İş sağlığı ve güvenliği eğitimi

Kimyasal risk etmenleri 1

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ofis akademi

ASYA AKADEMİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİM KURUMU

Bölüm 1

Giriş ve tanımlar

Tehlikeli kimyasallar ve temel kavramlar

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Giriş

Tehlikeli kimyasallar; sağlığa, güvenliğe ve çevreye akut veya kronik zarar verebilen kimyasallardır. Kimyasal tehlikeler bugün çalışanların sağlığı için en ciddi risklerden biridir.

1 milyardan fazla

çalışan her yıl iş ortamında tehlikeli maddelere (kirleticiler, toz, buhar, duman) maruz kalıyor

450 bin

iş yerinde partikül madde, gaz ve dumana maruziyete bağlı yıllık ölüm (2016)

Korunmanın ilk adımı: çalışılan maddeler hakkında mümkün olduğunca fazla bilgi edinmek ve bu maddeler ne kadar güvenli görünürse ya da söylenirse söylensin, onlara maruz kalmayı önlemektir.

Kaynak: ILO (2021), Exposure to hazardous chemicals at work; DSÖ/ILO Ortak Tahminleri (2021).

Temel tanımlar (1/2)

Kavram	Tanım
Kimyasal	Doğal veya yapay kimyasal elementler, bileşikler ve bunların karışımları
Zehirlenme	Vücudun başa çıkabileceği madde miktarının aşılması; vücudun bu maddelerle sindirim, emilim veya boşaltım yoluyla başa çıkamaması
Zehirlilik (toksisite)	Kimyasal maddenin canlı organizmaya zarar verme kapasitesi
Tehlike	Sağlığa, mala veya çevreye zarar verme potansiyeli
Kimyasal tehlike	Zararlı olduğunu gösteren bilgilerin bulunduğu veya zararlı olarak sınıflandırılan kimyasal
Risk	Bir olayın yaşam, sağlık, mal veya çevre için ne kadar zararlı olabileceği; zararın gerçekleşme olasılığı ile şiddetinin birleşimi

Temel tanımlar (2/2)

Maddenin hâlleri

- **Toz:** kırma, öğütme, delme gibi işlemlerde ortaya çıkan, havada askıda kalan katı parçacıklar; gözle görülmeyecek kadar küçük olanlar havada uzun kalır ve akciğerlerin derinliklerine ulaşır.
- **Buhar:** oda sıcaklığı ve basıncında sıvıların gaz hâli; kaynama noktası düşük maddeler daha uçucudur.
- **Sis:** sıvı parçacıkların havada yayılması; elektrokaplama, püskürtme, köpürtme işlemlerinde oluşur.
- **Duman (fume):** buhar fazından yoğunlaşan katı parçacıklar; genellikle erimiş metallerin üzerinde metal buharının yoğunlaşmasıyla oluşur.
- **Gaz:** oda sıcaklığı ve atmosfer basıncında gaz fazında olan maddeler

Etkiler ve belgeler

- **Akut etki:** yüksek konsantrasyona kısa süreli, genellikle bir vardiyalık maruziyetin etkisi
- **Kronik etki:** uzun süreli ve tekrarlanan maruziyetin, yıllar sonra da ortaya çıkabilen etkisi; maruziyet bitince ve tedaviyle geçebilir veya geçmeyebilir.
- **Güvenlik bilgi formu (GBF):** kimyasalın kimliği, tedarikçisi, tehlikeleri, güvenli kullanım ve acil durum önlemlerini içeren belge; eski adları tehlike bilgi formu ve malzeme güvenlik bilgi formudur.
- **Teratojen:** anne karnındaki çocukta kalıtsal olmayan bozukluklara neden olan madde
- **Mutajen:** genetik bozukluklara neden olan madde

Bölüm 2

Sınıflandırma

ILO yaklaşımı, AB'de eski sistemden CLP'ye, Türkiye'de SEA Yönetmeliği

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

ILO'ya göre sınıflandırma

Dikkate alınacak ölçütler

- Vücudun tümüne akut veya kronik etki eden zehirli özellikler
- Kimyasal ve fiziksel özellikler: parlayıcı, patlayıcı, oksitleyici, tehlikeli ölçüde reaktif olma
- Aşındırıcı ve tahriş edici özellikler
- Alerjik ve duyarlılaştırıcı etkiler, kanserojen, teratojen ve mutajen etkiler, üreme sistemine etkiler

ILO ölçüt ve yöntemleri verir; sınıflandırmayı üye ülkelerin kendi yapılarına uyarlaması öngörülür.

