- IV. Sarı renkli atık torbası
- V. Kimyasal madde dökülme kiti kullanım talimatı
- VI. Uyarı levhası "DİKKAT Kimyasal Madde Dökülmesi"

Tüm kazalar ve kimyasal madde dökülmeler kayıt altına alınarak, ilgili laboratuvarın LGB temsilcisine ve LGB'ye bildirilmelidir. Dökülme temizliği ile ilgili aşağıdaki durumlardan biri mevcut ise mutlaka ilgili laboratuvarın LGB temsilcisi ile iletişime geçilmeli, destek alınmalıdır (15):

- Dökülmeye nasıl müdahale edilmesi gerektiği bilinmiyorsa,
- Dökülmeye müdahale edecek olan kişi bunu yaparken kendini güvende hissetmiyorsa, (güvenlik şansa bırakılmamalı, kişi kendini ve çevredekileri tehlikeye atmamalıdır),
- Dökülen malzemenin ne olduğunu bilinmiyorsa,
- Temizlik için yeterli veya uygun malzeme yoksa (örneğin dökülme kiti),
- Dökülme erişimin kolay olmadığı bir alanda meydana geldiyse (örneğin diğer malzemelerin de bulunduğu raflarda),
- Herhangi bir kimyasal maddeye maruziyet belirtileri hissediliyorsa.

Bu nedenlerden herhangi biri nedeniyle dökülme temizliği yapılamıyorsa mutlaka aşağıdaki işlemler öncelikli olarak yapılmalıdır:

- i. Ortam izole edilerek dökülme sınırlanmalıdır,
- ii. Çevrede risk altında olan veya dökülmeye maruz kalabilecek çalışanlar haberdar edilmelidir,
- iii. Dökülmenin olduğu laboratuvar/alan boşaltılmalı ve kapılar kapatılmalıdır,
- iv. Dökülme koridorda olduysa derhal yakındaki personele bildirilmelidir,

- v. Hava akışı genellikle koridordan laboratuvara doğrudur. Eğer dökülme kimyasal maddelerin taşınması sırasında dışarıda olursa, rüzgârın yönüne dikkat etmek gerekir. Çevredekiler dökülmeden uzak durmaları ve rüzgâr yönünde yürümemeleri için uyarılmalıdır. Yardım istemek için alandan ayrılmak gerekiyorsa; mutlaka dökülmenin olduğu alanda, yoldan geçenleri uyarmak için bir kişi bırakılmalıdır,
- vi. Güvenli bir yerden LGB temsilcisine derhal haber verilmelidir (dökülmenin olduğu oda veya laboratuvardan telefon kullanılmamalıdır),
- vii. Bir personel kimyasal madde sıçramaya maruz kaldıysa, kirlenen alan göz/vücut duşu kullanılarak bol su ile yıkanmalıdır. Etkilenen alanı temizlemek için yıkamaya en az 15 dakika boyunca devam edilmelidir. Muhtemel bir sağlık sorunu endişesi varsa tıbbi yardım istenmelidir. Mümkünse, doğru tedavinin yapılabilmesi ve hızlı müdahalenin sağlanabilmesi için kimyasal maddeye ait SDS tedavi alanına getirilmelidir (15).

4.9.1. Kimyasal Madde Dökülme Talimatı

- Kimyasal madde depo sorumlusu ve laboratuvar personeli kimyasal madde dökülme kiti kullanımına yönelik eğitim almış olmalıdır,
- Kimyasal madde dökülme kit çantaları laboratuvarlarda, kimyasal madde dökülme kit konteynerları ise kimyasal madde deposunda görülebilecek ve kolay ulaşılabilecek bir yerde bulundurulmalıdır. Benzer şekilde dökülen kimyasal maddeye müdahalede izlenecek basamakların gösterildiği “Kimyasal Madde Dökülmelerinde Kit Kullanım Talimatı” herkesin ulaşabileceği yerde bulunmalı ve kullanım aşamalarına uyulmalıdır,
- Kimyasal madde döküldüğünde laboratuvarda/kimyasal madde deposunda çalışan diğer personeller uyarılır,
- Kimyasal maddeyi döken tarafından müdahale yapılır,
- Laboratuvarlarda/kimyasal madde deposunda, kimyasal maddenin ortama döküldüğü zaman kimyasal madde dökülme kit çantası/konteyner içerisindeki malzemeler kullanılarak olaya müdahale yapılır,
- Kimyasal madde dökülme kit çantası/konteyner içerisinde yer alan KKD giyilir,
- Kimyasal maddenin bulunduğu şişe/kap dik duruma getirilir ve kapağı kapatılır,
- Kimyasal madde dökülmenin dış sınırlarını kimyasal madde sosisleri kullanılarak çevrilir ve maddenin daha fazla yayılmasına engel olunur,
- Kimyasal madde dökülme esnasında kırılan cam malzemeler dikkatlice toplanarak kesici delici atık kabına konular,
- Dökülen madde üzerine kimyasal madde emici bezler örtülür. Dökülen kimyasal maddenin emildiğine dikkat edilir ve gerekirse bu işlem tekrarlanır.

- Kimyasal madde dökülmesinin müdahalesinde kullanılan tüm malzemeler sarı renkli torbaya konulur ve tehlike atık işlemi uygulanarak *Tehlikeli, Tıbbi, Ambalaj ve Evsel Atık Bertarafı Talimatına* göre bertarafı yapılır.
- Temizlemeden sonra kullanılan malzemelerin yeniden temini için LGB'ye bildirilir.
- Dökülen kimyasal maddeye müdahale sonrasında kimyasal madde dökülme kiti içerisinde bulunan Laboratuvar/İş Kazası Tutanağı Formu (Ek 2a) ve Laboratuvar/İş Kazası/Hastalığı Bildirimi Formu (Ek 2b) doldurularak LGB'ye teslim edilir.

4.10. Kimyasal Geçimlilik

Bazı kimyasal maddeler, kazara diğer bazı kimyasal maddelerle karşılaşınca ciddi güvenlik sorunları doğabilir. Bu nedenle birbiri ile karıştırılacak veya depolanacak kimyasal maddelerin geçimlilik durumlarını değerlendirmek gerekir. Bir arada depolanabilen ve normal koşullarda reaksiyon vermeyen kimyasal maddeler birbiri ile geçimlidir. Aksine bir araya geldiklerinde, kendiliğinden veya fiziksel bir etki ile (ışık, oksijen vs.) reaksiyon vererek ısı, patlama ve toksik madde oluşumu ile sonuçlanabilen kimyasal maddeler ise birbiri ile geçimsizdir. Geçimsiz kimyasal maddelerin aşağıdaki durumlarda kazara birbiriyle karşılaşması olasılığı vardır (20):



- Depolanma/saklanma ve taşınma sırasında
- Laboratuvarda çalışma esnasında
- Kimyasal atıkların biriktirilmesi ve imhası sırasında
- Genel olarak bilgi eksikliğinde

4.10.1. Tehlike Sınıflamasının Yapılması

Kimyasal maddelerin geçimliliklerine göre sınıflandırabilmek için özelliklerinin bilinmesi ve tehlike sınıflandırmasının yapılması gerekir. Bunun için kimyasal madde etiketlerinde yer alan bilgilerden, ilgili kimyasal maddeye ait *Güvenlik Bilgi Formlarından (SDS)* yararlanılabilir. Ancak öncelikle maddelerin aşağıdaki özellikleri belirlenerek gruplandırılmalıdır (16):

pH Değerinin Belirlenmesi: Kimyasal maddeleri gruplandırırken yapılacak ilk işlerden biri pH değerlerinin bilinmesidir. Asidik ve bazik maddeler bir arada depolanmazlar.

Kimyasal Madde Yapısının Belirlenmesi: Kimyasal maddelerin genel kimyasal yapıları organik ve inorganik olarak ikiye ayrılır. Bilindiği gibi yapısında en az bir Karbon (C) atomunun ve buna bağlı bir Hidrojen (H) atomu bulunan maddeler organik madde olarak tanımlanır. İnorganik madde-organik madde ayrımı özellikle aşındırıcı ve oksitleyici kimyasal maddelerin depolanmasında büyük önem taşımaktadır.



Maddenin Hallerinin Belirlenmesi: Katı, sıvı ve gaz maddeler birbirinden ayrı depolanmalıdır. Bu durum özellikle sızma veya dökülme gibi durumlarda tehlikenin sınırlandırılması açısından önemlidir.

Bu şekilde gruplandırılan kimyasal maddelerin birbirleri ile etkileşime girip, tehlikeli reaksiyona sebep vermemeleri için Şekil 4.5(a)'da verilen *Kimyasal Madde Depolama Matrisi* kullanılabilir. Bu matris kullanılırken kimyasal maddelerin tehlike piktogramlarından faydalanılır. Ancak bu matriste hangi sınıfın birlikte depolanıp depolanmaması gerektiği hakkında *genel bilgi* edinilebilir. Çünkü bir kimyasal maddenin birden fazla tehlike özelliği olabilir. Şekil 4.5(b)'de ise bazı geçimsiz kimyasal madde gruplarının karışımları sonucu oluşabilecek reaksiyonları verilmiştir. Genel olarak aşağıdaki özelliklere dikkat edilmelidir (21):

- I. Reaktifler, yanıcı maddelerden ayrılmış olmalı,
- II. Asitler, bazlardan ayrılmış olmalı,
- III. Aşındırıcılar, yanıcılardan ayrılmış olmalı,
- IV. Oksitleyiciler, tüm kimyasal maddelerden ayrılmış olmalı,
- V. Çoğu aşındırıcılar, suya karşı reaktiftir,
- VI. Çoğu organik reaktifler, inorganik reaktiflerden ayrılmış olmalı (metaller).

| |  |  |  |  |  |  | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | + | - | - | - | - | + | Aşındırıcılar + Parlayıcılar = Patlama/Yangın |
|  | + | - | - | - | - | + | Aşındırıcılar + Zehirleyiciler = Zehirleyici Gaz |
|  | - | + | - | - | - | - | Parlayıcılar + Oksitleyiciler = Patlama/Yangın |
|  | - | - | + | - | - | + | Asitler + Bazlar = Aşındırıcılar, Duman/Isı |
|  | - | - | - | + | - | - | |
|  | - | - | - | - | + | o | |
|  | + | - | + | - | o | + | |
| +: Beraber depolanabilir -: Beraber depolanamaz o: Özel önlemler alınarak beraber depolanabilir | | | | | | | Bazı örnek kombinasyonlar: Asitler + yağ veya gres yağı = yangın Asitler + kostikler = ısı/sıçrama Kostikler + epoksitler = aşırı ısı Klor gazı + asetilen = patlama Yanıcı sıvı + hidrojen peroksit = yangın/patlama Alüminyum tozu + amonyum nitrat = patlama Sodyum siyanür + sülfürik asit = hidrojen siyanür (ölümcül) Amonyak + çamaşır suyu = zehirli duman |

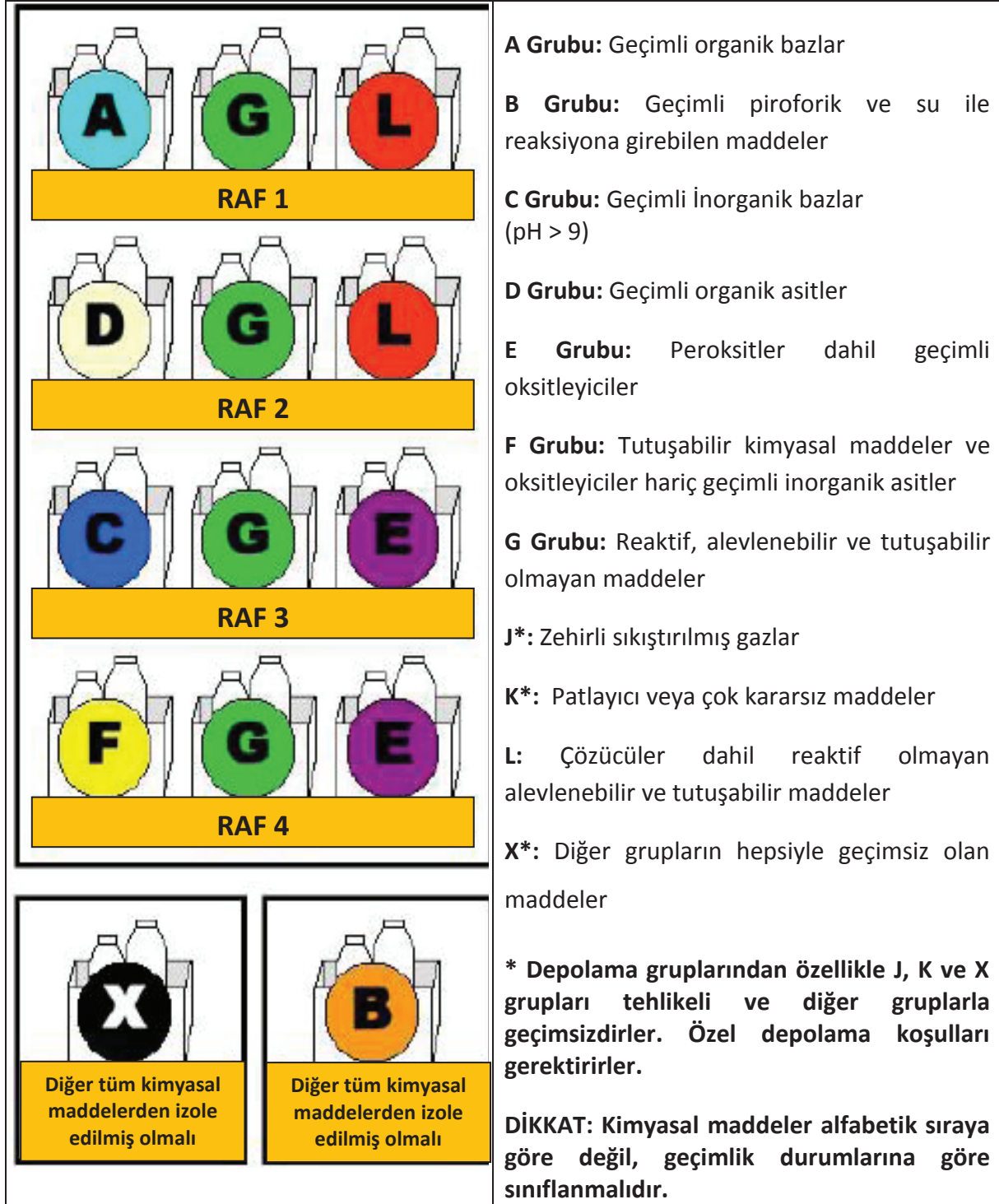
(a)

(b)

Şekil 4.5. (a) Kimyasal madde depolama matrisi ve (b) Geçimsiz kimyasal madde gruplarının karışımları sonucu oluşabilecek reaksiyonlar (21)

Kimyasal maddelerin geçimliklerine göre gruplandırılmasına yönelik bir depolama modeli Şekil 4.6'da verilmiştir (22). Bu depolamada belirtilen gruplar ve bir arada bulunabilecek örnek kimyasal maddeler Tablo 4.6'da sunulmuştur (22). Bu depolama sistemi kullanılırken, etiketlerde ve SDS'lerde belirtilen depolama koşulları göz önünde bulundurulmalıdır. Mümkün ise depolama grupları ayrı

kabinlerde birbirinden izole olacak şekilde düzenleme yapılmalı; dökülme ve sızıntılara karşı önlem alınmalıdır.



Şekil 4.6. Kimyasal maddelerin geçimliklerine göre gruplandırılmasına yönelik bir depolama modeli (22)

Tablo 4.6. Depolama modelinde belirtilen gruplar ve bir arada bulunabilecek kimyasal maddelere örnekler (22)

| GRUP | ÖRNEKLER |
|---|---|
| A Grubu Geçimli Organik Bazlar | Hidroksilamin, tetrametiletülamın diamin, trietülamın, fenilhidrazin |
| B Grubu Geçimli piroforik ve su ile reaksiyona girebilen maddeler | Metalik sodyum ve potasyum, metal hidrürleri, fosgen, TiCl ₄ |
| C Grubu Geçimli inorganik bazlar (pH > 9) | Amonyum hidroksit, kalsiyum hidroksit, sodyum hidroksit <i>Bu maddeler asitlerden ayrı olarak polietilen kaplarda muhafaza edilmelidir.</i> |
| D Grubu Geçimli organik asitler | Propiyonik asit, trikloroasetik asit, asetanhidrit, asetil bromür <i>Bu maddeler inorganik asitlerden ayrı depolanmalıdır.</i> |
| E Grubu Peroksitler dahil geçimli oksitleyiciler | İnorganik nitratlar ve nitrik asit, permanganat, inorganik peroksitler ve H ₂ O ₂ , persülfatlar, perkloratlar ve HClO ₄ <i>Bu maddeler yanıcı maddelerden ve diğer organik maddelerden ayrı depolanmalıdır. Ayrıca çinko, alkali metaller ve formik asit gibi indirgenlerden de ayrı depolanmalıdır.</i> |
| F Grubu Tutuşabilir kimyasal maddeler ve oksitleyiciler hariç geçimli inorganik asitler | Hidroklorik asit, hidroflorik asit <i>Bu gruba giren asitler pH < 5 olan maddelerdir. Sodyum, potasyum gibi aktif metallerden ve organik asitlerden uzakta depolanmalıdır.</i> |
| G Grubu Çok reaktif, alevlenebilir veya tutuşabilir olmayan maddeler | NaCl, tampon çözeltileri |
| J* Grubu Zehirli sıkıştırılmış gazlar | Hidrojen sülfür, klor |
| K* Grubu Patlayıcı veya çok kararsız maddeler | Pikrik asit, nitroselüloz |
| L Grubu Çözücüler dahil reaktif olmayan alevlenebilir ve tutuşabilir maddeler | Alkoller, esterler, ketonlar, piroforikler <i>Alevlenebilir maddelerin buharları oda sıcaklığında kolaylıkla tutuşabilir. Bunlar onaylı güvenlik kabinlerde/dolaplarda saklanmalıdır. Isı güneş ışığı kıvılcım kaynaklarından uzakta muhafaza edilmelidir. Oksitleyici maddelerden uzak tutulmalıdır.</i> |
| X* Grubu | Diğer grupların hepsiyle geçimsiz olan maddeler |

* Depolama gruplarından özellikle J, K ve X grupları tehlikeli ve diğer gruplarla geçimsizdirler. Özel depolama koşulları gerektirirler.

