



DERLEME
REVIEW
CBU-SBED, 2018, 5(4):224-230

Sürdürülebilir Laboratuvar Güvenliği Kültürü

Elif Hatice Gürkan^{1*}

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye.
email:elif.gurkan@omu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Elif Hatice Gürkan

Gönderim Tarihi / Received: 16.03.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 22.10.2018

Öz

Ülkemizde laboratuvarlarda çok sayıda çalışan bulunmaktadır. Laboratuvar çevresi, çalışmak için tehlikeli bir yerdir. Laboratuvar çalışanları kimyasal, biyolojik, fiziksel ve radyoaktif tehlikeler dahil çok sayıda potansiyel tehlikelere maruz kalmaktadır. Laboratuvar çalışanları, laboratuvarlarında gelişme alanlarına uygun güvenlik kültürlerini oluşturmaya ve eğitime ihtiyacı duymaktadırlar. Laboratuvar güvenliğinin sağlanması tecrübeli çalışan olmadan çok zordur. Bu çalışma, ilgili sağlık, güvenlik ve çevre düzenlemelerini takip ederek laboratuvarları çalışmak için güvenli, sağlıklı yerler olarak korumakla öncelikli sorumluluğu olan laboratuvar çalışanları için hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Laboratuvar Güvenliği, Tehlikeli Kimyasal, Kimyasalların Yönetimi, Sürdürülebilirlik.

Abstract

Many workers are employed in laboratories in Turkey. The laboratory environment can be a hazardous place to work. Laboratory workers are exposed to numerous potential hazards including chemical, biological, physical and radioactive hazards. Laboratory workers need to be educated to take safety seriously, acknowledge areas of improvement in their laboratories, and begin creating a safety culture of their own. It is difficult for them to know the requirements of laboratory safety without having the necessary experience. This document is intended for laboratory workers who have the primary responsibility for maintaining laboratories as safe, healthy places to work and for ensuring that applicable health, safety and environmental regulations are followed.

Keywords: Laboratory Safety, Dangerous Chemical, Chemical Management, Sustainable.

1. Giriş

Güvenlik kültürü, 1986 yılında Çernobil nükleer santralinde yaşanan felaket sonrasında OECD üyesinden oluşan OECD Nükleer Enerji Ajansı (NEA)'nın yayınladığı raporda ilk kez karşımıza çıkmıştır [1]. Daha sonraki yıllarda bu konuda çalışmalar ivme kazanarak devam etmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, güvenli bir çalışma ortamının oluşturulup meslek hastalıklarının tümü ve iş kazalarının %98 nin önlenmesinde, güvenlik kültürünün öneminin altı çizilmiştir [2].

Güvenlik kültürü, yöneticilerin, çalışanların ve müşterilerin sağlık ve güvenlik çalışmalarının yeterliliğine ve uygulanabilirliğine inançlarının, duyu, düşünce ve davranış biçimlerinin bileşkesidir [3]. Güvenliği sağlamanın üç ana uygulaması vardır;

- 1.Güvenlik ve sağlık için tehdit oluşturan unsurların zamanında tespit edilmesi,
- 2.Güvenlik ve sağlık için tehdit oluşturan unsurların yok edilmesi,
- 3.Güvenlik ve sağlık risklerinin en aza indirilmesi..

2. Laboratuvar Güvenliği

Bilimsel veya teknolojik araştırma, deney ve ölçümlerin gerçekleştirildiği güvenli bir laboratuvar, en kısa

zamanda ve en az hata ile analiz yapmayı gerektirmektedir. Bu ancak laboratuvarında bulunan/çalışan kişinin ve cihazların güvenli olması ve korunması, uygulama yöntemlerinin bilinirliği ve risk unsurlarının en aza indirilmesiyle sağlanabilir [4].

Laboratuvar güvenliği; laboratuvarında bulunan/çalışanları ve ekipmanları, çalışma ortamı ve çevreyi tehlikelerden korumak için çalışma öncesinde, çalışmayı yürütürken ve çalışma sonrasında kuralların belirlenmesi ve uygulanmasını sağlamaktır. Laboratuvar güvenliği ile oluşabilecek tehlikelere karşı önlemler alınarak, uygulanmasına yönelik sürdürülebilir çözümler gerçekleştirilir [4-5].

Laboratuvarlarda bulunan malzeme ve ekipmanlar, biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerin varlığı, teknik hatalar ve insan hataları ile birleştiğinde laboratuvar kazaları meydana gelmektedir. Laboratuvar kazalarının %15'inin teknik, %85'inin insan hatalarından meydana geldiği istatistiksel olarak saptanmıştır. İnsan kaynaklı hatalar, iş disiplini ve güvenlik kurallarını ihlal etmek, eğitim eksikliği, tehlikelerin belirlenmesi ve değerlendirmesindeki

eksiklikler ve uygun kişisel koruyucu donanım kullanılmamasından kaynaklanmaktadır [6].

2.1. Laboratuvar Güvenliğini Bozan Etkenler

Laboratuvarlarda güvenliğini bozan etkenler; fiziksel etkenler, kimyasal etkenler ve biyolojik etkenler olarak gruplandırılır.

