



T.C.  
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL  
MÜDÜRLÜĞÜ

ÜNİVERSİTELERİN KİMYA  
LABORATUVARLARINDA ÇALIŞANLARIN İSG  
RİSKLERİNİN TESPİTİ VE KİMYASAL  
MARUZİYETİNİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

**Meryem KARABULUT**

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

ANKARA-2016

**T.C.  
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL  
MÜDÜRLÜĞÜ**

**ÜNİVERSİTELERİN KİMYA LABORATUVARLARINDA  
ÇALIŞANLARIN İSG RİSKLERİNİN TESPİTİ VE KİMYASAL  
MARUZİYETİNİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**Meryem KARABULUT**

**(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)**

**Tez Danışmanı  
Erdem BABAARSLAN**

**ANKARA-2016**

**T.C.**  
**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı**  
**İş sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü**

**O N A Y**

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Meryem KARABULUT, Erdem BABAARSLAN danışmanlığında başlığı Üniversitelerin Kimya Laboratuvarlarında Çalışanların İSG Risklerinin Tespiti ve Kimyasal Maruziyetinin Çözüm Önerileri olarak teslim edilen bu tezin savunma sınavı 17/05/2016 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Dr. Serhat AYRIM**

Çalışma ve Sosyal Güvenlik  
Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı  
JÜRİ BAŞKANI

**Kasım ÖZER**

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürü  
ÜYE

**Dr. H. N. Rana GÜVEN**

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.  
ÜYE

**Sedat YENİDÜNYA**

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.  
ÜYE

**Prof. Dr. Bahattin AYDINLI**

Öğretim Üyesi  
ÜYE

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Kasım ÖZER  
İSGGM Genel Müdürü

## TEŞEKKÜR

Mesleki açıdan yetiŐmem ve uzmanlık tezi çalıŐmamı hazırlama aŐamasındaki değerli katkılarından dolayı Genel M¼d¼r¼m¼z Sayın Kasım ÖZER'e, Genel M¼d¼r Yardımcılarımız Sayın Dr. Havva Nurdan Rana G¼VEN'e, Sayın İsmail GERİM'e, Sayın Sedat YENİDÜNYA'ya, değerli yorumlarıyla tez çalıŐmama yön veren tez danışmanım Sayın Erdem BABAARSLAN'a, kıymetli eŐim Erkunt KARABULUT'a, aileme ve her zaman değerli katkılarıyla yanımda olan tüm çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

## ÖZET

**Meryem KARABULUT**  
**Üniversitelerin Kimya Laboratuvarlarında Çalışanların İSG Risklerinin Tespiti ve**  
**Kimyasal Maruziyetinin Çözüm Önerileri**

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel**  
**Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**  
**Ankara, 2016**

İş sağlığı ve güvenliği; çalışanların işyerinde maruz kaldığı olumsuz koşulların sebebiyet verdiği sağlık sorunlarını ve meydana gelen riskleri en aza indirmek için oluşturulmuş bir bilim dalıdır. Bir kuruluşun gerçekleştirdiği faaliyetlerden etkilenen tüm çalışanların sağlığına ve güvenliğine etki eden faktörleri ve koşulları inceleyen bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında, çalışanın sağlığına etki eden faktörlerin başında kimyasallar gelmektedir. Çalışan ve işyeri kavramları dikkate alındığında üniversite laboratuvarlarında çalışanlar da risk altındadır. Laboratuvarlar 72.19.01 NACE koduna sahip olup işyerleri olarak tehlikeli sınıfa girmektedir. Üniversitelerin araştırma ve öğrenci laboratuvarlarında çalışanlar, yıllarca fiziki olarak küçük ve çoğunlukla havalandırması yetersiz alanlarda farklı birçok kimyasalın kullanımı ve üretimi ile uğraşmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, belirlenen üniversitelerin kimya laboratuvarlarında çalışanların maruz kaldığı kimyasal riskler tespit edilerek maruziyet değerleri hesaplanmıştır. ELMERI risk analizi metodu kullanılarak tez kapsamındaki laboratuvarların ELMERI güvenlik endeksleri hesaplanmıştır. Risk analizi sonuçları nedenleri ile tartışılmıştır. Kimyasal maruziyet değerleri mevzuattaki eşik değerlerle karşılaştırılmıştır. Laboratuvarlarda karşılaşılan kimyasallardan maruziyet değeri en yüksek olan kimyasalların n-Hekzan ve Benzen olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin laboratuvarlarda İSG kültürü ve havalandırma şartlarının yeterli seviyede olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu sebeplerden dolayı bu laboratuvarların ELMERI güvenlik endekslerinin de düşük çıktığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** kimya laboratuvarları, kimyasal maruziyet, laboratuvar güvenliği

## **ABSTRACT**

**Meryem KARABULUT**

**Assessment of Chemical Exposure and Evaluation of Risks in Chemistry  
Laboratories in Universities**

**Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health  
and Safety**

**Thesis for Occupational Health and Safety Expertise**

**Ankara, 2016**

Occupational health and safety is a discipline concerns elimination or reduction of health problems and occupational risks due to physical environmental conditions during work. In other words, it is a science that investigates factors effects the health and safety of every humanbeing (worker, temporary employee, workers of subcontractor, visitors, customers and anyone) at workplace. Chemicals are the main health affecting factor within the health and safety issue. It is essential not to forget university research laboratories and workers when using worker and workplace terms. Workers at university laboratories are also under risk when considering terms, worker and workplace. Laboratories are under the NACE code of 72.19.01 and classified as hazardous workplaces. Workers at research and student laboratories carry on studies with different variety of chemicals mostly under inadequate ventilation conditions for years. Within this thesis, exposure assessments of workers working at chemistry laboratories at chosen universities has been investigated. Risk analysis of the laboratories has been carried using ELMERI risk analysis method. ELMERI safety indexes for each laboratory has been evaluated. Chemical exposure values has been compared with limit values according to legal legislations. It has been investigated that the most chemical exposure is due to n-Hekzan and Benzene in the laboratories. The reasons of high exposure values are lack of OHS culture and deficient ventilation conditions. Furthermore, it has been determined that the laboratories which has high chemical exposure values has low ELMERI safety index.

**Keywords:** chemistry laboratories, chemical exposure, laboratory safety

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
TABLoların LİSTESİ .....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vii
GRAFİKLERİN LİSTESİ .....	viii
RESİMLERİN LİSTESİ .....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR .....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. LABORATUVARLARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.....	3
2.1.1. Laboratuvar Güvenliği.....	3
2.2. KİMYASAL MARUZİYET.....	6
2.3. ÜNİVERSİTE KİMYA LABORATUVARLARINDA KİMYASAL MARUZİYET	10
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....	21
3.1. RİSK TESPİTİ VE ELMERİ GÜVENLİK ENDEKSİ.....	21
3.2. MARUZİYET ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ.....	26
3.2.1. Maruziyet Ölçümünde Kimyasalların Seçimi.....	26
3.2.2. İşyeri Ortam Havasında BTEX Konsantrasyonunun Belirlenmesi .....	26
3.2.3. İş Yeri Ortam Havasında Toksik Gaz ve Buhar Konsantrasyonunu Anlık Gaz Tüpleri ile Belirlenmesi .....	28
4. BULGULAR.....	31

4.1. RİSK TESPİTİ VE ELMERİ GÜVENLİK ENDEKSİ DEĞERLENDİRMESİ .....	31
4.2. MARUZİYET ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ.....	36
4.3. ELMERİ GÜVENLİK ENDEKSİ VE ÇALIŞANLARIN MARUZİYET DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	42
5. TARTIŞMA .....	45
6. SONUÇ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ .....	49
KAYNAKLAR .....	53
ÖZGEÇMİŞ .....	57



## TABLULARIN LİSTESİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
Tablo 4.1. Araştırmaya Katılan Laboratuvarların ELMERI Endeksleri .....	32
Tablo 4.2. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Uçucu Organik Bileşik Maruziyet Değerleri .....	37
Tablo 4.3. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Toksik Gaz ve Buhar Konsantrasyonu Değerleri .....	40

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil. 2.1. Kimyasalların Güvenli Depolanması .....	8
Şekil. 2.2. Kimyasal Maruziyet Yolları.....	9
Şekil. 3.1. GC Cihazının Çalışma Prensibi.....	28

## GRAFİKLERİN LİSTESİ

Grafik	Sayfa
Grafik 4.1. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Güvenlik Davranışları Endeksi .....	33
Grafik 4.2. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Hijyen Koşulları Endeksi .....	33
Grafik 4.3. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Zemin ve Geçiş Yolları Endeksi .....	34
Grafik 4.4. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Genel Elmeri Endeksi .....	35
Grafik 4.5. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Benzen Maruziyet Değerleri Dağılımı.....	38
Grafik 4.6. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Hekzan Maruziyet Değerleri Dağılımı.....	39
Grafik 4.7. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Toluen Maruziyet Değerleri Dağılımı.....	39
Grafik 4.8. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Etil Asetat Ölçüm Sonuçları Dağılımı .....	41
Grafik 4.9. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Elmeri Güvenlik Endeksi ve Maruziyet Değerlerinin Karşılaştırması.....	43

## RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Kimya Laboratuvarından Genel Bir Görünüm.....	11
Resim 2.2. Damıtma Sistemi .....	15
Resim 2.3. Bunsen Burner .....	16
Resim 2.4. Hot Plate .....	16
Resim 2.5. Isıtma Sistemi .....	17
Resim 2.6. İnce Tabaka Kromatografisi.....	19
Resim 2.7. Yıkama İşlemi .....	19
Resim 3.1. Kısa Süreli Dedektör Tüp ve Pompa.....	29
Resim 4.1. B Üniversitesindeki Laboratuvar Düzeni .....	35
Resim 4.2. . D Üniversitesindeki Laboratuvar Düzeni.....	36
Resim 4.3. B Üniversitesi .....	41
Resim 4.4. C Üniversitesi .....	42

## SİMGELER ve KISALTMALAR

ACS	Amerikan Kimyasal Birliği (American Chemical Society)
ASTM	The American Society for Testing and Materials
BTEX	Benzen-Toluen-Etilbenzen-Ksilen
CHP	Kimyasal Hijyen Planı
CS <sub>2</sub>	Karbon disüfür
HSE	İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluğu (Health and Safety Executive)
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
lt	Litre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
mg	Miligram
mm Hg	Milimetre Cıva
µm	Mikrometre
NACE	Avrupa Topluluğuunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması
NIOSH	Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (The National Institute for Occupational Safety and Health)
OSHA	İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (Occupational Safety and Health Administration)
ppm	Parts per million
psi	Basınç birimi
STEL	15 dakikalık sürede maruz kalınan aşılması gereken limit değer
TWA	Zaman Ağırlıklı Ortalama Değer (Time-weighted average)

# 1. GİRİŞ

Çalışanların işyerinde maruz kaldığı ve sağlık açısından zararlı durumların etkilerini azaltmak ve aynı zamanda verimliliği artırmak ve devamlılığını sağlamak için yapılan çalışmaların tamamına iş sağlığı ve güvenliği denir. Çağdaş iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımında çalışma ortamında tehlike kaynaklarının belirlenerek sağlık ve güvenlik açısından bir risk değerlendirmesinin yapılması, önleme ve koruma tedbirlerinin belirlenerek uygulanması ve çalışanların bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Laboratuvarlarda yapılan deneylerde, hazırlanan çalışmalarda; araç ve gereçlere, çalışanın kendisine yönelik olarak oluşabilecek tehlikelere karşı önlemler alma, aksayan durumları belirleme, ortamda karşılaşılan sorunlara bilimsel yöntemlerle yaklaşma sürecine laboratuvar güvenliği denmektedir. Analiz yaparken dikkat edilmesi gereken en önemli husus temizlik, dikkat ve düzendir. Böylelikle analiz ile doğru sonuçlar elde edilebilmek mümkün olabilir [1]. Laboratuvarlar 72.19.01 NACE koduna sahip olup işyerleri olarak tehlikeli sınıfa girmektedir. Laboratuvarlar kaza potansiyeli yüksek olan çalışma alanlarıdır. Laboratuvar çalışmalarında olası kazaların önlenmesi için çalışanın üzerinde çalıştığı madde ile ilgili zararları, etkileşimde bulunduğu diğer maddeler gibi önemli bilgileri bilmesi gerekmektedir.

Yapılan bu tez çalışması ile araştırma kapsamında incelenen üniversitelerin kimya laboratuvarlarında çalışanların kimyasal deneyler sırasında kişisel uçucu organik bileşik maruziyet değerleri tespit edilmiştir. Aynı süreçlerin farklı laboratuvarlardaki maruziyet durumları birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu kapsamda tez çalışmasının ikinci bölümünde laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği konusu ele alınmıştır. Bu alanda kullanılan kimyasallar ve sağlık etkilerine yer verilmiştir. Üçüncü bölüm olan yöntemlerde risk tespiti için kullanılan ELMERİ metodu hakkında bilgi verilerek, metot üzerinde yapılan değişiklikler ve güncellemelerden bahsedilmiştir. Ayrıca uçucu organik bileşik maruziyeti incelenirken kullanılan metotlar, numune alma stratejisi ve numunelerin analizi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde yer alan bulgular ve tartışmada analiz sonuçları verilmiş olup grafiklerle desteklenmiştir ve elde edilen sonuçlara göre işyerlerindeki uçucu organik bileşik maruziyetinin durumu tartışılmıştır. Beşinci bölümde maruziyetin yoğunluğu vurgulanarak alınacak önlemlere laboratuvar yöneticileri ve çalışanları için ayrı ayrı değinilmiştir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. LABORATUVARLARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

#### 2.1.1. Laboratuvar Güvenliği

Dünyada laboratuvar çalışmalarında kullanılan kimyasallara maruz kalan çalışanlar için sağlık ve güvenlik tedbirleri konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bu konuda uzman taraflar laboratuvarlarda çalışanların iş sağlığı ve güvenliğinden yararlanabilmesi için çeşitli araçlar geliştirmiştir. Bunlar laboratuvar güvenliği başlığı altında toplanarak çalışanlara sunulmuştur. Laboratuvarlarda güvenliği artırmaya yardımcı olacak araçların başında Kimyasal Hijyen Planı, Kaza Önleme Programı ve Kimyasal Tehlike Planı gelmektedir. Ayrıca çalışanların çalışılan kimyasala göre eğitimlerinin tamamlanmasını sağlayan bilgilendirici özet çalışmalar da yapılmıştır. OSHA bu özet çalışmalarını “OSHA Fact Sheets” adı altında yayınlamaktadır.

#### Kimyasal Hijyen Planı

Kimyasal Hijyen Planı çalışanların tehlikeli kimyasalların sağlık etkilerinden korunabilmesi için hazırlanmış, kurallar, prosedürler ve sorumlulukları içeren yazılı bir dökümandır. OSHA'nın yayınladığı “Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories” standartına göre bir kimyasal hijyen planının çalışanı kimyasal tehlikelerden koruyacak tüm bileşenlere sahip olması gerekmektedir.

Bir Kimyasal Hijyen Planı azami olarak;

- Laboratuvar içerisinde tehlikeli kimyasal kullanımını içeren her bir aktivite için standart çalışma prosedürleri,
- Kullanılan tehlikeli kimyasalın maruziyetini azaltmak için alınması gereken kontrol önlemlerinin belirlenmesi ve seçilmesi için gerekli kriterleri,
- Çeker ocakların ve diğer koruyucu ekipmanların varlığı ve doğru çalıştığından emin olmak için yapılması gerekenleri,
- Çalışanlar için tehlikeli kimyasalların hangi tehlikelere sahip olduğu, kimyasal hijyen planının lokasyonu, tehlikeli kimyasallara maruziyet sonucunda ortaya çıkan semptomları, kimyasalların maruziyet limit değerleri, kimyasalların güvenli taşınması, depolanması ve atılması konularında bilgileri,
- Çalışanın ortamda tehlikeli kimyasalın varlığını tespit etme, kimyasalın özelliğine göre tedbirler alma konularındaki eğitimlerini,



- Hangi durumlarda laboratuvar prosedürlerinde yönetimden izin alınması gerektiği ile ilgili konuları,
  - Maruziyet sonucunda açığa çıkan semptomlar veya kimyasalın dökülmesi, sızması, sıçraması gibi durumlarda tıbbi konularda danışma veya sağlık kontrolleri konusunda hizmetleri alınması için yapılması gerekenleri,
  - Kimyasal hijyen planının uygulanması ve takibini sağlayacak personeli ve sorumluluklarını,
  - Kanserojen ve toksik maddeler gibi kimyasallar için alınması gereken özel önlemleri,
  - Kimyasal hijyen planının yıllık olarak tekrar değerlendirilmesi prosedürünü,
- içermelidir [2].

