



# Bir Üniversitede Bulunan Laboratuvarlarda Kullanılan Kimyasal Maddelere Maruziyet Riskinin Değerlendirilmesi\*

## Assesment of The Risk of Exposure to Chemical Substances Used in Laboratories at a University

Derya MORDOĞAN<sup>1\*</sup>, ELİF ŞAHİN<sup>2</sup>

DB: 0000-0002-2333-5052 EŞ 0000-0002-0027-6723

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Kimyasal maddeler geçmişten günümüze birçok alanda kullanılmıştır. Bu kimyasalların bir kısmı az zararlı bir kısmı da çok zararlıdır. Çalışan sağlığını korumak, iş sağlığı ve güvenliği ve maruziyet azaltma çalışmalarıyla mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, bir üniversite laboratuvarlarında kullanılan kimyasal maddelerin maruziyet riskinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Bir üniversitenin laboratuvarlarında kullanılan zararlı kimyasal maddeler belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmaları esnasında kimyasal madde maruziyet ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ILO'nun ICCT (Uluslararası Kimyasal Kontrol Rehberi) yöntemine ve risk analizine göre değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Çalışmanın yapıldığı laboratuvarında 320 adet kimyasal kullanıldığı saptanmıştır. Bunların içinde sık kullanılan 38 zararlı kimyasalın ölçümleri yapılmıştır. Bu kimyasalların maruziyet ölçüm sonuçları sınır değerlerin altında çıkmıştır. Ancak bazı kimyasallar için sınır değere yakın sonuçlar saptanmıştır.

**Tartışma ve Sonuç:** Maruziyet ölçüm değerlerinin sınırın altında çıkması, laboratuvarında alınan İSG risk kontrol önlemleri ile sağlanmıştır. Laboratuvarlarda çalışan sağlığını korumak için bu önlemlerin sürekliliğini sağlamak gerekmektedir. Ayrıca alınması gerekli ek önlemler de öneri olarak sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** laboratuvar, kimyasal madde, maruziyet, iş sağlığı ve güvenliği

### Abstract

**Aim:** Chemical substances have been used in many fields from past to present. Some of these chemicals are less dangerous and some are very dangerous. Protecting employee health is possible with OHS studies. In this research, it was aimed to evaluate the exposure risk of chemicals used in a university laboratories.

**Material and Methods:** Hazardous chemical substances used in the laboratories of a university have been determined. Chemical exposure test was carried out during laboratory studies. The results obtained were evaluated according to the risk analysis according to the ILO's ICCT (International Chemical Control Toolkit) method.

**Results:** It was determined that 320 chemicals were used in the laboratory where the study was conducted. Among these, measurements were made for 37 frequently used hazardous chemicals. Test results of these chemicals were below the limit values. However, for some chemicals, results were found close to the limit value.

**Discussion and Conclusion:** With the OHS measures previously taken in the laboratory, exposure measurement values were provided to be below the limit. It is necessary to ensure the continuity of these measures in order to protect the health of the employees in laboratories. In addition, additional measures to be taken are presented as recommendations.

**Key words:** laboratory, chemical material, exposure, occupational health and safety

\* Bu çalışma sorumlu yazarın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

## Giriş

Ülkemizde 6331 numaralı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 30.06.2012 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanun ile 50'den fazla çalışanı olan tüm işyerlerinde (kanunda belirtilen istisnalar hariç) çalışanların çalışma koşulları, fiziki ortamı, ergonomik durumlar ve psikososyal etmenler incelenip risk faktörleri tespit edilip düzeltme çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. (1) Böylelikle çalışanların sağlığının korunması için önemli bir adım atılmıştır.

Kimya bilimi hemen hemen her sektörde uygulama alanı olan ve ülke ekonomisine değer katan önemli bir yere sahiptir. Günümüzde kimyasal maddeler: sanayi ürünleri, kozmetik, tekstil, tarım ilaçları, ilaç sanayi, gıda, oyuncak, boya sanayi, temizlik maddeleri, eğitim hizmetleri gibi insan hayatının her alanında kullanılmaktadır. Geçmişle kıyaslandığında kimyasal maddelerin zararları ve özellik-

leri ile ilgili bilgimiz çok daha fazladır. Bununla birlikte kimyasal madde sayısı da geçmiş yıllara oranla oldukça artmıştır. Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (AÇSGB) verilerine göre 50 yıl önce 1.000.000 adet kimyasal madde var iken bugün 400.000.000 adet kimyasal madde bulunmaktadır. Bunlardan 5.000-7.000 tanesi zararlı kimyasal madde iken 150 kadarı da kanserojen kimyasallardır. (2) ÇSGB tarafından 12 Ağustos 2013 günü 28733 sayılı "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikte özelliklerine göre kimyasal maddeleri ayırmış ve tanımlarını yapmıştır. ÇSGB depolama rehberine göre yapılan kimyasal madde çeşitleri Tablo 1'de gösterilmektedir. (3) Yönetmeliğin amacı, çalışanların işyerinde çalıştığı kimyasal maddelerden dolayı sağlıkları ile ilgili zarar görmelerini engellemektir.