Laboratuvar çalışanlarının yaralanmalarında gürültü, aydınlatma, termal konfor, iyonlaştırıcı ışınlar, iyonlaştırıcı olmayan ışınlar, titreşim ve ergonomi gibi fiziksel etkenler önemli bir yer almaktadır. Laboratuvar zemininin durumu, çalışma tezgahının yüksekliği ve oturma pozisyonu çalışanın sağlığı açısından önem arz etmektedir. Laboratuvar tasarımında ergonomi ön planda tutularak, yükseklik ayarlı koltuk ve tezgahlar kullanılmalıdır. Gerekli durumlarda uygun kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır (örneğin, eldiven, gözlük, önlük). Çalışma esnasında, baş ile omurga aynı hizada tutulmalı ve sık sık pozisyon değiştirilmelidir. Belirli aralıklarla molalar vererek dinlenme sağlanmalıdır.

Gürültü, maruz kalma süresi ve gürültünün şiddetine göre insanları fizyolojik, psikolojik ve sosyal yönden etkilemektedir. Fizyolojik etkiler insanlarda; sinir, stres ve gerginlik gibi etkiler gösterirken kaygı, depresyon, aktiflik / pasiflik / saldırganlık, korku / tedirginlik / yorgunluk, baş dönmesi ve zihinsel fonksiyonlarda bozulma gibi psikolojik etkiler gösterir. Bunların yanı sıra; motivasyonda azalma, iletişim bozuklukları, verimlilikte azalma ve uykusuzluk gibi sosyal etkileri de bulunmaktadır.

28 Temmuz 2013 tarih ve 28721 sayılı ResmGazeteyayınlanan Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelikte “En düşük maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 80 dB(A), En yüksek maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 85 dB(A), Maruziyet sınır değerleri: (LEX, 8saat) = 87 dB(A)” olarak verilmiştir [7]. Laboratuvarlarda gürültü seviyesi ölçümleri yapılmalı, maruz kalınan gürültü seviyesi belirlenmeli ve gerekli durumlarda; mühendislik önlemleri ile gürültü kaynağında yok edilmeli veya en aza indirilmelidir. Gürültü seviyesi 80 dB’de ise çalışanlara kişisel koruyucu kulak tıkacı verilmeli ve bilgilendirme yapılmalıdır. Seviye 85 dB’de ise; bu koruyucu kulaklığın mutlaka kullanılması gerekmektedir.

Radyasyon, radyoaktif (ışın saçarak parçalanmış) maddelerin alfa, beta, gama ışınları yayması veya elektromanyetik ışın oluşturmalarıdır. İyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak ayrılır.

İyonlaştırıcı radyasyon; parçacık (alfa ve beta radyasyon) veya elektromanyetik dalgalar (X ve γ ışınları) gibi çarptığı maddede iyonları ayırıştırarak radyasyon türüdür. Mor ötesi (ultraviyole) ışınlar, kızılötesi (infrared) ışınlar ile mikro dalgalar ve radyo frekansı (RF) ışınlar iyonlaştırıcı olmayan radyasyon

olarak sınıflandırılır. Bu ışınlar, iyonlaştırıcı ışınlar ile aynı özelliklere sahip fakat taneciklerinin enerjisi daha düşük olduğu için vücuda olan etkileri farklı göstermektedir.

İyonlaştırıcı radyasyon, hücrenin yönetici molekülü olan DNA’yı parçalayabilecek kadar enerji taşımaktadır. DNA’nın parçalanması sonucunda hücreler ölmekte ve doku zarar görmektedir. DNA’da en küçük deformasyon, kansere yol açan kalıcı değişikliklere sebep olmaktadır. Akut ışın sendromu, deri ve mukozalar, gözlerde katarakt, göğüs ve akciğer kanseri, lösemi gibi ciddi hastalıklara neden olmaktadır.

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon, çevredeki malzemelerden, beyaz ve parlak yüzeylerden yansır, korumasız olarak çalışanlarda deride güneş yanığına benzer yanıklar, ciltte kahverengi ve kırmızı renkte lekeler, göz-kornea yanmasına sebep olur.

Radyasyonun zararlı etkilerinden korunmak için radyasyon kaynağına olan mesafe, zırlama ve maruziyet süresi göz önünde tutulmalıdır. Radyasyon kaynağından uzaklaştıkça radyasyonun şiddeti mesafe ile ters orantılı olarak azaldığı için radyasyon kaynağından mümkün oldukça uzak mesafede çalışmak gerekir. Radyasyon kaynağının şiddetini azaltmak için radyasyon ışımasının türüne göre kağıt, tahta, beton, kuşun zırlama yapılmalıdır. Radyasyona maruz kalma süresi alınan radyasyon miktarı ile orantılıdır. Radyasyonla çalışmalar, bir plan çerçevesinde yürütülmelidir.