### Kaza Önleme Programı

Laboratuvar güvenliğini sağlamak için gerekli olan diğer bir araç Kaza Önleme Programıdır. İyi bir Kaza Önleme Programı, güvenli bir çalışma ortamı oluşturabilmek için kaza ve hastalık risklerini azaltmaya yarayan aktiviteleri ve bu risklerin kaynaklarını gözlemlemeye yarayan tüm bilgileri içermelidir. Kaza Önleme Programları laboratuvarlarda güvenlik kültürünün güçlenmesini sağlayacak bir araçtır. Bu program laboratuvarlara, çalışanların güvenli bir şekilde çalışması için gerekli bilgi ve ekipmanları sağlayarak çalışanlar bir bakış açısı sağlar. Belirli çalışanlara güvenlikle ilgili sorumluluklar atar ve güvenli çalışmaların uyum içinde uygulanabilmesi için gerekli prosedürleri verir. Kaza incelemeleri, eğitimler ve kayıt tutmaya ek olarak tehlikenin tanımlanması, ilişkilendirilmesi ve düzeltilmesi ile ilgili konularda da yardımcı olmaktadır [3].

OSHA'nın laboratuvarlardaki kazaları önlemek için oluşturduğu kontrol listesine göre yapılacak en temel düzenlemeler çeşitli direktiflere atıfta bulunularak açıklanmıştır. Herbir direktif konu başlığına göre çalışma ortamında bulunan kimyasallardan kaynaklanan, kanserojen kimyasallardan kaynaklanan riskleri, kimyasalların sınıflandırılması, etiketlenmesi, malzeme güvenlik bilgi formları ile ilgili bilgilere yer vermektedir.

### Tehlikeli Kimyasallar Planı

Çalışılan kimyasalın özellikleri, çalışılırken dikkat edilecek hususlar, etkileşimde bulunduğu durumlar, kaza anında yapılacaklar gibi önemli bilgileri içerir. Laboratuvarlarda kullanılan tüm kimyasallar için oluşturulması gereken dökümandır. Dünya’da birçok üniversite, laboratuvarlarında bu sistemi kimyasal veri tabanları oluşturarak uygulamaktadır.

### Deney talimatları

Laboratuvarlarda yapılan tüm deneylerin adımlarının detaylı bir şekilde tanımlanarak yazılı hale getirildiği dökümandır. Bu döküman olası tehlikeleri ve bu tehlikelerin azaltılması ile ilgili bilgileri de içermelidir. Bu sebeple bu talimatlar bilgili ve deneyimli personel tarafından hazırlanmalıdır.

Güvenli çalışma ortamının sağlanması ve laboratuvarlarda çalışanların tehlikelerden korunması için laboratuvar güvenliği, kazalar ve kimyasallarla ilgili gerekli eğitimleri alması gerekmektedir. Sağlık ve güvenlik eğitimlerinin etkili bir sonuç vermesi ve doğru bakış açısı sağlaması için uygun bir şekilde kayıt altına alma, kişisel koruyucu donanımların doğru seçimi ve kullanımı konularını içermeli ve çalışana öngörü sağlamalıdır.

Laboratuvarlarda bulunan tehlikeler yapılan işe göre değişmekte ve temelde 5 ana başlık altında toplanmaktadır. Bunlar kimyasal tehlikeler, biyolojik tehlikeler, patlayıcı maddelerden kaynaklanan tehlikeler, genel tehlikeler ve ergonomik tehlikelerdir [4].

### **2.1.2. Kimya Laboratuvarlarındaki Tehlikeler**

Kimyasal riskler: Laboratuvarlardaki kimyasallar birçok çeşit tehlikeye kaynak oluşturmaktadır. Toksik gaz ve buharlar ve kaplardan dökülen veya sıçrayan kimyasallar, zehirlenme, kanser, alerji gibi solunum yollarında problemlere yol açmaktadır. Dökülen veya solunan asit ve bazlar, ciltte ve gözlerde ve soluk borusunda tahriş meydana getirebilirler. Anestezik gazlar ve kurşun bileşikleri üreme organlarında zarara yol açmaktadırlar.

Biyolojik tehlikeler: Biyolojik ajanlar, virüsler, bakteriler, mantarlar ve parazitler bu konu kapsamına giren riskler olup kimya laboratuvarlarında genellikle bulunmamaktadır.

Patlayıcı maddelerden kaynaklanan riskler: Kontrol edilmeden ve planlanmadan kullanılan kimyasallar yangın ve patlamalara sebep olabilmektedirler. Bu tehlikelerin karşılaştığı ortamlar, kapalı sistemde yapılan deneyler, yüksek basınçlı gazlarla yapılan deneyler, vacumlu ortamlarda çalışılan kimyasallar ve otoklavlardır.

Genel tehlikeler: Islak, eğimli veya pürüzlü zeminler kaymalara ve düşmelere sebep olabilmektedir. Cam malzeme kırıkları kesiklere sebep olabilmektedir. Sentrifüj, mikser gibi dönen cihazlarla çalışırken kıyafet ve saçların takılması olası bir tehlikedir. Sentrifüj, karıştırıcı gibi cihazlar gürültü ve titreşim maruziyeti oluşturmaktadır. Bu maruziyet duyma bozuklukları ve strese yol açabilmektedir.

Ergonomik tehlikeler: Laboratuvar bençlerinde uzun süreli ayakta durma veya eğilme kas ve iskelet sisteminde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Ayrıca pipetle sıvı aktarma gibi sürekli tekrarlanması gereken işler de kas ve iskelet rahatsızlıklarına sebep olmaktadır.

## **2.2. KİMYASAL MARUZİYET**

Kimyasal madde, doğal halde bulunan veya üretilen, herhangi bir işlem sırasında yan ürün veya atık olarak ortaya çıkan veya kazara oluşan her türlü element, bileşik veya karışımlardır. Dünyada 71 milyon çeşit organik ve inorganik kimyasal bulunmaktadır ve bu sayı gittikçe artmaktadır [5].

### **Kimyasalların zararlarını belirleyen etmenler**

Kimyasallar sınıflandırılırken bazı ortak özellikleri göz önüne alınarak sınıflandırılmaktadır. Kimyasalların sınıflandırılmasına yardımcı olan özellikler kaynama noktası, yanma noktası, parlama noktası, stabil olma durumu, stabil olmama durumu, boğuculuğu, toksikolojik özellikleri gibi özelliklerdir. Kimyasalların zararlarını belirleyen etmenler ise dört ana başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlar fiziksel ve kimyasal özellikleri, maruz kalma şekli ve süresi, maruz kalan kişinin fizyolojik özellikleri ve çevresel özelliklerdir.

### Fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kimyasalın moleköl yapısı, o kimyasalın hangi durumda ve hangi kimyasallarla etkileşimde olacağını belirleyen bir özelliğidir. Kimyasalın reaktivitesi ve etkileşime girdiği maddelerle oluşan yeni kimyasal yapı kimyasalın toksisitesini etkileyebilir. Bir kimyasal vücutta ne kadar kalırsa o kadar zarar verir. Kimyasalın vücuttan atılma süresini etkileyen en önemli faktör kimyasalın kanda, suda veya vücutta çözünürlüğüdür.

### Maruz kalma şekli ve süresi

Maddenin organizmaya giriş yolu hedef organlara ulaşma süresini ve etkisini belirleyen bir faktördür. Maruz kalma sıklığı ve süresi kimyasalların toksikolojik etkileri belirler ve değiştirir.

### Maruz kalan kişinin fizyolojik özellikleri

Yaş, beslenme, cinsiyet, hamilelik ve genetik gibi kimyasala maruz kalan kişinin fizyolojik özellikleri kimyasalların zehirli etkisinde belirleyici rol oynar.

### Çevresel özellikler













Çevresel faktörler ortamın sıcaklık, basınç, radyasyon durumunu içerir. Vücut ve çevre sıcaklığı, toksisiteyi çeşitli şekillerde etkileyebilir. Genel olarak çevre sıcaklığı ile toksisite doğru orantılı olarak artacaktır. Çevredeki kimyasal kirleticiler toksisite üzerine (Bacagazları, endüstriyel atıklar vs.) ayrıca artırıcı etki yaparlar [6].

### **Kimyasalların sınıflandırılması**

Uluslar arası Çalışma Örgütü (ILO)'nun kimyasal madde sınıflandırması aşağıda verilmiştir [7];

- Parlayıcı
- Patlayıcı
- Oksitletici
- Reaktif
- Zehirli

- Tahriş edici
- Aşındıcı
- Hassasiyet oluşturuçu
- Kanserojen olan
- Üremeyi etkileyen
- Mutajenik etkileri

						
	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	○
	+	-	+	-	○	+

+ : BERABER  
 DEPOLANABİLİR  
 - : BERABER  
 DEPOLANAMAZ  
 ○ : ÖZEL ÖNLEMLER  
 ALINARAK BERABER  
 DEPOLANABİLİR

**Şekil. 2.1. Kimyasalların Güvenli Depolanması [8]**

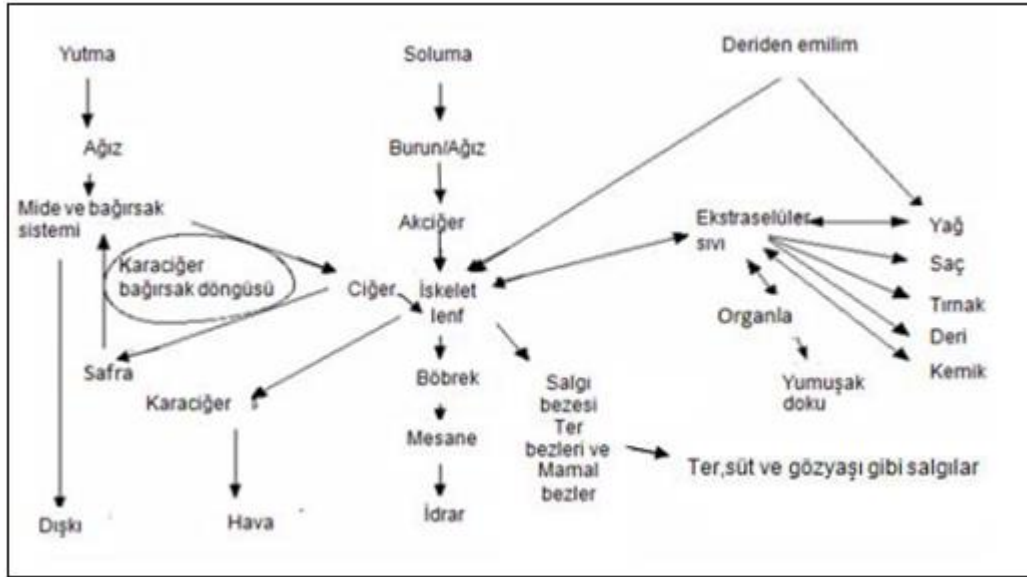
Şekil 2.1'deki tabloya göre kimyasal maddelerin güvenli bir şekilde depolanması sağlanabilmektedir. Kimyasallar doğru bir şekilde etiklendiğinde üzerindeki etiketlerden hangi özelliğe sahip olduğu anlaşılabilir. Bu tablodaki şartlar sağlanarak depolandığında olası tehlike ve kazalar önlenmektedir.

## Kimyasal Maruziyet Yolları

Doğadaki herşey denge halindedir. Bu dengeyi etkileyecek etkenler kimyasal etkenler olarak adlandırılır. Günümüzde insanlar kimyasal maddelerin bulunduğu her ortamla sürekli olarak ilişki içerisinde. Kimyasal maruziyet ciddi hastalıklara ve hatta ölümlere sebep olabilir. Kimyasal maruziyet yolları solunum yolu, deri absorpsiyonu ve sindirim yolu ile olmak üzere 3 ana başlık altında incelenebilir (Şekil 2.2.).

### Solunum yolu ile

Solunum yolu ile maruziyet en çok rastlanan maruziyet çeşidi olup kimyasalın kana karışması hızlı bir şekilde gerçekleşir.



Şekil. 2.2. Kimyasal Maruziyet Yolları [9]

### Deri absorpsiyonu ile

Deri yoluyla maruz kalma durumu normalde solunum yolu ile olduğu kadar hızlı gerçekleşmemektedir. Fakat deride herhangi bir zedelenme söz konusu ise bu hız artar. Maruz kalınan kimyasal madde yağ çözüme özelliğine sahip ise derinin yağ katmanını çözerek daha hızlı nüfuz eder.

### Sindirim yolu ile

Ağız yolu ile maruziyet çok sık rastlanan bir maruziyet çeşidi değildir. Fakat farkında olmadan ağıza alınan ve yutulan kimyasallar kana karışabilir. Örneğin, metal oksit tozları ile çalışanlar ortamdaki tozları farkına varmadan yutabilmektedirler. Bu durum çalışanın metal tozu maruziyeti sonucunda ciddi rahatsızlıklar yaşamasına sebep olabilir [10].

### **2.3. ÜNİVERSİTE KİMYA LABORATUVARLARINDA KİMYASAL MARUZİYET**

Üniversitelerin kimya laboratuvarlarında birçok kimyasal kullanılmaktadır. Bu tez başlığı altında ön incelemeye tabi tutulan laboratuvarlarda en sık kullanılan kimyasalların benzen, toluen, ksilen, etilbenzen, etil asetat ve hekzan olduğu görülmüştür. Bu kimyasalların kullanım alanları ve sağlık etkileri aşağıdaki gibidir.

#### **Benzen ve Bileşikleri**

Benzen birçok kullanım alanı bulunan sağlığa zararı yüksek düzeyde olan bir kimyasaldır.

Genel anlamda benzenin kullanım alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir,

Benzen veya benzen içeren ürünlerin üretimi,

Motorlu taşıtlarda yakıt katılması

Petrol pompaları ve depolarının bakımı ve temizliğinde

Kimyasal deneylerde çözücü olarak

Aromatik yapı kimyasalların (fenol, stiren, anilin vb.) başlangıç maddesi olarak

Boya sanayisinde

İlaç sentezinde kullanılmaktadır.

Benzene sürekli maruz kalan kişilerde birçok sağlık etkileri görülmektedir. Bilinç kaybı ve felç benzene maruziyetinin sürekli olduğu durumlarda ortaya çıkabilmektedir. Baş dönmesi, çarpıntı, kusma, baş ağrısı, kulak çınlaması ise daha az maruziyet durumunda ortaya çıkar. Ağız yolu ile maruziyet ise daha tehlikelidir. Halsizlik, sindirim bozuklukları, kansızlık, kemik iliği depresyonu ve lösemi görülür [11].



**Resim 2.1. Kimya Laboratuvarından Genel Bir Görünüm**

### **Toluen ve ksilen**

Üniversitelerin kimya laboratuvarlarında toluen yaygın olarak kullanılmaktadır. Laboratuvarlarda çözücü olarak kullanılmakta ve kullanıma başlamadan önce saflaştırma işlemine tabi tutulmaktadır. Fakat bu işlemler kapalı sistemlerde gerçekleştirildiği için maruziyetin yüksek değerlerde olmadığı görülmektedir. Ksilen ise toluenin içerisinde bulunan ve üretim aşamısında açığa çıkan yan bir üründür. Bu nedenle maruziyet değeri daha düşüktür.



Toluen ve ksilenin kullanım alanları benzerlik göstermektedir.

Toluen birçok kimyasal reaksiyonda reaktant olarak kullanılmakta olup en genel kimyasal kullanımı benzen ve ksilen hammadresi olmasıdır. Buna ek olarak,

Plastik (kauçuk) imalatında

Mürekkep yapımında

Yapıştırıcı olarak

Dezenfektanlarda

Okside edildiğinde benzaldehit ve benzoik asit gibi çok önemli ara bileşiklerin üretiminde

Karbon kaynağı olarak

Biyokimyada alyuvarları parçalayıp hemoglobini ortaya çıkarmada

Yakıtlarda oktan artırıcı olarak

Patlayıcı yapımında TNT (trinitro toluen) ana maddesi olarak kullanılmaktadır.

Ksilen bunlara ek olarak, yeterince havalandırılmayan histoloji laboratuvarlarında görülmektedir.