Kullanıcılara yardımcı olmak için EPA tarafından yayınlanan **Kimyasal Geçimlilik Cetveli** Şekil 4.7'de verilmiştir (23). Bu cetvelde kimyasal bileşikler, kimyasal madde yapılarına göre gruplandırılarak (nitro bileşikleri, halojenlenmiş organik bileşikler vb.) numaralandırılmıştır. Geçimlilik durumu belirlenmek

İstenen kimyasal madde grupları yatay ve düşey ekseninde kesiştirilir. Kesim noktasında okunan H, F, G, GT, GF, E veya P kodları ilgili kimyasal maddeler arasında bu kodlara karşılık gelen reaksiyonların gerçekleşebileceğini gösterir. Kesiştirme sonucu boş kutu elde ediliyorsa bu iki kimyasal madde geçimlidir, bir arada bulunabilir denir. Laboratuvarlarda sıkça kullanılan ve biribiri ile geçimsiz olan bazı kimyasal maddelerin listesi Tablo 4.7'de verilmiştir (13,17).

EPA's Chemical Compatibility Chart

EPA-600/2-80-076 April 1980

A METHOD FOR DETERMINING THE COMPATIBILITY OF CHEMICAL MIXTURES

Please Note: This chart is intended as an indication of some of the hazards that can be expected on mixing chemical wastes. Because of the differing activities of the thousands of compounds that may be encountered, it is not possible to make any chart definitive and all inclusive. It cannot be assumed to ensure compatibility of wastes because wastes are not classified as hazardous on the chart, nor do any blanks necessarily mean that the mixture cannot result in a hazard occurring. Detailed instructions as to hazards involved in handling and disposing of any given waste should be obtained from the originator of the waste.

| # | REACTIVITY GROUP NAME | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 1 | Acids, Mineral, Non-oxidizing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Acids, Mineral, Oxidizing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Acids, Organic | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Alcohols and Glycols | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Aldehydes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Amides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Amines, Aliphatic and Aromatic | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Azo Compounds, Diazo Compounds and Hydrazines | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Carbamates | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Caustics | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Cyanides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Dithiocarbamates | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Esters | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Ethers | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Fluorides, Inorganic | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Hydrocarbons, Aromatic | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Halogenated Organics | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Isocyanates | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Ketones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Mercaptans and Other Organic Sulfides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- Kod:** **Sonuç:**
- H: Isı oluşumu
- F: Yangın
- G: Zararsız ve yanıcı olmayan gaz oluşumu
- GT: Toksik gaz oluşumu
- GF: Yanıcı gaz oluşumu
- E: Patlayıcı
- P: Şiddetli polimerizasyon
- S: Çözünabilir toksik madde
- U: Tehlikeli olabilir, bilinmiyor

Şekil 4.7. EPA'nın kimyasal geçimlilik cetveli (23)

Tablo 4.7. Laboratuvarlarda sık kullanılan ve birbiri ile geçimsiz olan bazı kimyasal maddeler (17)

| Kimyasal Madde | Geçimsiz Olduğu Kimyasal Maddeler |
|--------------------------|---|
| Alkali metaller | Su, CO ₂ , karbondioksit ve diğer klorlu hidrokarbonlar |
| Amonyak, susuz | Cıva, halojenler, kalsiyum hipoklorit ve hidrojen florür |
| Amonyum nitrat | Asitler, metal tozları, yanıcı sıvılar, kloratlar, nitritler, sülfür ve organik veya patlayıcı maddeler |
| Anilin | Nitrik asit ve H ₂ O ₂ |
| Asetik asit | Kromik asit, nitrik asit, hidroksil türevleri, etilen glikol, perklorik asit, peroksitler ve permanganatlar |
| Asetilen | Bakır (boru vb.), halojenler, gümüş, cıva ve bunları içeren maddeler |
| Aseton | Derişik sülfürik ve nitrik asit karışımları |
| Bakır | Asetilen, azidler ve H ₂ O ₂ |
| Brom | Amonyak, asetilen, bütadien, bütan, hidrojen, sodyum karbür, turpentin ve bazı metaller |
| Cıva | Asetilen, fulminik asit ve amonyak |
| Fosfor pentoksit | Su |
| Gümüş | Asetilen, okzalik asit, tartarik asit ve bunların amonyum tuzları |
| Hidrojen peroksit | Krom, bakır, demir, çoğu diğer metaller ve metal tuzları, yanıcı sıvılar ve diğer patlayıcı maddeler, anilin ve nitrometan |
| Hidrojen sülfür | Nitrik asit buharı ve oksitleyici gazlar |
| Hidrokarbonlar | Flor, klor, brom, kromik asit ve sodyum peroksit |
| İyot | Asetilen ve amonyak |
| Karbon, aktif | Kalsiyum hipoklorit ve tüm oksitleyici maddeler |
| Kloratlar | Amonyum tuzları, asitler, metal tozları, sülfür ve organik patlayıcı maddeler |
| Klor | Amonyak, asetilen, bütadien, benzen ve diğer petrol fraksiyonları, hidrojen, sodyum karbür, turpentin ve bazı metaller |
| Klor dioksit | Amonyak, metan, fosfin ve hidrojen sülfür |
| Kromik asit | Asetik asit, naftalin, kamfur, alkol, gliserol, turpentin ve diğer yanıcı sıvılar |
| Nitrik asit | Asetik asit, kromik asit, hidrosiyamik asit, anilin, karbon, hidrojen sülfür, kolayca nitro bileşikleri, gazlar ve diğer maddeler |

Tablo 4.7 (Devamı). Laboratuvarlarda sık kullanılan ve birbiri ile geçimsiz olan bazı kimyasal maddeler (17)

| Kimyasal Madde | Geçimsiz Olduğu Kimyasal Maddeler |
|----------------------|---|
| Oksijen | Sıvı ve katı yağlar, hidrojen ve yanıcı sıvılar, katılar ve gazlar |
| Okzalik asit | Gümüş ve cıva |
| Parlayıcı sıvılar | Amonyum nitrat, kromik asit, H ₂ O ₂ , nitrik asit, sodyum peroksit ve halojenler |
| Perklorik asit | Asetik anhidrit, bizmut ve alaşımları, alkol, kağıt, tahta ve organik maddeler |
| Potasyum permanganat | Gliserol, etilen glikol, benzaldehit ve sülfürik asit |
| Siyanürler | Asitler |
| Sodyum | Karbon tetraklorür, CO ₂ ve su |
| Sodyum azid | Kurşun, bakır ve diğer metaller (sıklıkla koruyucu olarak kullanılan bu madde metallerle kararsız, patlayıcı bileşikler oluşturur; eğer lavaboya dökülürse metal parçalar maddeyi tutarlar ve tesisatçı çalışırken borular patlayabilir.) |
| Sodyum peroksit | Metanol, buzlu asetik asit, asetanhidrit, benzaldehit, karbondisülfür, gliserol, etilasetat ve furfural |
| Sülfürik asit | Kloratlar, perkloratlar, permanganatlar ve su |

Kimyasal madde geçimlilik ve *malzeme–kimyasal madde uyumu* hakkında bilgi almak için çeşitli web siteleri/yazılım programları da mevcuttur (24, 25). Özellikle EPA tarafından geliştirilen ve EPA kimyasal madde geçimlilik cetvelini esas alan yazılım programı CRW'de (26), kimyasal maddelerin birbiri ile geçimliliği, olası reaksiyonları, fiziksel ve kimyasal özellikleri, riskleri ve güvenlik önlemleri hakkında detaylı bilgiler elde edilebilir. CRW programında, "*Mixture Manager*" bölümü açılarak ilgilenilen kimyasal maddelere ait isim, CAS No gibi bilgilerden biri "*Search*" kısmına yazılarak bir kimyasal madde karışım oluşturulduğunda meydana gelebilecek tüm reaksiyonlar, oluşabilecek toksik ürünler ve açığa çıkabilecek gazlar hakkında bilgi edinilebilir (Şekil 4.8-4.9 a-d).



Daha spesifik bilgi istiyoruz! A maddesi B maddesi ile bir arada depolanır mı/atık olarak karıştırılabilir mi?

File Edit

Mixture Manager Mixture Report Compatibility Chart Reactive Groups Custom Chemical List Absorbent Incompatibilities Help

Mixture Manager Click New Mixture and name the mixture. Type in your search criteria, then click Search. Click the chemical's name, then click Add to Mixture. Repeat for other chemicals, then click View Chart for a compatibility summary. Click Help to learn more.

Chemical Search Search Mode: Exact Word starts with Anywhere

Chemical Name CAS Number UN Number Formula DOT Label

Search

Modify Search

Add to Mixture

Search results list chemicals meeting **ALL** criteria entered; not "either/or".

| Chemical Name (double-click on chemical name to add to selected mixture) | CAS # | UN # | DOT Label | Formula |
|--|-------|------|-----------|---------|
| | | | | |

| Chemical Name | CAS # | UN # | DOT Label | Formula |
|---------------|-------|------|-----------|---------|
| | | | | |

| General Description | Reactive Group(s) | Reactivity Alert(s) | Synonyms (double-click to add to mixture) | NFPA Health Special | Flammability Instability |
|---------------------|-------------------|---------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| | | | | | |

Mixture: 1 mixture available

| Chemical / Reactive Group Name | CAS Number | RG Number(s) | chemicals in mixture |
|--------------------------------|------------|--------------|----------------------|
| | | | |

New Mixture

Rename Mixture

Delete Mixture

Add Reactive Group

Add Water

View Chart

Şekil 4.8. CRW programı ana sayfası (26)

| Mixture Manager | Mixture Report | Compatibility Chart | Reactive Groups | Common Chemical Lists | Alphabetical Incompatibilities | Help |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|--|
| Print Chart Export to Excel | Print Chart Export to Excel | Reactive Group Matrix Compatibility Chart | Reactive Group Acids, Ketals, Hemiacetals, and Ketones, Hemiacetals, and Ketones, Sulfonamide, and Sulfonamide Derivatives, Carboxylic | Reactive group Acids, Ketals, Hemiacetals, and Ketones, Hemiacetals, and Ketones, Sulfonamide, and Sulfonamide Derivatives, Carboxylic | Reactive group Acids, Ketals, Hemiacetals, and Ketones, Hemiacetals, and Ketones, Sulfonamide, and Sulfonamide Derivatives, Carboxylic | Chart Legend Compatible: No hazardous reactivity issues expected. Incompatible: Hazardous reactivity issues expected. Caution: May be hazardous under certain conditions. Self-Reactives: Self-reactive (e.g., polymerizable). Note: If a group appears in red, then compatibility predictions to that group. |
| Selected Chemical Combination | Selected Chemical Combination | Hazard Summary | Potential Gases | Documentation | User Comments | |

Chemical Pair Analysis

Select the chemicals to be compared from the current mixture

1 - Chemical or Reactive Group: [Reactive group] Halogenated Organic

2 - Chemical or Reactive Group: [Reactive group] Acids, Strong Oxidizing

View this chemical's datasheet

View this chemical's datasheet

Flammability

Health

Reactivity

Special

Selected chemicals compatibility: N

User Comments for Selected Mixture

Reaction products may be explosive or sensitive to shock, or friction. Reaction liberates gaseous products and may cause pressurization. Reaction may be particularly intense, violent, or explosive. Reaction products may be toxic.

(a) Kimyasal maddelerin geçimlilik durumu

Chemical Pair Analysis

Select the chemicals to be compared from the current mixture

1 - Chemical or Reactive Group: [Reactive group] Halogenated Organic

2 - Chemical or Reactive Group: [Reactive group] Acids, Strong Oxidizing

View this chemical's datasheet

View this chemical's datasheet

Flammability

Health

Reactivity

Special

Selected chemicals compatibility: N

User Comments for Selected Mixture

Hazard Summary

Potential Gases

Documentation

User Comments for Selected Mixture

Acid Halide
Carbon Dioxide
Halogen Gas
Hydrogen Halide
Phosphine

(c) Kimyasal maddelerin karışımı sonucu oluşabilecek potansiyel gazlar

(b) Kimyasal madde karışımların tehlike bilgileri

Chemical Pair Analysis

Select the chemicals to be compared from the current mixture

1 - Chemical or Reactive Group: [Reactive group] Halogenated Organic

2 - Chemical or Reactive Group: [Reactive group] Acids, Strong Oxidizing

View this chemical's datasheet

View this chemical's datasheet

Flammability

Health

Reactivity

Special

Selected chemicals compatibility: N

User Comments for Selected Mixture

Hazard Summary

Potential Gases

Documentation

User Comments for Selected Mixture

Acids, Strong Oxidizing WITH Halogenated Organic Compounds. This mixture forms heat-, impact-, or friction-sensitive explosive mixtures with HNO3 (Kurbangalina, R.K. 1959; Zh. Prikl. Khim. 32:1447).

Chlorobenzene can react explosively with HNO3 at somewhat elevated temperatures (e.g., 60 C) (Aten. 1974; Jahresberichte, 86).

Chlorobenzene reacts explosively with H2S, CS2, and H2O (Halbrook, M.T. 2003; Chloroform. In Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, John Wiley & Sons, Inc. (Online)).

Halogenated organics may release toxic HF, HCl, HBr, and/or HI gases upon exposure to acids (Predicted).

(d) Kimyasal maddelerin karışımlarıyla ilgili kaynaklar

Şekil 4.9. CRW'de seçilen kimyasal maddelerin geçimlilik değerlendirmesi (a-d)

4.11. Kimyasal Hijyen Planı

Kimyasal Hijyen Planı (KHP), laboratuvarlarda kimyasal maddelerin kullanımı sırasındaki uygulama ve prosedürlerin doğru şekilde gerçekleştirilmesini amaçlayan planlardır. Bu plan, laboratuvarlardaki uygulamalara yönelik prosedürleri ve güvenlik önlemlerini belirtir. KHP'ler aşağıdaki bilgileri içermelidir (27):

- i. İlgili laboratuvarda kullanılan tehlikeli kimyasal maddelerle ilgili Standart Çalışma Prosedürleri,
- ii. Tehlikeli kimyasal maddelere maruz kalmayı azaltmaya ve kontrol altına almaya yönelik önlemleri (KKD kullanımı, mühendislik kontrolleri gibi),
- iii. Çeker ocak vb. koruma ekipmanların performansları ve gerekli koşulların sağlanması,
- iv. Çalışanların çalışma alanlarında bulunan kimyasal maddelerin tehlikelerine yönelik bilgilendirilmesi ve eğitilmesi,
- v. Laboratuvarlarda yapılacak işlemlerdeki ön onay prosedürleri,
- vi. Tehlikeli kimyasal maddelere maruziyete yönelik tıbbi muayene ve kontrol hükümleri,
- vii. Laboratuvarların KHP'deki sorumluluklarını ve kendi sorumluluklarını belirleyen Kimyasal Hijyen Sorumlusunun tayin edilmesi (ve eğer mümkünse Kimyasal Hijyen Komitesi oluşturulması),
- viii. Çalışmalarda kullanılan çok tehlikeli kimyasal maddelerin belirtilmesi,
- ix. Laboratuvar çalışanlarının laboratuvarlarındaki mevcut kimyasal maddelerin tehlikeleri ile ilgili bilgi ve eğitimi, ilk görevlendirilmeleri sırasında veya ilk kez maruziyetleri sırasında sağlanmalıdır. Bu eğitimlerin kapsamı aşağıdaki gibi olmalıdır:
 - Gerekli laboratuvar talimatları,
 - İlgili laboratuvara yönelik KHP,
 - İzin verilen (veya tavsiye edilen) maruziyet sınırı (OSHA Permissible Exposure Limits (PELs), 29 CFR 1910),
 - Laboratuvarda tehlikeli kimyasal maddelere maruz kalma sonucu oluşabilecek belirti ve semptomlar ve bunların sonucunda izlenmesi gereken prosedürler,
 - Laboratuvarda kullanılan tehlikeli kimyasal maddelerin mevcut tehlikelerini, güvenli kullanımlarını, depolama ve bertaraf yöntemlerini içeren referanslara (SDS'ler vb.) nasıl ulaşabilecekleri.

Kimyasal Hijyen Planında, görevler ve sorumluluklar net olarak belirlenmiş olmalıdır. Bu görevler ve sorumluluklar ise aşağıda sıralanmıştır (27):

Üst Yönetimin Sorumlulukları:

- Kurum içi KHP'nin oluşturulmasını ve sürekliliğini sağlamak.

Kimyasal Hijyen Sorumlusunun Sorumlulukları:

- İlgili laboratuvara yönelik kimyasal hijyen politikalarını ve uygulamalarını geliştirmek,
- Laboratuvarda kullanılan kimyasal maddelerin temini, kullanımı ve bertarafını izlemek, gerekli denetimlerin yapılmasını sağlamak,
- İlgili yasal gereklilikleri bilmek,
- KHP'nin iyileştirmesini sağlamak.

Laboratuvar Sorumlusunun Sorumlulukları:

- Çalışanların laboratuvarlardaki KHP'yi bilmesini ve uygulamasını sağlamak, takip etmek,
- KKD'lerin uygunluğundan ve etkin çalıştığından emin olmak, kontrol etmek,
- Çalışanların gerekli eğitimi almasını sağlamak,
- Düzenli ve resmi olarak kimyasal hijyen ve temizlik kontrollerinin, acil durum ekipmanlarının (duş vb.) rutin kontrollerinin yapılmasını sağlamak,
- İlgili yasal gereklilikleri bilmek,
- İhtiyaç duyulan KKD'nin ve ekipmanların miktarlarını belirlemek,
- Her türlü malzemenin kullanımı için gerekli eğitimlerin doğru şekilde verilmesini sağlamak.

Laboratuvar Personelinin Sorumlulukları:

- İlgili KHP'lerine uygun çalışmak (KKD'lerin kullanılması dahil),
- İyi kimyasal hijyen alışkanlıklarını benimsemek ve geliştirmek,
- Tüm kazaları ve potansiyel kimyasal madde maruziyetlerini rapor etmek.

