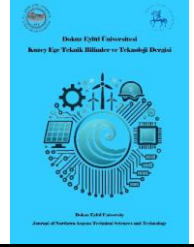




Kuzey Ege Teknik Bilimler ve Teknoloji Dergisi
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ketbt>



Kimyasal Maddelerin Tehlikeleri ve İş Güvenliği Üzerindeki Etkileri

Meral ÇAKAR^{a,*}

^a*İş Sağlığı ve Güvenliği Prg., Meslek Yüksekokulu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0002-7227-4583*

ÖZET

Kimya endüstrisi, geniş ürün yelpazesi ve karmaşık süreçleri ile dünyanın en büyük sanayi kollarından biridir. Sanayileşmenin artması ve üretim teknolojilerindeki gelişmeler kimya sektörünü olumlu etkilerken, kimyasal ürünlere olan talep de yükselmiş ve çeşitlilik artmıştır. Bu durum, kimyasal maddelerin üretimi, depolanması ve taşınması sırasında insan ve çevre sağlığı açısından çeşitli riskleri beraberinde getirmiştir. Kimya sektöründe üretilen ürünlerin yalnızca %30'u doğrudan tüketiciye ulaşırken, %70'i alt sektörlere hammadde olarak sağlanmaktadır. Yıllık yaklaşık 400 milyon ton kimyasal maddenin üretildiği ve dünya genelinde 7 milyona yakın kimyasalın kullanıldığı düşünüldüğünde, bu maddelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında bilinenlerin sınırlı olduğu göze çarpmaktadır. Güvenli bir çalışma ortamının sağlanması için kimyasalların çevre ve insan üzerindeki etkilerinin ayrıntılı olarak bilinmesi gerekmektedir. Sektördeki iş kazaları ve meslek hastalıklarının nedenleri arasında ekonomik faktörler, kullanılan ekipmanlar, iş planlaması, çevresel etkiler ve insan faktörü öne çıkmaktadır. Bu çalışmada kimyasal maddeler iş güvenliği açısından ele alınarak sektördeki tehlikeler ve bu tehlikelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği, Kimyasal maddeler, Kimyasal Riskler, İş Kazası.

Hazards of Chemical Substances and Their Effects on Occupational Safety

Meral ÇAKAR^{a,*}

^a*Occupational Health and Safety Program, Maltepe University, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0002-7227-4583*

ABSTRACT

The chemical industry is one of the world's largest industrial sectors, comprising a wide range of products and complex processes. With increasing industrialization and advancements in production technologies, the demand for chemical products has risen, leading to greater product diversity. Consequently, the production, storage, and transportation of these chemicals pose significant risks to human health and the environment. While only 30% of the chemicals produced are delivered directly to consumers, 70% serve as raw materials in various sub-sectors. Annually, approximately 400 million tons of chemicals are produced, with nearly seven million known chemicals in global use; however, knowledge about their effects on human health remains limited. Ensuring a safe working environment requires a thorough understanding of the potential impacts of chemicals on both human health and the environment. Workplace accidents and occupational diseases in the chemical sector are primarily attributed to economic factors, equipment used, work planning, environmental influences, and human factors. This study evaluates the chemical substances used in the industry from an occupational safety perspective, focusing on sector-specific hazards and their impact on health.

Keywords: Occupational Safety, Chemical substances, Chemical Risks, Occupational Accident.

1. Giriş

Kimya sektörü, diğer sektörlere sağladığı girdiler ve ülkelerin ekonomik kalkınmasına olan katkılarıyla öne çıkan temel endüstrilerden biridir. 19. yüzyılda hızla artan dünya nüfusu, beslenme, barınma, giyim ve sağlık gibi temel ihtiyaçlara yönelik sorunların çözümünde kimya sektörünün gelişimine zemin hazırlamıştır. Osmanlı döneminde sınırlı tesislerde yalnızca barut, sabun ve temizlik ürünleri üretilirken, Cumhuriyet'in ilanı sonrası sektörde yaşanan büyümeyle birlikte patlayıcılar, tıbbi ve tarımsal kimyasallar, deterjanlar, matbaa mürekkepleri ve tekstil boya ları gibi geniş bir ürün yelpazesi ortaya çıkmıştır.

1950'lerde kimya sanayisinin büyümesi hız kazanmış, 1960-1980 yılları arasında ise petrokimya, organik ve inorganik kimyasallar ile gübre üretimi gibi yüksek yatırım gerektiren alanlara yönelinmiştir. 1980'lerden sonra ihracata dayalı bir yapıya dönüşen sektör, günümüzdeki modern gelişmişlik düzeyine ulaşmıştır. Bu süreçte, başta otomotiv ve tekstil olmak üzere birçok sektöre kimyasal girdi sağlanarak sektörün ekonomik değeri artırılmıştır. Türkiye'de kimya sanayisi büyük ölçüde Marmara Bölgesi'nde İstanbul, Kocaeli ve Sakarya; Ege Bölgesi'nde İzmir, Akdeniz Bölgesi'nde ise soda, gübre ve petrol ürünleri fabrikalarının yoğunlaştığı bir yapıya sahiptir. Ayrıca Karadeniz Bölgesi'nde gübre üretimi öne çıkmaktadır. Tarım, sağlık, tekstil, kozmetik, gıda, ambalaj ve otomotiv gibi farklı alanlarda geniş bir ürün yelpazesi sunan sektör, bu bağlamda çok çeşitli ekonomik ve sosyal ihtiyaçlara hizmet etmektedir. Kimya sektörü; tarım için gübreler ve pestisitler, sağlık sektörü için ilaçlar, tekstil sektörü için boyar maddeler ve sentetik elyaflar, kozmetik sektörü için sabunlar ve bakım ürünleri, gıda sektörü için yapay tatlandırıcılar ve aroma maddeleri, ambalaj sektörü için plastikler ve yardımcı kimyasallar ve otomotiv sektörü için sentetik kauçuk gibi geniş bir yelpazede ürün sağlamaktadır. Bu bağlamda sektörün birçok farklı alana hizmet verdiği söylenebilir [1].