**Tablo 1:** Kimyasal Madde sınıflandırması (4)

| Fiziksel Zararlar   | Sağlığa İlişkin Zararlar                                  | Çevresel Zararlı            |
|---|---|-----------------------------|
| 1. Patlayıcılar   | 1. Akut toksite   | 1. Sucul ortam için zararlı |
| 2. Alevlenir gazlar   | 2. Cilt aşınması /tahrişi                                 | 2. Ozon tabakasına zararlı  |
| 3. Alevlenir aerosoller   | 3. Ciddi göz hasarı/ göz tahrişi                          |                             |
| 4. Oksitleyici gazlar   | 4. Solunum veya cilt hassaslaştırıcı                      |                             |
| 5. Basınç altındaki gazlar  | 5. Eşey hücre mutajenitesi                                |                             |
| 6. Alevlenir sıvılar  | 6. Kanserojenite  |                             |
| 7. Alevlenir katılar  | 7. Üreme sistemi toksitesi                                |                             |
| 8. Kendiliğinden tepkimeye giren maddeler ve karışımlar                 | 8. Belirli hedef organ toksitesi-tek maruz kalma          |                             |
| 9. Piroforik sıvılar  | 9. Belirli bir hedef organ toksitesi-tekrarlı maruz kalma |                             |
| 10. Piroforik katı maddeler   | 10. Aspirasyon zararı                                     |                             |
| 11. Kendiliğinden ısınan madde ve karışımlar                            |   |                             |
| 12. Su ile temas ettiğinde alevlenir gazlar çıkaran madde ve karışımlar |   |                             |
| 13. Oksitleyici sıvılar   |   |                             |
| 14. Oksitleyici katılar   |   |                             |

Bu bağlamda yüksek risk taşıyan laboratuvar ortamları için de gerek 6331 sayılı kanun ile gerekse Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın\* (ÇSGB) çıkardığı yönetmelik ve rehberler ile güvenli bir ortam sağlanmaya çalışılmıştır. (5- 12)

Günümüzde hâlâ kimyasal maddeler ile uygun önlemler alınmadan yapılan çalışmalar nedeniyle kazalar yaşanmakta, yaralananlar ve ölenler olmaktadır. Özellikle laboratuvar ortamında kimyasal maddelerin uygun depolan-

maması ya da alınması gereken önlemlerin alınmamasından kaynaklı kaza haberleri medyada sık olarak duyulmaktadır. Dünyada yaşanmış laboratuvar kazalarından biri 2011'de ABD Yale Üniversitesi'nde yaşanmıştır. Yale Üniversitesi'nin astronomi ve fizik fakültesi laboratuvarında meydana gelen kazada bir öğrenci can vermiştir. (13) 2016'da ABD'de bir okul laboratuvarında meydana gelen kazada bir öğrencinin vücudunda 3. derece ağır yanıklar oluşmuştur. (14) 2018'de Çin'in başkenti Pekin'de

**Tablo 2:** Uluslararası Kimyasal Kontrol Rehberi Aşamaları

| Kimyasal madde adı | EC Numarası            | Zararlılık İşaretleri                                     | Aşama 1- Tehlike bandı | Aşama 2- Kullanım ölçüğü |
|--------------------|------------------------|---|------------------------|--------------------------|
| Metilen klorür     | 200-838-9              | H351, H315, H319, H336                                    | Grup D                 | Sıvı-ml-az               |
| Toluen             | 203-625-9              | H225,H315,H304,H361, H336, H373                           | Grup D                 | Sıvı-ml-az               |
| Aseton             | 200-662--2             | H225, H336, H319  | Grup A                 | Sıvı-ml-az               |
| n-Hekzan           | 203-777-6              | H225,H304,H315,H336,H361,H373                             | Grup D                 | Sıvı-ml-az               |
| İzopropil alkol    | 200-661-7              | H319, H336  | Grup A                 | Sıvı-ml-az               |
| Etanol             | 200-578-6              | H225, H319  | Grup A                 | Sıvı-ml-az               |
| o-Ksilen           | 202-422-2              | H226,H304,H312+H332, H315,H319,H335,H412                  | Grup C                 | Sıvı-ml-az               |
| Kadmiyum           | 7440-43-9<br>(Cas no)  | H330, H341, H350, H361, H372, H400,H410                   | Grup E                 | Sıvı-ml-az               |
| Formaldehit        | 200-001-8              | H301+H311, H314, H317, H330, H334, H341, H350, H370, H372 | Grup E                 | Sıvı-ml-az               |
| Hidrobromik asit   | 10035-10-6<br>(Cas no) | H314, H335  | Grup C                 | Sıvı-ml-az               |
| Hidroklorik asit   | 231-595-7              | H314, H335  | Grup C                 | Sıvı-ml-az               |
| Nitrik asit        | 231-714-2              |   | Grup E                 | Sıvı-ml-az               |
| Fosforik asit      | 231-633-2              | H314  | Grup C                 | Sıvı-ml-az               |
| Sülfürik asit      | 231-639-5              | H290, H314, H412  | Grup C                 | Sıvı-ml-az               |
| PAH*               | 1272/2008              | H225, H350, H302, H312, H332, H319, H412                  | Grup E                 | Sıvı-ml-az               |