Toluen ve ksilen kimyasalları benzenin türevleri olarak adlandırılmaktadır. Aynı gruba dahil olduklarından fiziksel ve kimyasal özellikleri benzerlik göstermektedir. Toluenin kaynama noktası yüksektir, ksilenin toluenden daha yüksektir. Ayrıca havadan ağır oldukları için yer seviyesinde birikebilirler.

Hava ve deri yoluyla vücuda giriş yaparlar. Narkotik etkileri vardır. Sinir sisteminin aşırı uyarılması, denge, duyu ve koordinasyon bozuklukları, baş ağrıları, yorgunluk ve zayıflık, sersemlik hissi, bilinç kaybı etkileri görülmektedir. Uzun süreli maruziyetlerden sonra, mukoza ve göz iritasyonu gelişebilir; deri bütünlüğü bozulduğundan dermatit oluşabilir; kan sayımında geçici değişiklikler gözlenebilir. Absorbe edilen toluen ve ksilenin yaklaşık %20'si solunum yoluyla geri verilirken yaklaşık %80'i metabolize edilir [12].

### **Kloroform**

Kloroform laboratuvarında kullanılan yaygın bir çözücüdür çünkü nispeten tepkisiz, çoğu organik sıvı ile karışabilir, yanıcı değil ve uçucudur.

İlaç endüstrisinde, boya üretiminde ve pestisitlerde çözücü olarak kullanılır.  
Bir reaktif olarak kloroform diklorokarbon (CCl<sub>2</sub>) grubu sağlar.

Kimyada organik ayırma ve saflaştırma işleminde kullanılır.

Plastik üretiminde birleştirme işleminde kullanılır.

Teflon (yapışmayan) üretiminde öncü olarak kullanılır.

Ayrıca Birinci Dünya Savaşında kloroform kimyasal bir silah olarak kullanılmıştır.

Kloroform renksiz, tatlı kokan bir sıvıdır. Anestezik etkiye sahiptir bu nedenle kullanımı sırasında maske takılmalıdır. Günümüzde kullanımı sakıncalarından dolayı azaltılmıştır. İleri asamada felce sebep olmaktadır. Aniden aşırı dozda maruziyeti ise kalp durmasına sebep olabilmektedir [13].

### **n-Hekzan**

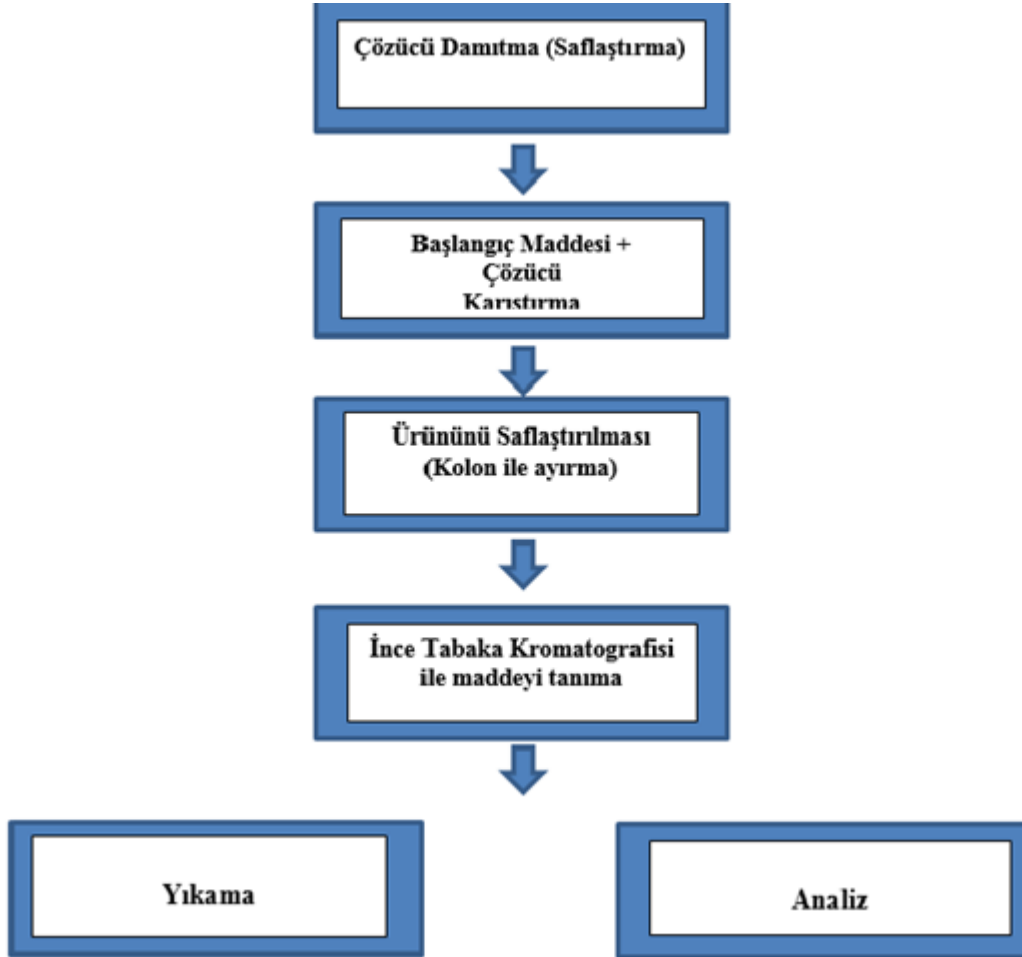
n-Hekzana gerek solunum gerekse cilt teması ile kronik maruz kalınabilmektedir. Hekzan buharı havadan ağır olduğu için, zeminde yayılarak uzak mesafelerde tutuşmalara neden olabilmektedir.

Endüstride, baskıcılık, tekstil, mobilyacılık ve ayakkabı yapımı gibi farklı endüstrilerde yapıştırıcı, inceltici ve temizleyici maddelerde genelde çözücü olarak kullanılmaktadır.

El ve ayaklarda karıncalanma hissi ve uyuşma, dengesizlik veya koordinasyon bozukluğu, el ve ayaklarda zafiyet ve ağrı gibi belirtilerin önemli nedenleri arasında gösterilmektedir [14].

### 2.3.1. Kimya Laboratuvarlarında Uygulanan Temel İşlemler

Kimya laboratuvarlarında uygulanan temel işlemler şekil 2.4.'de gösterilmiştir. Deneye başlamadan önce kullanılacak çözücü gerekli ise damıtma işleminden geçirilir. Saflaştırılmış çözücü uygun miktarda başlangıç maddesi ile karıştırma işlemi ile karıştırılarak ürün elde etme işlemi tamamlanır. Ürünün saf halde gelmesi için kolon kromatografisi ile diğer safsızlıklarından ve yan ürünlerinden ayrılır. Elde edilen ürünün varlığını teyit etmek için ince tabaka kromatografisi yöntemi kullanılır. Ürün uygun bir analitik cihaz ile analiz edilir. Cam malzemeler aşağıda anlatıldığı gibi yıkanır [15].



Şekil. 2.3. Kimya Laboratuvarlarındaki Temel İşlemler

**Damıtma:**

İki veya daha fazla bileşen içeren bir karışımın ısıtılıp, buhar ve sıvı faz oluşturmak suretiyle daha uçucu bileşence zengin karışımların elde edilmesini sağlayan ayırma işlemidir (Resim 2.2.). Bazı kimyasalların deneyin doğası gereği kullanılmadan önce yüzde yüz saflığa getirilmesi gerekebilmektedir. Kaynama noktası düşük olan ve bozunma özelliği olmayan maddeler normal atmosfer basıncında saflaştırılabilir [16].



**Resim 2.2. Damıtma Sistemi**

**Karıştırma:**

Karıştırma işlemi genellikle deneyin başlangıç maddesi ve uygun çözücü kullanılarak yapılmaktadır. Reaksiyonun gerçekleşebilmesi ve karıştırma sonucunda beklenen ürünün elde edilmesi için gerekli şartların bilinmesi ve uygulamaya konulması gerekmektedir. Karıştırma işlemi sonucunda elde edilen verimin yüksek olması için uygun sıcaklık, uygun çözücü, başlangıç maddesinin çözücü ve reaktörlerle olan hacimsel veya kütleli oranı, deney ortamının asitliği, deney ortamının basıncı önemli etkenlerdir. Karıştırma işlemi ulaşılmak istenen ürünün oluşması için en önemli basamaktır ve doğru şartlar sağlanmadığında yanlış ürün elde etmeye sebep olabilir (Resim 2.5.) [17].



**Resim 2.3. Bunsen Burner [18]**



**Resim 2.4. Hot Plate [19]**

**Isıtma:**

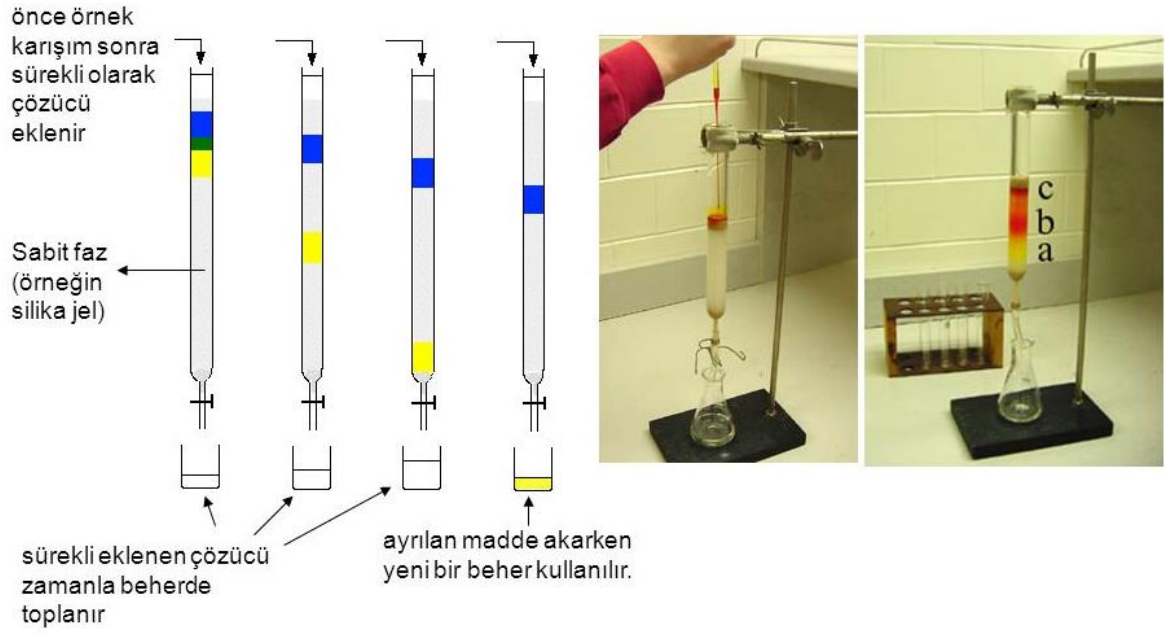
Kimyasal reaksiyonun istenilen oranda gerçekleşebilmesi ve doğru ürünlerin elde edilebilmesi için reaksiyon ortamının sıcaklığı önem arz eder. Ayrıca doğru sıcaklıkta gerçekleştirilmeyen reaksiyonlar sonucunda verim düşer. Sıcaklığa hassasiyeti yüksek olan reaksiyonlar için doğrudan ısıtma doğru bir yöntem olmayıp, bunun yerine ısıtma banyoları kullanmak daha doğru olacaktır. Eğer istenilen sıcaklık 100°C' ye kadar ise su banyosu, 100°C' den fazla ise yağ banyosu, 140-150°C' ye kadar ise gliserin, 220°C' ye kadar paraffin banyoları kullanılır. Eğer reaksiyon ısı kontrolü gerektirmiyorsa elektrikli ısıtma kullanmak daha pratik ve kolay olacaktır (Resim 2.3. ve 2.4. 2.7) [20].



**Resim 2.5. Isıtma Sistemi**

### **Ürünlerin Saflaştırılması ve Ayrılması:**

Bir ürünü elde etmek için başlatılan reaksiyonlar, çoğu zaman o ürünün yanında bir çok yan ürünün oluşması ve ayrıca reaksiyon için kullanılan başlangıç maddelerinin de ortamda bulunmasıyla sonuçlanır. Bu deneylerin sonucunda saflaştırma işleminin yapılması gerekmektedir. Kromatografi, bu durumlarda kullanılan ayırma işlemidir. Kromatografi, adsorbsiyon ve ince tabaka olmak üzere iki şekilde yapılır. Adsorbsiyon kromatografisinde, dik şekilde ve katı bir adsorblyıcı faz ile doldurulmuş kolon bulunmaktadır. Bu kolondan geçirilen reaksiyon ortamı polariteleri ve moleküler ağırlıklarına göre ayrışır. İnce tabakada ise aynı mantık geçerlidir. Fakat bu yöntem yatay düzlem üzerine kurulmuş bir sistem olup reaksiyon ortamındaki tüm maddeler bu düzlem üzerine damlatılarak gerçekleştirilir.



**Şekil. 2.4. Kolon Kromatografisi [21]**

Bu faktörler şöyle sıralanabilir;

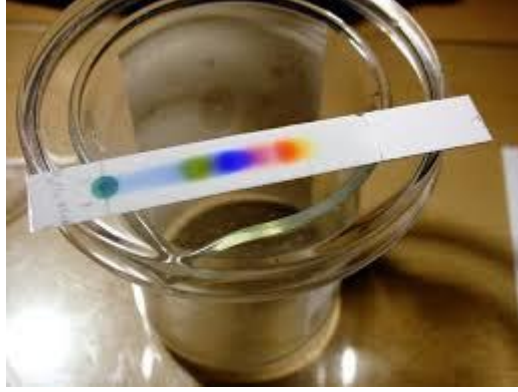
- Adsorban seçimi
- Çözücünün polaritesi
- Kullanılacak kolonun boyu ve çapı
- Çözücünün akış hızı

Silika jel ve alumina kolon kromatografisinde adsorban olarak kullanılan en yaygın kimyasaldır. Buna ek olarak, selüloz ve nişasta da kullanılabilir. Bunu ek olarak, selüloz ve nişasta da kullanılabilir.

#### **İnce tabaka kromatografisi (TLC):**

İnce tabaka kromatografisi kolon ile aynı mantıktadır. Kolon kromatografisine yardımcı sistem olarak kullanılmaktadır. Kolon devam ederken kolondaki madde çeşitleri ve saflaştırma işleminin tamamlanıp tamamlanmadığını kontrol etmek için kullanılmaktadır.

Bu kromatografi türünde sabit faz olarak silikajel ( $\text{SiO}_2$ ), alüminyumoksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), toz selüloz gibi maddeler kullanılır. Burada etkin mekanizma adsorbsiyondur (Resim 2.6.).



**Resim 2.6. İnce Tabaka Kromatografisi [22]**

Reaksiyon ortamından alınan ve genellikle diklorometan çözeltisi alınan madde ince tabakaya damlatılır. Damlatılan maddenin tabaka üzerinde yükselmesi ile ortamda kaç çeşit ve hangi maddelerin olduğu yorumu yapılır. Bunu yapabilmek için UV ışık da gerekli olabilir.



**Resim 2.7. Yıkama İşlemi**

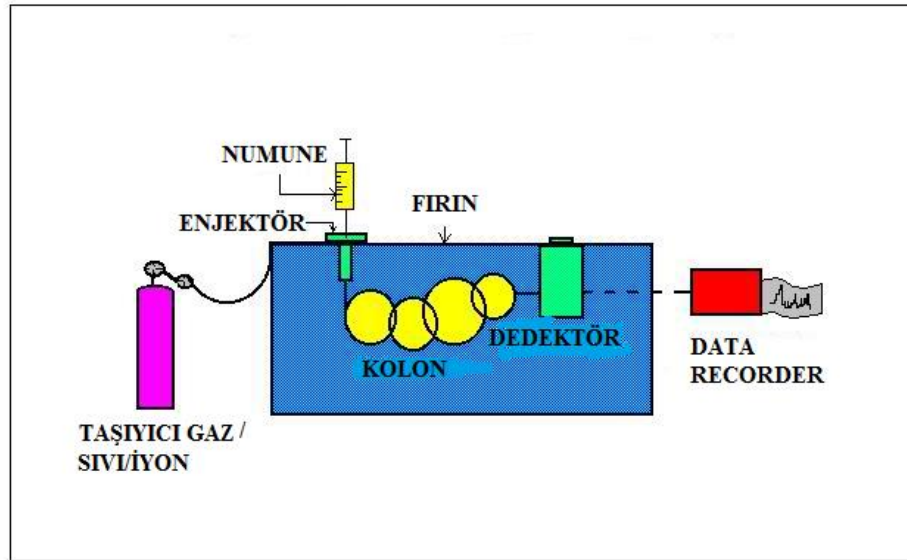


### Cam eşyaların temizlenmesi ve kurutulması:

Cam mazlemeler genellikle aseton, alkoller bazı durumlarda ise asit kullanılarak temizlenmektedir (Resm 2.7). Eldiven kullanılsa bile temas en aza indirmek için cam malzemeler fırça ile yıkanmalıdır [23].