IV. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. Sezgin N. Kimyasal Laboratuvar Güvenliği. <http://www.baskent-adn.edu.tr/dokumanlar/>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
2. Chemical safety. http://www.who.int/topics/chemical_safety/en/, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
3. International Programme on Chemical Safety. http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/en/, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
4. Understanding A Material Safety Data Sheet (MSDS). http://www.ccohs.ca/products/Supplements/MSDS_FTSS/msds_understand.html, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
5. Anonim. <http://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/identifying-and-evaluating-hazards-in-research-laboratories.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
6. CLP. clp.immib.org.tr/tr-tr, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
7. Canel M, Canel E. Laboratuvar Güvenliği. Ankara: Gazi Kitabevi. 2013.
8. Anonim. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/cancer/npotocca.html>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
9. Health Effects. <http://scorecard.goodguide.com/health-effects/>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
10. Kendir D. Basıncılı gaz tüpleri ile güvenli çalışma. [https://www.osha.gov/Publications/HazComm_QuickCard_SafetyData.html](http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal>ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/yayinlar/yayinlar2013/edud_8, (Erişim Tarihi:14.12.2018).11. Hazard Communication Safety Data Sheets. <a href=), (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
12. Tehlikeli Maddeler ve Müstahzarlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formlarının Hazırlanması ve Dağıtılması Hakkında Yönetmelik. Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı. 2008.
13. Anonim. Merck Millipore Laboratuvar El Kitabı. Merck. 2. Baskı. 2011.
14. Anonim. www.merck-chemicals.com, (Erişim Tarihi: 05.12.2017).
15. Moving Hazardous Chemicals To Another Laboratory. <http://www.safety.vanderbilt.edu/waste/moving-hazardous-chemicals.php>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
16. Kürkcü EA, Arslan Tatar ÇP, Babaarslan E, İlik Ö, Şentürk F, Tiryaki B, Yaşaroğlu CB. Kimyasal Güvenli Depolanması. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (İSGUM), 2011. [http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7kimyasal madde depolama_rehberi.pdf](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7kimyasal%20madde%20depolama_rehberi.pdf), (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
17. Safe Storage of Hazardous. Chemicals. <http://ehs.berkeley.edu/sites/default/files/lines-of-services/hazardous-materials/chemicalstoragebooklet.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
18. University Of South Carolina Rules For Storing Chemicals Safely. <https://www.sc.edu/ehs/>

- LabSafety/Chemstorage_g.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
19. Chemical Segregation and Storage. USA: Boston University. Environmental Health and Safety. 2017.
 20. Safety and Health In The Use of Chemicals At Work. 28 April - World Day For Safety and Health At Work. http://www.ilo.org/safework/events/meetings/WCMS_235058/lang--en/index.htm, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
 21. Anonim. https://www.csusm.edu/srs/resources/chemical_compatibility_chart.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
 22. Anonim. Managing Chemical Retention and Storage in Your Laboratory, Vanderbilt Environmental Health and Safety. www.safety.vanderbilt.edu, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
 23. Anonim. <https://labsafety.jhu.edu/wp-content/uploads/2017/08/EPACChemicalCompatibilityChartRotated-copy.pdf>, (Erişim Tarihi: 27.09.2017).
 24. Anonim. Database of Hazardous Materials. <https://cameochemicals.noaa.gov>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
 25. Anonim. Chemical Compatibility Database. <http://www.coleparmer.com/Chemical-Resistance>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
 26. Anonim. Chemical Reactivity Worksheet. <http://response.restoration.noaa.gov/reactivityworksheet>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
 27. Laboratory Safety Guidance, Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor OSHA 3404-11R, 2011. <https://www.osha.gov/Publications/laboratory/OSHA3404laboratory-safety-guidance.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).

5. BİYOGÜVENLİK

Dr. Biyolog Elif GÜNDE GÜNEŞ

Enfeksiyöz ajanlarla veya onların genetik ya da toksik her türlü bileşeni ile ilgili çalışmalar kapsamında; laboratuvar ortamında çalışanları ve çalışılan materyalin korunması yanında toplumun diğer bireyleri ve çevrenin güvenliğinin sağlanması amacıyla laboratuvar tasarımını, cihaz/ekipmanı ve uygulamalarını içeren düzenlemelerin tamamı “*biyogüvenlik*” olarak tanımlanmaktadır.

Bakteri, parazit, mantar ve virüsleri içeren mikroorganizmalar, bu mikroorganizmaların toksinleri ve prionları (kendiliğinden çoğalabilen, aminoasitten oluşan, virüsten daha küçük yapıya sahip olan enfeksiyon etkenleri) insan sağlığını tehdit eden *biyolojik tehlikeler* olarak bilinmektedir. Ayrıca mikrobiyoloji laboratuvarlarında çalışılan deney hayvanları da biyolojik tehlikeler içerisinde yer almaktadır.

Mikrobiyoloji laboratuvarında biyogüvenlik düzeyleri, çalıştıkları mikroorganizmaların risk gruplarına göre yapılması gerekmektedir. Mikroorganizmaların risk gruplarına göre sınıflandırılması Tablo 5.1’de verilmiştir (1).

Tablo 5.1. Mikroorganizmaların risk gruplarına göre sınıflandırılması

| MİKROORGANİZMALARIN RİSK GRUPLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI | |
|--|---|
| Grup - 1 | İnsanda hastalığa yol açma ihtimali bulunmayan biyolojik etkenler |
| Grup - 2 | İnsanda hastalığa neden olabilen, çalışanlara zarar verebilecek ancak toplum sağlığı açısından oluşturduğu risk sınırlı olabilen, genellikle etkili korunma veya tedavi imkânı bulunan biyolojik etkenler |
| Grup - 3 | İnsanda ağır hastalıklara neden olan, çalışanlar için ciddi tehlike oluşturan, topluma yayılma riski bulunabilen ancak genellikle etkili korunma veya tedavi imkânı olan biyolojik etkenler |
| Grup - 4 | İnsanda ve toplumda riski yüksek olan, genellikle etkili korunma ve tedavi yöntemleri bulunmayan biyolojik etkenler |

Laboratuvarın çalıştığı mikroorganizmaların risk gruplarına göre gerekli uygulamaları ve korunma kriterlerini içeren *Biyogüvenlik Düzeyleri (BGD)* belirlenmiştir. Biyogüvenlik düzeylerin özellikleri Tablo 5.2’de sunulmuştur (2, 3).

Tablo 5.2. Biyogüvenlik düzeylerinin özellikleri

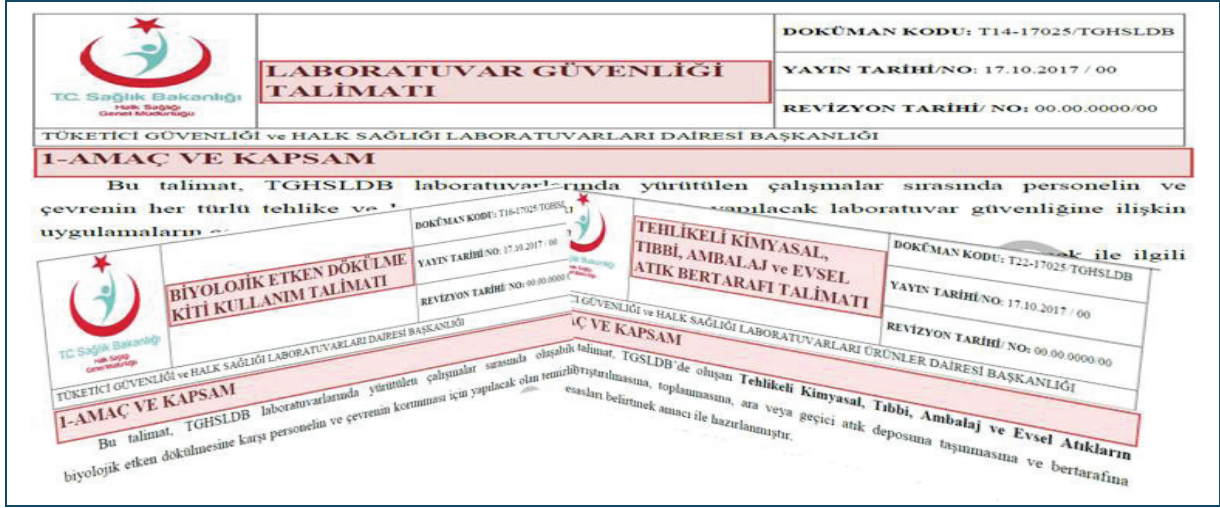
| Grup | İnsanlarda Hastalık Yapma | Çalışanlara Zarar Verme | Topluma Yayılma Olasılığı | Etkili Korunma/ Tedavi |
|-------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|
| BGD 1 | Yok | Yok | Yok | Var |
| BGD 2 | Var | Var | Yok | Var |
| BGD 3 | Var | Var | Var | Var |
| BGD 4 | Var | Var | Var | Yok |

Halk sağlığı açısından büyük bir öneme sahip olan mikrobiyoloji laboratuvarlarında, klinik ve klinik dışı numunelerin analizleri yapılmaktadır. Bu kitapta, klinik dışı numuneler kapsamında su ve gıda numunelerin rutin, salgın ve zehirlenme analizleri yanında kit üretiminin mikrobiyolojik yönden incelemelerini yapan mikrobiyolojik laboratuvarların biyogüvenlik önlemlerine yer verilmiştir. Bu laboratuvarlar, en az BGD-2 düzeyinde tasarlanmalı ve bu düzeye göre uygulamaları gerçekleştirmelidir. Risk gruplarına göre biyogüvenlik düzeyleri Tablo 5.3’de sunulmuştur.

BGD-2 laboratuvarlarının çalışanlarına laboratuvar güvenliğine yönelik eğitim verilmiş olmalıdır. Ayrıca laboratuvar kazalarına karşı gerekli tedbirleri alma ve bu kazalar sırasında uyulması gereken kurallar konusunda eğitim verilmelidir. Çalışma esaslarında herhangi bir değişiklik ya da güncel gelişmeler olduğunda da personel bilgilendirilmeli ve ilave eğitimler verilmelidir. Çalışanın mikrobiyoloji ve biyogüvenlik uygulamalarına uymasını sağlamak amacıyla prosedürler/talimatlar da oluşturulmalıdır (Şekil 5.1).

Tablo 5.3. Risk gruplarına göre biyogüvenlik düzeyleri (BGD)

| Risk Gruplarına Karşılık Biyogüvenlik Düzeyleri | | | | |
|---|-----------------------|--|--|---|
| Risk Grubu | BGD | Laboratuvar Tipi | Laboratuvar Uygulamaları | Güvenlik Ekipmanları |
| 1 | Temel BGD 1 | Temel öğretim laboratuvarı Araştırma laboratuvarı | İyi Laboratuvar Uygulamaları (ILU) | Gerekmez (açık banko çalışması yeterlidir) |
| 2 | Temel BGD 2 | Halk sağlığı laboratuvarı Klinik mikrobiyoloji laboratuvarı Araştırma laboratuvarı | İLU ile birlikte Biyolojik tehlike işareti KKD (koruyucu giysi giyilmesi) | Açık banko yanında potansiyel aerosol için biyogüvenlik kabini (BGK) |
| 3 | Tecrit BGD 3 | Özel tanı laboratuvarı Araştırma laboratuvarı | BGD-2’ye ilave olarak Özel koruyucu giysi Kontrollü giriş-çıkış Tek yönlü hava akımı/ negatif basınç | BGK ve/veya tüm aktiviteler için diğer birincil korunma ekipmanları |
| 4 | Maksimum Tecrit BGD 4 | Çok tehlikeli patojen çalışma laboratuvarı | BGD-3’e ilave olarak Hava kilitli giriş Duşlu çıkış Özel atk sistemi | Sınıf III/BGK veya Sınıf II/BGK ile birlikte pozitif basınçlı özel koruyucu giysi |



Şekil 5.1. Biyogüvenlik ile ilgili talimatlar

Laboratuvar kapısı üzerinde biyolojik tehlike uyarısı ve biyolojik güvenlik düzeyini gösteren uyarılar bulunmalıdır. Laboratuvar kapısına tehlike oluşturacak ajanların adı, laboratuvara giriş ile ilgili gerekli uyarılar ve sorumlu kişinin adı ve telefon numarası gibi bilgiler yazılmalıdır (1, 4).



5.1. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Tehlike ve Risk Kontrolü

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında, olası tehlikelerin tanımlanması ve bunlara karşı kontrol önlemlerin alınması gerekmektedir. Alınan önlemlerin yeterliliği veya ek önlemlerin gerekliliği ise risk değerlendirmesi yapılarak belirlenir. Bu değerlendirmeler, tehlikenin daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi, mühendislik kontrolleri, yönetsel kontroller ve KKD'lerin kullanılması ve uygunluğu ile ilgili değerlendirmelerdir. (Bkz Bölüm 2, EK 1a ve EK 1c). Ayrıca laboratuvara yeni bir cihaz/ekipman geldiğinde, çalışma prosedürü/talimatı değiştiğinde, yeni bir personel durumunda veya çalışılan materyalin niteliğinde bir değişiklik olduğunda risk analizinin mutlaka yinelenmesi ve ek önlemler alındıktan sonra etkinliğinin denetiminin de yapılması gerekmektedir. Laboratuvarda yapılan işlem, çalışılan materyalin hacmi, incelenen patojenin aerosol ile bulaşma özelliği gibi farklı faktörler riski artırmaktadır.

Mikrobiyoloji laboratuvarın biyogüvenlik uygulamalarında, laboratuvara giriş-çıkış sınırlamasına uyulması önemlidir. Laboratuvar ana girişinden koridor içerisine girmek için otomatik kapılar bulunmalıdır. Bu kapılar kilitlemeli ve aynı anda açılabilir. İlk giriş kapısı şifreli ve sadece ilgili personelin girişine izin verilmelidir. Bu iki kapı arasındaki alanda bir soyunma kabini bulunmalı ve temiz alan ile kirli alan sınırlandırılmalıdır. Bu alanda, laboratuvardan ayrılmadan önce mutlaka ellerin yıkanmasını sağlamak amacıyla el yıkama lavabosu yer almalıdır. Ayrıca laboratuvar kapılarında ve uygun yerlerde, herkesin görebileceği şekilde "biyolojik tehlike" uyarı işareti bulunmalıdır (Şekil 5.2). Biyolojik tehlike uyarı işareti ile birlikte laboratuvarda çalışılan enfeksiyöz ajan/ajanlar, laboratuvar sorumlusunun adı ile gündüz-gece telefon numarası ve bu bilgilerin güncellendiği tarihte yazılmalıdır. Laboratuvara deney hayvanları dışında hayvan ve bitki bulundurulmamasına dikkat edilmelidir. Numune ve kültürlerle ilgili işlemler yapılırken laboratuvar kapılarının kapalı tutulması da önemlidir.

BGD-2 mikrobiyoloji laboratuvarında bulunması gereken güvenlik önlemleri Şekil 5.3'de verilmiştir (1). Laboratuvar sıcaklığı 18 - 27 °C arasında; nemi ise \leq %50 olmalıdır. Laboratuvar sıcaklığı ve nemi günlük olarak laboratuvar çalışanı tarafından kontrol edilerek kayıt altına alınmalıdır. Laboratuvarda dökülmeler-saçılmalar durumunda, göz ve beden güvenliğini sağlamak için laboratuvar içerisinde göz/tam beden duşu bulundurulmalıdır. Duşlar kullanım için her zaman hazır olmalı, uzun süreli durgun su birikimi olmamalı, bunun için periyodik olarak kontrol edilerek kayıt altına alınmalı ve su sıcaklığı 16-38 °C arasında olması gerekmektedir. Ayrıca, göz/vücut duşu kullanım talimatları hazırlanmalıdır.



Şekil 5.2. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında giriş-çıkış kapıları, kapı üzerindeki biyolojik tehlike uyarı işareti ve laboratuvar sorumlusu iletişim bilgileri



Şekil 5.3. BGD-2 mikrobiyoloji laboratuvarında bulunması gereken güvenlik önlemleri

5.2. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Fiziksel Tehlikeler

BGD-2 laboratuvarlarında elektrik, yangın, düşme – kayma ve gürültü gibi fiziksel tehlikelere karşı önlemler alınmalıdır. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında alevin sebep olabileceği yangın ve yanıkların yanı sıra, özelerin sterilizasyonu sırasında aerosolizasyona neden olabildiğinden, açık alev yerine insineratör veya tek kullanımlık özelerin kullanımı önerilmektedir. Aşındırıcı, oksitleyici, çözücü ve uçucu kimyasal maddeler ile radyoaktif maddelerin otoklavlanması da benzer tehlikelere yol açabilir. Alevle veya alev üzerinde yapılacak çalışmalar sırasında kontrol önlemleri alınmalı ve uyarıcı işaretler hazırlanmalıdır. Oluşabilecek yangın ve elektrik kazalarına karşı önlemler ve müdahaleler Bölüm 1’de yer almaktadır.

5.3. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Kimyasal Tehlikeler

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında kullanılan maddeler (örneğin tamponlar, boyalar) tehlikeli kimyasal içerebilirler. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında kullanılan kimyasal maddelerle çalışırken, kimya laboratuvarlarındaki kurallara uygun olarak çalışılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır (Bkz Bölüm 4).



Mikrobiyolojisi laboratuvarında Gram boyama sık kullanılmaktadır. Gram boyama sırasında canlı organizmalarla temas ve aerosollere maruz kalma riskleri bulunmaktadır. Gram boyamadaki kristal viyole, potasyum iyodür ve etanol tahriş edici; ayrıca etanol yanıcı-parlayıcı ve hepatotoksik; kristal viyole ise kanserojen ve kısmen toksik olduğu belirtilmektedir. Kristal viyole, lügol ve etanole karşı gözlük ve eldiven kullanılmalıdır. Aerosolizasyon özellikle yaymanın alevde sabitlemesi sırasında olur. Bu nedenle, sabitleme işlemi için lam ısıtıcıları veya uygun KKD’ler kullanılmalıdır. Isıtıcıların kapaklı olanları tercih edilmelidir. Kullanılan kimyasal maddeler listelenerek, olası tehlikeler tanımlanmalı ve kimyasal maddelerin Güvenlik Bilgi Formları (SDS) kolayca ulaşılabilecek yerlerde bulundurulmalıdır (1).

5.4. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Biyolojik Tehlikeler

Mikrobiyoloji laboratuvarında numunelerin analiz çalışmaları sırasında tüplerin açılması, kesici delici alet kullanılması, santrifüj işlemi ve pipet kullanılması gibi durumlarda, çalışanlar biyolojik risklere maruz kalırlar (5).

Biyolojik tehlike, insanlarda zararlı etki oluşturma kapasitesi olan biyolojik orijinli her türlü ajan/etken veya maddelerdir (6). Sağlıklı insanlarda veya hayvanlarda potansiyel risk taşıyan ajanlar; enfeksiyöz ajanlar, rekombinant DNA molekülleri, onkogenik virüslerdir (7).

Enfeksiyöz ajanlar (etyolojik ajanlar): Hayvanlardan insanlara bulaşan ve her iki gruba dahil bireylerde ortak olarak şekillenen ajanlardır (8). Zoonoz hastalıklar aşağıdaki gruplardan oluşur (7):

I. Bakteriyel zoonoz: Listeriyozis (tavşan, kobay, salmonellozis (fare, rat, hamster, kobay, tavşan)

II. Viral zoonoz: Hantavirus enfeksiyonu

III. Fungal zoonoz: Dermatofitozis

IV. Paraziter zoonoz: Endoparazit (toksoplazmozis), Ekzoparazit (keneler, pireler)

Rekombinant DNA molekülü: Sentetik veya doğal DNA segmentleri, canlı bir hücrede replike olabilen DNA molekülleri ile birleştirilerek, canlı hücreler dışında yapılanan moleküller veya bu replikasyon sonucu oluşan DNA molekülleridir.