\*Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar



bir üniversitenin laboratuvarında meydana gelen patlama sonucu 3 öğrenci hayatını kaybetmiştir. (15)

Ülkemizdeki eğitim kurumlarında 2001-2017 yılları arasında 34 laboratuvar kazası meydana gelmiştir. Bu kazalar en çok deney tüpünün patlamasıyla yaşanmıştır. Yaşanan kazalar görme kaybı, yanma, zehirlenme ve yaralanma vakalarına sebep olmuştur. Bu kazalarda en çok öğrencilerin etkilendikleri tespit edilmiştir. (16) Bu laboratuvar kazalarının, laboratuvarlarda olası risklerin belirlenmeyip yeterli

güvenlik önlemleri alınmamasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Bu nedenle kimya uygulamalarında ortaya çıkabilecek zararların minimuma indirilmesi ve uygulamaların güvenilir bir platformda yapılabilir hale gelebilmesi için iş sağlığı ve güvenliği (İSG) çalışmaları kapsamında tehlike ve risklerin belirlenmesi, analiz edilmesi ve kontrol önlemlerinin belirlenip uygulanması süreci büyük önem taşımaktadır. (17)

| Aşama 3-<br>Havaya karışma özelliği | Aşama 4-<br>Kontrol yaklaşım seçimi | Aşama 5-<br>Görev kılavuz bölümü                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| KN 40°C- İS 350°C -yüksek           | Kontrol yaklaşım 3                  | 300,301,302,317, Sk 100, S100, E100, R100, E 200 |
| KN110,6°CİS350°C -yüksek            | Kontrol yaklaşım 3                  | 300,301,302,317,Sk100,S100,E100, R100, E200      |
| KN 56°C- düşük                      | Kontrol yaklaşım 1                  | 100,101,103,Sk100,E100,E200                      |
| KN 69°C- İS 350°C- yüksek           | Kontrol yaklaşım 3                  | 300,301,302,317,Sk100,S100,E100, R100, E200      |
| KN 82-83°C -orta                    | Kontrol yaklaşım 1                  | 100,101,103,Sk100,E100,E200                      |
| KN 78°C- orta                       | Kontrol yaklaşım 1                  | 100,101,103,Sk100,E100,E200                      |
| KN 144,5°C- orta                    | Kontrol yaklaşım 1                  | 100,101,103,Sk100,E100,E200                      |
| KN 765°C- İS 700°C -orta            | Kontrol yaklaşım 4                  | Sk100,S100,E100,R100,E200,E300                   |
| KN 97°C -orta                       | Kontrol yaklaşım 4                  | 400,Sk100, S100, E100,R100,E200,E300             |
| KN 126°C -orta                      | Kontrol yaklaşım 2                  | 200,201,202,203,212,Sk100,E100,E 200             |
| KN 80°C- orta                       | Kontrol yaklaşım 2                  | 200,201,202,203,212,Sk100,E100,E200              |
| KN103,4°C-İS280°C- yüksek           | Kontrol yaklaşım 4                  | 400,Sk100,S100,E100,R100,E200                    |
| KN 158°C- düşük                     | Kontrol yaklaşım 1                  | 100,101,103,Sk100,E100,E200                      |
| KN 295°C- İS 315°C -düşük           | Kontrol yaklaşım 1                  | 100,101,103,Sk100,E100,E200                      |
| KN 81°C- İS 350°C -yüksek           | Kontrol yaklaşım 4                  | 400,Sk100,S100,E100,R100,E200                    |

Ülkemizde İSG alanında son kanun olan 6331 sayılı kanunun çıkarılma amacı çalışanların işyeri koşullarının iyileştirilmesi, çalışan sağlığının korunması ve işveren, çalışanlar, işyeri hekimi, iş sağlığı ve güvenliği uzmanının hak, görev, sorumluluk, yetki ve cezai durumlarını düzenlemektir. (1)

Laboratuvar ortamı ciddi iş kazalarının yaşanabileceği tehlikeli bir ortamdır. Çalışanların sağlığını korumak için gerekli önlemler alınmalıdır. (1)

Laboratuvarda meydana gelen kazaların %85'i insan hatalarından %15'i de teknik hatalardan meydana gelmektedir. ABD'de yapılan bir araştırmaya göre laboratuvarda meydana gelen kaza sayısı kimya endüstrisindeki kaza sayısından 10-50 kat fazladır. (18)

Bu çalışmada bir üniversite laboratuvarında çalışanlar ile laboratuvarı kullanan öğrencilerin; laboratuvarda kullanılan zararlı kimyasal maddelere başta solunum ve deri yoluyla emilme gibi yollar ile maruziyetinin boyutunu belirleyerek risklerini değerlendirmek amaçlanmıştır.