### Enstrumental Analiz:

Bir maddedeki bileşenin çeşidi ve miktarı ile orantılı olarak sinyal üreten cihazlarla yapılan analizlerdir. Analizler ilgili maddenin çeşidine de bağlı olarak spektroskopik, elektrokimyasal, kromatografik veya termal analiz kullanılarak yapılabilmektedir [24].



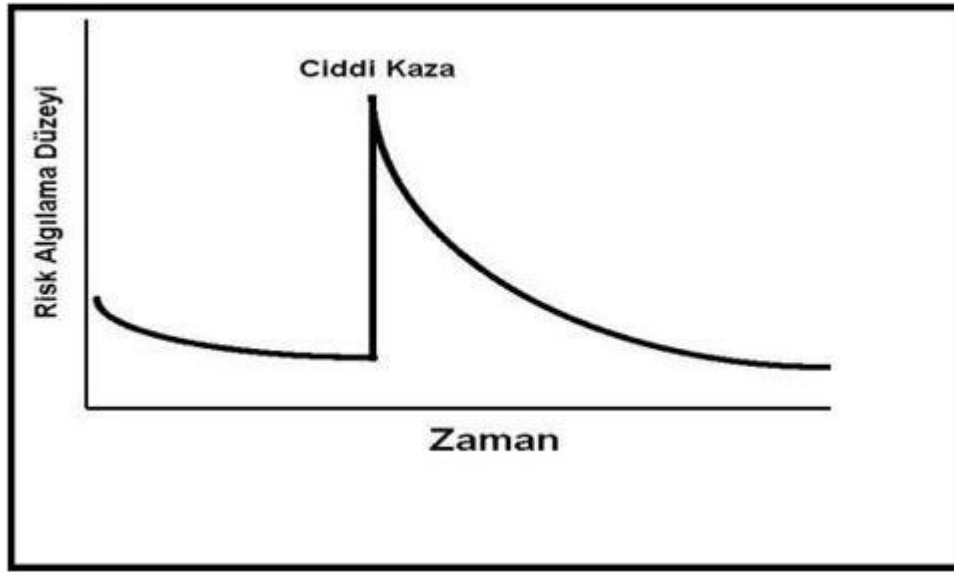
Şekil. 2.5. Kromatografi Cihazlarının Çalışma Prensibi [25]

Kromatografi ayırma işlemine dayanan analitik yöntemdir. Bu yöntemle kimyasallar polaritesi, moleküler ağırlığı gibi özelliklerine göre ayrıştırılır. Şekil 2.5.'de görüldüğü gibi analitik cihaz taşıyıcı madde gaz ise gaz kromatografisi, sıvı ise sıvı kromatografisi adını alır [26].

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. RİSK TESPİTİ VE ELMERİ GÜVENLİK ENDEKSİ

Risk ve risk algısı iş güvenliği konusunda bir çok sektörde ilgi çeken bir konu olmuştur. Risk konusundaki çalışmalar hangi sektör üzerinde çalışıldığına bağlı olarak çok çeşitli sonuçlar göstermiştir. Basit bir tanım olarak risk, tehlikeli bir olayın olma olasılığı ve şiddetinin çarpılmasıyla hesaplanabilen bir olgudur. Fakat büyük ölçekli çalışma alanlarında bu tanımın yeterli olmadığı görülmüştür. Riski etkileyen daha birçok etkenin de var olduğu sonucuna varılmıştır. Buna örnek olarak sonucunda ne olacağı belli olmayan durumlar ve davranışlar verilebilir. Bir kişinin sonucunu bilmediği durumlarla karşılaşması veya davranışlarının risk içermesi o kişinin bilgi seviyesinin düşük olduğu sonucunu getirmektedir [27].



20

Şekil 3.1. Risk Algılama Düzeyinin Zamana Göre Değişimi [28]

Risk algısı subjektif bir konudur. Kişinin algısına, sosyal ve kültürel yapısına da bağlıdır. Şekil 3.1.'de risk algılama düzeyinin zamana göre değişimi gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi ciddi bir kaza olmadığı sürece risk algılama düzeyi oldukça düşük ve zamanla da azalmaktadır. Kaza algının bir anda yükselmesine sebep olmasına rağmen zamanla yine hızlı bir düşüş gözlemlenmiştir [29].

Risk algısını oluşturan etmenler tehlike, sağlığın bozulması, olay ve kaza gibi olgulardır.

Risklerin, analiz ve değerlendirme aşamasından önce doğru tespiti önem arz etmektedir. Bu tez çalışmasında risk tespiti için ELMERI metodu kullanılmıştır.

ELMERI Metodu üretim endüstrisi alanında kullanılabilecek basit ve uygun maliyetli İSG performance izleme metotudur. Bu metot çalışanın güvenlik davranışlarının, en önemli kaza tehlikelerini, yapılan işin kas ve iskelet sistemine etkisini, kimyasal ve fiziksel tehlikelerinin varlığını kapsar. ELMERI metodu ile kaza risklerinin öngörülebildiği geçerli kılınmıştır.

ELMERI yöntemi üretim alanında kullanılmakta olan bir yöntemdir. Bu yöntem işyerlerinin güvenlik seviyelerini ölçmektedir. Anlaşılması ve uygulanması kolay bir yöntem olduğu ve işyerlerinin kendi performanslarını izlemek için kullanabileceği bir yöntem olduğu için önerilebilir bir yöntemdir.

Yöntem genel esasları ile güvenlik davranışları, düzen ve temizlik, makine güvenliği, endüstriyel hijyen, ergonomik, zemin ve geçiş yolları, ilk yarım ve yangın güvenliği başlıklarını içerir. Yöntemin en iyi özelliği ise; ortam şartlarına, çalışılan sektöre, yapılan işe ve diğer değişkenlere göre bu başlıkların değiştirilip uyumlaştırılabilmesidir.

Yöntemin çalışma prensibi kısaca anlatılacak olursa, çalışma alanındaki bir çok faktörün gözlemlenmesi olarak tanımlanabilir. Örneğin, çalışanın kişisel koruyucu donanım kullanması ve kullanmaması durumu gözlemlenerek kullanması durumu doğru, kullanmaması durumu ise yanlış olarak değerlendirilir. İzlem sırasında doğru/yanlış olarak değerlendirilemeyecek ve/veya gözlemlenmeyen durumlar varsa “gözlem yapılmadı” diye belirtilir. Toplamda ise tüm yanlışlar ve doğrular ayrı ayrı toplanarak doğrular gözlemlenen tüm durumlara bölünür [30]. Bulunan sonuç yüzdeye çevrilerek değerlendirilir. Bu yüzdeye güvenlik endeksi denir. Güvenlik endeksi % 0 ile 100 arasında değişmektedir. Örnek verilecek olursa; işyerinde 10 çalışan olduğu bir durumda 4 çalışanın KKD kullandığı 6 çalışanın ise kullanmadığı gözlemlenmiş ise %40’lık bir güvenlik endeksinden söz edilir.

Yöntem uygulandıktan sonra elde edilen veriler ışığında işyerinde mevcut güvenlik açıkları, olası kazalar nedenleri ile birlikte ortaya konmuş olur. Bu yöntem belirlenen aralıklarda tekrarlanarak mevcut durumun iyileştirilmesi amaçlanır [31].

Tez kapsamında kullanılan bu yöntem, laboratuvarların ihtiyaçları doğrultusunda revize edilmiş ve gerekli görülen unsurlar eklenerek geliştirilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi ELMERİ Güvenlik davranışları, Düzen ve temizlik, Makine güvenliği, Endüstriyel hijyen, Ergonomi, Zemin ve geçiş yolları, İlk yardım ve yangın güvenliği olmak üzere 7 ana başlık içermektedir.

İlk ana başlık olan güvenlik davranışlarına; çalışma saatleri ve molalar, kimyasalların güvenlik bilgi formları, kimyasalların etiketlenmesi, kimyasalların saklama koşulları, kimyasalların yerleştirildiği rafların yüksekliği, depolardaki kimyasalların listesi, gaz dedektörleri maddeleri eklenmiştir. Çalışma saatleri ve molalar maruziyetin azaltılması açısından önemli bir unsurdur. Bir laboratuvarında çalışma saatlerinin ve molaların belirli olmaması laboratuvarında sürekli bir maruziyet olduğunu gösterir. Kimyasalların saklama koşullarına uyulmalı ve çalışılan ortamda ağız açık kaplar bulundurulmamalıdır. Çünkü bu durum maruziyeti artırıcı yönde etki eder. Kimyasalların raflara yerleştirildiği yükseklik ne çok alçak ne de yüksek olmalıdır. Alçak olması ergonomi açısından, yüksek olması ise şişelerin dökülmesi ve kırılması açısından risklerin oluşmasına sebep olmaktadır. Kimyasalların depolandığı odalar veya dolaplarda asılı listeler olmalıdır. Çalışan kimyasalları koyarken buna göre yerleştirmeli ve bu düzeni devam ettirmelidir. Bu durum birbiriyle etkileşim içerisinde olabilecek kimyasalların uzak yerleştirilmesi ve olası acil durumlarda gerekli bir kimyasalın bulunması açısından önemlidir. Gaz dedektörleri yanıcı, yakıcı ve boğucu kimyasalların havadaki konsantrasyonunun belirli bir değerin üzerine çıkması durumunda ikaz eden bir cihazdır. Yangın ve zehirlenmelerin önlenmesi açısından laboratuvarlarda olması gereken bir cihazdır.

İkinci ana başlık olan düzen ve temizliğe, basınçlı tüplerin yerleşimi, kimyasal atıkların sınıflandırılması ve bertarafı, eğitim ve bilgilendirme, yeme içme alanı, ofis alanı, raf ve dolapların yerleşimi, çeker ocakların bakımı ve temizliği, tek kullanımlık gereçler eklenmiştir. Kimyasal atıklar kullanılan kimyasallara ek olarak maruziyet kaynağı olup, doğru sınıflandırılmadığı durumlarda patlamalara ve kazalara sebep olabilmektedir. Tüm laboratuvarların kimyasal atık prosedürleri olmalı ve çalışanlar buna uymalıdır. Çalışanların bu konularda ve diğer isg kuralları, genel laboratuvar güvenliği gibi konularda eğitim almaları önemli bir husustur. Kimyasallar vücuda farklı yollardan girmekte ve bunlar arasında en ciddi sonuçları olan sindirim yoluyla maruziyettir. Laboratuvarında bulunan kimyasallar bu yiyecekler tarafından absorbe edilebilir ve yenildiği zaman sindirim yoluyla vücuda giriş yapabilirler.

Bu nedenle laboratuvarlarda yemek ve içmek, yiyecek bulundurmak kesinlikle yasak olmalıdır. Çalışan kimyasallarla çalışma yapmadığı zamanlarda ofiste zaman geçirmektedir. Ofis alanı ve deneysel çalışmaların yapıldığı alanlar birbirinde ayrı olmadığı durumlarda çalışan aynı ortamda bulunduğu için kimyasallara maruz kalmaya devam edecektir. Çeker ocaklar kimyasal maruziyetin azaltılması açısından çok önemli olup, bakım ve temizliği belirli periyotlarda yaptırılmalıdır. Laboratuvarlarda çeker ocak kimyasal dolabı olarak kullanılmakta ve sık kullanılan kimyasallar sürekli olarak çeker ocakta bulundurulmaktadır. Çeker ocakların etkili çekiş yaptığından emin olmak için bakımı ihmal edilmemelidir. Kullanılan kimyasallar çeker ocak içerisinde bulundurulmamalı ve temiz ve boş olarak kullanılmalıdır. Deneysel çalışmalar sırasında tek kullanımlık gereçlerin kullanımı tavsiye edilmektedir. Bu gereçlere örnek olarak, pipetler, eldivenler pipet uçları örnek gösterilebilir. Pipetlerle alınan herhangi bir kimyasal başka bir kimyasal için de kullanıldığında kimyasallar aralarında reaksiyon verebilirler ve bu durum kaza ve patlamalara neden labilir. Aynı sebeple eldivenler de bir işlem yapıldığında çıkarılmalı ve diğer işle için yenisi kullanılmalıdır.

Tez kapsamında gidilen laboratuvarlarda yapılan incelemeler sonucunda hijyen koşulları ana başlığı eklenmiş olup, bu ana başlığa, havalandırma, çalışan sayısı ve çalışılan alan, ortamın sıcaklık, nem, basınç kontrolü alt başlıkları eklenmiştir. Havalandırma laboratuvarlarda en temel önlem olarak ele alınmalıdır. Merkezi havalandırma, çeker ocaklar ve kişisel (portatif) havalandırmalar havalandırma çeşitlerine örnek olarak gösterilebilir. Kimyasallar havalandırması olmayan bir ortamdaki günlerce uzaklaşmaz ve havada asılı kalırlar. Sürekli kimyasal işlemlerin gerçekleştiği laboratuvarlarda havalandırmanın olmadığı durumda ortamdaki kimyasalların konsantrasyonunun giderek arttığı söylenebilir. Çalışan sayısı ve çalışılan ortamın büyüklüğü orantılı olmalıdır. Çalışan sayısı ile maruziyet kaynakları paralellik göstermektedir. Bu durum göz önünde bulundurularak her laboratuvar sorumlusu çalışan sayısını belirlemeli ve daha fazla çalışan laboratuvara alınmamalıdır. Sıcaklık, nem ve basınç kontrolü kimyasalların muhafaza şartları göz önünde bulundurularak değerlendirilmeli ve sürekli kontrol edilerek kayıt altına alınmalıdır.

Kimyasallar başlığında ise ortamda bulunan kimyasal maruziyet kaynakları ve/veya çalışan sayısı göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

Acil durum ve ilk yardım başlığı acil eylem planı, vücut ve göz duşu, ilk yardım eğitimleri, acil durum ekibi, işaret ve levhalar, acil durum iletişim telefon numaraları, yangın merdivenlerinde ışıklandırma, elektrik panosu, gaz kesme vanası alt başlıkları eklenerek revize edilmiştir.

ELMERI metodu uygulanırken gözlem stratejisi bazı başlıklar için kişi sayısı baz alınarak değerlendirilmiştir. KKD kullanımı, kimyasal maruziyet, çalışma ve mola süreleri, tek kullanımlık gereçler başlıkları çalışma ortamındaki kişiler gözlemlenerek kişi sayısı bazında hesaplanmıştır. Kimyasalların sınıflandırılması, depolanması, etiketlenmesi, rafların yüksekliği basınçlı tüplerin yerleşimi, havalandırma, çeker ocaklar, sandalyelerin tasarımı gibi başlıklar gözlemlenen depo, raf tüp vb. sayısı üzerinden doğru ve yanlış durumlar tespit edilerek hesaba katılmıştır.

Bunlara ek olarak, gaz dedektörü, yeme içme alanı, eğitim ve bilgilendirme, ortamın sıcaklık, nem, basınç kontrolü, acil eylem planı, vücut ve göz duşu, ilk yardım kiti, acil durum ekibi gibi başlıklar gözlemlendi (1) veya gözlemlenmedi (0) olarak hesaplanmıştır.

## 3.2. MARUZİYET ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ

### 3.2.1. Maruziyet Ölçümünde Kimyasalların Seçimi

Kimyasallara maruziyetin en sık karşılaşıldığı yol solunum yolu ile maruziyettir. Bu nedenle kimyasallar arasında maruziyetin en fazla olduğu uçuculuğu fazla olan ve fazla miktarda kullanılan kimyasallar seçilmiştir. Bu kimyasallar genel anlamda uçucu organik bileşikler olarak adlandırılabilir.

Bu sebeple, tez kapsamında gidilen laboratuvarlarda yapılan ön inceleme sonucunda yukarıda tanımlanan kimyasalların organik kimya laboratuvarlarında daha sık kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, bu laboratuvarlarda yapılan deneylerin benzerlik ve paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Deneyin başlatıldığı reaksiyon ortamında en sık kullanılan kimyasalların toluene, benzene, etil alkol gibi uçucu organik bileşikler olduğu görülmüştür. Safılaştırma işlemi sırasında etil asetat ve hekzan karışımı kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle kimyasala maruziyet için benzene, toluene, etil benzene, ksilen, etil asetat, hekzan, etil alkol ölçümü yapılmıştır.