Yöntem

Sınıflandırma eldeki bilgi kaynaklarına dayanır: test verileri, üretici veya ithalatçının sağladığı bilgiler ve araştırma sonuçları, uluslararası taşımacılık kurallarından elde edilen bilgiler.

Alt sınıflandırma örneği: IARC

Grup	Anlamı
1	İnsanlarda kanserojen
2A	İnsanlarda muhtemelen kanserojen
2B	İnsanlarda olası kanserojen
3	İnsanlarda kanserojenliği yönünden sınıflandırılamaz

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'nın eski Grup 4 kategorisi (muhtemelen kanserojen değil) 2019'da kaldırılmıştır.

AB’de eski sınıflandırma sistemi (67/548/AET)

67/548/AET sayılı Direktif (Tehlikeli Maddeler Direktifi) kimyasalları sağlık riski bakımından çok toksik, toksik ve zararlı olarak derecelendiriyor ve şu sınıflara ayırıyordu:

Sınıf	Tanım
Patlayıcı	Alevin etkisiyle patlayabilen veya şok ve sürtünmeye dinitrobenzenden daha duyarlı maddeler
Oksitleyici	Başka maddelerle, özellikle tutuşabilir maddelerle temasında çok ısı açığa çıkaran maddeler
Kolay tutuşabilen	Normal sıcaklıkta havayla temasında ısınıp tutuşan veya tutuşturucu kaynakla kısa temastan sonra tutuşup kaynak uzaklaştırıldığında da yanmaya devam eden maddeler
Tutuşabilen	Parlama noktası 21–55 °C arasında olan sıvılar
Zehirli (toksik)	Solunduğunda, yutulduğunda veya deriden nüfuz ettiğinde ciddi akut veya kronik sağlık riskleri yaratan maddeler
Zararlı	Solunduğunda, yutulduğunda veya deriden nüfuz ettiğinde sınırlı sağlık riskleri yaratan maddeler
Aşındırıcı	Canlı dokuyla temasında dokuyu tahrip eden maddeler
Tahriş edici	Deri veya mukozalarda kısa ya da tekrarlanan temasla iltihaplanmaya yol açan, aşındırıcı olmayan maddeler

Bu sistem yerini 1272/2008 sayılı CLP Tüzüğü’ne bırakmış ve 2015’te tamamen yürürlükten kalkmıştır.

Bugün: GHS, CLP ve SEA Yönetmeliği

Sistem

- Birleşmiş Milletler'in Küresel Uyumlaştırılmış Sistemi (GHS), AB'de 1272/2008 sayılı CLP Tüzüğü ile uygulanır.
- Türkiye'de karşılığı Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'tir (SEA, RG 11.12.2013).
- Tehlike sınıfları üç gruptadır: fiziksel, sağlık ve çevre tehlikeleri.
- Kayıt ve değerlendirme KKDİK Yönetmeliği'yle, güvenlik bilgi formları ise 16 bölümlük standart formatla yapılır.

Örnek: alevlenir sıvılar

Kategori	Ölçüt
1	Parlama noktası < 23 °C, kaynama başlangıcı ≤ 35 °C
2	Parlama noktası < 23 °C, kaynama başlangıcı > 35 °C
3	Parlama noktası 23–60 °C

Eski sistemdeki "tutuşabilen: 21–55 °C" ölçütünün yerini almıştır.

Yenilikler ve etiket

- GHS'de dokuz tehlike piktogramı vardır: patlayan bomba, alev, daire üzerinde alev, gaz silindiri, aşındırma, kurukafa, ünlem işareti, sağlık tehlikesi ve çevre.
- AB, 2023'te CLP'ye endokrin bozucular, kalıcı-biyobirikimli-toksik (PBT, vPvB) ve kalıcı-hareketli-toksik (PMT, vPvM) maddeler için yeni tehlike sınıfları ekledi.