Onkojenik virüsler: İnsanda veya hayvanda tümöre sebep verdiği düşünülen virüsler (9).

5.4.1. Enfeksiyon Ajanlarının Vücuda Giriş Yolları

Enfeksiyon ajanlara maruz kalma aşağıdaki yollarla olmaktadır:

- I. Perkutan yaralanma ile deri-mukoza yoluyla,
- II. Temas ile deri-mukoza yoluyla,
- III. Solunum yoluyla,
- IV. Ağız yoluyla (1, 10-16).

Perkutan Yaralanmayla Maruz Kalma: Perkutan yaralanmalar, kesici-delici cisimlerin batması, özellikle iğne batması sonucu enfeksiyöz ajanların derinin koruyucu mekanizmalarını atlayarak doğrudan dolaşıma ulaşması ve yaralanan kişiyi enfekte etmesi muhtemeldir. Cam kırıkları ve bistüri ile perkutan yaralanmalar da olmaktadır (1).

Temas ile Maruz Kalma: Çalışmalar sırasında sıçramış enfeksiyöz materyalin dekontamine edilmemiş bir yüzeyde bulunması halinde, çalışanın bu yüzeye teması sonrası deri ve mukozalarına bulaşabilir. Sıçrayan enfektif materyalin dolaylı olarak eller aracılığıyla mukozalara, göze ve ağıza götürülmesi ile bulaş söz konusudur (1).

Solunum Yoluyla Maruz Kalma: Aerosoller aracılığı ile yayılan enfeksiyon ajanlara maruz kalınabilir. Aerosoller aşağıda sayılan işlemler sırasında oluşabilirler:

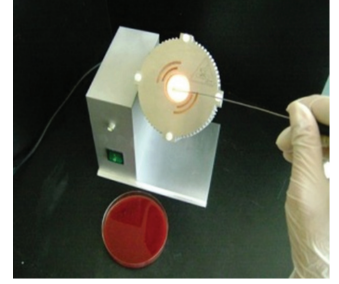
- i. Besiyerine ekim,
- ii. Pipetle çekim,
- iii. Santrifüj işlemi,
- iv. Homojenizasyon, çalkalama, karıştırma,
- v. Özeyi alevden geçirme,
- vi. Kültür kaplarının açılması,
- vii. Kan tüplerinin açılması.

Ağız Yoluyla Maruz Kalma: Ağız yoluyla maruz kalmanın en önemli sebebi ağızla pipetlemedir. Ağızla pipetleme yanında enfekte materyalin ağıza sıçraması, kontamine materyalin ya da elin ağıza götürülmesiyle ya da laboratuvarda yiyecek ve içeceklerin tüketilmesiyle de bulaş olasıdır. Yiyecek ve içecekler kendileri kontamine olabilecekleri gibi, kontamine elle tutulmaları sonucu da bulaşa neden olabilirler (1).

5.5. Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Biyogüvenlik Uygulamaları

BGD-2 laboratuvarlarına çalışanlar haricindeki kişilerin girmesi yasaktır. Biyolojik materyalle temas sonucu eller mutlaka yıkanmalıdır. Mikrobiyoloji laboratuvarı içerisinde çalışmaların gerçekleştirildiği kirli ve temiz alanlar birbirinden ayrılmalıdır. Kirli alanda kullanılan saat, hesap makinesi, telefon gibi malzemeler temiz alana götürülmeden önce mutlaka dekontamine edilmelidir. Laboratuvarın analiz sonuç raporları temiz alanda bulunmalı ve enfektif materyalle kesinlikle temas etmeyecek şekilde olmalıdır (5).

Biyolojik materyalle gerekli KKD giyildikten sonra çalışılmaya başlanmalıdır (17). Mikrobiyoloji laboratuvarında kesinlikle hiçbir şey yenmemeli, içilmemeli, makyaj yapılmamalıdır. Çalışma sırasında uzun saçlar toplanmalıdır. Laboratuvarda kesinlikle kültür plakları koklanmamalıdır. Çalışma sırasında aerosol ve sıçramaları önlemek için özelerin sterilizasyonu açık alevde yakılarak yapılmamalıdır. Bunun yerine insineratör veya tek kullanımlık özeler kullanılmalıdır. Öze halkasının çapı, taşınan sıvının damlamaması için 2-3 mm olmalı ve halka tamamen kapalı olmalıdır. Öze telinin vibrasyonunu en aza indirmek için uzunluğu 6 cm'den fazla olmamalıdır. Laboratuvar çalışmalarına göre 1 µL veya 10 µL'lik tek kullanımlık özeler tercih edilmelidir. Ayrıca enfektif aerosol riski olan santrifüj işlemlerinde güvenlik kapağı olan santrifüj kapları veya rotorları kullanılmalıdır.



Laboratuvar çalışmaları sırasında kesici delici malzemenin kullanılmasını mümkün olduğunca sınırlandırmak amacıyla cam malzeme yerine plastik malzeme tercih edilmelidir. Kesici-delici aletler kullanmak zorunlu ise gerekli önlemler alınmalıdır. Enjektör uçları elle çıkarılmamalı, bükülmemeli ve kapağı tekrar kapatılmamalıdır. Kesici-delici aletler delinmeye ve sızdırmaya dayanıklı kesici-delici atık kaplarına atılmalıdır. Çalışma sırasında ağızla pipetleme yapılmamalıdır. Mutlaka pipetleme yardımcıları kullanılmalıdır. Enjektörler pipetleme amacıyla kullanılmamalıdır.



Santrifüjlerin bakımları yapılmadığında, doğru şekilde kullanılmadığında ve temizlenmediğinde ciddi tehlikeler oluşturabilir. Santrifüj kullanımı esnasında enfektif aerosollerin ortama yayılabileceği göz önüne alınmalıdır. Santrifüj haznesinin iç kısmı kan ve diğer vücut sıvıları gibi biyolojik materyal ile kontamine olmuş ise dekontaminasyon işlemi yapılmadan santrifüj çalıştırılmamalıdır. Bu tür kazaları önlemek için tüplerin kapakları düzgün kapatılmalı ve santrifüj kefeleri iyi dengelenmelidir (1).



5.6. Biyogüvenlik Kabinleri (BGK)

BGK, esas itibarıyla çalışanı ve çevreyi enfeksiyöz aerosol ve sıçramalardan korumak amacıyla kullanılan, hava akımı düzenlenmiş cihazlardır. Bu cihazların en önemli iki özelliği; amaca yönelik kontrollü hava akımı sağlaması ve hava içerisindeki mikroskobik partikülleri elimine etmesidir.

Eliminasyon, BGK'ler içerisindeki ventilasyon ya da mekanik hava yolu üzerine yerleştirilmiş HEPA adı verilen bir tür filtre veya filtre sistemleri tarafından sağlanmaktadır. HEPA, 0,3 µm'den daha büyük mikroskobik parçacıkların %99,97'sine karşı geçirgen olmayan, daha küçük partikülleri de tutabilme özelliğinde olan filtreler olarak bilinmektedir. Bu özellik, bilinen tüm enfeksiyöz ajanlarını etkili şekilde tutarak mikroptan arındırılmış hava sağlama anlamına gelmektedir (1).



BGK, amaca uygun seçilmelidir ve laboratuvarında doğru konumlandırılmalıdır.

Biyogüvenlik kabinlerinin bakımları düzenli yapılmalıdır. Kabinler içinde açık alev kullanılmamalı, insineratör veya tek kullanımlık öze kullanılmalıdır. Her kabinde aynı anda yalnızca bir kişinin çalışması tercih edilmelidir. BGK'ler kapılardan, açılır pencerelerden, insan trafiğinden ve hava akımını bozabilecek diğer etmenlerden uzakta bir yere yerleştirilmelidir.

Çalışmaya başlamadan önce; kabin yüzeyi %70 etanol veya 1/50-1/100 çamaşır suyu çözeltisi ile temizlenmelidir. Yüksek ısı HEPA filtrelerle zarar verebildiğinden, bunsen beki kullanılmamalı, insineratör ya da tek kullanımlık özeler tercih edilmelidir. Kabin içinde kullanılmak üzere, enfekte atık kabı ve kesici-delici atık kabı bulunmalıdır (1).

5.7. Dekontaminasyon-Dezenfeksiyon-Sterilizasyon

Mikrobiyoloji laboratuvar çalışmalarındaki bulaş, analiz edilen numunenin, çalışanlarının ve çevrenin korunması amacıyla istenmeyen bir durumdur. Malzemenin, kişinin, cismin, alanın veya yapının istenmeyen mikroorganizmalarla temas etmesi, bulaşması ve kirlenmesine “kontaminasyon” denir. İş ortamı, laboratuvar ortamı veya doğal çevrede bulunan toksik bir maddenin, sterilizasyon ve dezenfeksiyon gibi değişik yöntemlerle zararsız hale getirilmesi; enfeksiyon etkeni olan mikroorganizmalardan arındırılması işlemine “dekontaminasyon” denir (18).

Sterilizasyon: Bakteri sporları dahil her türlü mikroorganizmanın fiziksel, kimyasal, mekanik metotlar veya radyasyon (irradiasyon) yoluyla tamamen yok edilmesi işlemi veya mikroorganizma seviyesinin %99,9 oranında azaltılması işlemine “sterilizasyon” denir (10, 19, 20). Tüm mikroorganizmaların öldüğü ve bir tanesinin bile canlı olmadığı kesin olarak söylenemeyeceğinden sterilizasyon sonrasında mikroorganizmaların canlı kalma olasılığının milyonda bir ($<10^{-6}$) olması kabul edilebilir bir sınırdır (1).

Sterilizasyon yöntemleri arasında kuru sıcak hava (pastör fırını), buhar (nemli sıcak hava), gazlar (etilen oksit, ozon), plazma (hidrojen peroksit), irradiasyon, filtre edilebilir sıvılar için filtrasyon ve kimyasal sterilizasyon gibi yöntemler bulunmakla beraber laboratuvarlarda en sık kullanılan sterilizasyon yöntemi buhar ile sterilizasyondur.

Sterilizasyon işlemi fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kontrol edilmeli, bu kontroller düzenli olarak yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır.

Buhar İle Sterilizasyon (Otoklav)

Buhar ile sterilizasyon için en yaygın olarak otoklav kullanılmaktadır. Otoklavlar içlerindeki soğuk havanın sıcak hava ile nasıl yer değiştirdiğine bağlı olarak yer çekimli ve vakumlu otoklav olarak başlıca iki tipi bulunmaktadır. Doymuş basınçlı su buharı ile 100 °C'nin üstünde çalışan otoklav, genellikle yüksek ısıya dayanıklı maddelerin (çözeltiler, besiyerleri, tüp, pipet, Petri gibi cam malzemeler, pamuk ve bez eşyaların) sterilizasyonunda kullanılır (21).

Dezenfeksiyon: Dezenfeksiyon yüzeylere ve materyallere uygulanan ve ortamdaki canlı organizmaların çoğunu ortadan kaldıran bir işlemdir. Dezenfeksiyon işleminde kullanılan kimyasal madde ya da bileşiklere “*dezenfektan*” adı verilir. Dezenfektanlar, içerdikleri aktif bileşenlere göre ya da etkinliklerine göre sınıflandırılırlar (1).

Kimyasal Dezenfektanlar: Laboratuvarlarda dezenfeksiyon için genellikle %70'lik etanol ve klorlu bileşikler (çamaşır suyu (1:10-1:100) veya klor tableti) kullanılmaktadır (1). Laboratuvarda hazırlanacak çamaşır suyu oranları Tablo 5.4 de verilmiştir (1, 17).

Tablo 5.4. Laboratuvarlarda kullanılacak kimyasal dezenfektan olarak hazırlanacak çamaşır suyu oranları

| Laboratuvar Temizliği | Dekontaminasyon | Dökülme Saçılmalar |
|---|---|---|
| 1:50 ile 1:100 sulandırılmış çamaşır suyu (1000 – 500 ppm) | 1:10 ile 1:100 sulandırılmış çamaşır suyu (5000 – 500 ppm) | 1/10 sulandırılmış çamaşır suyu (5000 ppm) |

5.8. Otoklav Kullanımı

Başarılı ve güvenli bir dekontaminasyon için otoklavın uygun şekilde çalıştırılması ve izlenmesi esastır. Otoklav işleminde dikkat edilecek hususlar:

- Otoklav işlemi yapılırken mutlaka KKD giyilmelidir,
- Otoklav torbaları ve sıvı içeren kaplar 2/3'den fazla doldurulmamalıdır,
- Plastik malzeme mutlaka yüksek ısıya dayanıklı ikincil çelik kovalarda otoklavlanmalıdır,
- Torba ve şişelerin ağızları gevşek bırakılmalıdır,
- Poşetler ve kaplar buharın serbest dolaşımına müsaade edecek şekilde yerleştirilmelidir,
- Otoklav kapağının kapalı olduğundan emin olunmalıdır,
- Otoklavlama sonrasında kapak açmadan önce kabin içindeki sıcaklığın düşmesi beklenmeli ve kapak açılırken yüksek sıcaklık ve buhara karşı önlem (eldiven, gözlük ve yüz siperi kullanımı) alınmalıdır,
- Sıvıların kapaklarını açmadan önce en az 5 dakika beklenmelidir.



Tıbbi atıkların otoklav sterilizasyonuna tabi tutulması için atıkların toplanması ve bertarafı işlemlerinde mutlaka **Otoklav Torbası** kullanılmalıdır (1, 17).

5.9. Biyolojik Etken Dökülmeleri

Laboratuvar çalışmaları sırasında biyolojik etken dökülmesinde “*biyolojik etken dökülme kiti*” içerisindeki malzemeler kullanılarak yapılmalıdır. Bu kitler, hazır olarak satın alınabileceği gibi laboratuvar çalışanı tarafından da hazırlanabilir. Ancak unutulmamalıdır ki bütün biyolojik dökülme-şacıllma olayları aynı risk düzeyini oluşturmaz. Dökülen materyalin içerdiği mikroorganizmanın risk grubu, doğası (sıvılar>>>katılar), miktarı (ne kadar çoksa risk o kadar fazla), aerosol olarak bulaşma olasılığı (aerosol bulaşabilenler daha riskli), farklı türden materyallerin içinde olması (cam gibi) ve döküldüğü yer risk düzeyini değiştirir. Bu durum göz önünde bulundurularak risk değerlendirmesi yapılmalı ve önlemler bu etkenlere bağlı olarak alınmalıdır. Tüm çalışanlar bu tür dökülme durumlarında ne yapacakları konusunda eğitilmiş olmalı ve ilgili talimatlar oluşturulmalıdır. **Biyolojik Etken Dökülme Kiti** içerisinde aşağıdaki malzemeler mutlaka bulunmalıdır:

- KKD (tek kullanımlık önlük, eldiven, koruyucu gözlük, galoş, maske),
- Kağıt havlu,
- Çamaşır suyu,
- Otoklav poşeti,
- Pens.

5.9.1. Biyolojik Dökülme Talimatı

- KKD’ler giyilir (eldiven çift kat giyilir),
- Biyolojik etken sıvı ise; dökülmenin etrafı kağıt havluyla çevrilerek, sıvının daha fazla yayılmasına engel olunur,
- Dökülen biyolojik etken üzerine kağıt havlu örtülür. Dökülen biyolojik etken sıvı ise emildiğine dikkat edilir ve gerekirse bu işlem tekrarlanır,
- Dekontaminasyon için 1:10 (1 kısım çamaşır suyu: 9 kısım su) sulandırılmış çamaşır suyu hazırlanarak kağıt havlu üzerine dökülür ve en az 20 dakika bekletilir,
- Biyolojik etken dökülme esnasında kırılan cam malzemeler pens ile dikkatlice toplanarak kesici delici atık kabına konulur,
- Yüzey 1/10 çamaşır suyu ile temizlenir,
- Temizlik sonunda kullanılan tüm malzemeler ile KKD, otoklav poşetlerine konur ve otoklavda dekontaminasyon işlemi yapılır. Otoklavlanan malzemenin mikroorganizma yükü arttıkça otoklavlama süresi değişir.
- Otoklav sonrası otoklav poşetleri tıbbi atık plastik torbalarına konularak **Tehlikeli Kimyasal, Tıbbi, Ambalaj ve Evsel Atık Bertarafı Talimatı**’na göre bertaraf edilir.
- Biyolojik etkenin temizlenmesi sonrasında Biyolojik Etken Dökülme Kiti içerisinde bulunan Laboratuvar/İş Kazası Tutanak Formu (EK 2a) ve Laboratuvar/İş Kazası/Hastalığı Bildirim Formu (EK 2b) doldurularak LGB’ye teslim edilir.

5.10. Biyoemniyet

Biyoemniyet, laboratuvarda çalışılan patojenlerin ve toksinlerin kaza ile saçılmasını önlemek için uygulanan prensipleri, teknoloji ve uygulamaları içine alan sistematik bir yaklaşımdır. WHO, laboratuvarlarda **biyogüvenliğe** ilave olarak **biyoemniyet** risklerin değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Biyoemniyet aşağıdaki başlıkları içerecek şekilde düzenlenmelidir:

- Biyolojik etkenlere maruz kalmaya karşı emniyet,
- Kişi ve çevreye bağlı potansiyel bulaşıcı etkenlere veya biyolojik tehlikelere maruz kalmayı bilgi, teknik ve malzemelerle önleyerek kendini korumaya almak,
- Değerli biyolojik materyalleri, kullanıldıkları ve saklandıkları yerlerde güvenli şekilde muhafaza etmek.

“*Değerli Biyolojik Materyaller (DBM)*” olarak tanımlanan materyaller; patojenler ve toksinler, aşılarda ve farmasötik ürünler, stoklar ve referans kökenler (özellikle halk sağlığını tehdit edebilecek mikroorganizma stokları ve referans kökenleri) olarak sıralanabilir.

“*Değerli Biyolojik Materyaller*” kötüye kullanılabilir. Yayılımı kolay ancak mortalitesi daha düşük olan *Brucella* spp. ve *Salmonella* spp. gibi etkenlerle çalışanlar, stoklarında bulunan bu etkenler için bir *biyoemniyet programına* sahip olmaları gerekmektedir. Biyoemniyet programının amacı, “*Değerli Biyolojik Materyallerin*” laboratuvar dışına kasıtlı ya da kasıtsız olarak çıkarılmasını önlemektir.