Ancak kimya sektöründe iş kazaları ve meslek hastalıkları, genellikle çalışma koşulları, kullanılan ekipmanlar, iş planlaması, çevresel faktörler ve insan hatalarından kaynaklanmaktadır [2]. Bu durum, çalışanlar için güvenli bir çalışma ortamı oluşturma gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk analizi, tehlikelerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve önleyici tedbirlerin alınması açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle karmaşık süreçlere sahip kimya sektöründe, Hata Türü ve Etki Analizi (FMEA) gibi sistematik yöntemler, risklerin değerlendirilmesi ve yönetilmesinde etkin araçlar olarak kullanılmaktadır [3]. Son yıllarda teknoloji gelişimi ve ülkelerin işçi sağlığı ile can güvenliğine verdiği önem, iş kazaları ve meslek hastalıklarının azalmasına katkı sağlamıştır [4]. Bu çalışmada kimyasal maddeler iş güvenliği açısından ele alınmış, önemli İSG tehlikeleri değerlendirilmiş ve alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur.

2. İş Sağlığı ve Güvenliği: Kavramsal Çerçeve, Mevzuat ve Kimyasal Maddelerle İlgili Riskler

İş sağlığı, genel anlamda çalışma ortamı ile sağlık arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. Bu disiplinin tıbbi boyutu, çalışanların sağlığını koruma, iş kazası geçiren veya meslek hastalığına yakalananların iyileştirme süreçlerini kapsarken; teknik boyutu ise çalışma ortamında sağlığı etkileyebilecek faktörlerin tespiti ve bu faktörlerin kontrol altına alınması ile ilgili uygulamalardan oluşmaktadır. Bu bağlamda iş sağlığı hem tıbbi hem de teknik uygulamaları içeren geniş bir kavram olarak değerlendirilebilir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) iş sağlığını, çalışanların bedensel, ruhsal ve sosyal yönden iyilik hallerinin korunması, sürdürülmesi ve geliştirilmesi olarak tanımlamaktadır. Bu tanıma göre iş sağlığı, çalışma şartlarının olumsuz etkilerini bertaraf etmeyi ve iş ile çalışan arasında uyum sağlamayı hedefleyen bir tıp disiplini olarak da ifade edilebilir [5].

İş güvenliği ise, işverenin çalışanlarını çalışma ortamında karşılaşılabilecekleri risklere karşı koruyabilmesi için alması gereken tüm önlemleri kapsamaktadır. Güvenlik kavramı, çalışanların çalışma ortamından veya çevresinden gelebilecek risklere karşı önceden alınmış tedbirleri ifade eder. Hukuki açıdan ise iş güvenliği, işin yürütümü sırasında çalışanın maruz kalacağı riskleri ortadan kaldırma veya minimuma indirme konusunda işverenin sorumluluklarını düzenleyen bir kurallar

bütünüdür [5]. İş Sağlığı ve Güvenliği'nin (İSG) üç temel amacı vardır: çalışanları korumak, üretimin devamlılığını sağlamak ve işletme güvenliğini sağlamak. Bu amaç, çalışanların bedensel ve ruhsal sağlığını korumanın yanı sıra iş yerinde ortaya çıkabilecek risklerin önlenmesini de içermektedir [6]. İSG, çalışanlar için güvenli bir çalışma ortamı sunmayı amaçlar ve onları iş yeri kaynaklı sağlık sorunları, yaralanmalar ve meslek hastalıklarından korur. Sağlıklı ve güvenli bir ortam sağlamak, iş hayatında sürdürülebilirliği destekler. Bu nedenle, çalışanlar için bu ortamın sağlanması ve iş kazalarının önlenmesi adına çeşitli yasal düzenlemeler getirilmiş ve getirilmeye devam etmektedir [7]. İş sağlığı ve güvenliği alanında mevzuat değişikliklerinin yanı sıra, çalışanların sağlıklı bir iş yaşamına sahip olabilmeleri için de çeşitli araştırmalar yapılmıştır. 17. yüzyılda Vauban ve 18. yüzyılda Belidor, ağır işlerin insanları yıpratmasını ve mesleğe özgü rahatsızlıklara neden olduğunu belirterek, iş verimliliğinin artırılmasının bu tür sorunların ortadan kaldırılması ile mümkün olabileceğine dikkat çekmişlerdir. 19. yüzyılın başlarında Vaucanson ve Jacquard ise endüstride çalışanları yıpratıcı işlerin azaltılması ve güvenliğin sağlanabilmesi için otomatik sistemlerin geliştirilmesine duyulan ihtiyacı ifade etmişlerdir. Aynı dönemde, Tissot ise mesleki hastalıkların teşhis ve tedavisi için hastanelerde özel bölümlerin kurulmasını önermiştir [8].

Endüstride teknoloji sürekli gelişse de üretimin temel unsuru hala insandır. Bu nedenle, iş kazaları ve meslek hastalıkları, iş hayatının kaçınılmaz gerçekleri arasında yer almaktadır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre iş kazası, işyerinde veya iş gereklilikleri nedeniyle meydana gelen, ölümle sonuçlanan veya bedensel hasara sebep olan olay olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (ILO) göre iş kazası, önceden planlanmamış, belirli zararlara ve yaralanmalara sebebiyet veren bir olay iken, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise iş kazasını, kişisel yaralanmalara, makine ve ekipmanların zarar görmesine veya üretimin durmasına yol açan önceden planlanmamış bir olay olarak tanımlamaktadır. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Yasası'nın 13. maddesi ise iş kazasını, sigortalı çalışanın işveren tarafından yürütülen iş nedeniyle ya da kendi adına ve hesabına bağımsız çalışması sırasında, işverene bağlı işyeri dışında görevlendirildiği başka bir yerde, asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda, kadın çalışanın çocuğuna süt vermek için ayrılan sürelerde veya işveren tarafından sağlanan bir araçla işe gidip gelirken yaşadığı, çalışana doğrudan ya da sonradan bedenen veya ruhen etkileyen olay olarak tanımlanmaktadır [9]. Aynı kanunun 14. maddesi meslek hastalığını, sigortalının yaptığı işin niteliği nedeniyle sürekli veya tekrarlayıcı bir etkenle karşılaşması sonucu oluşan geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal engellilik hâlleri olarak tanımlanmaktadır. 6331 sayılı Kanunun 3. maddesine göre ise, çalışanın iş nedeniyle maruz kaldığı riskler sonucu ortaya çıkan hastalıklar meslek hastalığı olarak kabul edilmektedir. Ancak bir hastalığın meslek hastalığı olarak tanımlanabilmesi için çalışanın yaptığı iş ve iş ortamıyla doğrudan bir ilişkisi bulunmalıdır; eğer bu ilişki kurulamazsa, meslek hastalığından bahsedilemez [9]. Meslek hastalıkları, çalışanların tehlikeli etkenlerle ilk temasından itibaren bir hafta ile 30 yıl arasında ortaya çıkabilir. Sıklıkla rastlanmamakla birlikte, meslek hastalıkları iş ile ilgili gerekli önlemler alındığında tamamen önlenebilir nitelikte olması açısından iş sağlığı ve güvenliğinde büyük öneme sahiptir [10].