## Gereç ve Yöntem

Çalışma Şubat 2018-Temmuz 2019 tarihleri arasında İstanbul'daki bir üniversitede bulunan laboratuvarlarda kimyasal madde maruziyet testi yapılarak gerçekleştirilmiştir. 4 ana bilim dalının laboratuvarlarında kullanılan kimyasal maddeler listelenmiş ve bunların içinde sık kullanılan ve zararlı olan kimyasal maddeler belirtilmiştir. Her laboratuvarlarda çalışma yapılırken 8 saatlik süreler ile kişisel maruziyet ölçümleri yapılmıştır. Tüm bu çalışmalar için ilgili Fakültenin Dekanlığından 28.02.2018 tarih ve 93510155-929 izin alınmıştır. Ölçümde düşük hacimli pompa buck libra no L 4 cihazı kullanılmıştır. Kullanılan cihazlar yetkili firmalar tarafından periyodik olarak kalibre edilmektedir. Ölçüm sonuçları alınabilen kimyasal maddeler listelenmiş ve bu kimyasal maddelerin hangi amaçla kullanıldığı kısaca açıklanmıştır. Kullanılan kimyasal maddelerin ILO'nun Uluslararası Kimyasal Kontrol Rehberi risk analiz yöntemine göre risk analizi yapılmıştır ve kimyasal madde maruziyet testine sonuçlarıyla kıyaslama yapılmıştır.

Kimyasal kontrol rehberi risk analizinin 5 aşaması vardır. Kimyasal maruziyet ölçüm sonucu çıkan 37 kimyasal içerisinde Uluslararası Kimyasal Kontrol Rehberi Aşama bilgileri tam olan 15 kimyasal maddenin risk analizi aşamaları Tablo 2'de gösterilmiştir. Birinci aşamada kimyasal maddelerin üzerinde bulunan tehlike sembolleri ya da Güvenlik Bilgi Formu (GBF) incelenerek, kimyasal maddenin tehlike kontrol bandı bulunur. Tehlike kontrol bandı grup A'dan (en güvenli grup) grup E'ye (en tehlikeli grup)

kadar 5 gruba ayrılır. İkinci aşamada kullanılan kimyasal madde miktarı kimyasalın sıvı ya da katı olma durumuna göre (gram=ml=az, kg=L=orta, ton=m<sup>3</sup>=çok) olarak belirlenir. Üçüncü aşamada kimyasalın havanın içine karışma oranı bulunur. Bu oran için kimyasal madde katı ise tozluluk oranına, sıvı ise uçuculuk oranına bakılır. Katı kimyasal madde toz halinde ise yüksek tozluluk, kristal halinde ise orta tozluluk, küçük topraklar halinde ise düşük tozluluk oranı vardır. Sıvı kimyasal maddenin GBF'a bakılır ve kaynama noktası bulunur. Kaynama noktası ne kadar düşük ise uçuculuk oranı o kadar yüksek, kaynama noktası ne kadar yüksekse uçuculuk oranı o kadar düşüktür. Kimyasal madde oda sıcaklığında çalışılıyorsa K.N. 00C-500 C<sup>o</sup> yüksek uçuculuk, 500C-1500 C<sup>o</sup> orta uçuculuk, 1500 C<sup>o</sup> ve üstü ise düşük uçuculuğa sahiptir. Eğer kimyasal madde ile yüksek sıcaklıklarda çalışılıyorsa K.N. ile çalışma sıcaklığı ile ilgili grafik değerlendirilerek kimyasal maddenin uçuculuk oranı bulunur. Dördüncü aşama, kimyasal maddenin kontrol yaklaşım numarasının bulunmasıdır. Her kimyasalın tehlike kontrol bandı, kullanılan miktarı, tozluluk ya da uçuculuk oranları dikkate alınarak kontrol yaklaşım numarası tespit edilir. Beşinci aşamada ise kontrol yaklaşım numarasına uygun görev kontrol formlarını gösteren rehberler bulunur. Rehberler her kimyasal için oldukça ayrıntılı bir şekilde yapılması gerekenleri anlatmıştır.

## Bulgular

Araştırma, biri 3 bölmeli olmak üzere toplam 7 laboratuvarda yapılmıştır. Laboratuvarların toplam alanı 292, 86 m<sup>2</sup>'dir. Bu laboratuvarlarda 42'si tam zamanlı 14'ü yarı zamanlı olmak üzere toplam 56 kişi çalışmaktadır. Laboratuvarı akademisyenler, teknisyenler ve lisansüstü öğrenciler kullanmaktadır.