- Risk değerlendirme yapılması ve “*Değerli Biyolojik Materyallerin*” tanımlanması,
- Programın Oluşturulması (hırsızlık, sabotaj gibi kötü amaçlı eylemlere karşı güvenlik kameraları, alarmlar, devriye gezilmesi, kilitli dolaplar, yetkilendirilmiş kişilerin girişi gibi önlemler alınması),
- Fiziksel emniyet önlemlerinin tanımlanması (Fiziksel Emniyet),
- Çalışanların yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi (Çalışan Emniyeti),
- DBM envanterinin ve izlem sisteminin oluşturulması (Materyal Emniyeti),
- Bilgi gizliliği için önlemlerin belirlenmesi (Bilgi Emniyeti),
- Acil Durum Eylem Planı,
- Eğitimler (Biyoemniyete ilişkin bilgiler (kuramsal bilgiler yanı sıra kuruma özgü görev ve sorumlulukların gözden geçirilmesi, uygulamalar ve acil durumlarda izlenecek yol gibi).

Biyoemniyet programının yürütülebilmesi için görev ve sorumlulukları net biçimde tanımlanan bir “*biyoemniyet sorumlusu*” atanmalıdır. Biyoemniyet sorumlusu, biyoemniyet programı kapsamındaki, DBM'lere erişim yetkisi olanları belirlemeli ve eldeki materyalin neler olduğu, miktarları ve nerede saklandıkları tanımlanmalıdır. Envanterde bulunan materyalin hareketi izlenmeli ve kayıt altına alınmalıdır (1, 6).

V. BÖLÜM KAYNAKLARI

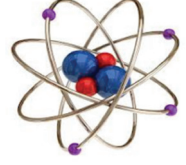
1. Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi. Ankara: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 937, 2014.
2. Anonim. Biyolojik Risk Etmenleri. www.tyih.gov.tr/Eklenti/2681,biyolojik-risk-etmenlerippt.ppt, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
3. Ağca H. Mikroorganizmalar ve Biyogüvenlik. http://shmyo.uludag.edu.tr/okul_resim/tlab-semp/lab-semp-sunular/harunagca.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
4. Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı Güvenlik Rehberi. Konya: T.C. Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi. <http://www.meramtıp.com.tr/kalite/dosyalar/rehberler/laboratuvar/mikrobiyoloji/MIKROBIYOLOJİ%20GÜVENLİK%20REHBERİ.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
5. Türk M. Bir üniversite hastanesi mikrobiyoloji laboratuvarlarında risk değerlendirmesi. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Derg, 2012; 12(43): 27-43.
6. Anonim. <http://www.bornovavet.gov.tr/pdf/labguvenlikbvkae.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
7. Gül Y, İssi M, Baykalır BG. Araştırma laboratuvarlarında biyogüvenlik, zoonotik hastalıklar ve tıbbi atıkların bertarafı. Atatürk Üni Vet Bil Derg, 2013; 8(1): 81-96.
8. Anonim. Zoonoz hastalık nedir? <https://ankara.tarim.gov.tr/Belgeler/liftet/zoonozhastaliklar.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
9. Öncü, S, Sakarya S. Laboratuvar Güvenlik Yönergesi. Sakarya: Adnan Menderes Üni. Merkez Araştırma Laboratuvarı. <http://www.akademik.adu.edu.tr/aum/bt/webfolders/topics/laboratuvar%20guvenlik%20kurallari.rar?skey=AZ1NMCX00A6970Z52JX3>, (Erişim Tarihi: 27.09.2017).
10. Safe Manegement of Wastes From Health Care Activities. WHO. (Erişim Tarihi: 05.12.217).
11. Öztürk M. Tehlikeli Atıklar Grubundaki Tıbbi Atık Yönetimi. www.nuveforum.net/attachments/36623d1252821711-tibbi-kitapson.Pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
12. Sargın S, Gürhan İD. Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü Laboratuvar Güvenliği Faaliyetleri. 1. Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer (KBRN) Kongresi Bildiri Kitabı. Öz HR, Karaca F, Eldemir F (eds). İstanbul: Fatih Üni. 1. Basım. 2009; 63-70.
13. Karaman M. Laboratuvar Hayvanları Biliminde Biyogüvenlik ve İş Sağlığı. <http://www.jcam.com.tr/files/KATD-437.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
14. Yorukoglu K, Sayiner A, Akalin E. Patoloji Laboratuvarında mesleki riskler ve güvenlik önlemleri. Aegean Pathol J, 2005; (2): 98–115.
15. Chosewood LC, Wilson DE. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5th

- Edition, 2009. <http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmb15/bmb1.Pdf>, (Erişim Tarihi: 09.12.2017).
16. Van Vaerenbergh B, Van Droogenbroeck C, Dai Do Thi C, Verheust C, Willemarck N, Brosius B, Leunda A. Biosafety in laboratory animal facilities. A practical approach. Peeters J, (ed). Belgium: Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid. 2011. http://www.biosafety.be/CU/PDF/LabAnimFacilities_SBB_2011_2505_47.pdf, (Erişim Tarihi: 09.12.2017).
 17. Anonim. <http://www.erdemlidh.gov.tr/index.php/2014-04-22-08-47-03/mikrobiyolojilab>, (Erişim Tarihi: 27.09.2017).
 18. Anonim. Dekontaminasyon. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Dekontaminasyon.pdf, (Erişim Tarihi: 05.12.2017).
 19. Yücel Tutar D. Tıbbi atık yönetimi için yeni bir yaklaşım ve Ankara örneği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2004.
 20. Anonim. Tıbbi atıklar. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/85CK0038.Pdf, (Erişim Tarihi: 05.12.2017).
 21. Anonim. <http://cevre.beun.edu.tr/dersnotu/cevremikrobiyolojisi/sterilizasyon.pdf>, (Erişim Tarihi: 05.12.2017).

6. RADYASYON GÜVENLİĞİ

Dr. Kimyager Sibel UZUN

Radyasyon kaynakları, laboratuvarlar başta olmak üzere tıp, endüstri, tarım, güvenlik gibi pek çok meslek alanında karşımıza çıkmaktadır. Proseslerinde radyoaktif izotoplara sahip olan veya kullanan her laboratuvar Nükleer Düzenleme Komisyonu (NRC) tarafından ve/veya NRC tarafından onaylanmış devlet kurumu tarafından (Türkiye’de bu onayı almış kurum Atom Enerjisi Kurumu’dur) lisanslanması gerekir



(1). Laboratuvar da radyasyon tehlikesini sınırlayan önlemler alınması gerekebilir. Bu amaçla, radyasyon güvenliği hakkında aşağıda kısa bilgi verilecektir.

6.1. Radyasyon Türleri

Radyasyon tehlikesini bertaraf etmek için öncelikle radyasyonu tanımlamak ve radyasyon türlerini bilmek gerekir. Radyasyon, boşlukta yayılan enerji olarak tanımlanabilir. Bu enerji türü, iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan olmak üzere ikiye ayrılır:

6.1.1. İyonlaştırıcı Radyasyon

İyonlaştırıcı radyasyon formlarının hepsi atomları iyonize etmek ve böylece hücrelerde bulunan molekülleri istikrarsızlaştırmak ve doku hasarına yol açmak için yeterli enerjiye sahiptir (2). İyonlaştırıcı radyasyon birimleri aşağıda verilmiştir (3).



- *Aktivite*: Birim zamanda parçalanan radyoaktif madde miktarıdır. Birimi: Curie (SI normunda Becquerel)’dir.
- *Işınlanma*: İyonlaştırıcı radyasyonun havada yarattığı (+) ve (-) yüklü iyon miktarıdır. Birimi: Röntgen (SI normunda C/kg)’dir.
- *Soğurulmuş doz*: Işınlanan maddenin birim kütlesinde enerji değişikliğine neden olan radyasyon miktarıdır. Birimi: Rad (SI normunda Gray)’dir.
- *Doz eşdeğeri*: Bir röntgenlik X veya Gama ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan radyasyon miktarıdır. Birimi: Rem (SI normunda Sievert)’dir.

İyonlaştırıcı radyasyon, parçacık radyasyonu (alfa, beta, nötron) ve elektromanyetik (X-ışını, gama ışını) radyasyonu olmak üzere iki gruba ayrılır. İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları laboratuvarlar da dahil olmak üzere pek çok meslek alanında mevcuttur.

X-ışını cihazları en çok kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon türlerinden biridir. Aşağıda kullanım alanlarına örnekler verilmiştir (1):

- **Radyoloji Uygulamaları**: Görüntüleme ve tomografi

- **Radyoterapi Uygulamaları:** Tümör tedavileri
- **Nükleer Tıp Uygulamaları:** Görüntüleme, hastalıkların tanı ve tedavisini
- **Endüstriyel Radyografi/Radyoskopi Uygulamaları:** Üretilen endüstriyel malzemelerdeki hataların tespit edilmesi, özellikle borular, basınçlı kazanlar, araç lastik ve jantları, uçak kanatları gibi
- **Nükleer Ölçüm Uygulamaları:** Üretilen endüstriyel malzemelerin üretim aşamasındaki kalınlık, seviye, nem ve yoğunluk ölçümleri, cevher ve mamul maddelerde hassas içerik analizleri
- **Taşınabilir Yoğunluk ve Nem Ölçüm Uygulamaları:** Havaalanı pisti ve yol yapımı gibi çalışmalarda zemin malzemesinin nem ve yoğunluk ölçümleri (mobil cihazlar)
- **Işınlama Tesisleri/Cihazları:** Gıdaların raf ömürlerinin uzatılmasında, tek kullanımlık atılabilir tıbbi malzemelerin sterilizasyonunda, plastik malzemelerin fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinde, tarımda tohumların daha verimli ve dayanıklı hale getirilmesinde kullanılır.
- **Güvenlik Amaçlı Uygulamalar:** Havaalanı, kargo, gümrük, liman, alışveriş merkezleri gibi yerlerde güvenlik amacı ile araç, çanta, bagaj ve paketlerin içlerinin görüntülenmesinde radyasyon kaynakları kullanılmaktadır.

6.1.2. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon, elektrik ve manyetik alan salınımindan oluşan, ışık hızına sahip bir dizi enerji dalgası olarak tarif edilir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon Ultraviyole (UV), görünür ışık (VIS), kızıl ötesi (IR), mikro dalga (MW), radyo frekansı (RF) ve çok düşük frekansı (ELF) içeren bir spektrumdur (4). Lazerler ise genellikle UV, görünür bölge ve IR frekanslarında faaliyet gösterirler. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon da tıpkı iyonlaştırıcı radyasyon gibi doğru kontrol edilmediğinde, maruz kalan çalışanlar üzerinde önemli bir sağlık riski oluşturabilirler. Aşağıda iyonlaştırıcı olmayan radyasyon türlerinin kullanımları ve etkileri kısaca özetlenmiştir:



- **Çok Düşük Frekans Radyasyonu (ELF):** 60 Hz'de çok düşük frekanslı (ELF) radyasyon; güç hatlarını, elektrik tesisatı, elektrikli ekipmanlar tarafından üretilir. En çok karşılaşılan ELF maruziyetleri; induksiyon ocakları, güç hatlarını ve yüksek gerilimlerinden kaynaklanır.
- **Radyo Frekans (RF) ve Mikrodalga Radyasyonu (MW):** Mikrodalga radyasyonu, vücudun kaynağa yakın bölümü tarafından absorplanırken, radyo frekans (RF) radyasyonu vücudun tamamı tarafından absorplanabilir. Yeterince yüksek şiddette olduklarından her ikisi de ısı yoluyla dokuya zarar verir. RF ve MW radyasyonlarının kaynakları ise radyo yayıcılar (Radyo, TV) ve cep telefonlarıdır.
- **Kızılötesi Radyasyonu (IR):** Cilt ve gözler kızılötesi radyasyonu (IR), ısı olarak absorplar. Genel olarak çalışanlar aşırı maruziyeti sıcaklık hissi ve ağrı ile fark ederler. IR radyasyonunun kaynakları arasında ısı lambaları ve IR lazerleri bulunmaktadır.

- **Görünür Işık Radyasyonu (VIS):** Elektromanyetik spektrumun (EM), görünür bölgedeki farklı frekanslar gözümüzün tarafından farklı renkler olarak algılanır. Kötü bir aydınlatma ile karşılaştırıldığında iyi bir aydınlatma üretimin artmasına ve kazaların önlenmesine yardımcı olur. Ancak görünür radyasyonun (aydınlatmanın) fazlası gözlere ve cilde zarar verebilir.
- **Ultraviyole Radyasyonu (UV):** Ultraviyole radyasyon (UV), yüksek foton enerjisi aralığına sahiptir. Ancak aşırı maruziyet sırasında genellikle hemen hiçbir belirti vermediği için özellikle tehlikeli bir ışımadır. Laboratuvarlarda en çok karşılaşılan UV radyasyonun kaynakları siyah ışıklar ve UV lazerleridir.
- **Lazer:** Lazer, tipik olarak optik radyasyonları (UV, görünür ışık, IR) yayarlar ve öncelikle göz ve ciltte hasara sebep olurlar. En yaygın lazer kaynakları; CO₂ lazer IR, helyum - neon, neodimyum YAG, kırmızı görünür lazerler ve azot UV lazerdir. Lazerler yoğun, çok yönlü ışık demeti üretirler. En yaygın etkisi gerçekte lazer enerjisinin absorplanmasından kaynaklanan sıcaklık artışının neden olduğu ve doku proteinlerin denatüre olmasına sebep olan *Lazer Uyarılmış* doku hasarıdır. İnsan vücudu belirli lazerlere karşı hassastır ve bu maruziyet bazı koşullarda göz ve cildin zarar görmesine neden olabilir. Lazer ışının eşik düzeydeki biyolojik tehlikelerini incelemek amacıyla bu ışımalardan kaynaklanan göz ve cilt yaralanmaları üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırma sonuçlarına bağlı olarak insan gözünün cilde göre daha zayıf ve hassas olduğu kabul edilmektedir (4).

6.2. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma

İyonlaştırıcı olmayan radyasyonla ilgili yapılan araştırma sonuçları kanser riskini arttırdığı konusunda yeterli ipuçları vermemektedir. Ancak yapılan bazı araştırmalarda, radyo frekansları veya mikrodalga frekanslarındaki elektromanyetik dalgalara maruz bırakılmış deney hayvanlarında oluşmuş zararlar bildirilmektedir (5). Elektromanyetik alana maruz kalan kişilerde de kısa veya uzun vadede mental, fiziksel ve/veya genel iyilik hâlini bozacak biyolojik etkileri olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, elektromanyetik radyasyon veya alanlar için belli frekans değerleri ve elektromagnetik alan limitleri değerleri (elektronik haberleşme cihazları dahil) yönetmeliklerde belirtilmiştir (5, 6).

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon yayan cihazların kullanımı sırasında insan ve çevre sağlığına zararlı olabilecek risklerin neler olduğu ve bunların önlenmesi için uyulması gereken kurallara ilişkin olarak kullanıcının bilgilendirilmesi yasal zorunluluktur. Bunların denetimleri ilgili bakanlıklarca yapılmaktadır. Benzer şekilde ilgili kurum ve kuruluşlar kendi görev sahalarına giren konularda, halkı bilgilendirmek üzere gerekli eğitim faaliyetlerinde bulunmak zorundadır.

İyonlaştırıcı olmayan radyasyondan korunmada aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Radyasyon kaynağının yakınında mümkün olabildiğince kısa süre kalınmalıdır.
- Noktasal kaynaklardan yayınlanan radyasyon şiddetleri kaynaktan olan uzaklığın karesiyle azaldığından, uzaklık iyi bir korunma aracı olmaktadır.
- Dış radyasyon tehlikelerinden korunmanın en etkin yöntemi, radyasyon kaynağı ile kişi arasına

uygun özelliklerde koruyucu engel konulmasıdır. Zırlama toprak, beton, çelik, kurşun gibi koruyuculuğu yüksek materyal kullanılarak yapılabilir.

- Toplum üyelerinin bulunduğu yerlerde yapılacak çalışmalarda gerekli yasal izinler alınmalıdır.
- Çalışanı teorik ve pratik olarak çok iyi eğitilmelidir.
- Kullanılan tüm donanımın bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.
- Açık alan çalışmalarında “Kontrol Listeleri (Check List)” oluşturulmalıdır.
- Değişik senaryolara göre “Acil Durum Planı” hazırlanmalıdır.

6.3. İyonlaştırıcı Radyasyondan Korunma

Radyasyon kaynakları doğru kontrol edilmediğinde, maruz kalan çalışanlar üzerinde önemli sağlık riski oluşturabilirler (1). OSHA tarafından yayınlanan iyonlaştırıcı radyasyon standardı, radyasyon tehlikelerine maruz kalması muhtemel çalışanlar için önleyici tedbirlerin alınmasını ve çalışanın izlenmesinin yapılmasının gerekliliğini bildirir. Radyasyondan korunma önlemlerinin temel hedefleri şunlardır (7):

- Radyonüklidlerin (yutma, inhalasyon, adsorpsiyon veya açık yaralar aracılığıyla) insan vücuduna girişini sınırlamak,
- Belirlenmiş limitlerde ve mümkün olan en düşük dozda (ALARA) maruziyeti sağlamak,
- Harici radyasyona maruziyeti, belirlenen doz limitleri içindeki seviyelere düşürmek ve olabildiğince bu limitlerin altına indirmek,
- Radyoaktif maddelerin kullanıldığı ve depolandığı tüm alanlarda kolayca görünür şekilde radyasyon tehlike sembolleri bulundurmak. Bu alanlara giriş sadece yetkili personel ile sınırlanmalıdır,
- Gamma, nötron, enerjik beta veya X-ray gibi radyasyon kaynaklarına maruz kalan bir çalışanın maruziyetinin ölçülmesi için çalışan izleme cihazları (film rozetleri, termoluminesans dozimetreler (TLD), cep dozimetreler vb.) bulundurulmalı ve kullanılmalıdır.

VI. BÖLÜM KAYNAKLARI

1. Anonim. <http://taek.gov.tr/component/content/article?id=480:atik-guvenligi>, (Erişim Tarihi: 05.12.2017).
2. Ionizing Radiation. www.osha.gov/SLTC/radiationionizing/index.html, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
3. Ocaktan ME. Radyasyon Etkileri ve Korunma. AÜ Tıp Fak, ppt. (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
4. Anonim. www.osha.gov/SLTC/radiation_nonionizing/index.html, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
5. İşsever H. İyonize Olmayan Radyasyonun Sağlığa Etkileri (Nisan 2015). İstanbul Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.B.D. <http://hasuder.org.tr/hsg/?p=3609>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
6. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik. Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı. 2010.
7. Anonim. Laboratory Safety Guidance. <https://www.osha.gov/Publications/laboratory/OSHA3404laboratory-safety-guidance.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2018).