Kimyasal madde, "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkındaki Yönetmelik" kapsamında, saf halde bulunan, üretilen, üretim sürecinde kullanılan veya atık olarak ortaya çıkan; üretildiği veya piyasaya sunulduğu duruma bakılmaksızın tüm element, bileşik veya karışımları kapsayan bir terimdir [11]. Patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenir, kolay alevlenir, alevlenir, toksik, çok toksik, zararlı, aşındırıcı (korozif), tahriş edici, alerjik, kanserojen, mutajen ve çevre için toksik maddeler; kimyasal, fizikokimyasal veya toksikolojik özellikleri nedeniyle iş yerinde kullanıldıklarında işçilerin sağlık ve güvenliği için risk oluşturan tehlikeli maddeler olarak tanımlanır. Kimyasalların tehlikelerinden kaynaklanan riskleri kontrol altında tutabilmek, bu maddelerin özellikleri ile çevreye ve insan sağlığına olan zararlı etkilerinin iyi anlaşılmasına bağlıdır. Bu nedenle, ilgili yönetmelikte belirtilen kimyasal maddelere dair mesleki maruziyet sınır değerlerinin dikkate alınması önem taşımaktadır. Mesleki maruziyet sınır değeri, 8 saatlik bir çalışma süresi boyunca çalışanların maruz kalmasına izin verilen kimyasal madde konsantrasyonunun zaman ağırlıklı ortalama üst sınırını ifade etmektedir. Tehlikeli maddeler katı, sıvı ve gaz formlarında bulunabilir. Kimyasalların her bir formunun sağlığa olan etkileri incelenerek, konsantrasyonlarına göre sınıflandırılmaktadır. Kimyasal maddelerle çalışmalarda uyulması gereken sağlık ve güvenlik önlemlerini düzenleyen yönetmelik, kimyasalları şu kategorilere ayırmaktadır: Oksitleyici, Patlayıcı, Alevlenir, Kolay Alevlenir, Çok Kolay

Alevlenir, Zararlı, Toksik, Çok Toksik, Tahriş Edici, Aşındırıcı, Alerjik, Kanserojen, Mutajen, Üreme İçin Toksik ve Çevre İçin Tehlikeli [11].

Bu sınıflandırmada, öldürücü doz (LD50) ve öldürücü konsantrasyon (LC50) değerleri de en sık kullanılan ölçütlerden bazılarıdır.

Öldürücü Doz (LD50); Vücuda alınan katı ya da sıvı kimyasalların solunum dışındaki diğer yollarla, belirtilen koşullarda yüz deney hayvanına bir kez verilmesi durumunda ellisinin ölmesine sebebiyet veren dozdur. Öldürücü Konsantrasyon (LC50); Vücuda alınan katı ya da sıvı kimyasalların solunum dışındaki diğer yollarla, belirtilen koşullarda yüz deney hayvanına bir kez verilmesi durumunda ellisinin ölmesine sebebiyet veren konsantrasyon olarak tanımlanır. Avrupa Birliği kimyasallarda zararlı, toksik ve çok toksik olarak üç aşamalı bir toksik seviyesi belirlemişlerdir. Tehlikeli kimyasalların kabul gören sınıflandırılma biçimi aşağıdaki Tablo 1 ve Tablo 2'deki gibidir [11].

Tablo 1. Tehlikeli Kimyasalların Kabul Gören Sınıflandırma Biçimi

Sınıfı	Özellikleri
Sınıf 1	Patlayıcılar
Sınıf 2	Gazlar
Sınıf 3	Sıvılar
Sınıf 4	Katılar
Sınıf 5	Oksitleyici maddeler ve organik peroksitler
Sınıf 6	Toksik ve mikrop bulaştırıcı maddeler
Sınıf 7	Radyoaktif maddeler
Sınıf 8	Aşındırıcı (korozif) maddeler
Sınıf 9	Diğer tehlikeli maddeler

2.1 Kimyasalların Fiziksel Formları, Etkileşimleri ve Endüstriyel Riskleri

Kimyasallar hayatımızın her noktasında yer almaktadırlar. Günlük yaşantımızda kullandığımız sabunlar, deterjanlar, Covid-19 pandemi sürecinde sterilizasyonu sağlamak için kullanılan dezenfektan ürünlerin hepsi uygun dozlarda kullanıldığında fayda sağlarken fazla kullanıldığında sağlık üzerinde zararlı etki yaratan maddeler olarak karşımıza çıkmaktadır [12]. Kimyasalların vücuda zararlı etkileri, maddenin cinsi, maruziyetin şiddeti ve süresi, maruz kalan kişinin kişisel hassasiyeti, yaş ve cinsiyet gibi faktörlere bağlı olarak üç veya daha fazla yoluyla ortaya çıkar. Solunum yoluyla, deri emilimi yoluyla, sindirim yoluyla ve enjeksiyon yolu ile vücuda girebilirler. Böylece vücuda alınan tehlikeli maddeler dolaşım sistemine ulaşarak tüm vücuda nüfus ederek yalnız etki ettiği organa değil diğer organlara da etki edebilir hatta plasenta yolu ile anne karnındaki fetusu etkileyebilirler [13].

Kimyasallar birbirleri ile olan molekül içi ve moleküler arası etkileşimlerine bağlı olarak birbirlerinin etkilerini artırıcı ya da azaltıcı yönde hareket edebilirler. Fizyolojik açıdan bu etkileşimler 3'e ayrılmaktadır.

1. Bağımsız Etki: İki kimyasalın birbirleriyle bağımsız olarak etkileşime girmesine denir.

2. Sinerjik Etki: İki kimyasalın etkileşimleri sonucunda birbirlerine aynı yönde etkiye bulunmasına denir. Additif ve potansiyalizasyon etki olarak ikiye ayrılır.