Türkiye'de eski sınıflandırma (mülga Tüzük)

1: Parlayıcı ve patlayıcılar

Grup	Madde
1A	Sıvılaştırılmış petrol gazları
1B	Parlayıcı katı maddeler
1C	Parlayıcı-patlayıcı maddeler
1D	Karpit ve asetilen
1E	Uçucu parlayıcı sıvılarla hazırlanan tabanca boyaları
1F	Un, yem benzeri maddeler
1G	Nişasta ve benzerleri

2: Korozif maddeler

Grup	Madde
2A	Nitrik, sülfürik, hidroklorik asit
2B	NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$
2C	HF
2D	Katı karbon dioksit

3: Zehirleyici ve tahriş ediciler

Grup	Madde
3A	Kurşun, alaşımları ve bileşikleri
3B	Fosfor ve bileşikleri
3C–3D	Zehirleyici, tahriş edici ve zararlı katı, sıvı ve gazlar
3E	Maden kömürü katranından aromatik hidrokarbonlar: benzen, toluen, ksilen, fenol, krezol
3F	Diğer zehirleyici sıvı ve gazlar
3G	Hayvansal ve bitkisel maddeler

Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde... Tüzük ile Zararlı Kimyasal Madde Ürünlerinin Kontrolü Yönetmeliği yürürlükten kalkmıştır. Tehlikeli maddelerin taşınmasındaki sınıflandırma ADR'ye dayanan karayolu taşıma mevzuatıyla, patlayıcılar duyarlılık (güvenlikli, güvenliksiz) ve kullanım alanı (itici, tahrip gücü olan; inisiyal ve asıl patlayıcı) bakımından ayrıca sınıflandırılır.

Bölüm 3

Madde türleri ve etmenler

İşyerinde kullanılan maddeler ve zararı belirleyen etmenler

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

İşyerinde kullanılan madde türleri

Katı maddeler ve tozlar

- Organik, anorganik, alerjik ve inert tozlar
- Kanserojen ve radyoaktif tozlar
- **Fibrojenik tozlar:** kristal silis, talk, asbest
- **Asbest:** serpantin grubu (krizotil) ve amfibol grubu (krokidolit, amozit, tremolit, aktinolit, antofillit)

Türkiye'de tüm asbest türlerinin üretimi, kullanımı ve piyasaya arzı 2010 sonundan beri yasaktır; risk bugün daha çok bina yıkımı, söküm ve tadilat işlerindedir.

Sıvılar ve buharlar

- Solventler, asitler, bazlar, yağlar
- Uçucu sıvıların buharları solunum yoluyla alınır.

Gazlar

- **Basit boğucular:** ortamdaki oksijeni azaltır (azot, metan, karbon dioksit).
- **Kimyasal boğucular:** oksijenin taşınmasını veya kullanılmasını engeller (karbon monoksit, hidrojen siyanür, hidrojen sülfür).
- **Tahriş ediciler:** solunum yollarını tahriş eder (amonyak, klor, kükürt dioksit).
- **Sistemik zehirliler**
- **Narkotikler (uyuşturucular)**

Zararı belirleyen etmenler ve fiziksel özellikler

Beş grup etmen

1. Kimyasalın fiziksel özellikleri
2. Kimyasalın kimyasal özellikleri
3. Maruz kalma süresi ve biçimi
4. Maruz kalan kişinin özellikleri
5. Çevresel özellikler

Fiziksel özellikler

- **Fiziksel hâl:** katılar ufalanarak toza dönüştüğünde, sıvılar buharlaştığında sağlık daha çok etkilenir.
- **Saflık, uçuculuk ve molekül ağırlığı**
- **Çözünürlük:** vücuttan atılmada ve hedef organlarda etkilidir. Örneğin DDT saf hâlde deriden emilmezken gazyağında çözündüğünde deriden emilir ve zehirli etki gösterir.