7. ATIK YÖNETİMİ

Dr. Kimyager Sibel UZUN - Dr. Ziraat Müh. Sevil BAŞPINAR

Artan nüfus, değişen yaşam koşulları, teknolojik gelişmeler, hızlı sanayileşme ve sentetik üretimin artması çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bu değişimle birlikte her türlü atık üretimi de hızla artmakta ve doğal kaynaklarımız da kirlenmektedir. Doğal çevreyi, dolayısıyla doğal kaynakları korumak ve gelecek nesillere daha temiz bir ortam bırakmak ise ancak iyi bir atık yönetimi ile mümkün olmaktadır.

Atık, çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal olarak tanımlanmaktadır (1). Atık yönetimi ise, atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden, oluşumundan bertarafına kadar olan sürecin yönetimini sağlamaktadır. Süreç temel olarak:

- Atık oluşumunun önlenmesi-azaltılması,
- Atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynak kullanımının azaltılması,
- Atıkların özelliğine ve türüne göre kaynağında ayrıştırılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, bertaraf işlemleri,
- Sürecin, izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerini kapsar (1).



Laboratuvarlardan kaynaklanan atık sınıfları Tablo 7.1’de verilmiştir (2).

Tablo 7.1. Laboratuvarlardan kaynaklanan atıkların sınıflandırılması

| ATIK TÜRLERİ | | | |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|
| Evsel Nitelikli Atıklar Ambalaj Atıkları Genel Atıklar | Tıbbi Atıklar Enfeksiyöz Atıklar Patolojik Atıklar Kesici-Delici Atıklar | Tehlikeli Kimyasal Atıklar | Radyoaktif Atıklar |

7.1. Evsel Nitelikli Atıklar

Evsel nitelikli atıklar, insan faaliyetleri sonucu oluşan ve tehlikeli maddelerle kontamine olmamış atıkları kapsar (1).

Evsel nitelikli atıklar, **SİYAH** renkli plastik torbalara konularak biriktirilir. Kâğıt, cam, plastik gibi atıkların evsel nitelikli atıklarla karıştırılmamasına, ambalaj atığı kutularına atılmasına dikkat edilir. Torbaların ¾ oranında dolan ağzı sıkıca bağlanır, atıklar temizlik personeli tarafından toplanır ve her gün mesai bitiminden önce evsel atık deposuna götürülür. Torbada delinme/sızma vb. olduğu durumlarda ikinci bir torba içine koyularak toplama işlemi gerçekleştirilir.

7.2. Ambalaj Atıkları

Ambalaj atığı; kontamine olmamış, tekrar kullanılabilir, geri dönüştürülebilir ve geri kazanabilir plastik, metal, cam ve kağıt-karton atıklarıdır (1).

Ambalaj atıkları **MAVİ** kutularda ve/veya **MAVİ** renkli torbalarda biriktirilir. Ambalaj atıkları ayrıştırılırken, mukavva kutular ve pet şişeler gibi hacim kaplayan atıkların düzleştirilmiş/sıkıştırılmış olmasına dikkat edilir. Atık torbaları 3/4 oranında dolduğunda, ağızları sıkıca bağlanarak toplanır. Mavi torbalara konulmuş ambalaj atıkları, ilgili personel tarafından toplanarak mesai bitiminden önce **MAVİ** renkli *Ambalaj Atığı Konteynerine* bırakılır. Ambalaj atıkları belediyeler tarafından toplanır.

7.3. Tıbbi Atıklar

Tıbbi atıklar; hastane, klinik, laboratuvar gibi sağlık ve araştırma merkezlerinde oluşan enfeksiyöz, patolojik ve kesici-delici atıklardır (3). Bu atıklar, insan ve çevre sağlığına zarar verebileceği için atığın oluşumundan bertaraf edilmesine kadar olan sürecin etkin biçimde yönetilmesi gerekir. Sürecin yönetimi için atıkları doğru tanımlamak, yerinde ayrıştırmak dekontamine etmek ve bertarafını sağlamak gerekir. Tanımlama, ayrıştırma ve dekontaminasyon işlemlerinden laboratuvar çalışanı sorumludur. Tıbbi atıkların bertarafı ise yapılan sözleşme kapsamında belediyeler tarafından gerçekleştirilmektedir.

Enfeksiyöz Atık: Enfeksiyon yapıcı etkenleri taşıyan veya taşıması muhtemel her türlü vücut sıvısı enfeksiyöz atık olarak değerlendirilir. Ayrıca bu etkenlere maruz kalmış KKD, bandaj, flaster, tamponlar, eküvyon ve benzeri atıkları, bakteri ve virüs tutucu filtreleri, laboratuvar kültürleri de bu atık grubuna girer.

Patolojik atık: Anatomik atık dokuları, organ ve vücut parçaları ile ameliyat, otopsi gibi durumlarda ortaya çıkan vücut sıvılarını içerir.

Kesici-Delici Atık: Enfeksiyöz ajanlarla çalışmada kullanılan lam-lamel, bistüri, kırılmış cam gibi her türlü kesici-delici malzemeler bu gruptandır.

7.3.1. Tıbbi Atıklara Uygulanan İşlemler

Tıbbi atıkların uygun yöntemlerle dekontamine edilerek yetkililere teslim edilmesi, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında zorunlu olmamasına rağmen; çalışan, halk ve çevre sağlığı açısından daha güvenli bir yaklaşımdır. Bu yüzden tıbbi atıklara otoklavda dekontaminasyon işlemi uygulanabilir. Dekontamine edilmiş atıklar, daha sonra tıbbi atık gibi işlenmektedir (3, 4).

Enfeksiyöz Atıklar İçin Uygulanan İşlemler: Enfeksiyöz atıkları, otoklav poşeti bulunan kovalarda toplanır. Otoklava dayanıklı poşetler 3/4 oranında dolduğu zaman poşetlerin ağzı otoklav bandı ile bağlanarak kovası ile birlikte dekontaminasyon işlemine tabi tutulur. Dekontaminasyon işlemi tamamlanan tıbbi atıklar, "DİKKAT TIBBİ ATIK" ibaresi taşıyan **KIRMIZI** renkli plastik torbalara konularak yardımcı personele kayıt altında teslim edilir. Yardımcı personel, bu atıkları tıbbi atık konteynerine bırakır.

Kesici-Delici Atıklar İçin Uygulanan İşlemler: Bu tür malzemeler, kesici-delici atık kaplarında biriktirilir. Kesici delici kaplar 3/4 oranında dolduğu zaman, kabin kapağı kapatılır ve otoklav poşeti bulunan kovalara konulur. Otoklav poşetlerin 3/4 oranında dolduğu zaman ağzı otoklav bandı ile bağlanarak kovası ile birlikte dekontamine edilir. Dekontaminasyondan sonra otoklav poşetleri **“DİKKAT TIBBİ ATIK”** ibaresi taşıyan **KIRMIZI** renkli plastik torbalara konularak yardımcı personele teslim edilir. Yardımcı personel, bu atıkları tıbbi atık konteynerine bırakır.

Tek Kullanımlık Atıklar İçin Uygulanan İşlemler: Laboratuvarında oluşan her türlü tek kullanımlık malzeme otoklav poşeti bulunan kovalarda biriktirilir. Otoklav poşetlerin 3/4 oranında dolduğu zaman, ağzı otoklav bandı ile bağlanarak kovası ile birlikte otoklavlanarak dekontamine edilir. Dekontaminasyondan sonra otoklav poşetleri **“DİKKAT TIBBİ ATIK”** ibaresi taşıyan **KIRMIZI** renkli plastik torbalara konularak yardımcı personele teslim edilir. Yardımcı personel, bu atıkları tıbbi atık konteynerine bırakır.

Geri Dönüşümlü Kirli Cam Malzemeye Uygulanan İşlemler: Laboratuvarında kullanılan her türlü cam malzeme (Petri kutusu, tüp vb.) otoklav poşeti bulunmayan otoklava dayanıklı kovalarda biriktirilir. Kovalar 3/4 oranında dolunca otoklavlanır. Dekontamine edilen cam malzeme temizliği mikrobiyoloji cam malzeme temizleme ve sterilizasyonu için hazırlanmış talimatlarına göre yapılır.

7.3.2. Dekontaminasyon İşlemi

Otoklava dayanıklı torbalar 3/4 oranında dolduğu zaman ağzı otoklav bandı ile bağlanır ve ikincil bir otoklavlanma ile dekontaminasyon işlemi yapılır. Atık dekontaminasyonu için önerilen otoklav sıcaklık ve süreleri; 121°C’de 1 saat veya 134 °C’de 10 dk’dır. Otoklav torbalarının 140 °C’ye kadar nemli basınçlı ısıya dayanıklı ve buhar geçirgenliğine sahip olması zorunludur. Polietilen torbalar genellikle 121 °C’ye, polipropilen torbalar ise genellikle 141 °C’ye kadar dayanır (4, 5). Dekontaminasyon işlemi tamamlanan tıbbi atıklar, **“DİKKAT TIBBİ ATIK”** ibaresi taşıyan **KIRMIZI** renkli plastik torbalara konularak yardımcı personel tarafından tıbbi atık konteynirlere bırakılır.

Laboratuvarlarda kullanılan biyolojik etken dökülme kitlerinin atıkları için de tıbbi atıkların toplanması/ taşınması sırasındaki uygulamalar geçerlidir.

7.4. Tehlikeli Kimyasal Madde Atıkları

İnsan ve çevre sağlığı için çeşitli etkilerle zararlı olabilen gaz, katı ve sıvı olarak bulunan ve H1-H15 ile ifade edilen ve Tablo 7.2’de verilen tehlike (H: Hazard) özelliklerinin en az birini taşıyan kimyasal madde atıklarıdır (1).

Kimyasal maddelerin depolanmasında dikkat edilmesi gereken kuralların tamamı kimyasal atıklar için de geçerlidir. Tehlikeli kimyasal madde atık üretiminin azaltılmasına yönelik uygulamaların tercih edilmesi ve atıkların üretildikleri yerde ayrıştırılması atık yönetiminin temelini oluşturmaktadır. Tehlikeli kimyasal madde atıkları kesinlikle drenaja boşaltılmamalı, özelliklerine uygun şekilde ayrıştırılmalıdır. Tehlikeli kimyasal atık bertarafında doğru etiketleme, risklerini ve güvenlik önlemlerini inceleme ve uygulama, *kimyasal maddeleri geçimliliklerine göre ayrıştırma ve depolama* (Bkz Bölüm 4) ve özellikle SDS’lerini gözden geçirme tehlike riskini azaltmanın temel yollarıdır.

Tablo 7.2. Tehlikeli kabul edilen atıkların özellikleri

| Tehlike 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 madde 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 | <p>a) 21 °C'nin altında parlama noktasına sahip sıvı maddeler ve karışımlar (aşırı tutuşabilen sıvılar dâhil)</p> <p>b) Herhangi bir enerji kaynağı uygulaması olmaksızın ortam sıcaklığındaki hava ile temas ettiğinde, ısınabilen ve sonuç olarak tutuşabilen maddeler ve karışımlar</p> <p>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</p> <p>ç) Normal basınçta, havada tutuşabilen gazlı maddeler ve karışımlar</p> <p>d) Su veya nemli hava ile temas ettiğinde, tehlikeli miktarda yüksek oranda yanıcı gazlara dönüşen maddeler ve karışımlar</p> |
| 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 veya 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 mikroorganizmalar 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, yendiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, kalıtsal genetik bozukluklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde ve karışımlar |

Tablo 7.2 (Devamı). Tehlikeli kabul edilen atıkların özellikleri

| Tehlike Kodu | Özellikleri |
|-------------------------------|--|
| 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 |
| H15 | Bertarafı sonrasında herhangi bir yolla, yukarıda listelenen karakterlerden herhangi birine sahip başka bir madde (sızıntı suyu gibi) ortaya çıkabilecek atık |

Laboratuvarlarda oluşan tehlikeli atıklar, maksimum 5L'lik kimyasal maddeye dayanıklı atık bidonlarda ayrıştırılır ve toplanır. Bidonlar ekte yer alan Ek 4'de verilen **Etiket Örneğine** göre etiketlenir ve uygun şekilde kodlanır. Bir tehlikeli atık birden fazla tehlikeli madde içeriyorsa en tehlikelisine göre kodlanmalı fakat etiketinde diğer tehlikeli maddelerde belirtilmelidir.

Kimyasal maddeler oluşturuldukları yerde geçimliklerine göre ayrıştırılır.

1- Uygun şekilde etiketlenir. Etiketle:

- I. Atık kodu,
- II. Atığın adı, içeriği,
- III. Atığı üreten laboratuvarın bilgileri,
- IV. Atığın tehlike durumunu gösteren piktogramları,
- V. Üretim tarihi bilgileri yer almalıdır.



Kodlama: Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre yapılır. Bu yönetmelikte boya, inşaat, metalürji, kimya laboratuvarları, hastane gibi toplam 20 sektör için iki haneli atık kodları belirlenmiştir (Tablo 7.3). Bu sektörlerin faaliyetleri sonucu oluşabilecek muhtemel atıkların içeriklerine göre altı haneli kodlar verilerek listelenmiştir. Kimya laboratuvarlarının faaliyetleri sonucu oluşan bazı atık ve kodları Tablo 7.4'de verilmiştir.

Tablo 7.3. Atık Yönetimi Yönetmeliği kapsamındaki sektörler ve kodları

| Atık Kodu | Sektör |
|-----------|--|
| 01 | Madenlerin aranması, çıkarılması, işletilmesi, fiziki ve kimyasal işleme tabi tutulması sırasında ortaya çıkan atıklar |
| 02 | Tarım, bahçivanlık, su ürünleri, ormancılık, avcılık ve balıkçılık, gıda üretimi ve işlemesi 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 işlemi 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 atık su 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) |

Tablo 7.4. Kimya laboratuvarlarında oluşan bazı atıklar ve kodları

| ATIK KODU | ATIK KODU TANIMI | AÇIKLAMA |
|-----------|--|----------|
| 06 01 02* | Hidroklorik asit | A |
| 06 01 05* | Nitrik asit ve nitroz asit | A |
| 06 01 06* | Diğer asitler | A |
| 06 02 04* | Sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit | A |
| 06 02 05* | Diğer bazlar | A |
| 06 03 11* | Siyanür içeren katı tuzlar ve solüsyonları | M |
| 06 04 04* | Cıva içeren atıklar | M |
| 06 04 05* | Başka ağır metaller içeren atıklar | |
| 07 01 03* | Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler | A |
| 07 01 04* | Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler | A |
| 08 03 17* | Tehlike maddeler içeren atık baskı tonerleri | M |
| 15 02 02 | Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler | M |
| 16 05 06* | Laboratuvar kimyasal karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasal maddeleri | M |
| 16 09 01* | Permanganatlar | A |
| 16 09 02* | Kromatlar | A |
| 16 09 03* | Peroksitler | A |
| 16 09 04* | Başka şekilde tanımlanmamış oksitleyici malzemeler | A |
| 18 01 06* | Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerden oluşan kimyasal maddeler | M |
| 20 01 19* | Pestisitler | A |

*: Tehlikeli atık

M: Muhtemel tehlikeli atık konsantrasyonuna bağlıdır

A: Konsantrasyonuna bakılmaksızın tehlikeli kabul edilen atık

7.4.1. Tehlikeli Kimyasal Atık Toplama Uygulamaları

Laboratuvar Çalışanının Sorumlulukları: Laboratuvarlarda niteliklerine ve tehlikeli atık kodlarına göre gruplandırılan atıkları, üzerinde kodları yazılmış etiketli kaplarda ayrı ayrı biriktirilmelidir. Ayrıştırma sırasında aşağıdakilere dikkat edilmelidir:

- Bir atık birden fazla tehlikeli madde içeriyorsa mutlaka içeriği etiketinde belirtilmelidir.
- Nitrik asit veya nitroz asit içeren atıklar mutlaka diğer asitlerden ayrı biriktirilir.

- Kloroform, diklormetan gibi halojenli organik çözücü atıkları diğer organik çözücülerle bir arada depolanmamalıdır.
- Birden fazla tehlikeli kimyasal maddeden oluşan atık karışımları durumunda, mutlaka içerik belirtilmelidir.
- Sıvı kimyasal maddeler ile katı kimyasal maddeler karıştırılmaz.
- Katı kimyasal maddeler ayrı plastik kaplarda biriktirilir.
- Tehlikeli atıkların toplandığı bidonların ağzı sıkıca kapatılır.

Laboratuvar çalışanı, tahliye edilecek atığı, tüm etiket bilgilerini doldurmuş olarak, güvenli ve temiz bir atık kabında, ağzı kapalı olarak yardımcı personele teslim eder. Laboratuvar çalışanı ve ilgili yardımcı personel tarafından **Atık Takip Formu** doldurulduktan sonra ilgili yardımcı personel, kontrol ederek teslim aldığı atıkları; geçici depolama alanına götürür. Atıkların geçici depolama alanına götürülmesi işlemleri sırasında KKD kullanılmalıdır.

Siyanürler, organik peroksitler gibi reaktif kimyasal maddeler, uygun yöntemlerle ve gerekli önlemler alınarak zararsız hale getirildikten sonra bertaraf edilmelidir (5).

LGB'nin Sorumlulukları: Geçici olarak depolanan tehlikeli atıklar, LGB üyeleri tarafından düzenli olarak kontrol edilir ve bertaraf işlemi gerektiğinde bertaraf işlemini üstlenen firma ile iletişime geçilerek atıklar bertaraf ettirilir. Bertaraf sırasında 60 L'lik variller kullanılır. Gerekirse çanta bidonları bu variller içinde gönderilir. Aynı türden atık içeren 60 L'lik variller paletler üzerine yerleştirilir ve sıkıca streçlenir. Atıklar, LGB sorumlusu tarafından Çevre ve Şehircilik Bakanlığının web sayfasından Mobil Tehlikeli Atık Taşıma (MOTAT) sistemine girilir. Ayrıca bir tutanak hazırlanarak taraflarca imzalanır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı web sayfasından Atık Beyan Formu doldurulur ve böylece atıkların bertaraf ettirildiği Bakanlığa bildirilir.

Laboratuvarlarda kullanılan kimyasal madde dökülme kitlerinin atıkları için tehlikeli atıkların toplanması/taşınması sırasındaki uygulamalar geçerlidir.

7.5. Radyoaktif Atıklar

Açık ya da kapalı kaynaklarda (katı, sıvı veya gaz formundaki) ve radyoaktif özellikteki maddelerden oluşan atıklardır (1, 5). Diğer atık yönetimlerinde olduğu gibi burada da atık miktarının en aza indirilmesi esastır. Radyoaktif atıklar diğer tüm atıklardan ayrı olarak ve ilave önlemler alınarak ayrıştırılır. Bu atıkların üzerinde radyasyon uyarı işaretleri bulunmalıdır. Radyoaktif atıkların bertarafı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu mevzuatı hükümlerine uygun olarak yapılmalıdır (6).