Laboratuvar ortamında, tehlikeli ve zararlı düzeyde buhar, toz, gaz veya duman bulunabilir. Temiz hava, çalışanların sağlığı, performansı ve motivasyonu için önem arz eder. Ortam havasının kirlenme düzeyine göre; değişim hızı belirlenmeli ve yenileme hızı 1 saatte tüm ortam havasını değiştirecek biçimde hesaplanarak doğal, genel ve lokal şekilde havalandırma yapılmalıdır. İnsan vücudunun sağlıklı bir yaşam sürmesi için, gerekli temel koşul, vücut ısısının normal düzeyde tutulmasıdır. Çalışma ortamındaki yüksek sıcaklık, vücut ısısının yükselmesine, terleme, kalp çarpıntısı, yorgunluk hissine neden olurken düşük sıcaklık, algılama ve tepki süresini kısaltır el becerisi azalır.

Laboratuvar ortamında sağlanan uygun aydınlatma koşulları, güvenli, verimli ve etkin bir çalışma alanı sağlanmasında önemli rol oynar. Doğru aydınlatma düzeyi, göz sağlığının korunmasını, görme yetisinin, iş veriminin ve iş konforunun artmasını, iş kazalarının azalmasını sağlamaktadır. Laboratuvarlarda aydınlık düzeyi; renk ve göz kamaşması, kontrastlık, yetersiz aydınlatma ve göz uyumu dikkate alınarak TS EN 12464-1 standardına göre değerlendirilmelidir [8-10]

İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmeliğine göre doğal aydınlatmaya öncelik verilmesi gerekmektedir. Doğal aydınlatma ile yeterli düzeyde aydınlık seviyesi sağlanamaması durumunda yapay aydınlatma ile

desteklenmelidir. Ayrıca, yapılan işin niteliğine göre lokal aydınlatma ile ilave aydınlatma yapılabilir. Aydınlatma tasarımında ve özelliklerinin belirlenmesinde, iş sağlığı ve güvenliği yönünden etkileri göz önüne alınarak risk düzeyi düşük önlemler alınmalıdır.

Biyolojik tehlikeler, enfeksiyona, alerjiye veya zehirlenmeye yol açan mikroorganizmalar, insan parazitleri ve kontamine malzemelerdir. Laboratuvar kaynaklı biyolojik tehlikeler, aerosolize olarak solunum yoluyla, sıçrayarak mukozalar yoluyla, deri ve sindirim yoluyla bulaşabilir. Laboratuvarlarda biyolojik tehlikelere maruz kalma riski söz konusu olduğunda, çalışılan mikroorganizmanın türü, düzeyi ve süresi göz önüne alınarak risk değerlendirilmesi yapılmalıdır. Risk değerlendirmesi düzenli aralıklarla ve maruziyet koşullarının değişmesi durumunda yenilenir. Bu tehlikelerden korunmak için laboratuvar sorumlularının/çalışanlarının biyolojik risk faktörlerini tanıması, koruyucu önlem ve ekipmanlar konusunda eğitim alması ve gerekli aşılı olması gerekmektedir [11].

Kimyasal tehlikelerin yönetimi, kimyasalın alımından oluşan atıkların giderim sürecine kadar kritik önem taşımaktadır. Kimyasalların sınıflandırılması, etiketlenmesi, elleçlenmesi, taşınması, depolanması, ambalajlanması ve oluşan kimyasal atıkların bertaraf edilmesi kimyasal tehlikelerin yönetim aşamalarını oluşturur. Yaşanan laboratuvar kazalarını önlemek için güvenlik kültürünün oluşturulması, uygulanmasında destekleyici davranılması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir [11-13].

2.2. Kimyasal Güvenlik

Kimyasallar, maddenin türü, zarar verme kabiliyeti (parlama, patlama, reaktiflik ve toksisite) ve kullanım koşullarına göre tehlike oluşturur. Laboratuvarda bulunan/çalışan kişilerde, yaş, cinsiyet ve sağlık durumlarına göre temas bölgelerinde (göz, deri, solunum vb) lokal etkiler, temas bölgesinden absorplanarak sistemik etkiler görülebilir. Ayrıca, kimyasalların türü, miktarı ve temas süresine göre akut veya kronik etkileri de görülebilir [14-15].

Laboratuvar ortamında kimyasal güvenlik kültürü oluşturmak ve sürdürülebilirliğini sağlamak için; kimyasalların izin verilen maruziyet limitlerinin (Permissible Exposure Limit-PEL) altında tutulması, potansiyel tehlikelerin önceden belirlenmesi, laboratuvar güvenliği yönetimi ekibi oluşturulması, çalışanların eğitilmesi ve bilgilendirilmesi, tüm kimyasal malzemelerin etiketlenmesi gereklidir. Tehlike işaretlerine ilaveten kimyasalların taşıdığı riskler ve bu risklere karşı alınacak tedbirler hakkında bilgi vermelidir. Aynı zamanda kullanılan tüm kimyasal malzemelerin Güvenlik Bilgi Formlarının (MSDS) malzemenin yanında asılı tutulması gerekmektedir.

Kimyasallar vücuda, solunum, absorpsiyon (deri veya gözler den) ve sindirim (yiyerek, içerek) olmak üzere üç şekilde vücuda girerler.

Kimyasallar, yangın, patlama, parlama veya zehirli sıvıların, buharların ve gazların ortama yayılması gibi sağlık ve güvenlik riskleri taşırlar.