### 3.2.2. İşyeri Ortam Havaında BTEX Konsantrasyonunun Belirlenmesi

BTEX; uçucu organik bileşiklerden benzen, toluen, etil benzen ve ksilen kimyasallarının kısaltılmış adıdır.

#### **Kullanılan Metot ve Cihazlar**

Bu tez kapsamında üniversite kimya laboratuvarlarında çalışanların BTEX maruziyeti NIOSH 1501 metodu kullanılarak yapılmıştır [32].

**Metot:** Bu metot aromatik hidrokarbonların TWA ve STEL konsantrasyonlarının saptanması için kullanılan standart bir metot olup, hem kişisel hem de ortam ölçümü sonuçları elde etmemizi sağlamaktadır. Bu metot BTEX bileşiklerinin ölçümü ve analizini içermektedir.

**Prensip:** Bilinen hacimde hava numunasi, aktif kömür ile doldurulmuş cam veya metal boru içerisinden geçirilir. Organik buharlar aktif kömür üzerine adsorplanır. Toplanan buharlar uygun bir çözücü kullanılarak desorbe edilir ve bir alev iyonlaşma dedektörü veya başka uygun

dedektör ile donatılmış gaz kromatografisi ile analiz edilir.

### **Ölçüm Stratejisi**

**Numune alma prosedürü:** Numune alma işlemi 0.01-1 l/dak akış hızına sahip kişisel örnekleme pompaların kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Numuneler için örnekleyici olarak 7 cm uzunluğunda, 6 mm dış çapa, 4mm iç çapa sahip, alevle kapatılmış uçları olan, 2 mm'lik üretan köpük tıpasıyla iki bölüme ayrılmış bölümlerinde Hindistan cevizi kabuğundan yapılmış odun kömürü içeren (önde 100 mg, arkada 50 mg olmak üzere) cam tüp kullanılmıştır.

Pompa uçları kesik olan bir aktif kömür tüpü, tüpün geri kısmı pompaya yakın olacak şekilde yerleştirilerek, plastikler veya kauçuk borularla bağlanır. Aktif kömür tüpü bağımsız numuneler almak için kullanıldığında, işçinin nefes alma bölgesine dik olarak işçinin yakasına yerleştirilmelidir. Sabit yerde numuna almak için uygun bir numune alma bölgesi seçilir. Pompa çalıştırılır ve elverişli süre içerisinde en uygun numune hacmi alınacak şekilde, akış hızı ayarlanır.

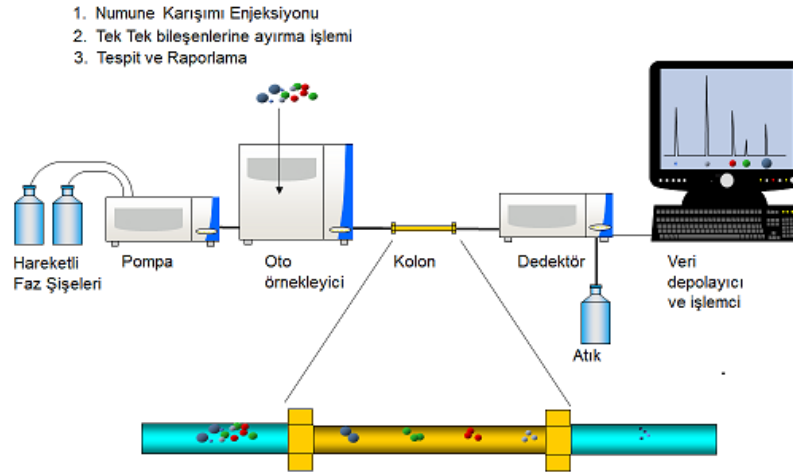
Zaman sıcaklık, akış hızı ve pompa açıldığı andaki barometrik basınç kaydedilir. Aktif kömür numune alma kapasitesinin aşılmamasının sağlanarak numune alma verimine dikkat edilir. Numune alma süresi sonrasında pompa kapatıldıktan sonra ortam şartları tekrar kaydedilir.

**Deney numunesinin Hazırlanışı:** İşyeri ortamından alınan sorbent tüplerin alt ve üst kısımları cam kesici ile kesilir. Tüplerin ön ve arka kısımları ayrı viallere konulur. Her bir vial üzerine 1ml kimyasal çözücü (CS<sub>2</sub>) konulur. Desorpsiyonu sağlamak için hazırlanan vialler 30 dakika boyunca çalkalayıcıda otalama hızda çalkalanır.

**Analiz:** Alınan numuneler analizi yapılmak üzere GC (Gaz Kromatografi) cihazı (Varian CP 3800) kullanılmıştır.

GC cihazının çalışma prensibi: Bir ürünü elde etmek için başlatılan reaksiyonlar, çoğu zaman o ürünün yanında bir çok yan ürünün oluşması ve ayrıca reaksiyon için kullanılan başlangıç maddelerinin de ortamda bulunmasıyla sonuçlanır. Bu deneylerin sonucunda saflaştırma işleminin yapılması gerekmektedir. Kromatografi, bu durumlarda kullanılan ayırma işlemidir (Şekil 3.1.). Gaz kromatografisinde maddelerin taşınması için gaz kullanılmaktadır. Bir maddenin gaz ile hareket ettirebilmesi için uçucu olması gerekmektedir. Yani kaynama uçucu maddeler GC ile analiz edilmektedir. Cihaza yollanan madde sıcaklık verilerek buhar haline getirilir ve kolona ulaşan numune taşıyıcı gaz ile kolondan geçirilir. Kolonda ayırma işlemi gerçekleşir.





Şekil. 3.1. GC Cihazının Çalışma Prensibi [33]

### 3.2.3. İş Yeri Ortam Havaında Toksik Gaz ve Buhar Konsantrasyonunu Anlık Gaz Tüpleri ile Belirlenmesi

#### Kullanılan Metot ve Cihazlar

**Metot:** Kimya laboratuvarlarında çalışma ortamında bulunan ve kişilerin maruz kaldığı toksik ve buhar konsantrasyonu ASTM 4490 standartına göre tespit edilmiştir.

#### Kullanılan ekipmanlar

**Kısa süreli dedektör tüp:** İçerisinden atmosfer numunesi geçirildiğinde renk değiştirecek bir kimyasal reaktif ihtive eden bir cam tüptür. Oluşan lekenin belirlenen ölçeğe göre uzunluğu, hava içerisinde bulunan kimyasal maddenin derişiminin hesaplanmasında kullanılır. Havada bulunan belirli bir kimyasal maddenin derişimini kısa zamanda (1-10 dk) ölçmeye yarar.

**Pompa:** Kısa süreli ölçümler için, mekanik, elle kullanılan 100 ml kapasiteli emme pompa kullanılır.



**Resim 3.1. Kısa Süreli DedektörTüp ve Pompa [34]**

### **Ölçüm Stratejisi**

Belirlenen hava hacmi mekanik pompa kullanılarak dedektör tüpten geçirilir. Geçen hava içerisinde dedektör ile tespit edilmeye çalışılan madde varsa tüp içerisindeki indikatör kimyasalın rengi değişir. Renk değişimi, standart ile karşılaştırılarak toksik gaz ve buhar konsantrasyonu belirlenir [35].



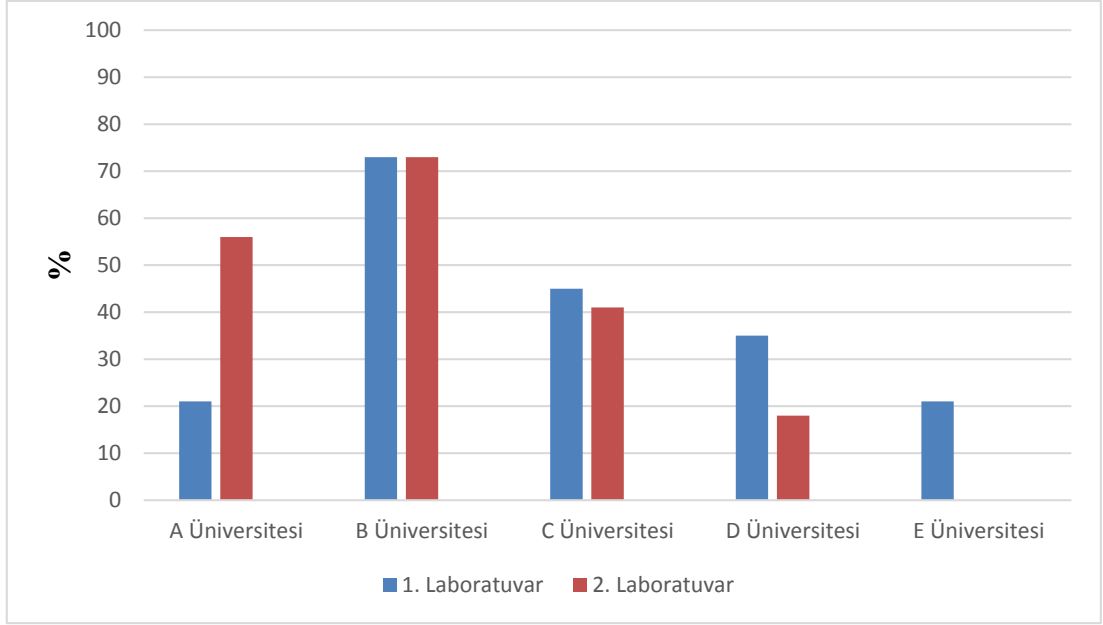
## **4. BULGULAR**

### **4.1. RİSK TESPİTİ VE ELMERİ GÜVENLİK ENDEKSİ DEĞERLENDİRMESİ**

Tez kapsamında 5 farklı üniversitede gidilen 9 laboratuvara ELMERİ risk değerlendirmesi uygulanmıştır. Genel ELMERİ indeksine ek olarak, ELMERİ içerisinde bulunan ana başlıklara göre de güvenlik indeksi hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 4.1.'de verilmiştir.

**Tablo 4.1. Araştırmaya Katılan Laboratuvarların ELMERI Endeksleri**

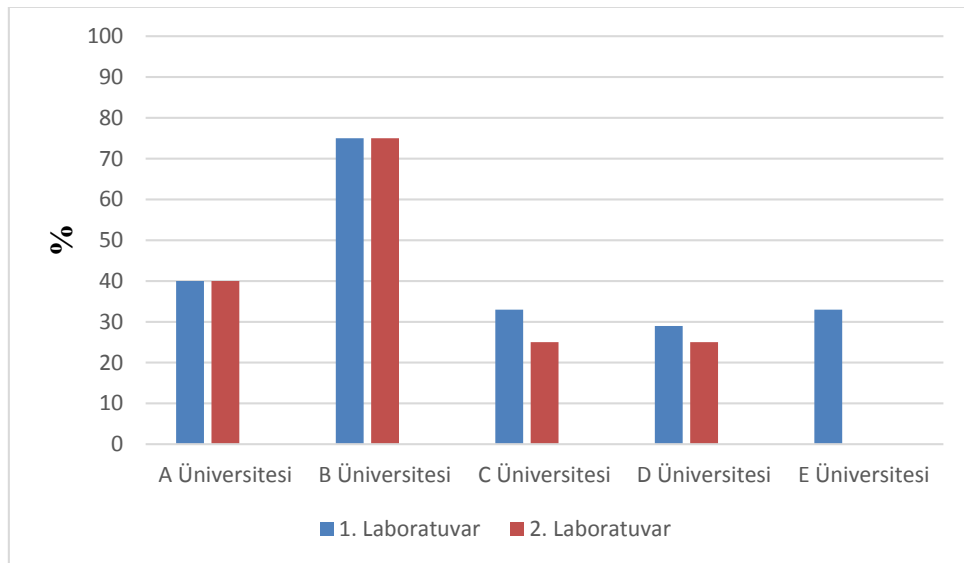
	A1 Lab	A2 Lab	B1 Lab	B2 Lab	C1 Lab	C2 Lab	D1 Lab	D2 Lab	E1 Lab
Güvenlik Davranışları %	21	56	73	73	45	41	35	18	21
Düzen ve Davranışlar %	24	41	100	77	45	53	20	26	41
Hijyen Koşulları %	40	40	75	75	33	25	29	25	33
Kimyasallar %	0	0	100	100	0	0	0	0	0
Ergonomi %	0	0	57	67	66	100	14	33	0
Zemin ve Geçiş Yolları %	100	25	100	100	29	100	25	75	0
Acil Durum ve İlk Yardım %	100	100	100	100	54	54	42	50	42
<b>ELMERI Endeksi (%)</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>88</b>	<b>84</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>26</b>



**Grafik 4.1. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Güvenlik Davranışları Endeksi**

Grafik 4.1.'de laboratuvarların güvenlik davranışları açısından değerlendirmesi yapılarak karşılaştırmaya gidilmiştir. Güvenlik davranışları konu başlığı altında, KKD kullanımı, çalışma saatleri ve molalar, KKD'lerin CE işaretleri, kimyasalların güvenlik bilgi formları, kimyasalların etiketlenmesi, kimyasalların saklama koşulları, kimyasalların yerleştirildiği rafların yüksekliği, depolardaki kimyasalların listesi, gaz dedektörleri incelenmiştir.

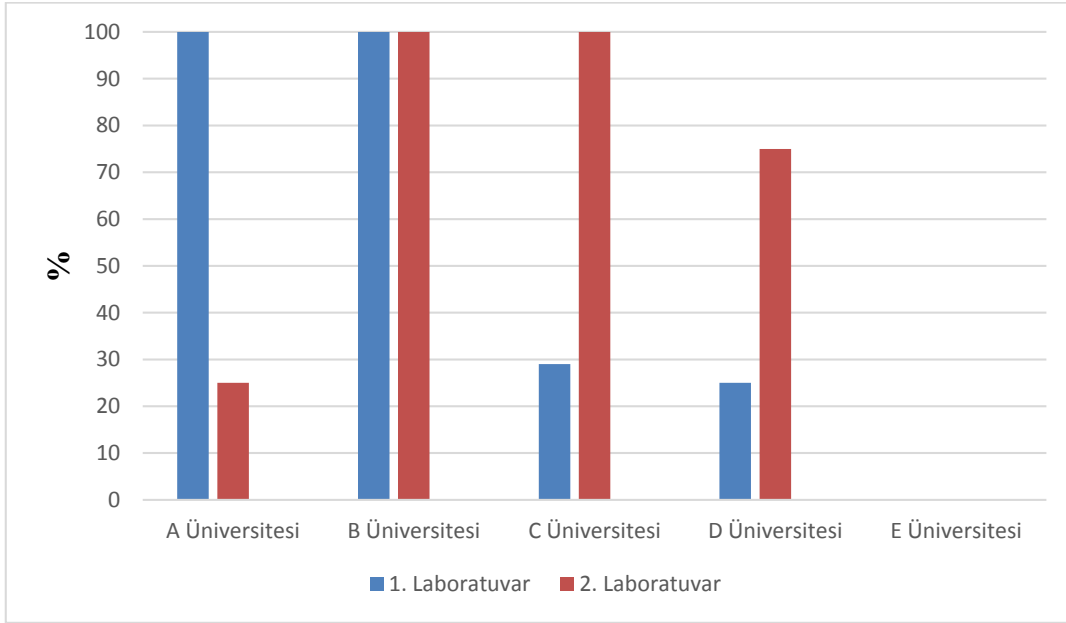
Sonuçlara göre en düşük güvenlik davranışları D üniversitesindeki laboratuvarlara aittir. B üniversitesi laboratuvarlarında ise güvenlik davranışları üst düzeydedir.



**Grafik 4.2. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Hijyen Koşulları Endeksi**

Grafik 4.2.'de laboratuvarların hijyen koşulları değerlendirilerek laboratuvarlar arası karşılaştırma grafik üzerinde gösterilmiştir. Hijyen koşulları konu başlığı altında, havalandırma, çalışan sayısı ve çalışılan alan, üretim alanı ve ofis alanı ayrımı, ortamın sıcaklık, nem, basınç kontrolü incelenmiştir.

Sonuçlara göre en düşük güvenlik davranışları D üniversitesindeki laboratuvarlara aittir. B üniversitesi laboratuvarlarında ise hijyen koşulları üst düzeydedir.