Üniversitenin laboratuvarlarında 320 adet kimyasal madde kullanıldığı tespit edilmiştir. Bunların içinde zararlı olup sık kullanıldığı belirlenenlerden 37'sinin maruziyet ölçümleri yapılmıştır. Ölçümü yapılan kimyasal maddelerin listesi Tablo 3'de verilmiştir. Ölçümü yapılan kimyasal maddelerden elde edilen ölçüm verileri; Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkındaki Yönetmelik (KMSGHY), ABD Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH), Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA), Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Yürütme Dairesi (HSE)'nin sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Elde edilen ölçüm değerleri ve KMSGHY, HSE, NIOSH

**Tablo 3:** Kimyasal Madde Maruziyet Testinde Ölçülen Kimyasal Madde Listesi**Kimyasal Madde Maruziyet Testinde Ölçülen Kimyasal Madde Listesi <sup>(1)</sup>. Patlayıcılar**

|                          |                             |                                      |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| - Alüminyum              | - Fenantren                 | - Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar |
| - Asenaftalen            | - Floranten                 | (PAH)                                |
| - Antrasen               | - Fluoren                   | - Sülfürik asit                      |
| - Asenaften              | - Formaldehit               | - Toluen                             |
| - Arsenik                | - Fosforik asit             | - Etanol                             |
| - Aseton                 | - Indenol (1,2,3-cd) pyrene | - Etilbenzen                         |
| - Benz (a) antrasen      | - Kadmiyum                  | - İzopropil alkol                    |
| - Benz (a) piren         | - Krisen                    | - M,p-Ksilen                         |
| - Benzo (b) fluoranthene | - Kurşun                    | - O-Ksilen                           |
| - Benzo (g,h,i) perylene | - Metilen klorür            | - Hidrobromik asit                   |
| - Benzo (k) fluoranthene | - Naftalen                  | - Hidroklorik asit                   |
| - Demir                  | - N-hekzan                  |                                      |
| - Dibenz (a,h) antrasen  | - Nitrik asit               |                                      |
|                          | - Piren                     |                                      |

VE OSHA'nın sınır değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Farklı laboratuvarlarda aynı kimyasal maddeler ile çalışıldığı için ölçüm değerleri tabloda her laboratuvar için farklı sütunda belirtilmiştir.

**Tablo 4:** Kimyasal Madde Maruziyet Testinde Ölçülen Kimyasal Madde Listesi

| Kimyasal madde adı | Ölçüm Sonucu 1             | Ölçüm Sonucu 2          | Ölçüm Sonucu 3 | Ölçüm Sonucu 4 | Sınır değerler                     |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|----------------|----------------|------------------------------------|
| Alüminyum          | 0,00351 mg/m <sup>3</sup>  |                         |                |                | 10 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)   |
| Antrasen           | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                         |                |                |                                    |
| Asenaftalen        | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                         |                |                |                                    |
| Asenaften          | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                         |                |                |                                    |
| Aseton             | 0,096 mg/m <sup>3</sup>    | 0,442 mg/m <sup>3</sup> |                |                | 1210 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY) |
| Arsenik            | <0,00701 mg/m <sup>3</sup> |                         |                |                | 0,5 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)  |
| Benz(a) antrasen   | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                         |                |                |                                    |