Radyoaktif atıklar taşınma, depolama ve atık düzenlemelerini kolaylaştırmak için içerdiği radyoaktif malzemenin konsantrasyonu ve radyoaktif kaldıkları süre dikkate alınarak sınıflandırılırlar. Kategorilerin tanımı ülkeden ülkeye değişmekle beraber radyoaktif atıklar düşük seviye, orta seviye ve yüksek seviyeli atıklar olarak sınıflandırılabilir (7).

Düşük Seviyeli Atıklar (DSA): işçi tulumları, taşıma kapları, şırıngalar gibi malzemelerin az miktardaki

kısa ömürlü radyoaktivite ile teması sonucu oluşur. DSA'lar genellikle lastik eldivenler kullanılarak işleme tabi tutulur. Nükleer güç santrallerinin hizmetten çıkarılması esnasında oluşan birçok atık DSA sınıfına girer.

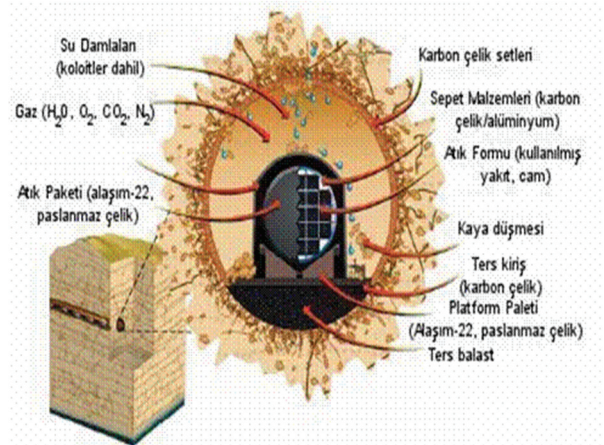
Orta Seviyeli Atıklar (OSA): Tipik olarak nükleer malzeme ile birlikte kullanılmış ekipman veya radyoaktif akışkanların temizlenmesinde kullanılmış iyon değişim reçineleri gibi daha çok endüstriyel malzemelerdir. Bunlar, atıklar ihmal edilebilir düzeyde ısı üretirler. Ancak kısa veya uzun süreli radyasyon yaydıklarından korunmak için zırhlama gerekir. Kullanılmış nükleer yakıtların yeniden işlenmesi sırasında yakıtın çözülme metal kısımlarını içeren atıklar, OSA kategorisinde değerlendirilir.

Yüksek Seviyeli Atıklar (YSA): Filyon (çekirdek bölünmesi) reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan yüksek derecede radyoaktif ve uzun ömürlü elementleri içeren atıklardır. Yüksek seviyeli atık yeniden işlenmeyecek olan kullanılmış nükleer yakıt (KNY) ve yeniden işleme uygulaması olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Bu iki grup, biçim ve içerik olarak farklılık gösterse de benzer şekilde yönetilirler.

7.5.1. Radyoaktif Atık Yönetimi Uygulamaları

Üretilen Atık Miktarının En Aza İndirilmesi: İyi uygulamalar, yeni teknolojiler ve tesis tasarımları, bakım gereksinimlerinin basitleştirilmesi gibi önlemlerle üretilen atık miktarı azaltılabilir.

Koşullandırma ve Paketleme: Katı haldeki düşük ve orta seviyeli atıklar, çok küçük hacimlerde yoğunlaştırılabilir. Sıvı haldeki atıkların katı hale dönüştürülmeleri gerekir. Bunun için sıvıdaki radyoaktif elementler filtrasyon yahut iyon değişimi ile ayrıştırılırlar ve sonra kurutulularak uygun ortama soğurulur ya da beton içinde katılaştırılırlar. Uygunlaştırılan düşük ve orta seviyeli atıklar ara depolama için paketlenir veya çelik kap veya kutularda gömülebilir.



Ara Depolama: Depolama, atıkların gelecekte yeniden işleme amacına göre farklılık gösterir. Güvenliği sağlamak için aktif izleme, bakım ve kurumsal kontroller sürdürülmelidir. Yüksek seviyeli atık ve kullanılmış nükleer yakıtın ara depolanması, radyasyon ve ısı üretiminin azalmasını sağlar.

Nihai Depolama: Nihai depolama radyoaktif atık yönetiminin son adımındır. Genellikle bu işlem, geri alma amacı olmaksızın atıkları bertaraf etmek, uzun süre izleme ve gözetmeye gerek görmeden halk ve çevreden güvenli bir şekilde izole ederek muhafaza etmek olarak tanımlanır. Radyoaktif atıklar özel olarak hazırlanmış tesislere gömülür ve radyoaktif olmayan atıklarla karıştırılmazlar.

Kısa Ömürlü Atıklar: Radyoaktivitesinin olası yayılmasını önlemeye yönelik basit mühendislik önlemleri alınarak (izolasyon vb.) gömülerek bertaraf edilirler. Bu atıkların radyoaktif izotopları belirli bir periyottan sonra ihmal edilebilir seviyelere kadar bozunmuş olur.

Uzun Ömürlü Atıklar: Yüksek seviyeli atıklar ve kullanılmış nükleer yakıtlar için henüz bertaraf (gömme) işlemi uygulanan bir yer bulunmamaktadır; bununla beraber birçok ülke (Belçika, Kanada, Çin, Finlandiya, Fransa, Almanya, Rusya, İspanya, İsviçre, İngiltere ve ABD) geliştirilmesi yönünde programlar yürütmektedir. Uzun ömürlü atıkların gömülmesinin uzun süreli kontrollü yüksek mühendislik önlemi ve zarfında emniyeti ve muhafazayı garanti altına almak için atıkları yerin altına gömmektir (yüksek mühendislik önlemi alınarak, uzun süreli, derin jeolojik depolama gibi).

VII. BÖLÜM KAYNAKLARI

- 1- Atık Yönetimi Yönetmeliği. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2015.
- 2- Gül Y, İssi M, Baykalır BG. Araştırma laboratuvarlarında biyogüvenlik, zoonotik hastalıklar ve tıbbi atıkların bertarafı. Atatürk Üni Vet Bil Derg, 2013; 8(1): 81-96.
- 3- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2017.
- 4- Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi. Ankara: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 937, 2014.
- 5- Anonim. Merck Millipore Laboratuvar El Kitabı. Merck. 2. Baskı. 2011.
- 6- Kürkçü EA, Arslan Tatar ÇP, Babaarslan E, İlik Ö, Şentürk F, Tiryaki B, Yaşaroğlu CB. Kimyasalların Güvenli Depolanması. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü (İSGUM), 2011. [http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-kimyasal madde_depolarma_rehberi.pdf](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-kimyasal%20madde_depolarma_rehberi.pdf), (Erişim Tarihi: 14.12.2018).
- 7- Anonim. <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/166gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/438-bolum-04-radyoaktif-atik>, (Erişim Tarihi: 05.12.2017).

EK 1a. Biyolojik Risk Değerlendirme Formu

| İŞLEM NO: B-... | | | | |
|--|--|--|--|--|
| 1- İŞLEMİN ADI/ TANIMI | | | | |
| 2- OLASI TEHLİKELER: | | | | |
| <input type="checkbox"/> Aerosollerle bulaş [1] <input type="checkbox"/> Yutma yoluyla bulaş [6] | <input type="checkbox"/> Sıçrama yoluyla mukoza teması [2] <input type="checkbox"/> Diğer tanımlayımız [7]: | | | |
| <input type="checkbox"/> Mukozalara doğrudan temas yoluyla bulaş [3] | <input type="checkbox"/> Perkutan yaralanma [4] | | | |
| <input type="checkbox"/> Deriye doğrudan temas yoluyla bulaş [5] | | | | |
| 3- İŞLEM SIRASINDA MARUZ KALINABİLECEK BİYOLOJİK AJANLAR (Maruz kalınması muhtemel, en riskli üç mikroorganizmayı belirleyin) | | | | |
| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
| 1. 2. 3. | 1. 2. 3. | 1. 2. 3. | 1. 2. 3. | 1. 2. 3. |
| 4- VAR OLAN TEHLİKENİN KONTROLÜ | | | | |
| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
| KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Eldiven <input type="checkbox"/> Cerrahi maske <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer Mühendislik Önlemi <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik kabini <input type="checkbox"/> Çift kapılı giriş <input type="checkbox"/> Delici kesici atık kabı <input type="checkbox"/> Güvenlik siperi <input type="checkbox"/> Tek yönlü havalandırma | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Eldiven <input type="checkbox"/> Cerrahi maske <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer Mühendislik Önlemi <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik kabini <input type="checkbox"/> Çift kapılı giriş <input type="checkbox"/> Delici kesici atık kabı <input type="checkbox"/> Güvenlik siperi <input type="checkbox"/> Tek yönlü havalandırma | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Eldiven <input type="checkbox"/> Cerrahi maske <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer Mühendislik Önlemi <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik kabini <input type="checkbox"/> Çift kapılı giriş <input type="checkbox"/> Delici kesici atık kabı <input type="checkbox"/> Güvenlik siperi <input type="checkbox"/> Tek yönlü havalandırma | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Eldiven <input type="checkbox"/> Cerrahi maske <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer Mühendislik Önlemi <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik kabini <input type="checkbox"/> Çift kapılı giriş <input type="checkbox"/> Delici kesici atık kabı <input type="checkbox"/> Güvenlik siperi <input type="checkbox"/> Tek yönlü havalandırma | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Eldiven <input type="checkbox"/> Cerrahi maske <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer Mühendislik Önlemi <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik kabini <input type="checkbox"/> Çift kapılı giriş <input type="checkbox"/> Delici kesici atık kabı <input type="checkbox"/> Güvenlik siperi <input type="checkbox"/> Tek yönlü havalandırma |

| Yönetmelik Madde No | Yönetmelik İçeriği | Yönetmelik İçeriği | Yönetmelik İçeriği | Yönetmelik İçeriği | Yönetmelik İçeriği |
|---|---|---|---|---|---|
| | Yönetmelik İçeriği <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve dekontaminasyon prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanakları <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik İçeriği <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve dekontaminasyon prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanakları <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik İçeriği <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve dekontaminasyon prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanakları <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik İçeriği <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve dekontaminasyon prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanakları <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik İçeriği <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Biyogüvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve dekontaminasyon prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanakları <input type="checkbox"/> Diğer |
| 5- BİYOGÜVENLİK DÜZEYİ KONTROLÜ | | | | | |
| Olası tehlike 1 | | Olası tehlike 2 | | Olası tehlike 3 | |
| Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken |
| | | | | | |
| Olası tehlike 4 | | Olası tehlike 5 | | | |
| Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken |
| | | | | | |
| 6- RISK DEĞERLENDİRME | | | | | |
| TEHLİKENİN GERÇEKLEŞME OLASILIĞI | | | | | |
| Olası Tehlike 1 | | Olası Tehlike 2 | | Olası Tehlike 3 | |
| <input type="checkbox"/> Düşük (1) | <input type="checkbox"/> Olası (2) | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası |
| <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın (3) | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın |
| Olası Tehlike 4 | | Olası Tehlike 5 | | | |
| <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası |
| <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın |

| TEHLİKE GERÇEKLEŞİRSE BEKLENEN SONUÇ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
| <input type="checkbox"/> Asemptomatik Endikasyon (1 Puan) <input type="checkbox"/> ...Taşıyıcılık (1 Puan) <input type="checkbox"/> Akut/Kronik Endikasyon (8 Puan) <input type="checkbox"/> Tedavi Gerektiren Hastalık (8puan) <input type="checkbox"/> Toksikite/.../Alerji (10 Puan) <input type="checkbox"/> ...Sonuçlanan Hastalık (10 Puan) <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Asemptomatik Endikasyon (1 Puan) <input type="checkbox"/> ...Taşıyıcılık (1 Puan) <input type="checkbox"/> Akut/Kronik Endikasyon (8 Puan) <input type="checkbox"/> Tedavi Gerektiren Hastalık (8puan) <input type="checkbox"/> Toksikite/.../Alerji (10 Puan) <input type="checkbox"/> ...Sonuçlanan Hastalık (10 Puan) <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Asemptomatik Endikasyon (1 Puan) <input type="checkbox"/> ...Taşıyıcılık (1 Puan) <input type="checkbox"/> Akut/Kronik Endikasyon (8 Puan) <input type="checkbox"/> Tedavi Gerektiren Hastalık (8puan) <input type="checkbox"/> Toksikite/.../Alerji (10 Puan) <input type="checkbox"/> ...Sonuçlanan Hastalık (10 Puan) <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Asemptomatik Endikasyon (1 Puan) <input type="checkbox"/> ...Taşıyıcılık (1 Puan) <input type="checkbox"/> Akut/Kronik Endikasyon (8 Puan) <input type="checkbox"/> Tedavi Gerektiren Hastalık (8puan) <input type="checkbox"/> Toksikite/.../Alerji (10 Puan) <input type="checkbox"/> ...Sonuçlanan Hastalık (10 Puan) <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Asemptomatik Endikasyon (1 Puan) <input type="checkbox"/> ...Taşıyıcılık (1 Puan) <input type="checkbox"/> Akut/Kronik Endikasyon (8 Puan) <input type="checkbox"/> Tedavi Gerektiren Hastalık (8puan) <input type="checkbox"/> Toksikite/.../Alerji (10 Puan) <input type="checkbox"/> ...Sonuçlanan Hastalık (10 Puan) <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) |
| RISK DÜZEYİ | | | | |
| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
| <input type="checkbox"/> Düşük (<5) <input type="checkbox"/> Orta (5-10) <input type="checkbox"/> Yüksek (15-30) <input type="checkbox"/> Çok Yüksek (40-60) | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek |
| EK ÖNLEMLER | | | | |
| KKD: | KKD: | KKD: | KKD: | KKD: |
| Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri |
| Yönetmelik Önlemleri: | Yönetmelik Önlemleri: | Yönetmelik Önlemleri: | Yönetmelik Önlemleri: | Yönetmelik Önlemleri: |
| YORUMLAR | | | | |
| | | | | |

EK 1b. Kimyasal Madde Risk Değerlendirme Formu

| 1- İŞ/İŞLEM ADI/ TANIMI | | İŞLEM NO: K-... | | |
|--|--|--|--|--|
| 2- OLASI TEHLİKELER: | | | | |
| <input type="checkbox"/> Akut toksisite (1) | <input type="checkbox"/> Toksik/Çevre için toksik (2) | <input type="checkbox"/> Zararlı/İritan (3) | <input type="checkbox"/> Karsinojen/Mutajen/Üreme sistemine toksik (4) | <input type="checkbox"/> Yanıcı /Patlayıcı madde (5) |
| <input type="checkbox"/> Korrozif (6) | <input type="checkbox"/> Sıkıştırılmış gaz (7) | <input type="checkbox"/> Sıvı nitrojen/kuru buz (8) | <input type="checkbox"/> Diğer (9): R kodları ile: | |
| 3- İŞLEM SIRASINDA MARUZ KALINABİLECEK KİMYASAL MADDELER (En riskli üç kimyasal maddeyi belirleyin) | | | | |
| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
| 1. 2. 3. | 1. 2. 3. | 1. 2. 3. | 1. 2. 3. | 1. 2. 3. |
| 4- MARUZ KALMA YOLLARI | | | | |
| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
| <input type="checkbox"/> Solunum yolu <input type="checkbox"/> Göz ve diğer mukoza teması <input type="checkbox"/> Deri teması <input type="checkbox"/> Perkutan yaranlanma <input type="checkbox"/> Yutma | <input type="checkbox"/> Solunum yolu <input type="checkbox"/> Göz ve diğer mukoza teması <input type="checkbox"/> Deri teması <input type="checkbox"/> Perkutan yaranlanma <input type="checkbox"/> Yutma | <input type="checkbox"/> Solunum yolu <input type="checkbox"/> Göz ve diğer mukoza teması <input type="checkbox"/> Deri teması <input type="checkbox"/> Perkutan yaranlanma <input type="checkbox"/> Yutma | <input type="checkbox"/> Solunum yolu <input type="checkbox"/> Göz ve diğer mukoza teması <input type="checkbox"/> Deri teması <input type="checkbox"/> Perkutan yaranlanma <input type="checkbox"/> Yutma | <input type="checkbox"/> Solunum yolu <input type="checkbox"/> Göz ve diğer mukoza teması <input type="checkbox"/> Deri teması <input type="checkbox"/> Perkutan yaranlanma <input type="checkbox"/> Yutma |

| 5- VAR OLAN TEHLİKENİN KONTROLÜ (Önlük, gözlük gibi KKD kullanımı ve doküman hazırlama, eğitim gibi diğer kontrol yöntemleri) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
| KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Uygun eldiven <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Kimyasal kartuşlu maske <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer: | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Uygun eldiven <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Kimyasal kartuşlu maske <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer: | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Uygun eldiven <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Kimyasal kartuşlu maske <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer: | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Uygun eldiven <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Kimyasal kartuşlu maske <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer: | KKD <input type="checkbox"/> Önlük <input type="checkbox"/> Uygun eldiven <input type="checkbox"/> Gözlük <input type="checkbox"/> Yüz siperi <input type="checkbox"/> Kimyasal kartuşlu maske <input type="checkbox"/> Partikül filtreli maske <input type="checkbox"/> Diğer: |
| Mühendislik <input type="checkbox"/> Çeker ocak <input type="checkbox"/> Aspiratör <input type="checkbox"/> Kesici delici atık kabı <input type="checkbox"/> Kimyasal madde dolabı <input type="checkbox"/> Uygun depolama koşulu <input type="checkbox"/> Gaz tüpleri için regülatör <input type="checkbox"/> Diğer | Mühendislik <input type="checkbox"/> Çeker ocak <input type="checkbox"/> Aspiratör <input type="checkbox"/> Kesici delici atık kabı <input type="checkbox"/> Kimyasal madde dolabı <input type="checkbox"/> Uygun depolama koşulu <input type="checkbox"/> Gaz tüpleri için regülatör <input type="checkbox"/> Diğer | Mühendislik <input type="checkbox"/> Çeker ocak <input type="checkbox"/> Aspiratör <input type="checkbox"/> Kesici delici atık kabı <input type="checkbox"/> Kimyasal madde dolabı <input type="checkbox"/> Uygun depolama koşulu <input type="checkbox"/> Gaz tüpleri için regülatör <input type="checkbox"/> Diğer | Mühendislik <input type="checkbox"/> Çeker ocak <input type="checkbox"/> Aspiratör <input type="checkbox"/> Kesici delici atık kabı <input type="checkbox"/> Kimyasal madde dolabı <input type="checkbox"/> Uygun depolama koşulu <input type="checkbox"/> Gaz tüpleri için regülatör <input type="checkbox"/> Diğer | Mühendislik <input type="checkbox"/> Çeker ocak <input type="checkbox"/> Aspiratör <input type="checkbox"/> Kesici delici atık kabı <input type="checkbox"/> Kimyasal madde dolabı <input type="checkbox"/> Uygun depolama koşulu <input type="checkbox"/> Gaz tüpleri için regülatör <input type="checkbox"/> Diğer |
| Yönetmelik <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Kimyasal güvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanağı <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Kimyasal güvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanağı <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Kimyasal güvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanağı <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Kimyasal güvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanağı <input type="checkbox"/> Diğer | Yönetmelik <input type="checkbox"/> Standart uygulamalar ve yazılı prosedürler <input type="checkbox"/> Kimyasal güvenlik eğitimleri <input type="checkbox"/> İşleme yönelik eğitim <input type="checkbox"/> Atık yönetimi ve prosedürleri <input type="checkbox"/> Dökülme saçılma kiti <input type="checkbox"/> İlk yardım olanağı <input type="checkbox"/> Diğer |