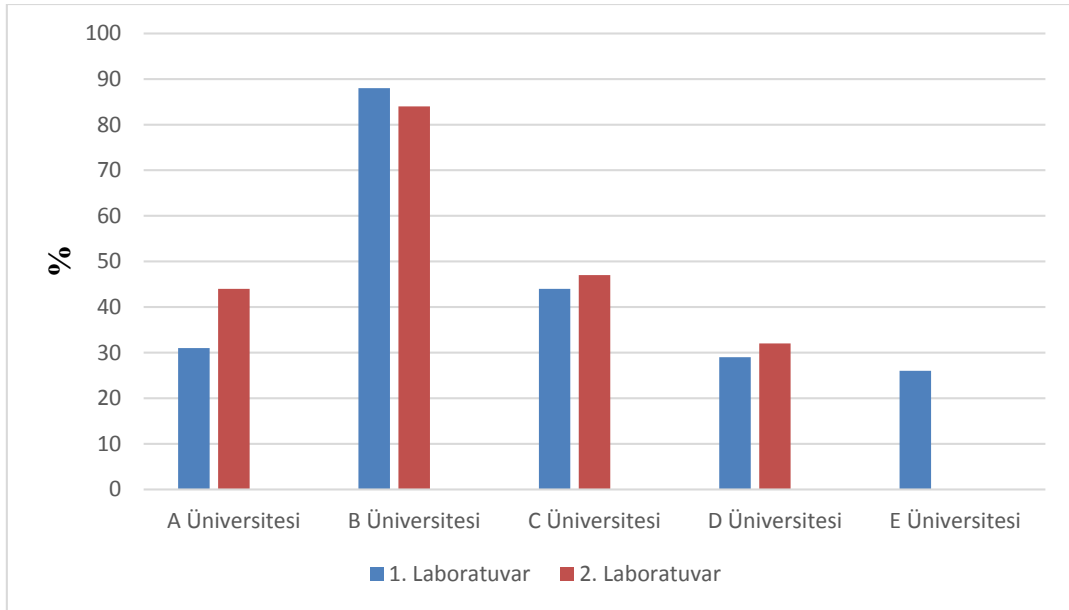
**Grafik 4.3. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Zemin ve Geçiş Yolları Endeksi**

Grafik 4.3.'de laboratuvarların zemin ve geçiş yolları değerlendirilerek laboratuvarlar arası karşılaştırma grafik üzerinde gösterilmiştir. Zemin ve geçiş yolları konu başlığı altında, zemin ve geçiş yollarının yapısı, keskin uçlu köşeler, geçiş yollarındaki engeller, kabloların düşme ve takılmaya etkisi incelenmiştir.

Sonuçlara göre Zemin ve geçiş yolları açısından en düşük güvenlik endeksi D üniversitesindeki D1 laboratuvarına laboratuvarlara aittir. B üniversitesi laboratuvarları ve A1 laboratuvarı ise bu konuda iyi bir skora sahiptir.



**Resim 4.1. B Üniversitesindeki Laboratuvar Düzeni**



**Grafik 4.4. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Genel ELMERI Endeksi**

Grafik 4.4.'de laboratuvarların toplam ELMERI endeksleri değerlendirilerek laboratuvarlar arası karşılaştırmaları grafik üzerinde gösterilmiştir. ELMERI endeksi, güvenlik davranışları, düzen, hijyen koşulları, kimyasallar, ergonomi, zemin ve geçiş yolları, acil durum ve ilkyardım konu başlıklarından oluşmaktadır.



Sonuçlara göre en düşük ELMERI güvenlik endeksine sahip üniversite D üniversitesi iken, en yüksek ELMERI güvenlik endeksine sahip üniversite B üniversitesidir.



**Resim 4.2. . D Üniversitesindeki Laboratuvar Düzeni**

#### **4.2. MARUZİYET ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ**

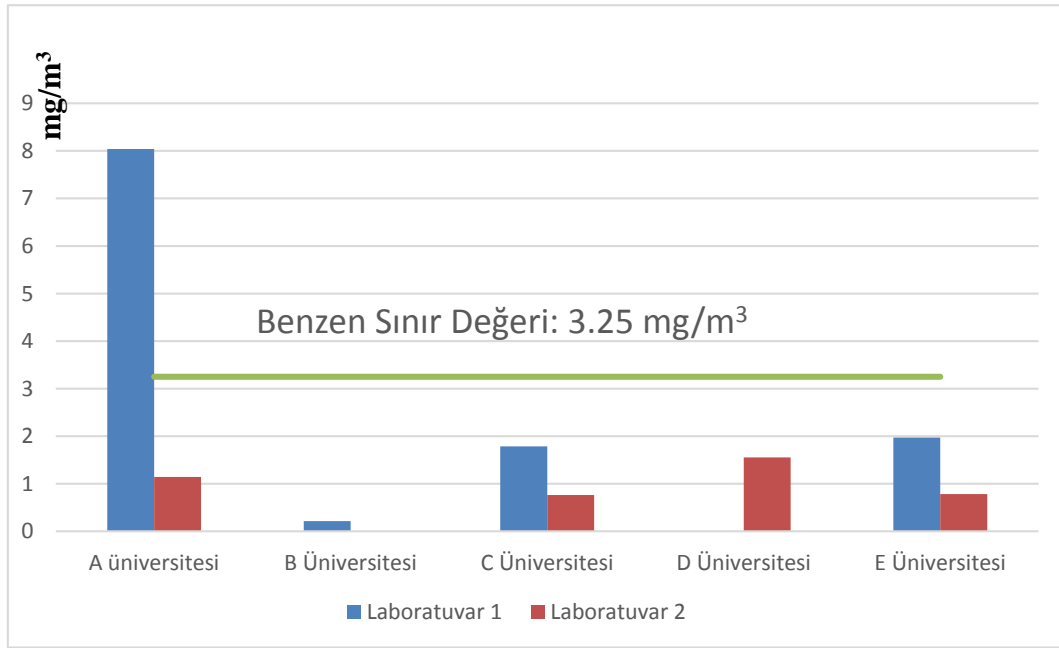
Bu araştırma kapsamında seçilen 5 farklı üniversitede 10 farklı laboratuvara gidilmiştir. Araştırma deneyleri sırasında kullanılan kimyasallar ve işlemler benzerlik göstermektedir. Çalışanlardan uçucu organik bileşik kimyasal numunesi olarak toluen, benzen, ksilen, etilbenzen ve hekzan numunesi alınmıştır. Bunlara ek olarak ortamda olduğu durumlarda anlık gaz tüpleri ile hekzan, etilasetat, etil alkol ve metil alkol numuneleri alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre, uçucu organik bileşiklerin maruziyet değerleri Tablo 4.2.' de, anlık gaz tüpleri ile yapılan ölçüm sonuçları Tablo 4.3.' de verilmiş.

**Tablo 4.2. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Uçucu Organik Bileşik Maruziyet Değerleri**

Laboratuvar	Benzen mg/m <sup>3</sup>	Toluen mg/m <sup>3</sup>	Etil Benzen mg/m <sup>3</sup>	Ksilen mg/m <sup>3</sup>	n- Hekzan mg/m <sup>3</sup>	n-Pentan mg/m <sup>3</sup>
Sınır Değer mg/m <sup>3</sup>	3,25	192	442	221	72	3000
A1	8,039	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	88,770	3.226
A2	1,145	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	5.000	2,109
A3	1,692	16,912	T.E.D.B.	T.E.D.B.	5,250	3,380
B1	0,2163	0,10693	T.E.D.B.	T.E.D.B.	7,500	1,6875
B2	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	5.075	0.156
C1	1,7872	69,1445	T.E.D.B.	T.E.D.B.	0,268	4,487
C2	0,764748	1,223525	T.E.D.B.	T.E.D.B.	16,939	66,433
D1	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	132,2577	T.E.D.B.	T.E.D.B.
D2	1,55412	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	5,866	T.E.D.B.
E1	1,971591	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	0,268	24,222
E2	0,782671	T.E.D.B.	T.E.D.B.	T.E.D.B.	10,489	T.E.D.B.

Tablo 4.2.'de T.E.D.B. tespit edilen değer bulunamadı anlamına gelmektedir.

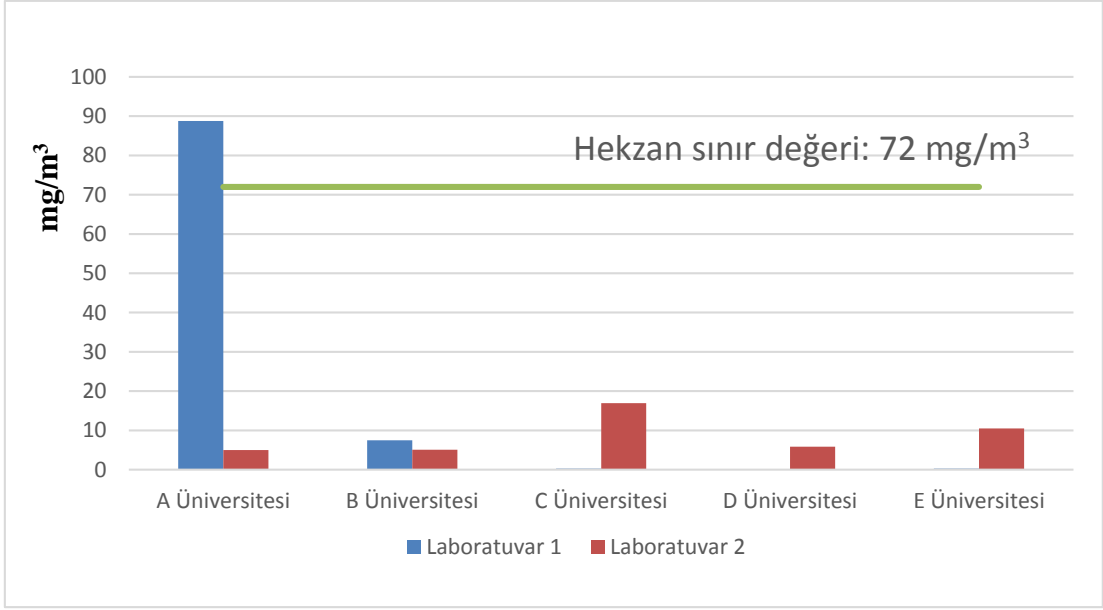
Tablo 4.2’de verilen ölçüm sonuçları sınır değerlerle karşılaştırıldığında sınır değerin üzerinde çıkanlar pembe ile işaretlenmiştir. Sınır değerlere yakın olanlar ise yeşil ile işaretlenmiştir.



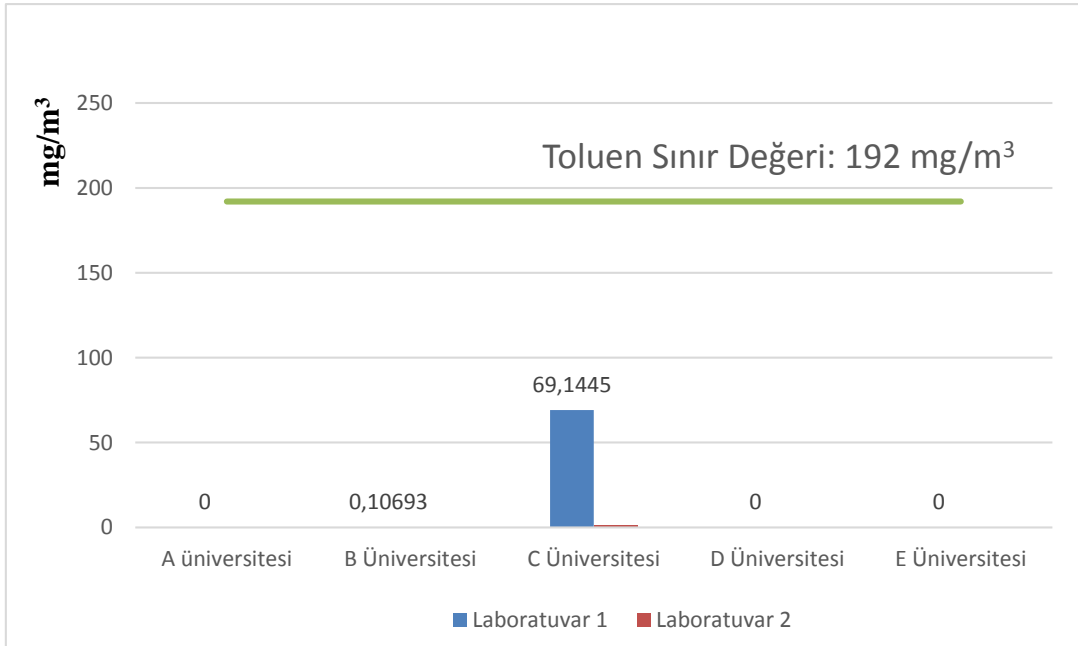
**Grafik 4.5. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Benzen Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.5.’de laboratuvarların Benzene maruziyet değerleri verilmiştir. A1 laboratuvarındaki çalışanların maruziyetinin sınır değerin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir C1 ve E1 laboratuvarlarında ise sınır değere yakın değerler ölçülmüştür.

Grafik 4.6.’da laboratuvarlarda çalışanların n-Hekzan maruziyeti değerleri karşılaştırılmıştır. Buna göre A1 laboratuvarındaki maruziyetin sınır değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir



**Grafik 4.6. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Hekzan Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**



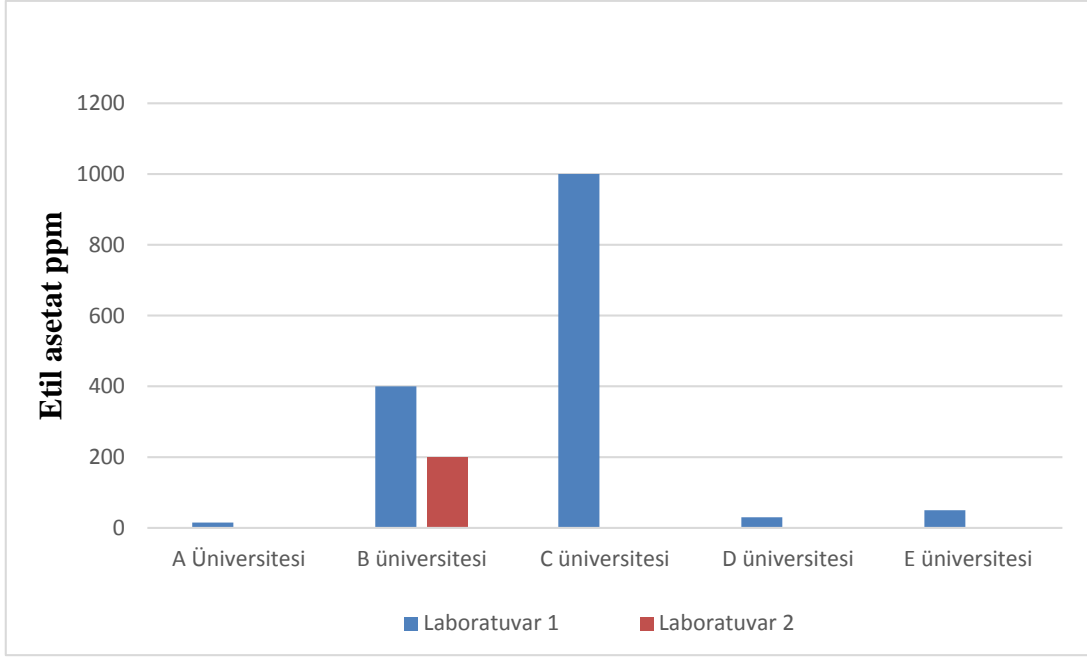
**Grafik 4.7. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Toluen Maruziyet Değerlerinin Dağılımı**

Grafik 4.7.'de laboratuvarlardaki Toluene maruziyetleri karşılaştırılmıştır. Buna göre C1 laboratuvarındaki maruziyet değeri sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir.

**Tablo 4.3. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Toksik Gaz ve Buhar Konsantrasyonu Değerleri**

Laboratuvar	Etil asetat	Hekzan	Etil Alkol	Metil Alkol
A1 (ODTÜ)	15 ppm	120 ppm	-	-
A2	--	50 ppm	-	-
B1 (Atılım)	400 ppm	40 ppm	-	-
B2	200 ppm	30 ppm	-	-
C1 (hacettepe)	1000 ppm/200 ppm	50 ppm	<0,05	-
C2	T.E.D.B.	T.E.D.B.	-	-
D1 (ankara)	30 ppm	10ppm	-	50%
D2	-	25 ppm	-	-
E1 (gazi)	50 ppm	10 ppm	-	20 ppm

Tablo 4.3.'de "--" ile belirtilen alanlar ilgili kimyasalın ortamda kullanılmadığı ve ölçümün alınmadığı anlamına gelmektedir. Bu tablodaki verilere ek olarak C1, D1, E1 laboratuvarlarında etil alkol ve metil alkol ölçümleri de yapılmıştır. Değerler çok düşük çıkmıştır.