Kimyasalların zehirli etkisi, kendisinin veya metabolitinin (dönüşüme uğramış şeklinin) “toksisitesi” etki yerine (hedef organa) ulaşması ve belirli süre burada bulunmasına bağlıdır. Kimyasalın toksisitesi yani toksik etkisi; miktarına, süresine, absorpsiyonuna, dağılımına, biyotransformasyonuna ve atılım hızına bağlıdır. Merkezi sinir sistemi, kan dolaşım sistemi, böbrek, karaciğer, akciğer, kemik iliği, kas ve deri vücutta toksik etkinin görüldüğü hedef organlardır.

2.2.1. Kimyasal Maddelerin Sınıflandırılması

Kimyasal maddeler, sağlığa, güvenliğe, çevreye akut veya kronik zarar verme potansiyeli taşıyan maddeler olarak tanımlanabilir.

Tablo 1. Kimyasal maddelerin sınıflandırılması [16].

Fiziksel zararlar	Sağlığa yönelik zararlar	Çevreye yönelik zararlar
<ul style="list-style-type: none">• Patlayıcı• Oksitleyici• Alevlenir• Pirofilik sıvı ve katılar• Kendiliğinde tepkimeye giren madde veya karışım• Suyla temas halinde alevlenir gaz çıkaran madde veya karışım• Metaller için aşındırıcı madde veya karışım	<ul style="list-style-type: none">• Toksik• Aşındırıcı• Tahriş edici• Duyarlılık yaratan veya alerjik tepkileri provoke eden• Kanserojenite• Mutajenite• Üreme için toksik• Teratojen	<ul style="list-style-type: none">• Canlı organizmalar için zehirli ve zararlı olan• Çevrede yok olmayıp kimyasal artıklar olarak kalıcı olan• Biyolojik anlarda birikim yaratan,• Özellikleri nedeniyle sağlığa ve canlı organizmalara zarar veren tüm kimyasallar

2.2.2. Kimyasal Maddelerin Temini ve Kullanımı

Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Yönetmelikte Güvenlik Bilgi Formu; insan sağlığı ve çevrenin, zararlı maddelerin ve karışımların negatif etkilerinden korunmak için, zararlı maddelerin ve karışımların özelliklerini ve buldukları ortamdaki zararlı etkilerine karşı alınacak güvenlik önlemlerini içeren belge olarak tanımlanmaktadır.

Güvenlik bilgi formunda; maddenin/karışımın ve şirketin/dağıtıcının kimliği, zararlılık tanımlanması, bileşimi/içindekiler hakkında bilgi, ilk yardım önlemleri, yangınla mücadele önlemleri, kaza sonucu

yayılmaya karşı önlemler, elleçleme ve depolama, maruz kalma kontrolleri/kişisel korunma, fiziksel ve kimyasal özellikler, kararlılık ve tepkime, toksikolojik ve ekolojik bilgiler, bertaraf etme, taşıma ve mevzuat gibi detaylı bilgiler yer almaktadır

- Laboratuvarında bulunan kimyasal maddelerin Güvenlik Bilgi Formunun (GBF) olup olmadığı, kontrol edilmelidir.
- GBF'si bulunmayan kimyasallar, satın alınmamalıdır.
- GBF'ler matbu olarak dosyalanmış ya da laboratuvarında görünür yerde, herkesin erişimine açık şekilde bulundurulmalıdır.
- Temin edilen kimyasalın GBF'lerinde verilen tehlike sınıfları, tehlike sembolleri ve tehlikelere karşı alınacak önlemleri incelenerek ona uygun şekilde depolanması ve kullanılması gerekmektedir.
- Kimyasal maddeler, kurallara uygun bir şekilde kullanılmalı, depolanmalı ve bertaraf edilmelidir.

2.2.3. Kimyasal Maddelerin Etiketlenmesi

Kimyasalların uygun şartlarda kullanılması ve depolanması için etiketleme çok önemlidir. Laboratuvarında çalışanlar için potansiyel tehlike yaratan kimyasallar, etiketlenmiş kaplarda, şişelerde veya kutularda saklanmalıdır. Etiketleme işlemleri, standartlara uygun şekilde yapılmalıdır. Ortamda etiketlenmemiş bir kimyasal madde bulundurulmamalıdır. Yırtılmış, yıpranmış veya okunması güç olan bir kimyasal madde kabı yeniden etiketlenmelidir. Global Uyum Sisteminin (GHS) 2009 yılında yürürlüğe girmesi ile kimyasal maddelerin standartlaştırılması sağlanmış ve CLP Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Tüzüğü (Classification, Labelling And Packaging Of Substance And Mixture) yayınlanmıştır.

AB ülkelerinde 2010 yılı itibarıyla tüm kimyasal maddelerin sınıflandırılması ve etiketlenmesi CLP Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Tüzüğüne uygun hale getirilmiştir. Türkiye'de 11/12/2013 tarihinde 28848 sayılı Resmî Gazete'de AB'nin CLP Tüzüğü'nü uyumlaştıran 'Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi Ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik' (SEA) yayımlanmıştır.