Additif Etki: Vücuda giren iki kimyasalın toplam etkisi, her birinin tek başına verdiği toksik etkilerin toplamına eşittir.

Potansiyalizasyon Etkisi: Vücuda giren iki kimyasaldan birinin, diğer kimyasalın toksik etkisini artırarak daha güçlü bir etki oluşturması durumudur. Bu etki sonucunda, iki kimyasalın bir araya gelmesiyle ortaya çıkan toplam toksik etki, her bir kimyasalın tek başına gösterdiği etkiden daha fazla olmaktadır [10].

3. Antagonizma Etkisi: İki kimyasalın etkileşimleri sonucunda birbirlerini farklı yönde etkide bulunup birinin diğerinin zehir etkisini yok edecek şekilde etkilemesine denir. Kimyasalın zehir etkisini yok etmesine panzehir veya antidot denir [14].

Kimyasallar katı, sıvı ve gaz olarak üç farklı fiziksel forma sahiptir ancak çalışma ortamında çalışanlar kimyasalların katı, sıvı, gaz, buhar ve toz formlarıyla karşı karşıya kalmaktadırlar. Katı maddeler, çalışma ortamında çalışanların en az maruz kaldıkları formlardır. Vücuda sindirim yolu veya deri absorpsiyonu ile girerek çeşitli sağlık nedenlerine yol açabilir. Katı form maddenin diğer formlarına dönüşerek farklı riskler yaratacılığına sahiptir. Bunlar gaz, buhar ve tozdur. Ayrıca katıların yanıcı ve patlayıcı özelliğine sahip olması çalışanlar ve çevre için ekstra riskleri ortaya çıkarabilmektedir [15].

Çalışanlar için tehlike oluşturabilecek çok sayıda tehlikeli kimyasal madde, oda sıcaklığında sıvı halde bulunmaktadır. Endüstride sıvı maddelerin kullanım alanı çok fazla olduğundan dolayı gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Aksi takdirde sağlık üzerinde ciddi tehlikelere neden olabilir. Sıvı kimyasallar deri yoluyla emilerek ani tahriş etkisi yaratabildiği gibi deriden geçerek de direk olarak kana karışabilir ve böylece vücuttaki tüm organlara ulaşarak tahribat oluşturabilir [15]. Çalışma ortamında tehlike oluşturan bir diğer form ise gazlardır. Gazların kinetik enerjileri yüksektir ve bu nedenle ortama yayılma hızı diğer formlara göre oldukça yüksektir. Bununla beraber gaz molekülleri, kapalı ortamlarda dış çeperlere daha büyük basınç uygularlar ve bu durum da patlama riskini beraberinde getirir. Bu nedenle kimyasallar gaz formundayken en fazla riski barındırır [16].

Kimya endüstrisinde çevremizde karşılaştığımız, iletişim ortamlarında isimlerini duyduğumuz, endüstriyel yaşamın her alanında kullanılan, üretilen ya da işlemler sonucunda ortaya çıkan sayamadığımız çok sayıda kimyasal vardır. Bunlardan yaygın olarak kullanılanlar şunlardır;

- Oksijen (O₂); Demir çelik sektöründe yakıcı gaz olarak sanayinin hemen hemen her alanında kullanılır. Ayrıca sağlık alanında da yoğun olarak kullanılmaktadır.
- Argon (Ar); Kaynak işlerinde koruyucu olarak kullanılır.
- Toluen (C₆H₅.CH₃); Toluen tinerin karakteristik kokusuna sahiptir. Endüstride tutkal, boya, tiner ve cila maddelerinin üretiminde kullanılır
- Titanyum dioksit (TiO₂); Gıda sanayiinde nem tutucu ve renklendirici olarak, ilaç sektöründe vitamin haplarının üretiminde, boya sanayiinde beyazlık ve kapaticılık özelliklerinden dolayı, ayrıca sabun ve diş macunu gibi temizlik maddelerinin üretiminde de kullanılmaktadır.
- Hidroklorik Asit (HCl); Atık su arıtma tesislerinde, boya, deterjan ve tekstil sektöründe kullanılmaktadır.
- Sodyum Format (HCOONa); Boya katkı maddesi ve koruyucu katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.
- Ksilen (C₆H₄ (CH₃)₂); Kimya endüstrisinde boyama, vernikleme, cilalama ve yapıştırma gibi işlemlerde kullanılır.
- Kostik (NaOH); Arıtma sektöründe su giderlerinin temizlenmesinde ve kötü kokuların giderilmesinde, kağıt sektöründe yapıştırıcı madde olarak, kimya sektöründe bazı maddelerin üretiminde, tekstil sektöründe zararlı atıkların uzaklaştırma işleminde, deterjan ve sabun sektöründe temizleyici maddelerin üretiminde, İlaç sektöründe aspirin ve antiseptik ilaçların imalatında, gıda sektöründe yemeklik yağı arıtmada kullanılmaktadır.
- Trimetil Benzen (C₉H₁₂); Kimya endüstrisinde tutkal, boya, verniklerde çözücü madde olarak kullanılır.
- Sülfürik Asit (H₂SO₄); antiklorlama işleminde sonra oluşan baz artıklarının uzaklaştırılmasında, boyar maddelerin çözünmesinde ve boyamada pH ayarlanmasında, selüloz ve karışımların kimyasal çözücülerle kalitatif ve kantitatif analizlerinde tespitinde kullanılır.

- Sodyum Karbonat (Na_2CO_3); Temizlik maddeleri imalatında, sularda sertliğin giderilmesinde, tekstil sektöründe boyanın sabitleştirilmesinde, gıda sektöründe asit düzenleyici olarak, dış macunlarında köpük artırıcı ve ağız içi pH yükseltici olarak kullanılmaktadır.
- Amonyak (NH_3); Kimya endüstrisinde başta kimyasal gübre olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır [11].

Endüstride çalışanlar, insanlar ve çevre için başta kimyasal süreçlerin yarattığı tehlikeler olmak üzere birçok tehlike ve riskler yer almaktadır. Bu tehlike ve riskler yangın, mekanik, termal, ergonomik, patlama, toksik, kanserojen, mutajen, tahriş edici, korozyon vb. olarak sıralanabilir [10]. Kimyasallar sanayinin tüm kollarında çalışanlar için risk oluşturur ve çevreyi olumsuz yönde etkiler. Kimyasallarla yapılan çalışmalarda hemen fark edilen bir etkinin olmaması, zararlarının uzun yıllar sonra ortaya çıkması, etiketlendirmede gerekli önlemlerin alınmamış olması gibi bir sürü etmen kimyasalların risklerini artırmaktadır [17].