Kimyasal özellikler ve maruziyet

Kimyasal özellikler

Kimyasalın molekül yapısı biyolojik etkinliğini de belirler:

- Aynı elementlerden oluşan farklı kimyasallar farklı etki gösterebilir.
- Aynı maddenin monomer ve polimer hâlleri farklı etkilidir.
- Bir grubun organik yapıda farklı yere bağlanması etkiyi değiştirir.
- Kolay tepkimeye girme özelliği etkiyi belirler.

Maruziyet

Etmen	Etki
Giriş yolu	Damar içine giriş en hızlı zehirlenme yoludur.
Maruz kalma sıklığı	Sık maruziyet zehirlenme riskini artırır.
Maruziyet süresi	Uzun süreli maruziyet riski artırır.
Maruziyet zamanı	Günün saati ve mevsim biyolojik etkinin şiddetini değiştirebilir.

Kişisel ve çevresel etmenler

Maruz kalan kişinin özellikleri

- **Yaş:** bebekler ve yaşlılar daha duyarlıdır.
- **Beslenme:** yetersiz beslenme etkiyi artırır; bazı besinler etkiyi azaltır, bazıları artırır.
- **Alışkanlıklar:** alkol ve madde kullanımı
- **Cinsiyet, gebelik ve emzirme:** gebelikte maruziyet doğum anomalilerine yol açabilir; etkiler emzirmeyle bebeğe geçebilir.
- **Genetik etmenler:** doğuştan özelliklere göre etki kişiden kişiye değişir.

Çevresel özellikler

- **Ortam sıcaklığı:** genellikle sıcaklık arttıkça zehirlilik artar.
- **Ortam basıncı ve radyasyon**
- **Diğer kirleticiler:** baca gazları, endüstriyel atıklar zehirliliği artırabilir.
- **Depolama koşulları:** ışık, nem ve sıcaklık zehirliliği değiştirebilir; örneğin trikloretilen ısı veya morötesi ışık etkisiyle fosgen ve hidrojen klorür gibi zehirli ürünlere ayrışabilir.

Bölüm 4

Kimyasal riskler

Sağlık riskleri, güvenlik kriterleri ve kriyojenik sıvılar

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Sağlık riskleri

Toksik kimyasallar

Solunum, sindirim ve deri yoluyla vücudun çeşitli organlarına ulaşıp orada birikerek meslek hastalıklarına yol açabilen kimyasallardır.

- Mesleki maruziyet sınır değerleri Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'in eklerinde yer alır.
- Meslek hastalıkları ve yükümlülük süreleri, Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği'nin Ek-2 listesinde belirtilir; eski Sosyal Sigorta Sağlık İşlemleri Tüzüğü yürürlükten kalkmıştır.

Sağlık tehlikeleri

- Aşındırıcı (korozif) maddeler
- Tahriş ediciler
- Kimyasal yanığa neden olanlar
- Duyarlılaştırıcılar
- Renk değişimi ve lekelere neden olanlar
- Kanserojenler
- Mutajenler
- Üreme için toksik maddeler

Güvenlik kriterleri ve güvenlik riskleri

Güvenlik kriterleri

Yanma, parlama ve patlamanın kontrolü için kimyasalların özellikleri ve verebilecekleri zararlar bilinmeli, risk değerlendirmesi yapılmalıdır:

- Parlama ve yanma sıcaklığı
- Patlama limitleri: alt (LEL) ve üst (UEL)
- Kaynama noktası
- Fiziksel koşullar
- Birbirini etkileyen kimyasallar

Güvenlik riskleri

Zararlı kimyasallar sağlık risklerinin yanında yanıcı, parlayıcı, patlayıcı ve oksitleyici riskler de taşır:

- Parlayıcı maddeler
- Patlayıcı maddeler
- Oksitleyici maddeler
- Birbiriyle tepkimeye giren kimyasallar: uyumsuz maddeler ayrı depolanmalıdır.
- Suya duyarlı kimyasallar: suyla temasında ısı veya yanıcı gaz açığa çıkaranlar

Kriyojenik sıvılar

Tanım ve örnekler

Çok düşük sıcaklıkta sıvı hâlde tutulan, kaynama noktaları –150 °C'nin altında olan sıvılaştırılmış gazlardır.