SEA Yönetmeliği kapsamındaki maddelerin; 01.06.2015 tarihi itibarıyla, karışımların 01.06.2016 tarihi itibarıyla yeni yönetmeliğe uygun sınıflandırılma, etiketlenme ve ambalajlanma yükümlülüğü başlamıştır. Ancak 01 Haziran 2016 tarihinden önce piyasaya arz edilen karışımların, 01 Haziran 2018 tarihine kadar bu Yönetmelik hükümlerine göre yeniden etiketlenmesi ve ambalajlanması gerekmemektedir. Bu tarih sonrası eski etiket taşıyan karışımların satılması yasaktır. Yönetmeliğe göre

- Tedarikçinin adı, adresi ve telefon numarası

- Ambalaj üzerindeki miktar başka bir yerde belirtilmediği sürece, halka sunulan ambalaj içindeki madde veya karışımın nominal miktarı
- Maddenin veya karışımın kimliği
- Uygun zararlılık işaretleri
- Uygun uyarı kelimeleri
- Uygun önlem ifadeleri kullanılmalıdır [17-18].

2.2.4. Kimyasal Maddelerin Depolanması

Kimyasal maddeler depolanırken, kimyasalların bütün özellikleri göz önünde tutulmalıdır. Kimyasal maddelerin satın alma kayıtları ve depolama kayıtları göz önünde bulundurularak, adı, formülü, markası, miktarı, tehlike sınıfı ve tarih, gibi bilgilerin yer aldığı envanter hazırlanır. Envanter listesindeki kimyasallar doğru bir şekilde etiketlenmelidir.

Kimyasallar, tehlike sınıflarına ve geçimlilik özellikleri göz önüne alınarak depolanmalı ve taşınmalıdır. Bu özellikler göz ardı edildiğinde çalışanlar yangın, parlama, patlama gibi tehlikelerle birlikte toksik etkilere de maruz kalabilirler.

Kimyasalların depolanmasında;

- Kimyasalların tehlike sınıfı
- Diğer kimyasal maddelerle olan etkileşimleri (kimyasal geçimlilik)
- Fiziksel özellikleri
 - Parlama noktası
 - Tutuşma derecesi
- Saklama koşulları
 - Havalandırma
- Miktar
- Ambalaj (plastik, metal, cam) göre sınıflandırıldıktan sonra dizilmelidir [19-20].

Uyumlu ve uyumsuz kimyasal maddeler; tehlike sınıfı değerlendirilerek tespit edilmelidir. Tablo 2'deki kimyasal depolama matrisinde verilen kimyasalların etkileşimleri göz önüne alınarak depolama yapılır.

A- Aynı sınıfta yer alan tehlikeli maddeler, uyumlu kimyasallar.

B- Malzeme güvenlik bilgi forumunda belirtilmiş olan istisnalar dışında genellikle tepkimeye girmeyen maddelerdir. Maddelerin uyumu değerlendirilirken riskler göz önünde bulundurulmalıdır.

C- Bu sınıftaki maddelerin tepkimeye girmeyecekleri düşünülür ancak tehlikelileri göz önünde bulundurulmalıdır. Bir yangın durumunda toksik gazların salınımı riski artmaktadır.

D- Bu sınıftaki tehlikeli maddelerin reaksiyona girme ihtimali yüksektir. Reaksiyona girmeleri durumunda yangın, patlama, toksik veya aşındırıcı gazların salınımı söz konusudur. Bu sınıftaki maddelerin yan yana veya yakın depolanabilmesine, bütün risk faktörleri kontrol edilebildiği durumlarda izin verilebilir.

E- Alevlenir ve toksik olmayan gazların, oksitleyici özelliği varsa D geçerlidir, diğer durumda B geçerlidir.

F- Toksik maddeler, yanma tehlikesi de taşıyan maddelerse D geçerlidir, diğer durumda B geçerlidir.

G- Konsantre güçlü alkali ve diğeri güçlü asitin depolanırken D, diğeri durumda A geçerlidir [20,21].

Tablo 2. Kimyasal madde depolama matrisi (Dangerous and "safe" combinations)

	Alevlenir Gazlar	Alevlenir ve Toksik Olmayan Gazlar	Toksik Gazlar	Alevlenir Sıvılar	Alevlenir Katılar	Kendiliğinden yanabilen	Su ile temas ettiğinde tehlike oluşturan	Oksitleyici	Organik Peroksit	Toksik	Aşındırıcı
Alevlenir Gazlar	A	E	C	B	B	D	B	D	D	C	B
Alevlenir gazlar ve Toksik Olmayan Gazlar	E	A	B	E	E	E	E	B	E	B	B
Toksik Gazlar	C	B	A	C	C	C	C	C	C	B	B
Alevlenir Sıvılar	B	E	C	A	B	D	B	D	D	C	B
Alevlenir Katılar	B	E	C	B	A	D	B	D	D	C	B
Kendiliğinden yanabilen	D	E	C	D	D	A	B	D	D	C	B
Su ile temas ettiğinde tehlike oluşturan	B	E	C	B	B	B	A	D	D	C	D
Oksitleyici	D	B	C	D	D	D	D	A	D	F	D
Organik Peroksit	D	E	C	D	D	D	D	D	A	F	D
Toksik	C	B	B	C	C	C	C	F	F	A	B
Aşındırıcı	B	B	B	B	B	B	D	D	D	B	C

Tehlikeli kimyasalların depolanmasında, öncelikle kimyasal maddelerin güvenlik bilgi formlarından yararlanılarak tehlike sınıfı belirlenmelidir. Tehlike sınıfı belirlenen kimyasallar, depolama matrisine göre güvenli bir şekilde depolanmalıdır [20-22].