Kimyasallar sağlık sektöründe hayat kalitemizi artırmaya yönelik etki yaratırken, diğer sektörlerde sağlık ve güvenlik için tehlike etkisi yaratmaktadır. Bu bağlamda her kimyasalın aynı derecede zararlı etkisi olduğunu söyleyemeyiz. Kimyasalların etkileri uygulama şekilleri, saklama koşulları gibi etkiler neticesinde farklılık göstermektedir. Bu nedenle kullanımlarında etiketleme çok önemlidir. Örneğin bir işletmede sıcaklık ve basıncın etkisiyle bir proses yapılıyorsa burada yangın ve patlama riskinden söz etmek mümkündür. Bunun yanında yangın ve patlama sonucunda ortama yayılan kimyasal gazlar da çalışanlar üzerinde oluşan gazın etkisine bağlı olarak sağlık riskleri de doğurmaktadır [17]. Kimyasala ani, tekrarlanan ve sürekli maruziyet sonucunda meslek hastalıkları ve iş kazası meydana gelmektedir. Buda kimyasalın sağlık risklerini oluşturmaktadır. Kimyasalın fiziksel ve kimyasal özelliğinde dolayı sebebiyet verdiği yangın ve patlama riski ise güvenlik risklerini, çevre üzerinde yaratmış olduğu her türlü olumsuz etki de çevre için risklerini oluşturmaktadır.

2.2 Endüstriyel Gazların Sınıflandırılması, Tehlikeleri ve Çalışan Sağlığına Etkileri

Havayı meydana getiren gazlar (%78 azot, %21 oksijen, %1 hidrojen ve diğer gazlar) zararsız ya da inert gazlar oldukları için tepkimeye girme kabiliyetleri düşüktür. Kimyasal tepkimeler sonucunda oluşan havada bulunmayan gazlar reaktif gazlardır ve kimyasal tepkimeye girme eğilimleri yüksektir. Bunlar tehlikeli ya da zararlı gazlar olarak bilinir [11].

Gazlar kimyasal özelliklerine göre dört grup altında sıralanabilir;

- Reaktif Gazlar
- Parlamayan ve Yanmayan Gazlar
- Parlayan, Yanan ve Patlayan Gazlar
- Toksik Gazlar

Parlamayan ve yanmayan gazlar; havanın hiçbir konsantrasyonu ile yanmazlar. Kimyasal risk yaratmadıkları düşünülse de kapalı ortamlarda ısıtıldıklarında mekanik patlamalara sebebiyet verebilirler. Örneğin hava içerisinde yer alan hidrojen gazı yanıcı ve patlayıcı bir gazdır. Fakat hava içerisindeki hidrojen konsantrasyonu, onu tutuşturmaya yetecek kadar olmadığı için ortamda ısı ve oksijen olsa dahi yanmaz. Parlamayan ve yanmayan gazlara örnek olarak;

- Azot (N_2)
- Helyum (He) ve Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), Ksijen (Xe), Radon (Rn) vb. gazlar
- Karbondioksit (CO_2),
- Kükürtdioksit (SO_2) verilebilir.

Reaktif gazlar; kimyasal reaksiyonlara ortam şartları uygun olduğu takdirde girerler. Bunlara aşağıdaki gazlar örnek gösterilebilir;

- Flor (F_2)
- Metil asetlen ($\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$)

- Klor (Cl₂)
- Vinil klorür (-CH₂=CHCl)
- Asetilen (HC≡CH)
- Propilen (CH₃CH=CH₂) ve gazları verilebilir [6].

Toksik (zehirli) gazlar; Ortamda solunumla alındığında ciddi derecede sağlık riski doğuran maddelerdir. Bunlara;

- Hidrojensülfür (H₂S)
- Klor (Cl₂)
- Amonyak (NH₃)
- Karbonmonoksit (CO) gazları örnek verilebilir.

Parlayan, yanan ve patlayan gazlar; Ortamda patlamanın meydana gelebilmesi için oksijen, ısı ve yakıtın birarada olması gerekmektedir. Oksijen havada %20,9 oranında bulunmaktadır ve bu yanmanın gerçekleşmesi için yeterli bir orandır [11]. Gazlar insan bünyesinde yaratmış olduğu etkiye göre basit boğucu gaz, kimyasal boğucu gaz, tahriş yapan gaz ve sistematik zehir etkisi yaratan gaz olarak dört farklı sınıflara ayrılır.

Azot (N₂), karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) bu sınıfa örnek gazlardır. Bu gazlar solunduğunda insan vücudunda akciğerlere yerleşerek temiz havanın akciğerlere ulaşmasını engellerler.

Tablo 2. Oksijen miktarının insan sağlığına etkisi [18].

Oksijen Yüzdesi (%O ₂)	İnsan Sağlığına Etkisi
21	Normal nefes alma
19	Neredeyse normal nefes alma
17	Nefes almada hızlanma ve zorlanma
15	Baş dönmesi, sersemleme, bulanık görme
9	Baygınlık veya bilinç kaybı
6	Nefes almada yavaşlama ve durma, ardından kalpte durma
0	Çırpınma, kasılma ve kısa sürede ölüm

Karbonmonoksit (CO), Hidrojensiyaniür (HCN) ve Hidrojensülfür (H₂S) bu gazlara örnektir. Bu gazlar vücuda alındığında kana karışarak vücutta zehir etkisi yaratırlar. Bu gazlar vücuda alındığında enzim sistemlerini kimyasal yapıları nedeniyle bloke ederler. Endüstride işlemler sonucunda en çok ortaya çıkan karbonmonoksit (CO) gazıdır. Karbonmonoksit (CO) kokusuz ve renksiz bir gaz olup, organik yakıtların eksik yanması sonucu ile ortaya çıkan (zehirli) bir gazdır [10].

Amonyak (NH₃), Klor (Cl₂), Azotdioksit (NO₂) ve Ozon (O₃) bu gazlara örnektir. Bu gazlar gözlerde, deride ve özellikle üst solunum yollarında tahrişe sebebiyet verirler. Bazılarında (amonyak, klor ve kükürtdioksit) yarattıkları etki hemen hissedilirken bazılarında (azotdioksit ve fosgene) etki birkaç saat sonra kendini göstermektedir [15].