| 6- KİMYASAL GÜVENLİK DÜZEYİ KONTROLÜ | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Olası tehlike 1 | | Olası tehlike 2 | | Olası tehlike 3 | | Olası tehlike 4 | | Olası tehlike 5 | |
| Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken | Var Olan | Olması Gereken |
| | | | | | | | | | |
| 7- RİSK DEĞERLENDİRME | | | | | | | | | |
| TEHLİKENİN GERÇEKLEŞME OLASILIĞI (Düşük: 1 puan, Olası: 2 puan, Kesin-kesine yakın: 3 puan) | | | | | | | | | |
| Olası Tehlike 1 | | Olası Tehlike 2 | | Olası Tehlike 3 | | Olası Tehlike 4 | | Olası Tehlike 5 | |
| <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası | <input type="checkbox"/> Düşük | <input type="checkbox"/> Olası |
| <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | | <input type="checkbox"/> Kesin-kesine yakın | |
| TEHLİKE GERÇEKLEŞİRSE BEKLENEN SONUÇ | | | | | | | | | |
| Olası tehlike 1 | | Olası tehlike 2 | | Olası tehlike 3 | | Olası tehlike 4 | | Olası tehlike 5 | |
| <input type="checkbox"/> Basit kimyasal madde yanık (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Hafif irritasyon(1 Puan) | <input type="checkbox"/> Basit kimyasal madde yanık (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Hafif irritasyon (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Basit kimyasal madde yanık (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Hafif irritasyon (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Basit kimyasal madde yanık (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Hafif irritasyon (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Basit kimyasal madde yanık (1 Puan) | <input type="checkbox"/> Hafif irritasyon (1 Puan) |
| <input type="checkbox"/> Tedavi gerektiren bulaş (5 puan) | <input type="checkbox"/> Göz teması (10 puan) | <input type="checkbox"/> Tedavi gerektiren bulaş (5 puan) | <input type="checkbox"/> Göz teması (10 puan) | <input type="checkbox"/> Tedavi gerektiren bulaş (5 puan) | <input type="checkbox"/> Göz teması (10 puan) | <input type="checkbox"/> Tedavi gerektiren bulaş (5 puan) | <input type="checkbox"/> Göz teması (10 puan) | <input type="checkbox"/> Tedavi gerektiren bulaş (5 puan) | <input type="checkbox"/> Göz teması (10 puan) |
| <input type="checkbox"/> Toksikite/Onkojenite/Alerji (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Sekelle sonuçlanan hastalık (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Toksikite/Onkojenite/Alerji (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Sekelle sonuçlanan hastalık (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Toksikite/Onkojenite/Alerji (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Sekelle sonuçlanan hastalık (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Toksikite/Onkojenite/Alerji (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Sekelle sonuçlanan hastalık (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Toksikite/Onkojenite/Alerji (10 Puan) | <input type="checkbox"/> Sekelle sonuçlanan hastalık (10 Puan) |
| <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Diğer: | <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Diğer: | <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Diğer: | <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Diğer: | <input type="checkbox"/> Ölüm (20 Puan) | <input type="checkbox"/> Diğer: |
| RİSK DÜZEYİ [düşük (<5), orta (5-10), yüksek (15-30), çok yüksek (40-60)] | | | | | | | | | |

| Olası tehlike 1 | Olası tehlike 2 | Olası tehlike 3 | Olası tehlike 4 | Olası tehlike 5 |
|---|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Düşük (<5) <input type="checkbox"/> Orta (5-10) <input type="checkbox"/> Yüksek (15-30) <input type="checkbox"/> Çok Yüksek (40-60) | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek | <input type="checkbox"/> Düşük <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Yüksek <input type="checkbox"/> Çok Yüksek |
| EK ÖNLEMLER | | | | |
| KKD | KKD | KKD | KKD | KKD |
| Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri | Mühendislik Önlemleri |
| Yönetmelik Önlemleri | Yönetmelik Önlemleri | Yönetmelik Önlemleri | Yönetmelik Önlemleri | Yönetmelik Önlemleri |
| YORUMLAR | | | | |

EK 1c. Kimyasal ve Biyolojik Risk Değerlendirme Sonuç Formu

| Risk Değerlendirme Tarihi | Değerlendirmeyi Yapan: | | | Formun Geçerlilik Süresi (Doldurulduğu tarihten itibaren bir yıldır) | |
|---------------------------|------------------------|------------|--|---|------------------------|
| | Yapıldığı Laboratuvar | Çalışanlar | Kontrol Önlemleri | KKD | Mühendislik Yönetmelik |
| | | | <input type="checkbox"/> Optimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> Minimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> İyileştirilmesi gerekiyor | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Optimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> Minimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> İyileştirilmesi gerekiyor | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Optimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> Minimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> İyileştirilmesi gerekiyor | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Optimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> Minimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> İyileştirilmesi gerekiyor | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Optimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> Minimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> İyileştirilmesi gerekiyor | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Optimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> Minimum koşulları sağlıyor <input type="checkbox"/> İyileştirilmesi gerekiyor | | |

EK 2a. Laboratuvar/İş Kazası Tutanağı Formu

| | |
|--|---|
|  T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI HALK SAĞLIĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ | LABORATUVAR/İŞ KAZASI TUTANAĞI FORMU |
| TÜKETİCİ GÜVENLİĞİ ve HALK SAĞLIĞI LABORATUVARLARI DAİRESİ BAŞKANLIĞI | |

1. Kaza Tarihi/Saati:
2. Kazanın Meydana Geldiği Yer:
3. Kazanın Tanımı: (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)
 - Enfeksiyöz kontamine cam malzeme kırılması
 - Enfeksiyöz materyalin dökülme/saçılması
 - Enfeksiyöz materyalin yutulması
 - Enfeksiyöz materyalin yüze, göze, mukozalara sıçraması
 - Kesici/delici alet yaralanması
 - Kimyasal materyal kontamine cam malzeme kırılması
 - Kimyasal dökülme/saçılması
 - Kimyasal yutma
 - Kimyasalın yüze, göze, cilde, mukozalara sıçraması
 - Kimyasal dumanı veya buharı oluşması/maruziyeti
 - Kimyasal kaynaklı patlama – yanma
 - Diğer nedenlerden (gaz, ekipman) patlama-yanma
 - Deney hayvanı ısırması/tırmalaması
 - Yangın
 - Yüksekten düşme
 - Araç kazası
 - Elektrik çarpması
 - Diğer
4. Kazadan Etkilenen/Yaralanan Varsa Belirtiniz: (İsim, Görev Ünvanı, Yaş ve Hizmet Yılı)
5. Tanıklar Varsa Belirtiniz: (İsimleri ve Görev Ünvanları)
6. Kazanın Oluşumunun Ayrıntılı Açıklaması: (İş kazasının ne olduğunu ve nasıl olduğunu belirtiniz. Kazaya neden olan obje ve/veya maddelerin adını ve kazaya yol açan tüm faktörleri ayrıntılı bir şekilde yazınız.)
7. Kaza Sonrası Yapılan İşlemlerin Açıklaması: (Olay yerinin temizlenmesi/ dökülme kiti kullanımı gibi yapılan işlemleri, kullanılan dezenfektan / nötralizanın adını yazınız. Oluşan atıkların nasıl bertaraf edildiğini açık bir şekilde belirtiniz.)
8. Laboratuvar / Birim Sorumlusunun Kazayı Haber Alma Tarihi / Saati:

Laboratuvar / Birim Sorumlusu
(Adı Soyadı /Tarih/İmza)

Not: Bu form çalışma esnasında meydana gelen her türlü kazada iki (2) nüsha olarak doldurulacak, biri Çalışan Sağlığı Dairesi Başkanlığına gönderilecek diğer nüshası da TGHSLDB'de saklanacaktır. Tıbbî müdahale gerektiren kazalarda bu forma ek olarak F160-17025/TGHSLDB Laboratuvar/İş Kazası/Hastalığı Bildirim Formu' da ayrıca doldurulacaktır.

EK 2b. Laboratuvar/İş Kazası Bildirimi Formu

| | |
|--|---|
|  <p>T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI HALK SAĞLIĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ</p> | <h2>LABORATUVAR/İŞ KAZASI/HASTALIĞI BİLDİRİMİ</h2> <h3>FORMU</h3> |
| TÜKETİCİ GÜVENLİĞİ ve HALK SAĞLIĞI LABORATUVARLARI DAİRESİ BAŞKANLIĞI | |

KAZA GEÇİREN/HASTALANAN PERSONELE AİT BİLGİLER

Adı Soyadı :

Sicil No :

Çalıştığı Bölüm :

Görev Unvanı :

Doğum Tarihi :

Cinsiyeti: Kadın Erkek **KAZAYA/HASTALIĞA AİT BİLGİLER**

Kazanın Tanımı:

Kazanın Tarihi/Saati:

Kazanın Meydana Geldiği Yer:

Tanıklar Varsa Belirtiniz: (İsimleri ve Görev Ünvanları)

KAZANIN/HASTALIĞIN OLUŞUMUNUN AYRINTILI AÇIKLAMASI

(İş kazasının/hastalığın ne olduğunu ve nasıl olduğunu belirtiniz. Kazaya/hastalığa neden olan obje ve/veya maddelerin adını ve kazaya/hastalığa yol açan tüm faktörleri ayrıntılı bir şekilde yazınız.)

Laboratuvar /Birim Sorumlusunun Kazayı Haber Alma Tarihi/Saati:

Laboratuvar /Birim Sorumlusu
(Adı Soyadı /Tarih/İmza)

KAZA/HASTALANMA SONRASI YAPILAN İŞLEMLER

Kaza Geçiren/Hastalanan Personele Yapılan Müdahale/Tedavi/İşlemler:

Sonuç:

Doktorun Kaşesi/Tarih/İmza

Not:

1. Bu form çalışma esnasında meydana gelen her türlü kazada/hastalanmada iki (2) nüsha olarak doldurulacak, biri Çalışan Sağlığı Dairesi Başkanlığına gönderilecek diğer nüshası da TGHSLEDDB'de saklanacaktır.

2. Kaza geçiren/hastalanan personel göreve döndükten sonra; Daire Başkanlığı tarafından personelin hangi sağlık kuruluşunda tedavi olduğu, herhangi bir işgücü kaybı olup olmadığı ve personelin varsa rapor süresi vb. konularda Çalışan Sağlığı Dairesi Başkanlığı bilgilendirilecektir.

EK 3. Çözücülerin güvenlik, sağlık, hava, su ve atık olarak karşılaştırılması

Yeşil: 1-3; Sarı: 4-7; Kırmızı: 8-10

| Kategori | İsim | CAS | Güvenlik | Sağlık | Hava | Su | Atık |
|---------------------------|---------------------|-----------|----------|--------|------|----|------|
| Asidik Çözücüler | Formik asit | 64-18-6 | 2 | 6 | 5 | 4 | 7 |
| | Asetik asit | 64-19-7 | 3 | 6 | 6 | 3 | 6 |
| | Propiyonik asit | 79-09-4 | 2 | 5 | 6 | 4 | 6 |
| | Asetik anhidrit | 108-24-7 | 3 | 6 | 6 | 2 | 7 |
| | Metan sülfonik asit | 75-75-2 | | | 6 | 6 | 10 |
| Alkol Bazlı Çözücüler | Metanol | 67-56-1 | 3 | 5 | 6 | 3 | 6 |
| | Etanol | 64-17-5 | 4 | 3 | 5 | 1 | 6 |
| | 1-Propanol | 71-23-8 | 4 | 4 | 6 | 2 | 6 |
| | 2-İzopropanol | 67-63-0 | 5 | 5 | 6 | 2 | 6 |
| | 1-Bütanol | 71-36-3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| | 2-Bütanol | 78-92-2 | 4 | 5 | 6 | 3 | 5 |
| | İzobütanol | 78-83-1 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 |
| | t-Bütanol | 75-65-0 | 3 | 5 | 7 | 2 | 6 |
| | İzoamil alkol | 123-51-3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| | Benzil alkol | 100-51-6 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| | 2-Metoksietanol | 109-96-4 | 4 | 9 | 5 | 3 | 7 |
| | Etilen glikol | 107-21-1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 7 |
| Aromatik Çözücüler | Benzen | 71-43-2 | 5 | 10 | 6 | 6 | 2 |
| | Toluen | 108-88-3 | 5 | 7 | 6 | 6 | 2 |
| | Ksilenler | 1330-20-7 | 4 | 4 | 4 | 7 | 3 |
| Bazik Çözücüler | Piridin | 110-86-1 | 3 | 6 | 7 | 7 | 6 |
| | Trietilnamin | 121-44-8 | 4 | 7 | 5 | 7 | 4 |
| Dipolar Aprotik Çözücüler | Asetonitril | 75-05-8 | 3 | 5 | 6 | 4 | 6 |
| | Dimetil formamit | 68-12-2 | 3 | 7 | 3 | 2 | 7 |
| | Dimetil asetamit | 127-19-5 | 2 | 7 | 3 | 7 | 7 |
| | Dimetil sülfoksit | 67-68-5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 8 |
| | N-metil-2-prolidon | 872-50-4 | 3 | 6 | 6 | 2 | 7 |
| | Sülfolan | 126-33-0 | 2 | 3 | | 5 | 8 |
| Ester Yapılı | Metil format | 107-31-3 | 5 | 7 | 7 | | 6 |

| Kategori | İsim | CAS | Güvenlik | Sağlık | Hava | Su | Atık |
|------------------------------|-------------------------|-----------|----------|--------|------|----|------|
| Çözücüler | Metil asetat | 79-20-9 | 3 | 5 | 6 | 3 | 5 |
| | Etil asetat | 141-78-6 | 5 | 4 | 6 | 4 | 4 |
| | İzopropil asetat | 108-24-4 | 3 | 4 | 6 | 3 | 3 |
| | n-bütül asetat | 123-84-4 | 4 | 4 | 6 | 3 | 4 |
| | İzobütül asetat | 110-19-0 | 5 | 3 | 5 | 2 | 2 |
| | Dimetil karbonat | 116-38-6 | | 3 | | | 5 |
| | Amil asetat | 628-63-7 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 |
| Eter Çözücüler | Etil eter | 60-29-7 | 9 | 5 | 7 | 4 | 4 |
| | Metil t-bütül eter | 1634-04-4 | 6 | 5 | 8 | 5 | 2 |
| | 1,2-Dimetoksi etan | 110-71-4 | | 9 | | 3 | 6 |
| | Diglim | 111-96-6 | | 8 | | 3 | 7 |
| | Tetrahidrofuran | 109-99-9 | 5 | 6 | 5 | 4 | 5 |
| | 2-Metil-tetrahidrofuran | 96-47-9 | 5 | 6 | | | 4 |
| | Siklopentil metil eter | 5614-37-9 | 6 | | | 5 | 3 |
| | Anisol | 100-66-3 | 5 | 4 | | 3 | 4 |
| | 1,4-Dioksan | 123-91-1 | 8 | 7 | 4 | 4 | 6 |
| Halojenli Çözücüler | Diklorometan | 75-09-2 | 2 | 7 | 9 | 6 | 7 |
| | Kloroform | 67-66-3 | 2 | 9 | 7 | 7 | 6 |
| | Karbon tetraklorür | 56-23-5 | 3 | 8 | 8 | 5 | 7 |
| | 1,2-Dikloroetan | 107-06-2 | 4 | 9 | 6 | 6 | 6 |
| | Klorbenzen | 108-90-7 | 3 | 5 | 5 | 8 | 6 |
| | Triflorometil benzen | 98-08-8 | | 6 | 7 | 7 | 6 |
| Hidrokarbon Çözücüler | n-heksan | 110-54-3 | 6 | 7 | 5 | 8 | 1 |
| | n-heptan | 142-82-5 | 6 | 4 | 4 | 7 | 2 |
| | İzooktan | 540-84-1 | 6 | 4 | 4 | | 2 |
| | Sikloheksan | 110-82-7 | 6 | 5 | 4 | 7 | 2 |
| | Metilsikloheksan | 108-87-2 | 6 | 4 | 4 | | 2 |
| Keton Çözücüler | Aseton | 67-64-1 | 4 | 4 | 7 | 1 | 5 |
| | Metil etil keton | 78-93-3 | 5 | 4 | 7 | 2 | 5 |
| | Metil izobütül keton | 108-101-1 | 5 | 6 | 6 | 4 | 2 |
| | Sikloheksanon | 108-94-1 | 4 | 4 | 6 | 3 | 5 |

EK 4. Tehlikeli Atık Etiket Örneği


T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
HALK SAĞLIĞI
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TEHLİKELİ ATIK

ATIK KODU:
ATIK ADI:
ATIK İÇERİĞİ:

| | | | |
|---|---|---|--|
|  |  |  |  |
| PATLAYICI | ALEVLENİR SIVI | OKSİTLEYİCİ | SUCUL ÇEVRE İÇİN ZARARLI |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|  |  |  |  |
| TOKSİK | AŞINDIRICI | ZARARLI İRİTANT | KARSİNOJEN |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

ATIK ÜRETEN LABORATUVAR:

DEPOLAMA TARİHİ:/...../.....



T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
HALK SAĞLIĞI
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Tüketici Güvenliği ve Halk Sağlığı Laboratuvarları
Dairesi Başkanlığı

Sağlık Mahallesi Adnan Saygun Cad. No:55
Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü
B Blok Sıhhiye/ Çankaya/ Ankara
Tel: 0 312 565 53 63 - 21 • Faks: 0 312 565 57 08 - 51 71
E-posta: hsgm.tghsldb@saglik.gov.tr