**Grafik 4.8. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda Etil Asetat Ölçüm Sonuçlarının Dağılımı**

Grafik 4.8’de laboratuvarlarda en sık kullanılan ve anlık gaz pompası ile ölçülmüş kimyasallar olan Etil asetat ve n-Hekzan maruziyet değerleri kıyaslanmıştır. B1 ve C1 laboratuvarlarında (sırasıyla Şekil 4.3 ve 4.4) havadaki Etil asetat konsantrasyonları yüksek çıkmıştır.



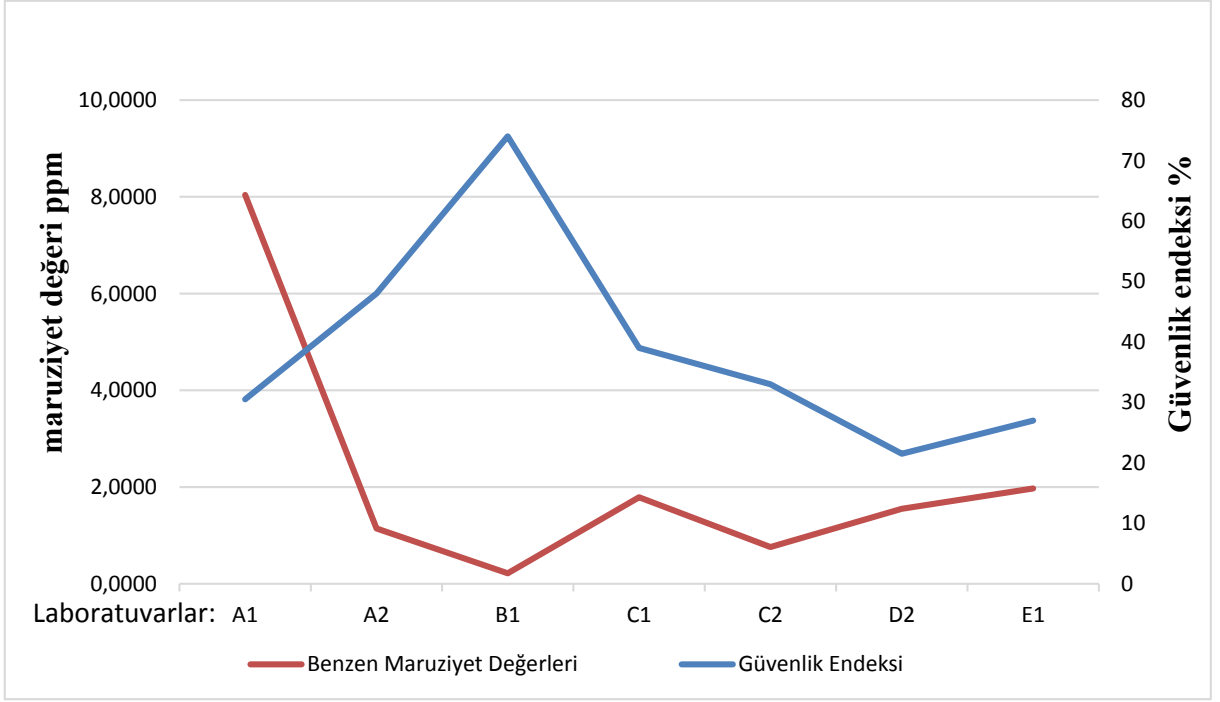
**Resim 4.3. B Üniversitesi**



**Resim 4.4. C Üniversitesi**

### **4.3. ELMERI GÜVENLİK ENDEKSİ VE ÇALIŞANLARIN MARUZİYET DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ**

ELMERI risk tespiti yöntemi içerisinde hijyen koşulları, havalandırma koşulları, güvenlik davranışları gibi önemli konuları barındıran gözlem ve izlem yöntemidir. Laboratuvar çalışanları ve/veya sorumluları laboratuvarın mevcut durumunu görmek ve iyileştirmek için kolaylıkla bu yöntemi kullanabilir. Tez kapsamında gidilen laboratuvarların ELMERI güvenlik endeksleri ve maruziyet değerleri karşılaştırıldığında aralarında bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir.



**Grafik 4.9. Araştırmaya Katılan Laboratuvarlarda ELMERI Güvenlik Endeksi ve Maruziyet Değerlerinin Karşılaştırması**

Grafik 4.9'da görüldüğü gibi maruziyet değerleri ile güvenlik endeksi arasında ters orantılı bir bağlantı olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat bu bağlantının ELMERI güvenlik endeksinin sadece hijyen koşulları ve güvenlik davranışları başlığı ile tutarlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle grafikte güvenlik endeksi hijyen koşulları ve güvenlik davranışları endekslerinin toplamını yansıtmaktadır.





## 5. TARTIŞMA

Tez kapsamında gidilen 5 ayrı üniversitede 9 farklı laboratuvarda yapılan incelemeler sonucunda, ELMERI risk tespiti yöntemi laboratuvar şartlarına göre revize edilmiş ve uygun hale getirilmiştir. Diğer yandan, bu laboratuvarlarda çalışanların uçucu organik bileşiklere maruziyeti ölçülmüştür. Laboratuvarların ELMERI güvenlik endeksi ve maruziyet değerleri sonucunda laboratuvarlarda alınacak önlemler belirlenerek önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma kapsamında yapılan ön incelemeler sonucunda laboratuvarlarda en çok karşılaşılan kimyasallar benzen, toluene, ksilen, etil benzene, hekzan, etil asetat olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada Takada ve ark. [36] 919 farklı araştırma laboratuvarında; en yaygın kullanılan çözücülerini tez çalışması kapsamında gidilen laboratuvarlarla benzer şekilde bulmuşlardır.

ELMERI yöntemi tez kapsamında revize edilerek laboratuvarlara uyumlaştırılmıştır. ELMERI yönteminin yararlı olabilmesi için doğru kullanılması gerekmektedir. Finlandiya'da bulunan Finnish İş Sağlığı Enstitüsü (Finnish Institute of Occupational Health) [37] ELMERI'yi uygularken uyulması gereken kuralları anlatan detaylı bir rehber yayınlamıştır. Örneğin, havalandırma ve hava kalitesi maruziyet değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle havalandırma koşulları güvenlik endeksi ve maruziyet değeri açısından önemli bir faktördür. Yau ve ark. [38] tarafından yapılan bir çalışmada laboratuvarlardaki hava akım hızı, nem, sıcaklık gibi değerler ölçülerek maruziyet değerleriyle kıyaslandığında benzer sonuç elde edilmiştir.

B üniversitesi özel bir üniversite olup çalışma koşullarının iyi olduğu ve İSG'ye verilen önemin etkileri göze çarpmıştır. B1 laboratuvarının ELMERI endeksi yüksek çıkmıştır. Ayrıca kimyasal maruziyet değerleri de düşük çıkmıştır. Kimyasalların sınıflandırılması, saklama koşulları ve etiketlenmesi, kimyasal atıkların sınıflandırılması konularında örnek bir laboratuvardır. Genel laboratuvar düzeni ve hijyen koşulları açısından herhangi bir eksiklik görülmemiştir. Kimyasal maruziyet açısından hiçbir çalışanın maruziyeti diğerini etkilememektedir. Her çalışanın kişisel, portatif havalandırması bulunmaktadır. Havalandırma koşullarının iyi olması ELMERI güvenlik endeksinin yüksek maruziyetin düşük çıkmasına neden olmuştur. Kanada'da Atmospheric Environment tarafından yayımlanan rehber göre [39] kış aylarında 96 evde yapılan araştırmada havalandırma koşulları ve havadaki formaldehit konsantrasyonu karşılaştırıldığında bu tez çalışması ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Laboratuvarlar detaylı olarak incelendiğinde, ELMERI risk değerlendirmesi sonuçları ve maruziyet değerleri arasındaki bağlantı görülmektedir. ELMERI risk değerlendirmesi kapsamında bakılan 7 ana başlıktan güvenlik davranışlarının ve hijyen koşullarının maruziyet değerlerini en çok etkileyen faktörler olduğu sonucuna varılmıştır.

B2 ve B1 laboratuvarları güvenlik endeksi değerleri açısından karşılaştırıldığında B2 laboratuvarında basınçlı tüplerin acil çıkış kapısı yanına konulmuş olması dikkat çekmiştir. Bu basınçlı tüplerden kaynaklı olası bir patlamada acil çıkış kapısının kullanılamayacağı anlamına gelmektedir. B2 laboratuvarında ELMERI güvenlik endeksinin düşmesine sebep olan bu faktörün maruziyet değerini etkileyen bir etken olmadığı iki laboratuvar arasında maruziyet değerleri arasında fark olmaması ile açıklanabilir.

Diğer bir konu ise laboratuvarlarda İSG kültürünün varlığının maruziyet değerine etkisidir. OSHA'nın 2000-2007 yılları arasında yaptığı araştırmaya göre [40] her yıl düzenli olarak yapılan iş güvenliği eğitimleri sonucu ölüm, yaralanma ve hastalık oranlarında düşüş gözlenmiştir. Gidilen laboratuvarlarda da aynı etkiyi görebilmek için A1 ve A2 laboratuvarının maruziyet değerleri arasında karşılaştırma yapılabilir. Bu iki laboratuvar havalandırma koşulları, laboratuvarında kullanılan teknolojiler ve kullanılan kimyasallar açısından benzer olmasına rağmen, maruziyet değeri açısından farklılık göstermektedir. A2 laboratuvarında maruziyet değerleri sınır değer altında iken A1 laboratuvarında çok yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu durumdan havalandırma ve hijyen koşullarının iyi olmasının yeterli olmadığı, güvenlik davranışları ve İSG kültürünün olması gerektiği sonucuna varılabilir.

Bu tez çalışması ile oluşturulan ve laboratuvarlar için uygun hale getirilen ELMERI risk tespiti yöntemi kullanılarak laboratuvarların güvenlik endeksi değerleri ile maruziyet değerleri arasında ters orantı olduğu sonucuna varılabilmektedir. Dolayısı ile laboratuvarlar bu yöntem ile aynı zamanda çalışanların maruziyet durumu hakkında yorum yapabileceklerdir. Çin’de Yau ve ark. [41] tarafından yapılan bir araştırma projesi kapsamında 1500 çalışanı olan bir işyerinin 7 farklı departmanında 24 hafta boyunca haftalık izlemler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda herbir departmanın güvenlik endeksinde ilk 5 hafta içerisinde %20 oranında artış görülmüştür. Güvenlik endeksinde düşüş tespit eden laboratuvarlar maruziyet değerlerinde artış olduğu sonucuna varabileceklerdir ve gerekli ölçümleri yaptırarak önlem alabileceklerdir.



## 6. SONUÇ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Bu tez çalışması kapsamında üniversite kimya laboratuvarlarında çalışanların uçucu organik bileşiklere maruziyetini tespit etmek amacı ile ölçümler yapılmıştır. Beş farklı üniversitede gerçekleştirilen ölçümler neticesinde bu alanda çalışanların genel durumu hakkında bilgi vermek amaçlanmaktadır. Ayrıca, her bir üniversitede seçilen laboratuvarlarda ELMERI Yöntemi kullanılarak laboratuvarların güvenlik indeksi hesaplanmıştır. Laboratuvarlarda çalışanlar bu yöntem hakkında bilgilendirilerek, bu yöntemi kullanarak iyileştirme çalışmaları yapmaları için desteklenmiştir.

Ölçüm yapılacak laboratuvarlarda ön inceleme işlemi sırasında çalışanlara gerekli bilgiler sorulmuş olup bu cevaplar ışığında bir yol izlenmiştir. Laboratuvarlarda yapılan incelemeler sonucunda paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Ön inceleme sonucunda ölçüm noktaları belirlenmiştir. Ölçüm sonrasında yapılan analiz sonuçları değerlendirilmiş ve yapılan risk değerlendirmesi ile ilişkilendirilerek çözüm önerileri sunulmuştur.

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'e göre kişisel maruziyet ve ortam ölçümleri sonucunda uçucu organik bileşiklerin maruziyet sınır değerlerinin üzerinde çıkan laboratuvarların önlem alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. ELMERI Güvenlik endeksinin düşük olan laboratuvar çalışanlarının İSG ve güvenlik kültürü konularında eksikliklerinin olduğu, laboratuvar şartlarının yeterli seviyede olmadığı ve bu konularda gerekli önlemlerin alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Diğer yandan, elde edilen veriler ışığında ELMERI güvenlik endeksi ve maruziyet değerlerine bakıldığında, sonuçları etkileyen diğer bir faktörün İSG ve laboratuvar güvenliği ile ilgili yöntem ve önlemlerin alınmasında üniversitelere bu konuda ayrılan bütçenin farklılığı göze çarpmaktadır. Bu bütçe ile gerek İSG hizmetleri gerekse laboratuvarın fiziki şartlarının iyileştirilmesi konuları karşılanabilir.

Üniversitelerin kimya laboratuvarlarında çalışanların maruz kaldığı kimyasalların ölçülmesi ve risklerin tespiti konulu bu tez çalışmasının ileride yapılacak çalışmalara referans olacağı düşünülmektedir. Dinamik bir çalışma ortamı olan laboratuvarlarda iyi bir performans izleme yöntemi olan Laboratuvarlarda ELMERI Risk Tespiti (EK 1) tez kapsamında oluşturulmuş olup tüm kimya laboratuvarları tarafından kullanılabilir. Bu tez çalışması ışığında, laboratuvar sayısının artırılması ve laboratuvarlarda kullanılan kimyasal çeşitliliğini karşılayacak şekilde maruziyet ölçümleri yapılması sağlanabilir.

Bu sonuçlar çerçevesinde üniversitelerin kimya laboratuvarlarında yönetime ve laboratuvarında çalışanlara sunulacak önlem ve öneriler iki farklı başlıkta verilmiştir.

Laboratuvarında çalışan akademik personel ve öğrenciler için öneriler aşağıdaki gibidir:

- Laboratuvar içerisinde kaza önleme alışkanlıklarının uygulanması ve geliştirilmesi gerekmektedir.
- Sadece deneyleri icra ederken değil, laboratuvara girildiği andan itibaren kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır. Koruyucu gözlük değil sıçramayı önleyici gözlük kullanılmalı ve laboratuvarlarda kontak lens kullanılmamalıdır.
- Deneylerde sonuç elde edilebilecek mümkün olan en az miktarda kimyasalla çalışılmalıdır. Eğer mümkünse, tehlikeli olan madde daha az tehlikeli madde ile değiştirilmelidir.
- Üzerinde çalışılan kimyasalların karakterine ek olarak, deneylerin reaksiyonları, açığa çıkan veya çıkabilecek ara ve yan ürünlerin özellikleri de bilinmelidir. Kullanılan tüm kimyasalların Güvenlik Bilgi Formları laboratuvarlarda ve kolay ulaşılabilir olmalıdır.
- Deneylerde kullanılacak kimyasalların çeşidinde veya miktarında bir değişiklik yapılacaksa bu durum sorumlulara bildirilmelidir.
- Laboratuvara gelen herhangi bir ziyaretçi veya misafirin girdiği andan itibaren gözlük giymesine ve güvenli davranışlar içerisinde olmasına dikkat edilmelidir.
- Çalışmaya ara verildiğinde eller yıkanmalı ve önlükler diğer kıyafetlerden ayrı olarak yıkanmalıdır.
- Mümkünse laboratuvarında yalnız çalışılmamalıdır. Laboratuvarlarda kesinlikle yemek, içmek, sakız çiğnemek, sigara içmek, kozmetik ürünleri kullanmak ve bu sayılanları muhafaza etmek yasaklanmalıdır.

- Cam malzeme veya kimyasal taşırken takılma ve düşmelerde kişi taşıdığı kimyasalı uzağa fırlatarak düştüğünden emin olmalıdır. Kimyasallar ve deney düzenekleri normalde çalışılan alanlardan uzak olmalıdır. Tekrar eden işlemlerde ergonomik rahatsızlıklara sebep olacak duruş ve pozisyonlardan kaçınılmalı ve çalışma alanları buna göre düzenlenmelidir.
- Kullanılmış cam malzemeler ve kimyasallar hemen temizlenmeli veya atılmalıdır.