Arsin (AsH₃), Stibin (SbH₃) ve Fosfin (PH₃) gazları bu gazlara örnektir. Bu maddeleri içeren metallere kaynak yapılırken ortaya çıkabilirler. Fosfinde baygınlık, kan basıncında düşme, ishal görülür.

Alınması Gereken Önlemler

- Basınçlı kaplar içerdikleri gazın özelliğine uygun oksijen mavi, azot yeşil, argon açık mavi, karbondioksit gri, helyum kahverengi, hidrojen kırmızı, asetilen sarı renkle boyanmalıdır.

- Avrupa Birliğinin veya ILO' nun onayladığı etiket ve sembollerle işaretlenmelidir.
- Çalışanlara, yaptıkları işlere özgü maruz kaldıkları tehlikelere karşı, yangın durumunda ne tür önlemler alınması gerektiği, atıkların nasıl bertaraf edildiği, işyerinde yapılacak olan yükleme ve boşaltma işlemlerinden sonra temizlenmesi sırasında nasıl davranılması gerektiği ile ilgili eğitim verilmelidir.
- Çalışma ortamındaki gazlar gözleri rahatsız ediyor ise çalışanlara, gözleri tamamen kapatan, havalandırma delikleri olmayan ve bu gazlara karşı dirençli malzemedan yapılmış buğulanmaya engel olacak şekilde yapılmış koruyucu gözlük verilmelidir.
- Tehlikeli ve zararlı kimyasalların “güvenlik bilgi formları” (GBF/SDS), çalışanların anlayacakları dilde rahatça ulaşabilecekleri yerde bulunmalı ve çalışanlar bu formlardan nasıl faydalanacakları konusunda eğitilmelidir [11].

2.3 Yanıcı ve Koroziif Maddeler: Özellikleri, Tehlikeleri ve Güvenlik Önlemleri

Yanıcı sıvılar, parlama noktası 60.5 0C'den fazla olmayan ve parlama noktası 37.8 0C ve üzerinde olan maddelerdir. Parlayıcı sıvıların buharlaşma eğilimi ve yeteneği o sıvının uçuculuk özelliğini ifade eder. Sıvının uçuculuğunun ölçüsü aslında o sıvının buhar basıncıdır ve buhar basıncının yüksek olması o maddenin uçuculuğunun yüksek olduğunu yani kolayca buharlaştığını ifade etmektedir. Sıvının yüzeyinde oluşan buhar konsantrasyonunun tutuşması için gerekli minimum sıcaklık o sıvının parlama noktasıdır ve parlama noktası 37.8 0C'den az olan herhangi bir sıvı yanıcı sıvı olarak kabul edilir [16]. Yanma olayı maddenin gaz formunda meydana gelmektedir. Bundan dolayı maddenin yanabilmesi için önce buharlaşması gerekmektedir. Örneğin benzinin tutuşması için öncelikle ısının etkisiyle beraber buharlaşması, buharlarının yüksek ısı ve oksijenle etkileşmesi gerekmektedir. Ortamda ısının artması, buharların oluşması sonucunda hızlı bir şekilde hacim genişlemesi meydana gelir ve enerji açığa çıkar. Bu nedenle parlayıcı sıvı buharı ve oluşan yanıcı gazların tamamı patlamaya sebebiyet verebilir [17].

Koroziif maddeler, canlı doku ile temasa geçtiğinde dokuya zarar veren maddelerdir. Bunlar gazlar, sıvılar ve katılar olabilir. Koroziif gazlar solunum yolu ve deri emilimi ile vücuda alınırlar. Deri emilimi ile derinin tahribatına neden olur, solunum yolu ile de akciğer ve mide dokusu tahrip olur.

Koroziif katıların etkileri ise zamana bağlı olarak ortaya çıkar. Nemden dolayı deri üzerinde var olan koroziif katılar çözünürler ve vücuda bu şekilde absorbe olmuş olurlar. Etkileri geniş ölçüde temas süresine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu maddeler asidik ya da bazik olabilirler [17]. Bunlara Sülfürik asitler, hidroklorik asitler, nitrik asitler, amonyum hidroksit, sodyum hidroksit ve krom Trioksit örnek verilebilir.

Alınması Gereken Önlemler

- Yanıcı sıvılarla yapılacak olan çalışmalarda;
- Yanıcı sıvı kullanımından hemen sonra ortam havalandırılmalıdır.
- Çalışma ortamında oksitleyici maddelerden uzak tutulmalıdır.
- Ateşe dayanıklı dolaplarda, görevli dışında kimsenin giremeyeceği şekilde kilit altında muhafaza edilmelidir.
- Çalışma ortamına yanıcı sıvı dökülmesi durumunda hemen uygun bir absorban maddeye emdirilerek çeker ocak içerisine alınmalıdır.
- Yanıcı sıvıları tüm ısı kaynaklarından ve güneş ışığından uzak olacak şekilde ayrı yerde depolamalıyız.
- Koroziif sıvılarla yapılan çalışmalarda;
- Koroziif maddeler kırılmaz kaplarda, düşme tehlikesine karşın tabana yakın yerlerde muhafaza edilmelidir
- Depolama alanı sıcak farklılıklarına karşı direk güneş ışığına maruz kalmayan, serin, havalandırması iyi olan bölgelerde depolanmalıdır.

- Asitlerle temas etmesi hâlinde sodyum siyanür, demir sülfür gibi zehirli gazlar çıkarabilecek kimyasallardan ve sodyum, potasyum ve magnezyum gibi su ile aktif reaksiyon veren metallere ayrı tutulmalıdır.
- İki kimyasal birbiriyle karıştırılırken öncelikle bir miktar ilave edilmeli, daha sonra reaksiyon gözlenmeli ve tümü karıştırılmalıdır. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi, etiketlemede hata yapılmış olabilir ve kimyasalın orijinal şişesine farklı bir madde konulmuş olabilir. İkincisi, kimyasalların zamanla kendi içlerinde bozulup oksitlenmesi sonucu patlayıcı etki yaratabilmeleridir [11].