Kimyasalların depolama alanlarında raflar duvara sabitli, boyu maksimum 2 m ve yükseltgen maddeler dışındaki kimyasalların depolandığı raflar tahta olmalıdır. Herhangi bir sarsıntı sırasında kimyasalların düşmemesi için rafların önüne bariyer koyulmalıdır. Parlayıcı ve yanıcı kimyasallar gibi depolanması esnasında özel bir koşullar gerektiren kimyasallar, ayrı kabinlerde bulundurulmalıdır. Depolarda, yangın ve güvenlik uyarı sistemlerinden en az biri bulundurulmalıdır.

2.2.5. Depolanmaları Özel Koşullar Gerektiren Kimyasallar

Alevlenebilir uçucu sıvılar: Yangına karşı korumalı ve elektriksel özelliklere uygun olarak havalandırılan dolaplarda veya ayrı odalarda depolanmalıdır.

Oksitleyici katı ve sıvılar: Diğer kimyasallardan ayrı bir yerde depolanmalıdır.

Soğutma gerektiren kimyasallar: +4°C'de depolanmalıdır.

Oksitleyici ve mineral asitler: pH'ı 2 civarında olan organik asitler (perklorik asit hariç), cam veya porselenden yapılmış ikinci bir kaptan depolanmalıdır.

Kanserojen maddeler, zehirler/toksik sıvı ve katı kimyasallar: Kilitli dolaplarda depolanmalıdır.

Sıvı asitler: Özel bir dolapta depolanması tercih edilir.

Alevlenebilir ve su-hava ile reaksiyona giren katılar (kükürt, fosfor, fosfor penta oksit ve bazı metal tozları): Mineral yağ veya ikinci bir ambalaj içinde paketlenmelidir.

Flor: Diğer kimyasallardan ayrı bir yerde depolanmalıdır [23-24].

2.2.6. Kimyasalların Taşınması

Kimyasallar, kimyasalı kullanan ve bu konuda eğitim almış kişiler tarafından taşınır, eğitim almamış kişilere taşıtılmaz.

Organik, inorganik, oksitleyici, indirgeyici, asit, baz ve parlayıcıların her biri ayrı taşınmalıdır.

2.3. Kimyasal Etkenleri Kontrol Yöntemleri

Kimyasalların sağlığa zararlarını etkileyen etkenler, fiziksel ve kimyasal özellikleri, maruz kalma şekli ve süresi ve maruz kalan kişinin fizyolojik özellikleridir.

Kimyasal etkenlerden çalışanları korumak veya zararı en alt düzeye indirmek için; önce etkenin kaynağında, sonra ortamda önlemler alınmalı ve en son çare olarak da kişisel koruyucu donanım kullanımı yapılmalıdır [25]. **Hiyerarşik risk kontrol önlemleri;** Koruyucu Önlemler Piramidinde (Şekil 1) verilmiştir.



Şekil 1. Koruyucu Önlemler Piramidi [26].

2.3.1. Mühendislik (teknik) kontroller

- Laboratuvarın kuruluşu sırasında kimyasal etkenler göz önünde bulundurulmuş olarak projelendirme
- İşlemin değiştirilmesi ile toz veya dumanın tehlikeli etkisi azaltılabilir. Örneğin, yağlı bir kabı elle yıkama yerine havalandırma kontrollerinin yapıldığı buharla temizleme işlemi uygulanması.
- Diğer yöntemlerin yetersiz kaldığı ve uygulamadığı durumlarda ve çalışan sayısının az olduğu işlerde, izolasyon yöntemi uygundur.
- Çalışma ortamında oluşan tozun havada kalması ve yayılması, nemli ıslak çalışma ile giderilebilir.

Kurşun ve bileşikleri ile çalışılan ortamlarda tezgah ve döşemelerin ıslatılması bu tür kontrol önlemlerine örnek olarak verilebilir.

- Hava kirleticileri giderebilmek için havalandırma çok önemlidir. Çalışma ortamında, genel ve yerel havalandırma yapılmalıdır. Genel havalandırmada taze /temiz hava, ortamda tehlike düzeyindeki hava kirleticilerin konsantrasyonlarını aza indirerek kirli havayı uzaklaştırır. Yerel havalandırmada kirleticiler, çalışma ortam havasına dağılmadan kaynağında tutulur ve kontrol altına alınır.

2.3.2. Yönetmelik kontroller

Tehlikeli kimyasal etken(ler)in bulunduğu ortamlarda çalışan kişilerin çalışma sürelerinin azaltılması ve / veya diğer çalışma kuralları uygulanarak işçilerin maruziyetinin kontrol edilmesi

Kişiyeye yönelik korunma uygulamaları:

- İşe uygun personel seçimi, eğitim ve denetim,
- İşe giriş sağlık muayenesi,
- Periyodik sağlık muayeneleri,
- Ek ve tamamlayıcı sağlık muayeneleri,
- Rehabilitasyon çalışmaları,
- Kişisel koruyucu donanımların kullanımı kişiyeye yönelik korunma uygulamalarıdır.