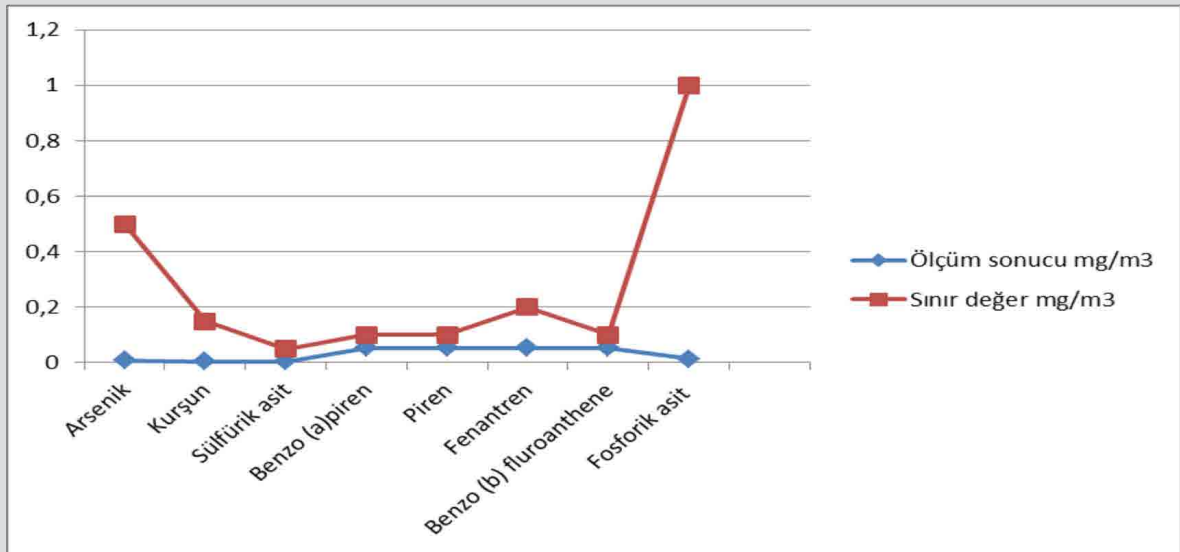
|                           |                            |                           |                           |                           |  |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Benzo(a) piren            | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           | 0,1 mg/m <sup>3</sup> (Niosh)<br>0,2 mg/m <sup>3</sup> (Osha)                                |
| Benzo (b) fluoranthene    | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           | 0,1 mg/m <sup>3</sup> (Niosh)<br>0,2 mg/m <sup>3</sup> (Osha)                                |
| Benzo(g,h,i) perylene     | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| Benzo(k) fluroranthene    | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| Demir                     | <0,0992 mg/m <sup>3</sup>  |                           |                           |                           | 15 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)   |
| Dibenz(a,h) antrasen      | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| Etanol                    | 1,502 mg/m <sup>3</sup>    |                           | 0,497 mg/m <sup>3</sup>   |                           | 1900mg/m <sup>3</sup><br>(Niosh,Osha)<br>1920 mg/m <sup>3</sup> (Hse)                        |
| Etil benzen               | 0,274 mg/m <sup>3</sup>    |                           |                           |                           | 215 mg/m <sup>3</sup> (Niosh)<br>425 mg/m <sup>3</sup> (Osha)<br>552 mg/m <sup>3</sup> (Hse) |
| Fenantren                 | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           | 0,2 mg/m <sup>3</sup> (Osha)   |
| Floranten                 | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| Fluoren                   | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| Fosforik Asit             | <0,0145 mg/m <sup>3</sup>  | <0,0145 mg/m <sup>3</sup> | <0,0145 mg/m <sup>3</sup> | <0,0145 mg/m <sup>3</sup> | 1 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)  |
| Formaldehit               | <0,0175 mg/m <sup>3</sup>  | <0,0175 mg/m <sup>3</sup> | <0,0175 mg/m <sup>3</sup> |                           | 25 mg/m <sup>3</sup><br>(NIOSH)  |
| Hidrobromik asit          | <0,0142 mg/m <sup>3</sup>  | <0,0142 mg/m <sup>3</sup> | <0,0142 mg/m <sup>3</sup> |                           | 15 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)   |
| Hidroklorik asit          | 0,0526 mg/m <sup>3</sup>   | 0,0457 mg/m <sup>3</sup>  | 0,0730 mg/m <sup>3</sup>  |                           | 8 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)  |
| Indenol (1,2,3-cd) pyrene | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| İzopropil alkol           | 0,156 mg/m <sup>3</sup>    |                           |                           |                           | 980 mg/m <sup>3</sup><br>(Niosh,Osha)  |
| Kadmiyum                  | <0,00035 mg/m <sup>3</sup> |                           |                           |                           | 0,1 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)  |



|  |                            |                           |                           |                           |  |
|--|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Krisen                                   | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| Kurşun                                   | <0,00351 mg/m <sup>3</sup> |                           |                           |                           | 0,15 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)                                   |
| Metilen klorür                           | 5,819 mg/m <sup>3</sup>    |                           |                           |                           | 207 mg/m <sup>3</sup><br>(Osha)                                      |
| M,p-Ksilen                               | <0,075 mg/m <sup>3</sup>   | 7,927 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           | 435 mg/m <sup>3</sup><br>(Niosh,Osha)<br>220 mg/m <sup>3</sup> (Hse) |
| n-Hekzan                                 | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           | 72 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)                                     |
| Naftalen                                 | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           | 50 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)                                     |
| Nitrik asit                              | 0,0305 mg/m <sup>3</sup>   | 0,0309 mg/m <sup>3</sup>  | 0,0182 mg/m <sup>3</sup>  |                           | 2,6 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)                                    |
| o-Ksilen                                 | 0,127 mg/m <sup>3</sup>    |                           |                           |                           | 435 mg/m <sup>3</sup><br>(Niosh,Osha)<br>220 mg/m <sup>3</sup> (Hse) |
| Piren                                    | <0,053 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           | 0,1 mg/m <sup>3</sup> (Niosh)<br>0,2 mg/m <sup>3</sup> (Osha)        |
| Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) | <0,841 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           |                           |  |
| Sülfürik asit                            | <0,0036 mg/m <sup>3</sup>  | <0,0036 mg/m <sup>3</sup> | <0,0333 mg/m <sup>3</sup> | <0,0036 mg/m <sup>3</sup> | 0,05 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)                                   |
| Toluen                                   | 0,562 mg/m <sup>3</sup>    | 0,061 mg/m <sup>3</sup>   |                           |                           | 192 mg/m <sup>3</sup><br>(KMSGHY)                                    |

Kimyasal madde maruziyet testinde sınıra yakın çıkan ve/veya sınırın üstünde çıkan kimyasalların KMSGHY, HSE, NIOSH VE OSHA'nın sınır değerlerinden uygun olanı ile karşılaştırması da Grafik 1'de gösterilmiştir.