Madde	Kaynama noktası
Sıvı helyum	**–269 °C**
Sıvı azot	**–196 °C**
Sıvı argon	**–186 °C**
Sıvı oksijen	**–183 °C**

Katı karbon dioksit (kuru buz) kriyojenik sıvı değildir; –78,5 °C'de doğrudan gaza dönüşen (süblimleşen) bir katıdır, ancak benzer soğuk yanığı ve boğulma riskleri taşır.

Riskler

- **Soğuk yanığı:** deri ve gözle temasında doku hasarı
- **Boğulma:** buharlaşan gaz kapalı alanda oksijeni yerinden eder; sıvı azot yaklaşık 700 kat hacimde gaza dönüşür.
- **Basınç artışı:** kapalı kaplarda buharlaşma patlamaya yol açabilir; uygun basınç tahliye düzenekleri gerekir.
- **Oksijen zenginleşmesi:** sıvı oksijen veya havadan yoğuşan oksijen yanmayı şiddetlendirir.

Bölüm 5

Vücuda giriş ve etkiler

Giriş yolları, toksik etki, hedef organlar ve etkileşimler

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Vücuda giriş yolları ve toksik etki

Giriş yolları

- **Solunum:** akciğerler yoluyla; iş yerinde en önemli yoldur.
- **Deri:** emilim (absorpsiyon) yoluyla
- **Sindirim:** ağız yoluyla; kirli eller, yeme-içme ve sigara

Toksik kimyasallar vücuda girdikten sonra hemen görülen (akut) veya yıllarca ortaya çıkmayabilen uzun dönemli (kronik) etkiler yapabilir.

Toksik etkiyi belirleyen etmenler

Kimyasalların tahriş edici, aşındırıcı, fibrojen, kanserojen ve zehirli etkileri şunlara bağlıdır:

1. Kimyasal bileşim
2. Fiziksel biçim: toz, buhar, sıvı
3. Vücuda giriş yolu
4. Maruziyetin sıklığı, yoğunluğu ve süresi
5. Biriktiği doku ve organlar
6. Çalışanın kişisel duyarlılığı

Hedef organlar ve kimyasalların etkileşimi

Hedef organlar

Zehirli etki için kimyasalın yeterli miktarının hedef organa ulaşması ve orada belirli süre kalması gerekir. Etkiler yerel veya, kan dolaşımına geçip tüm vücuda dağıldığında, sistemik olabilir.

En çok hedef alınan organlar: deri, merkezi sinir sistemi, kan ve dolaşım sistemi, karaciğer, böbrek, akciğer, kas ve kemik iliği.

Etkileşim türleri

Tür	Açıklama	Örnek
Bağımsız	Her madde birbirinden ayrı etki eder.	–
Aditif (toplanır)	Etkiler toplanır.	2 + 3 = 5
Sinerjik	Birlikte etki, ayrı etkilerin toplamından çok daha büyüktür.	Asbest ve sigara: akciğer kanseri riski
Potansiyalizasyon	Tek başına toksik olmayan bir madde diğerinin etkisini artırır.	İzopropil alkol, karbon tetraklorürün karaciğer toksisitesini artırır.
Antagonizma	Bir madde diğerinin etkisini azaltır veya ortadan kaldırır.	Antidotlar

Kaynaklar

Mevzuat

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (RG 12.08.2013).

Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik (SEA, RG 11.12.2013); KKDİK Yönetmeliği.

Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği, Ek-2 meslek hastalıkları listesi.

AB 1272/2008 sayılı CLP Tüzüğü ve 2023/707 sayılı Yetkilendirilmiş Tüzük (yeni tehlike sınıfları); mülga 67/548/AET sayılı Direktif.

Diğer kaynaklar

ILO (2021). Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review.

DSÖ/ILO (2021). İşle İlgili Hastalık ve Yaralanma Yükü Ortak Tahminleri 2000–2016.

BM, Küresel Uyumlaştırılmış Sistem (GHS); IARC Monografları, sınıflandırma grupları.

İş sağlığı ve güvenliği eğitimi

Teşekkürler

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ofis akademi

ASYA AKADEMİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİM KURUMU