2.3.3. Kişisel koruyucu donanımlar

Mühendislik kontrollerinin maruziyet sınırını kabul edilebilir düzeye düşürmekte yeterli olmadığı durumlarda en son çare olarak kişisel koruyucu donanımların kullanılması yoluna gidilir.

Kişisel koruyucu donanımların tehlikeleri azaltmadığı veya ortadan kaldırmadığı daima göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca kişisel koruyucu kullanacak çalışanlar, uygun bir şekilde eğitilip bilgilendirilmediğinde bu donanımlar etkisiz olabilir.

Kişisel koruyucu donanımlar;

1. Solunum sisteminin korunması

2. Vücutun korunması

- Baş koruyucuları
- Kulak koruyucuları
- Göz ve yüz koruyucuları
- El ve kol koruyucuları
- Gövde ve karın koruyucuları
- Ayak ve bacak koruyucuları
- Cilt koruyucuları olarak gruplandırılır [27].

2.4. Acil Eylem Planı

Laboratuvar içerisinde ve çevresinde meydana gelebilecek;

- tehlikeli maddenin dökülmesi, yaralanma ve hayati tehlike
- elektrik veya gaz kaçağı
- elektrik çarpması
- yangın
- deprem karşısında neler yapılması gerektiği konusunda acil eylem planları yapılmalıdır.
- Planlarda, yaşanabilecek bir acil durumda neler yapılması gerektiği açıkça ifade edilmelidir.

- İlyardım ekibinin, koruma, kurtarma ve tahliye ekiplerinden oluşan yangın ekibinin kimlerden oluştuğu ve iletişim bilgilerine de yer verilmelidir.
- Acil eylem planları çalışma ortamında herkesin görebileceği bir yere asılmalıdır [28].

2.5. Atık Yönetimi

Laboratuvar çalışmalarında tehlikeli çözeltiler, tek kullanımlık laboratuvar kapları, son kullanma tarihi geçmiş kimyasallar, bozulmuş kimyasallar gibi atıklar açığa çıkmaktadır. Atıklar, kurallara uygun ve güvenli bir şekilde bertaraf edilmelidir. Kimyasal atıklar uygun koşullarda bertaraf edilmedikleri veya depolanıp atılmadıklarında insan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri olmaktadır. Bu nedenle laboratuvar atık yönetimi uygulanmalı ve aşağıdaki adımlar takip edilmelidir.

- Atıklar ve tehlikeler tanımlanmalı
- Bir plan çerçevesinde toplanmalı ve depolanmalı ve toplayan kuruluşlar ile iletişime geçilmeli
- Atık miktarı ve tehlikeli etkisi en aza indirilmeli
- Doğru bertaraf yöntemlerini belirlemek ve uygulamak

Atıklar evsel atık, biyolojik/kimyasal atık, tehlikeli atık, cam, plastik, metal olmak üzere sınıflandırılmalıdır. Mikrobiyolojik atıklar, otoklavda düzenli olarak sterilize edilmeli ve kutularda depolanmalıdır. Delici ve kesici atıklar, özel kutularda uzaklaştırılmalıdır. Çatlak ve kırık cam malzemeler kullanılmamalıdır.

Atık toplama kapları, atıkların türüne ve fazına göre seçilmeli ve kapakları kapalı olarak saklanmalıdır. Yanıcı sıvı atıklar, plastik veya metal şişelerde saklanmamalıdır. Tehlikeli atıklar için, geçirimsiz cam şişeler tercih edilebilir. Halojenler için, paslanma ve sızıntı etkisi yaratabilecek galvanizli çelikler kullanılmamalıdır [29].

Organik çözücüler için dayanıklı kaplar kullanılmalı ve geri kazanımı sağlanmalıdır.

Atıklar, kendisiyle reaksiyona girmeyecek etiketlenmiş uygun kaplarda depolanmalıdır. Atıklar, laboratuvar içinde belirlenmiş bir yerde, kimyasal depolama matrisi göz önünde bulundurularak depolanmalıdır. Geçici depolama yapılan tehlikeli kimyasal "Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" ne göre bertaraf edilmelidir.

3. Sonuç

Küreselleşme sürecinde laboratuvar kazalarının önlenmesi ve azaltılması, bugüne kadar birçok disiplin tarafından incelenen bir konudur. Bir laboratuvardaki insan kaynağı, laboratuvar performansı üzerinde tartışılmayacak bir etkiye sahiptir. Bu insan kaynağının daha güvenli çalışma koşullarında ve sürekli olarak daha güvenli biçimde çalışmaları için motivasyonlarını sağlayacak etkin bir araç da etkin güvenlik kültürü oluşturmaktır.

Güvenlik kültürünü, laboratuvarlara bir değer olarak kazandırmak, hem yönetimin ve hem de çalışanların

inancına dayanmaktadır. Tüm laboratuvarlarda yönetim, güvenlik kültürünün bir parçası olarak görülmeli ve bağlılık göstermelidir.