**Grafik 1:** Sınır değere yakın çıkan ölçüm sonuçlarının sınır değerlerle karşılaştırılması

### Tartışma

Bu araştırma bir üniversitenin laboratuvarlarında çalışma esnasında kimyasal madde maruziyet testi yapıp ölçüm sonuçlarının International Chemical Control Toolkit (ILO Uluslararası Kimyasal Kontrol Rehberi) risk analizi yöntemiyle değerlendirilmesiyle yapılmıştır. (19,20)

Risk analizi sonucuna bakıldığında kullanılan zararlı kimyasal madde sayısı ile az zararlı kimyasal madde sayılarının yaklaşık aynı olduğu görülmüştür. Bu durum laboratuvarlarda çalışanların sağlıklarıyla ilgili ciddi risklerin bulunduğunu ve uygun önlemlerin alınması gerektiğini göstermiştir. Uluslararası Kimyasal Kontrol rehberine göre yapılan ve Tablo 2’de gösterilen risk analizi sonucuna göre alınması gereken önlemler Tablo 5’te gösterilmiştir.

### Sonuç ve Öneriler

Bu önlemler kapsamında öncelikle laboratuvar ortamı her zaman temiz ve düzenli tutulmalıdır. Çalışma olmadığı zamanlarda laboratuvarlar kilitli olmalı yabancıların girmesi engellenmelidir. Laboratuvarda öğrenci çalışacağı zaman yanında mutlaka bir laboratuvar çalışanı bulunmalıdır ve laboratuvar tanıtımı yapılmalı ve kuralları mutlaka öğretilmelidir. Laboratuvar çalışanları ve öğrenciler için gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmeli ve belli aralıklarla tekrarı yapılmalıdır. Her laboratuvarında havalandırma sistemleri, kimyasal madde dolabı ve çeker

ocak bulunmalı ve belli aralıklarla kontrolleri yapılmalıdır. Kimyasal madde testi yapıldığında çok zararlı bir kimyasal madde olan etidyum bromür de kullanılmıştır. Fakat çalışma sırasında etidyum bromür çeker ocak içinde çalışıldığı için kimyasal madde maruziyet testinde gaz ölçer tarafından ölçülemediği. Bu da özellikle zararlı kimyasal madde çalışmalarının çeker ocak içinde yapılmasının çalışan sağlığı açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Laboratuvarında bulunan kimyasal maddeler listelenmeli, GBF’leri incelenmeli, kimyasal madde yönetmeliğine uygun bir şekilde kimyasal madde dolabında saklanmalı ve olası bir kaza riskine karşı yapılması gerekenler ve ilkyardım önerileri bir tablo şeklinde laboratuvara asılmalıdır. Özellikle asitle çalışılan laboratuvarlarda vücut ve göz duşu sistemleri kurulmalıdır. Laboratuvardaki kimyasal maddeler özellikle zararlı olanları mutlaka çeker ocak içinde çalışılmalıdır. Laboratuvarında eldiven, maske gibi uygun kişisel koruyucu donanım bulunmalıdır. Laboratuvarların duvarları ve kapıları yangın riskine karşı en az 2 saat dayanıklı maddeler ile kaplanmalıdır. Laboratuvarlarda ve koridorlarda yönetmeliğe uygun sayılarda yangın tüpleri bulunmalı belli aralıklarla değiştirilmelidir.