Üniversite laboratuvarlarında öğretim üyesi ve/veya laboratuvar sorumlusu olarak görev yapan veya yönetimde görev alan çalışanlar için aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Yönetimde görev alan çalışanlar laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği ve laboratuvar güvenliğinin iyileştirilmesi için ayrılan bütçeyi artırmak için çalışmalar yapmalıdır.
- Laboratuvarlarda yönetimde yer alan kişiler sık sık toplantı düzenleyerek, potansiyel sağlık, güvenlik ve çevresel problemleri gözden geçirmelidir. Çalışanları başlamadan önce ilgili kimyasalların MSDS'leri ile ilgili bilgilendirmeli, haberli ve habersiz laboratuvarı kontrol etmelidir.
- Etkili kaza-önleme programları oluşturmak, kaza önleme programlarına laboratuvarda çalışan herkesin katılımını sağlamak, çalışanları bilinçlendirmek laboratuvar yöneticisinin sorumluluğu altındadır.
- Yöneticiler laboratuvarlarda Kimyasal Hijyen Planı oluşturmalıdır ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamalıdır.
- Disiplini sağlamak, düzenli sıklıkta güvenlik ve boşaltma tatbikatları yapmak laboratuvar yöneticilerinin diğer görevleri arasındadır.
- Kaza önleme ile ilgili yayınları ve gelişmeleri takip etmek dinamik bir çalışma ortamı olan laboratuvarlarda yöneticilerin gelişen teknoloji ve önlemleri uygulaması açısından yararlı olacaktır.



- Yöneticiler tüm kazaların ve ramak kalaların sebepleri ve sonuçları ile rapor edilmesini, düzeltici ve önleyici faaliyetlerde bulunulmasını sağlaması gerekmektedir. Bu durum her laboratuvarın kaza geçmişinin ve olası tehlikeli ve acil durumlarının gözlemlenebilmesini sağlayacaktır.
- Kullanılan kimyasallara ve çalışılan ortamlara uygun KKD kullanımını sağlamalıdır. İlk yardım ve yangın konuları ile ilgili gruplar oluşturmalı ve bu konularda eğitim verilmesi sağlanmalıdır.
- Kimyasalları sınıflandırmak ve sınıflarına göre depolamak olası patlama ve yangınları engelleyebilecektir. Acil durumlarda aranması gereken telefon numaralarını çalışanların görebileceği yerlere asmak kazaların daha hafif atlatılmasını sağlayacaktır.
- Bir laboratuvarda en fazla kaç kişinin çalışabileceği; laboratuvarın çeker ocak sayısı, kişi başına düşen hava miktarı, düzen ve temizlik konuları dikkate alınarak belirlenmelidir. Belirlenen bu sayıdan daha fazla çalışan almamak kimyasal maruziyet değerini ve diğer tehlikeli durumların azalmasını sağlayacaktır.
- Üniversitelerin kimya laboratuvarlarında kullanılan kimyasal çeşitliliğinin çok fazla olması ve çalışanların çalışma saatlerinin uzun olması göz önüne alınarak maruziyet ölçümlerine önem verilmesi gerekmektedir. Laboratuvarlar tez kapsamında yapılan ölçüm parametrelerini genişleterek bu konuda hizmet alımı yapmalıdır.
- Çalışanların sağlık kontrollerinin düzenli olarak yaptırılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Laboratuvar Güvenliği, Sayfa: 4, Osmaniye, 2015.
- [2] Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH, School Chemistry Laboratory Safety Guide, Sayfa: 10.
- [3] University of California Riverside, Department of Chemistry, Laboratory Safety Manual.
- [4] European Agency for Safety and Health at Work, Checklist for the prevention of accidents in laboratories, Sayfa 4-5.
- [5] Erat M. İş sağlığı ve Güvenliği, Kimyasal Risk etmenleri, 2014.
- [6] Coşkunes F.I., İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Kanserojen Kimyasal Maddeler Ve İş Sağlığı Ve Güvenliği, Sayfa: 12, 2008.
- [7] International Labour Organization (ILO), Basics of Chemical Safety, Identification, Classification and Labelling Of Chemicals.
- [8] [http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-kimyasal\\_depolama\\_rehberi.pdf](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG7-kimyasal_depolama_rehberi.pdf)  
(Erişim Tarihi: Ekim 2015).
- [9] S. Demir, Tehlikeli Kimyasal Maddelerin İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetimi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, s.10., İstanbul, 2010.
- [10] NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) - Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü, School Chemistry Laboratory Safety Guide, 2006.
- [11] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik.
- [12] Taşyürek, M., İş Hijyeni ve Kimyasal Etkenler, Sayfa: 31, 2004.
- [13] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitü Başkanlığı, Meslek Hastalıkları Rehberi, Ankara, 2011.
- [14] Trakya Üniversitesi, Toksikoloji Rehberi, 2008.
- [15] Smith AG, Albers JW., N-hexane neuropathy due to rubber cement sniffing, Muscle and Nerve Dergisi, 1997.

- [16] Cantürk, İ., Özkan A., Ayakkabı yapıcılarında N-hekzan nöropatisinin klinik ve elektrofizyolojik özellikleri, Göztepe Tıp Dergisi, 2010.
- [17] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Dam%C4%B1tma> (Erişim Tarihi: 2010).
- [18] <http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2007/October/ClassicKitBunsenBurner.asp> (Erişim Tarihi: Ekim 2012).
- [19] <http://store.clarksonlab.com/H3400-HS07-2.aspx> (Erişim Tarihi: Ekim 2014).
- [20] Marmara üni fen edebiyat fakültesi organik kimya laboratuvarı İstanbul 2014.
- [21] <http://slideplayer.biz.tr/slide/2719231/> (Erişim Tarihi: Ekim 2013).
- [22] [https://en.wikipedia.org/wiki/Thin-layer\\_chromatography](https://en.wikipedia.org/wiki/Thin-layer_chromatography) (Erişim Tarihi: Ekim 2010).
- [23] Ankara üniversitesi kimya mühendisliği, laboratuvar el kitabı, 2013.
- [24] Marmara üni fen edebiyat fakültesi, Organik kimya laboratuvarı, İstanbul, 2014.
- [25] <http://www.turkmmo.com/fizik-kimya/1683928-gaz-kromotografisi.html> (Erişim Tarihi: Ekim 2015).
- [26] Marmara üni fen edebiyat fakültesi, Organik kimya laboratuvarı, İstanbul, 2014.
- [27] Sjoberg L., Moen B., Explaining Risk Perception, An Evoluation of the Psychometric Paradigm in Risk Perception Research, 2004.
- [28] Orhan D., Risk Yönetimi ve Değerlendirmesi, Sayfa: 5, 2014 (Erişim Tarihi: Ekim 2014).
- [29] <http://www.is-sagligi-ve-guvenligi.com/makaleler/riskdegerlendirme/158-riskalgisi-nedir.html>. (Erişim Tarihi: 26 Kasım 2011).
- [30] [www.3tonline.fi/elmeri-method](http://www.3tonline.fi/elmeri-method), (Erişim Tarihi: Ocak 2016).

- [31] Scientific Computing Ltd., ELMERI User's Guide <http://www.nic.funet.fi/index/elmer/doc/old/OldElmerTutorial.pdf> (Erişim Tarihi: Aralık 2015).
- [32] NIOSH 1501, Hydrocarbons, Aromatic (Aromatik Hidrokarbonlar), 2013.
- [33] <http://okanongan.blogspot.com.tr/2015/01/hplc-yukse-performans-sivi.html>. (Erişim Tarihi: Ekim 2013).
- [34] <http://euro-gasman.com/index.php/kitagawa-gas-detector-tube-how-it-works/> (Erişim Tarihi: Ekim 2015).
- [35] ASTM D4490-96, Standard Practice for Measuring the Concentration of Toxic Gases or Vapors Using Detector Tubes (Renk Karşılaştırma Metodu ile Gaz ve Buhar Konsantrasyonu), 2011.
- [36] Takada S., Chemical Exposures in Research Laboratories in a University, Industrial Health, Sayfa: 46. 2008.
- [37] Finnish Institute of Occupational Health, Environmental, Hygiene And Safety Manual Of Practice, Sayfa: 35, 2010.
- [38] Yau Y.H. , B.T. Chew, A.Z.A. Saifullah, Studies on the indoor air quality of Pharmaceutical Laboratories in Malaysia, International Journal of Sustainable Built Environment, Sayfa 110-124, 2012.
- [39] Air change rate and concentration of formaldehyde in residential indoor air, Atmospheric Environment, Cilt 42, Sayfa 2424–2428. Kanada, Mart 2008.
- [40] <https://www.osha.gov/> (Erişim Tarihi: 2015).
- [41] Yau Y.H., Studies on the indoor air quality of Pharmaceutical Laboratories in Malaysia, International Journal of Sustainable Built Environment, Sayfa: 110–124, 2012.



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

SOYADI, adı : KARABULUT, Meryem  
Doğum tarihi ve yeri : 1.11.1984/Adana  
E-Posta : [meryem.karabulut@csgb.gov.tr](mailto:meryem.karabulut@csgb.gov.tr)



### Eğitim

Derece	Okul	Mezuniyet tarihi
Y. Lisans	ODTÜ / Kimya Bölümü	2011
Lisans	ODTÜ / Kimya Bölümü	2008
Lise	Adana Ticaret Odası Anadolu Lisesi	2002

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012- (Halen)	Çalış. ve Sos. Güv. Bak.	İş Sağlığı ve Güvenliği Uzm. Yrd.

### Yabancı Dil

İngilizce (KPDS-2015: 80)

### Yayımlar

Karabulut M., Babaarslan E., Karadoğan E.T., Ertekin İ., “İşyeri Ortamında Nanomalzeme Maruziyetinin Belirlenmesi”, 7. Uluslararası İSG Konferansı, İstanbul, Türkiye, 5-7 Mayıs 2014

### Mesleki İlgi Alanları

Uçucu Organik Bileşikler, Nanoteknoloji

### Hobiler

Kitap okuma


## **EKLER**

**EK-1**  
**LABORATUVARLARDA ELMERİ RİSK TESPİTİ**

Konu Başlıkları	Doğru	Toplam	Yanlış	Toplam	Gözlem	Açıklama	% Skor
<b>GÜVENLİK DAVRANIŞLARI</b>							
• KKD kullanımı							
• Çalışma saatleri ve molalar							
• KKD'lerin CE işaretleri							
• Kimyasalların Güvenlik Bilgi Formları							
• Kimyasalların etiketlenmesi							
• Kimyasalların saklama koşulları							
• Kimyasalların yerleştirildiği rafların yüksekliği							
• Depolardaki kimyasalların listesi							
• Gaz dedektörleri							
<b>DÜZEN VE DAVRANIŞLAR</b>							
• Depolama							
• Basınçlı tüplerin yerleşimi							
• Kimyasal atıkların bertarafı							
• Kimyasal atıkların sınıflandırılması							
• Kimyasalların sınıflandırılması							
• Eğitim ve Bilgilendirme							
• Yeme içme alanı							
• Ofis alanı							
• Raf ve dolapların yerleşimi							



• Çeker ocakların bakımı							
• Tek kullanımlık gereçler							
<b>HİJYEN KOŞULLARI</b>							
• Havalandırma							
• Çalışan sayısı ve çalışılan alan							
• Üretim alanı ve ofis alanı ayrımı							
• Ortamın sıcaklık, nem, basınç kontrolü							
<b>KİMYASALLAR</b>							
• Aromatik Hidrokarbon							
• Alifatik Hidrokarbon							
• Asit							
• Amonyak							
• Gürültü							
<b>ERGONOMİ</b>							
• Kas İskelet sistemi rahatsızlıkları							
• Çalışma ortamı tasarımı ve çalışma duruşu							
• Sandalyelerin tasarımı							
<b>ZEMİN VE GEÇİŞ YOLLARI</b>							
• Zemin ve Geçiş yollarının yapısı							
• Keskin uçlu köşeler							
• Geçiş yollarındaki engeller							

• Kabloların düşme ve takılmaya etkisi							
<b>ACİL DURUM VE İLK YARDIM</b>							
• Acil Eylem Planı							
• Yangın çıkışı							
• Yangın Söndürücüler							
• İlk yardım kiti							
• Vücut ve Göz duşu							
• Eğitimler							
• Acil Durum ekibi							
• İşaret ve Levhalar							
• Acil Durum İletişim Telefon numaraları							
• Yangın merdivenlerinde ışıklandırma							
• Elektrik Panosu							
• Gaz kesme vanası							
	Toplam:		Toplam:				
$\text{ELMERI İndexi} = \frac{\text{Doğru}}{\text{Doğru} + \text{Yanlış}} \times 100$			 $4/8 \times 100 = \%50$				

## EK 2 KİMYASAL HİJYEN PLANI BROŞÜRÜ

"Her başarılı insanın  
bir planı, her  
başarısız insanın bir  
mazereti vardır."

"Fuchtersleben"



KİMYASAL HİJYEN PLANI çalışma ortamındaki kimyasallardan kaynaklanan tehlikeleri önlemek amacı ile hazırlanmış laboratuvar prensiplerini, prosedürleri ve sorumlulukları içeren dökümanlar bütünüdür.<sup>1</sup>

OSHA'nın yayınladığı "Laboratuvarlarda tehlikeli kimyasallara mesleki maruziyet" standartına göre her laboratuvarın teknik elemanı, akademik personeli ve öğrencileri kapsayacak bir KİMYASAL HİJYEN PLANI olmalıdır.

<sup>1</sup> OSHA, Occupational Exposure to Hazardous Chemicals L In Laboratories

KİMYA  
LABORATUVARLARINDA  
HİJYEN PLANI

## NELERİ KAPSAR?

**1. Bölüm:** Laboratuvar güvenliği personelinin görev ve sorumluluklarını içerir. Laboratuvarda çalışan tüm personel listede yer almalıdır.

**2. Bölüm:** Laboratuvarda devam eden proseslerin yapıldığı yerlerin, kullanılan cihazların ve ofislerin şemasını içermelidir.

**3. Bölüm:** Laboratuvarların kullanımı, tehlikeli kimyasalların depolanması gibi üniversitedeki üst yönetimin belirlediği kuralları içermelidir. Buna ek olarak, laboratuvar özelinde belirlenen diğer kuralları da içerebilir.

**4. Bölüm:** Kimyasal hijyen planının en önemli bölümüdür. Laboratuvarın tehlikeli kimyasalları içeren her bir proses için belirlediği özel güvenlik prosedürlerini içerir. İki bölüme ayrılır:

**4.1. Prosedür Formu:** Hangi tip prosedürlerin ön onay olması gerektiği; tehlikeli kimyasal içeren prosedürleri; prosedürün kısa bir tanımını; yanma, düşme, kayma gibi diğer tehlikeleri; patlamadan korunma önlemlerini; yönetim tarafından alınan önlemleri; atıkların depolanması ve bertarafı gibi konuları içerir.

**4.2. Görev Tablosu:** Yapılan her bir işlem için olası tehlikeleri ve buna karşılık alınması gereken önlemleri içeren tablodur.

**5. Bölüm:** Her çalışan için tamamlanması gereken oryantasyon eğitimlerini içeren kontrol listesini içerir. Tamamlanan bu doküman yönetici tarafından imzalanır ve saklanır.

**6. Bölüm:** Laboratuvarda yapılan çalışmalara özel eğitimleri içeren bölümdür. Tehlikeli kimyasallar eğitimi, basınçlı gazların taşınması ve bağlanması eğitimi, özel prosedürlü deneyler için alınan eğitimler bunlara örnek olarak verilebilir.

**7. Bölüm:** Yönetimin onayından geçmesi gereken her bir prosese başlamadan önce çalışanın imzalatması gereken formların bulunduğu bölümdür.

**8. Bölüm:** MSDS'lerin nerede bulunduğunu içerir. Buna ek olarak, özel önlemler alınması gereken kimyasalların nerede, nasıl ve hangi miktarlarda depolanması gerektiği ile ilgili bilgileri içerir.

**9. Bölüm:** Maruziyet ölçümlerinin tanımlandığı ve ölçüm sonuçlarının yer aldığı yeri belirten bölümdür.

**10. Bölüm:** Kimyasal Hijyen planını oluştururken kullanılan tüm kaynakçanın sıralandığı opsiyonel fakat önerilen bir bölümdür.