Laboratuvar güvenliği konusunda yönetim üzerine düşen görevleri yerine getirmede ne kadar istekli ve gayretli olsa da bu çabalar çalışanlar tarafından benimsenmez ve desteklenmezse istenen sonuçlara ulaşılamaz. Bu nedenle çalışanlar da kurallara uymalı, makine ve ekipman hakkında yeterli bilgiye sahip olmalı, yapılan eğitim çalışmalarının önce kendi yararına olduğunu düşünerek eğitim çalışmalarından olabildiğince yararlanmaya çalışmalıdırlar. Kısa süreli bilinçli davranmalıdır.

Ülke düzeyinde ve laboratuvarlar düzeyinde etkin bir güvenlik kültürü oluşturulması için çalışmalar yapılmalıdır. Gelişen teknoloji ile sürdürülebilir güvenlik kültürünün yaygınlaştırılması, kazaların ve hastalıkların azaltılabilmesi, verimlilik, karlılık ve rekabetin artması yönünde önemli bir rol oynayacaktır.

4. Kaynaklar

1. Cox S, Flin R. Safety culture: Philosopher's Stone or man of straw?. *Work and Stress*. 2001; 12 (3): 189–201.
2. Özkan T, Lajunen T. Güvenlik kültürü ve iklimi. *Pivolka*. 2003; 2(10): 3-4.
3. HSE <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr367.pdf>.1993.
4. Gibson JH, Schröder I, Wayne NL. A research university's rapid response to a fatal chemistry accident: safety changes and outcomes. *J Chem Health Saf*. 2014;21:18–26.
5. OSHA, Laboratory safety: Chemical hygiene plan (chp) fact sheet, 2011.
6. Langerman N, Chemical safety – chemical security. *Journal of Chemical Health and Safety*. 2016; 23(1):47–48.
7. 28 Temmuz 2013 tarih ve 28721 sayılı Resmi Gazete
8. ACS, American chemical society. Laboratory waste management: a guide book, (2nd ed.) ACS Task Force on Laboratory and Chemical Waste Management, Washington, DC, 2012.
9. TS EN 12464-1 Işık ve Aydınlatma - Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması Standardı
10. Hill RH. The emergence of laboratory safety. *J Chem Health Saf*. 2007;14(3):14–19.
11. EHSC, Environment, health and safety committee note on: the safe disposal of waste from chemical laboratories, Royal Chemical Society, London, UK., 2012.
12. Mbongwe B, Mmerek BT, Magashula A. Healthcare waste management: current practices in selected healthcare facilities. *J Waste Management*. 2008;28:226–233.
13. Lou JC, Chang CK. Completely treating heavy metal laboratory waste liquid by an improved ferrite process. *Sep Purif Technol*. 2007;57:513–518.
14. Fraga CG. Relevance essentiality and toxicity of trace elements in human health. *Mol Asp Med*. 2005;26:235–244.
15. Deniz V. Laboratuvar kazaları. *Önem dergisi*. 2016.
16. Asude A, Bayise Kavaklı V. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.
17. Maddelerin Ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi, Ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik. 2013.
18. Eguna MT, Suico MLS, Lim PJY. Learning to be safe: chemical laboratory management in a developing country. *J Chem Health Safety*. 2011;18(6):5–7.
19. Bolis V, Capón-García E, Weder O, Hungerbühler K. New classification of chemical hazardous liquid waste for the estimation of its energy recovery potential based on existing measurements. *Journal of Cleaner Production*. 2018;183:1228-1240.
20. Kürkçü A, Biçer Ş, Sarıöz Ağca İ, Tayfur D. Kimyasalların Güvenli Depolanması Rehberi, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı. 2013.
21. Xuanya Liu X, Li J, Li X. Study of dynamic risk management system for flammable and explosive dangerous chemicals storage area. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2017;49:983-988
22. Zhang C. Analysis of fire safety system for storage enterprises of dangerous chemicals. *Procedia Engineering*. 2018;211:986-995
23. 23. http://www.worksafe.vic.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/118436/Code-of-Practice-for-the-Storage-and-Handling-of-Dangerous-Goods.pdf
24. Thorp HH, DeJoy DM, Bercaw JE, Bergman RG, Deeb JM, Gibbs LM, Goodson T. Safe science: promoting a culture of safety in academic chemical research. The National Academic Press. 2014;5:45–46.
25. Uy MM. The status of chemical safety and security in Universities in Mindano, Philippines, *J Chem Health Saf*. 2011;18(6):8–14.
26. Meyer T. How about safety and risk management in research and education?. *Proced Eng*, 2012;42:854–864.
27. Gibson JH, Wayne NL. Proceedings of the 2012 University of California Center for laboratory safety workshop. *J Chem Health Safety*. 2013;20 (1):4–17.
28. Ashbrook PC. Chemical waste management. *Journal of Chemical Health and Safety*. 2015;22:40.
29. Ho CC, Chen MS. Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in Taiwan University chemical laboratories. *Waste Management*. 2018;71:578-588.

<http://edergi.cbu.edu.tr/ojs/index.php/cbusbed> isimli yazarın CBU-SBED başlıklı eseri bu Creative Commons Alıntı-Gayriticari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