Received Date/Geliş Tarihi: 11.01.2021

Accepted Date/Kabul Tarihi: 23.01.2020

**Tablo 5:** Kimyasal maddelerin kontrol yaklaşım numarasına uygun rehberlere göre alınması gereken önlemler

| Kontrol yaklaşım numarası | Kimyasal kontrol rehberleri                        | Alınması gereken önlemler   |
|---------------------------|--|---|
| Kontrol yaklaşım 1        | 100, 101, 103, Sk100, E 100, E200                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kimyasal maddeler, kimyasal madde dolabında saklanmalıdır.</li><li>• Cilt ile temasını önlemek için uygun bir kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanılmalıdır.</li><li>• Çeker acak içerisinde çalışılmalıdır.</li><li>• Atıkları uygun tıbbi atık kabında biriktirilip, tıbbi atık firmasına teslim edilmelidir.</li></ul>  |
| Kontrol yaklaşım 2        | 200, 201, 202, 203, 212, Sk100, E100, E200         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kimyasal maddeler, kimyasal madde dolabında saklanmalıdır.</li><li>• Çalışma ortamı havalandırılmalıdır.</li><li>• Çeker acak içerisinde çalışılmalıdır.</li><li>• Cilt ile temasını önlemek için uygun bir KKD kullanılmalıdır.</li><li>• Atıkları uygun tıbbi atık kabında biriktirilip, tıbbi atık firmasına teslim edilmelidir.</li></ul>   |
| Kontrol yaklaşım 3        | 300, 301, 302, 317, Sk100, S100, E100, R100, E 200 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kimyasal maddeler, kimyasal madde dolabında ÇSGB'nin kimyasalların güvenli depolanması rehberine uygun bir şekilde depolanmalıdır.</li><li>• Cilt ile temasını önlemek için uygun bir KKD kullanılmalıdır.</li><li>• Kimyasal madde etiketi yapıştırılmalıdır.</li><li>• Çalışma ortamında havalandırma sistemi bulunmalı ve düzenli olarak havalandırılmalıdır.</li><li>• Mutlaka filtresi olan bir çeker ocak içerisinde çalışılmalıdır.</li><li>• Atıkları diğer kimyasallar ile karıştırılmamalıdır.</li><li>• Atıklarının şehir şebekesine karışması engellenmelidir.</li><li>• Atıkları sıvı atık şişesinde biriktirilip tıbbi atık firmasına teslim edilmelidir.</li></ul>   |
| Kontrol yaklaşım 4        | 400, Sk100, S100, E100, R100, E200, E 300          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kimyasal maddeleri havalandırması olan ve ÇSGB'nin kimyasalların güvenli depolanması rehberine <sup>4</sup> uygun bir şekilde depolanmalıdır.</li><li>• Mutlaka filtresi olan bir çeker ocak içerisinde çalışılmalıdır.</li><li>• Çalışma ortamında havalandırma sistemi bulunmalı ve düzenli olarak havalandırılmalıdır.</li><li>• Cilt ile temasını önlemek için uygun bir KKD kullanılmalıdır.</li><li>• Atıkları uygun tıbbi atık kabında biriktirilip, tıbbi atık firmasına teslim edilmelidir.</li><li>• Atıklarının şehir şebekesine karışması engellenmelidir.</li><li>• Çalışma ortamı ile ilgili ölçümler düzenli aralıklarla yapılmalıdır.</li><li>• Çalışanların sağlık kontrolleri belli aralıklarla yapılmalıdır.</li></ul> |

## Kaynaklar

1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu [internette]. 2012 [08.02.2019]. elektronik adresi:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>
2. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu [internette]. 2012 [08.02.2019]. elektronik adresi:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>
3. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu [internette]. 2012 [08.02.2019]. elektronik adresi:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>
4. KimyasallarınGüvenliDepolanmasıRehberi[internette][19.02.2020] elektronikadres:<http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/kimyasal%20depolama%20.pdf>
5. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu [internette]. 2012 [08.02.2019]. elektronikadres:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>
6. İş Hijyeni ölçüm, test ve analiz laboratuvarları hakkında yönetmelik [internette].2017 [15.02.2019]. elektronik adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170124-6.htm>
7. Kansorejen veya mutajen maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik [internette]. 2013 [15.02.2019]. elektronik adresi:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130806-4.htm>
8. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirilmesi Yönetmeliği [internette]. 2012 [15.02.2019]. elektronik adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm>
9. Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi, ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik [internette]. 2013. [15.02.2019]. elektronikadres:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/12/20131211M1-1.htm>
10. Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik [internette].2008[15.02.2019].elektronikadres:<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081226M1-3.htm>
11. Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik [internette].2014 [15.02.2019]. elektronik adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141213-1.htm>
12. Atık Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik [internette].2017 [15.02.2019]. elektronik adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/03/20170323-20.htm>
13. Yalede korkunç kaza [internette]. 2011 [11.04.2020]. elektronik adresi: <http://www.gazetevatan.com/yale-de-korkunc-kaza-371157-dunya/>
14. Okuldaki deney sırasında korkunç kaza [internette]. 2016 [11.04.2020]. elektronik adresi: <https://www.yenisafak.com/video-galeri/dunya/okuldaki-deney-sirasinda-korkunc-kaza--2110959>
15. Pekin'de laboratuvardaki deney sırasında patlama: 3 öğrenci öldü [internette]. 2018 [11.04.2020] elektronik adresi: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-46684509>
16. TEKBİYİK A. TEPE M. Türkiye'de 2001-2017 Yılları Arasında Yaşanan Laboratuvar ve Deney Kazalarının Değerlendirilmesi IJIAPE; 2017
17. TEZ Z. Simya.1. Baskı.İstanbul:Hayygrup Yayıncılık;2017
18. Canel M, Canel E. Laboratuvar Güvenliği. 1. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi; 2016
19. International Chemical Control Toolkit [internette]. 2006 [28.01.2019]. elektronikadres:[http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl\\_banding/toolkit/icct/](http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/)
20. Uluslararası Kimyasal Kontrol Rehberi [internette] 2017 [02.12.2019] elektronikadres:[http://www.ttb.org.tr/ekler/kkr/index.php?icerik=cevi-ri\\_onsozu](http://www.ttb.org.tr/ekler/kkr/index.php?icerik=cevi-ri_onsozu)