2.4 Tozun Özellikleri, Sağlık Üzerindeki Etkileri ve Kontrol Önlemleri

Toz, çapı 1 mm'den küçük olan ve havada askıda kalabilen ince parçacıklardan oluşur. Tozlu hava ise belirli bir derişimde toz içeren hava anlamına gelir. Tozlu havanın sağlığa zararlarının yanı sıra, çalışma ortamında patlayıcı özellik taşıması da önemli bir risktir. Yanmaz nitelikteki birçok katı madde ince toz haline geldiğinde yanıcı ve patlayıcı özellik kazanabilir. Toz, özellikle maden sektörü başta olmak üzere pek çok sektörde zararlı etkiler oluşturmaktadır [17]. Kimya endüstrisinde tozlar hem kimyasal hem de fiziksel açıdan çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Çalışma ortamında toza maruziyet, bir yandan meslek hastalıklarına yol açarken, diğer yandan iş kazalarına sebep olabilmektedir [19].

İnsan sağlığı üzerinde tozun etkileri, tozun cins ve miktarına göre değişiklik göstermektedir. Bunların içerisinde silika gibi çok zararlı olanları vardır. 1 - 9 gr arasında akciğerlerde biriken toz Silikosis rahatsızlığına, 15 gr silika ise ağır Silikosis'e sebebiyet vermektedir. Ancak 50 gr ile 175 gr içeren silika akciğerlerde birikmiş ise bu da Pnömonokonyoz rahatsızlığına sebep olmaktadır [19].

Ortamda tozun yaratmış olduğu olumsuz etkilerden korunmak için öncelikle tozun kaynağıyla mücadele etmemiz gerekmektedir. Bu nedenle çalışma ortamında kapalı sistem ekipmanları ile donatılması, kaynağında mücadele ilkelerine uyulması, emiş ve havalandırma uygulamalarına dikkat edilmesi, temizlik, kontrol ve denetim uygulamalarını kapsayan tozla mücadele programlarının uygulanması gerekmektedir [19]. Tozlu çalışma ortamlarında işe alınmadan önce işe giriş muayenesi, izleme muayenesi, tamamlayıcı muayeneler düzenli bir şekilde yapılmalıdır. Bunların yanında, solunum sistemi muayeneleri, akciğer grafisi ve solunum fonksiyon testlerinin de düzenli olarak yapılması gerekmektedir.

2.5 Yanıcı ve Patlayıcı Maddeler: Riskleri, Patlama Mekanizması ve Koruma Önlemleri

Yanıcı katı ve sıvı kimyasal maddelerin ısının etkisiyle beraber oluşturdukları gaz ve buharlar maddelerin yanmasına sağlarlar. Örneğin sodyum ve potasyum gibi metaller su ile reaksiyona girdiklerinde hidrojen gazı açığa çıkarılır. Oluşan gaz havadaki oksijen ile birleşince de ortaya patlayıcı açığa çıkar. Yangının ortama sirayet etmesi, yanıcı maddenin miktarına, cinsine, yanıcı madde ile oksijen oranına ve ısıya bağlıdır. Yangın esnasında ortamda kalsiyum ya da karpit varsa yangına müdahalede kullanılan su veya ortamdaki nem asetilen meydana getirebilir; bu da yangının büyümesine ya da patlamalara sebep olabilir. Yanma reaksiyonunun oluşması için gerekli önkoşullardan en önemlisi oksijen veya havadır. Oksijen oranı arttıkça yanma hızı, buna bağlı olarak da yanma ısısı artar [19].

Parlama, kolayca tutuşabilen maddelerde gözlemlenen bir olayken, patlama, yanma sürecinin belirli koşullar altında çok kısa sürede gerçekleşmesi durumudur. Bir patlamanın meydana gelmesi için dört temel etkenin bir arada bulunması gereklidir: ısı, oksijen, patlayıcı karışım ve uygun ortam koşulları (yeterli şartlar). Örneğin, benzin buharı, LPG (propan + butan), metanın hava ile karışımı, odun, nişasta veya un tozu gibi organik tozların belirli oranlarda hava ile birleşimi, aseton buharı ve magnezyum tozları gibi maddeler patlayıcı özellik gösterebilmektedir [17]. Patlama, aniden gerçekleşen yoğun bir yanma olayıdır. Parlama ise, özellikle benzin gibi kolayca alev alabilen maddelerde yaygındır. Patlama sırasında, düşük parlama noktasına sahip maddeler yanarak çeşitli gazlar oluşturur ve bu gazların hızlı hacim genişlemesi, ortamda basınç yaratarak patlamaya sebep olur [11]. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında güvenli bir çalışma ortamı oluşturmak ve etkili bir risk değerlendirmesi yapabilmek için

ortam koşullarının sürekli olarak izlenmesi ve kullanılan kimyasalların özelliklerinin iyi bilinmesi son derece önemlidir.

Alınması Gereken Önlemler

- Çalışma ortamında yanıcı maddelerin kullanımından kaçınarak ya da minimuma indirerek patlayıcı ortamların oluşması engellenebilir.
- Ortamdaki tozların parçacık boyutunu artırarak katı parçacıkların havada asılı kalması engellenebilir ve böylece toz zemine iner ve patlayıcı ortam oluşmamış olur.
- Havalandırma ile ortamdaki yanıcı madde birikiminin önlenmesi sağlanır. Böylece yanıcı madde alt patlama sınırının altında kalır ve patlayıcı ortamın oluşması engellenmiş olur.
- Endüstrilerde doğal havalandırma, toz oluşumu olan yerlerde biriken tozları savurarak patlayıcı atmosfer oluşmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle cebri-lokal havalandırma ile tozun kaynağından çekilmesi sağlanarak tehlikeli alanı küçültmek ya da yok etmek mümkün olabilmektedir.
- Kaynak, taşlama gibi sıcak işlerin yapıldığı alanlarda yanıcı kimyasalların bulunmasına izin verilmemelidir.
- Tehlikeli alanlarda statik elektriğin oluşmasına engel olacak malzemeler seçilmeli, elektriği ileten tüm ekipmanlar topraklanmalıdır.
- İletken veya üzerindeki statik elektriği güvenli olarak toprağa ileten zemin bölgelerinde çalışmak zorunda olan çalışanlara, anti-statik ayakkabı ve işe uygun kişisel koruyucu donanımlar sağlanmalıdır.
- Tehlikeli alanlarda kullanılacak elektrikli ekipman veya aletler ise; Exproof yani patlamaya karşı korunmuş olmalıdır [19].

3. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada, kimyasalların iş yaşamındaki etkileri iş güvenliği perspektifinden değerlendirilmiş; çalışanların maruz kaldığı kimyasal tehlikeler ve bu risklere karşı alınması gereken önlemler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Sanayide kullanılan ve üretilen kimyasallar yalnızca çalışma ortamında değil, çevre üzerinde de önemli riskler oluşturmaktadır. Bu kimyasalların potansiyel olumsuz etkilerinin farkında olunması, hem kişisel koruyucu donanımın seçimi hem de sağlık üzerindeki etkileri açısından iş güvenliği uygulamalarında kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, çalışanlara maruz kaldıkları tüm kimyasallar hakkında bilgi verilmesi ve eğitim sağlanması gerekmektedir. Sanayide yaygın olarak kullanılan bu kimyasallar, özellikle çalışanlar başta olmak üzere, insan sağlığı ve çevre için çok sayıda tehlike ve risk barındırmaktadır. Bu riskler; yangın, mekanik, termal, ergonomik, patlama, toksik, kanserojen, mutajen, tahriş edici, korozif gibi kategorilere ayrılabilir.

Kimyasalların zararlı etkilerini ve insan sağlığı ile çevreye yönelik olumsuz sonuçlarını kontrol altına almak amacıyla, çalışanlar maruz kaldıkları kimyasallara karşı nasıl önlem alacaklarını ve olası bir iş kazası durumunda yapılması gerekenleri, kimyasalların güvenlik bilgi formlarından öğrenebilmektedirler. Sanayide meydana gelen iş kazaları, tesis ve ekipmanlar, üretim süreçleri, çalışanların ve kimyasalların ergonomik etkileşimleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu kazalar bazen mekanik etkiler (kayma, düşme, parça düşmesi gibi), bazen de kimyasal süreçler ya da olumsuz hava koşulları sebebiyle yeterli önlemler alınmadığında yangın veya patlama ile sonuçlanmaktadır. Kimyasal işlemler sırasında açığa çıkan toz, gaz ve buharlar ise çalışanlar üzerinde toksik etkilere yol açabilmektedir. Bu etkilerden korunmak amacıyla cebri havalandırma sağlanması, uygun depolama koşullarına riayet edilmesi, kimyasal kullanımı esnasında teknik önlemlerin alınması, ısı kaynaklarından uzak çalışma ve uygun kişisel koruyucu donanımların kullanımı gibi tedbirlerin alınması gereklidir.

Kimyasallar için çalışma ortamında risk değerlendirmesi ve risk yönetimi protokollerinin uygulanması, özellikle çalışanların, tüketicilerin ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerin azalmasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle öncelikle çalışma ortamındaki kimyasal tehlikeler ve oluşturdukları riskler belirlenmeli ve bunlardan doğabilecek riskleri en aza indirmeyi amaçlayan bir kontrol yöntemi ve sistemi belirlenmelidir. Bu şekilde sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturularak iş kazaları ve meslek hastalıklarının da önüne geçilmiş olunacaktır.

Kaynaklar

- [1] U. C. Doğu, S. Boz, M. ÜNVER, (2021). Kimya Sektöründe Tehlikeli Madde Taşınmasında Otonom Sistemler ile İş Sağlığı ve Güvenliği, İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi. 2(1), 1-9.
- [2] A. H. Anik, M. Toha, S.M. Tareq, Occupational chemical safety and management: A case study to identify best practices for sustainable advancement of Bangladesh, Hygiene and Environmental Health Advances. 12 (2024), 100110.
- [3] A. K. Eyüboğlu, M. K. Özfırat, M. Altınır, Marmara Bölgesinde Faaliyet Gösteren Bir Krom Tesisine ait Kıırma-Öğütme-Elleme ve Yıkama Ünitelerindeki Başlıca Tehlikelerin HTEA Risk Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu 2019, Adana, Turkey, pp.417-429, 2019.
- [4] Y. A. Alhamdani, M. H. Hassima, S. M. Shaik, A. A. Jalil, Hybrid tool for occupational health risk assessment and fugitive emissions control in chemical processes based on the source, path and receptor concept, Process Safety and Environmental Protection. 118 (2018), 348-360.
- [5] Yiğit, A. (2013). İş Güvenliği, (2. Basım), Bursa: Dora Yayıncılık.
- [6] M. Şen, (2015). İş sağlığı ve güvenliği kavramı, tarihsel gelişimi ve dayanakları, MÜHFD. 4, 117–142.
- [7] İ. Kılış, (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği, Dora Yayıncılık, Bursa.
- [8] H. N. Gerek, (2008). İş Sağlığı ve İş Güvenliği. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi AÖF Yayınları.
- [9] K. Arıcı, (2015). Türk sosyal güvenlik hukuku. Ankara: Gazi Kitabevi.
- [10] N. Bilir, (2016). İş sağlığı ve güvenliği, Güneş Tıp Kitap Evleri. Ankara, 146.
- [11] D. Çelik, Kimyasal Maddeler ve Tehlikeleri, Atatürk Üniversitesi AÖF Yayınları.
- [12] Ş. Yavuz, (2020). Organik Kimya Laboratuvarında Kullanılan Kimyasalların İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Zararlarının İncelenmesi, 3 (3), 221-229.
- [13] M. Alanyalıoğlu, (2019). Kimyasal Maddeler ve Tehlikeleri, Ata-AÖF yayınları, Erzurum, 4.
- [14] A. Ateş, B. K. Vatansever, (2018). Ar-Ge Kuruluşunda Kimyasal Maddelerin Sınıflandırılması, etiketlenmesi, Ambalajlanması, Depolanması, Taşınması ve Oluşan Kimyasal Atıkların Bertarafı, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2), 159-173.
- [15] A. Koçak, N. Koçak, (2017). Kimyasal Risk Etmenleri, Eğitim Yayınevi, Konya, 222.
- [16] A. Daştan, (2017). Kimyasal Maddeler ve Tehlikeleri, Ata-AÖF yayınları, Erzurum, 1-18.
- [17] A. Tavman, Kimyasallar ve Tehlikeleri, İstanbul Üniversitesi AÖF Yayınları.
- [18] P. D. T. Güyagüler, A. Karakaş, A. Güngör, (2005). Occupational health and safety in mining industry, Middle East Technical University, Ankara, 140.
- [19] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Kimya Ürünleri İmalatı sektöründe İş sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Rehberi.