



Un Sanayisinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları

Occupational Health and Safety Practices in The Flour Industry

ÖZET

Bu çalışmada Un sanayisinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ele alınmış olmakla beraber, öncelikle, gıda alanına giren un sanayisinde meslek hastalıkları ve iş kazaları hakkında genel bilgiler verilmektedir. Dünyada iş sağlığı ve güvenliği temel uygulamalarının ardından Türkiye de iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına yer vermeye başlamıştır. Bu gelişmelerin uygulanması ile ülkemizdeki küçük ve orta ölçekli gıda üretim işletmelerinde ve un üretim işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliğinin anlaşılması, planlanması, uygulanması, geliştirilmesi, meslek hastalıklarına ve toz patlamalarına karşı korunmanın sağlanması konuları ele alınmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, un fabrikalarında dikkat edilmesi gereken faktörleri, toz patlamaları ile ilgili eğitimleri ve bu konuda ele alınan önlemleri ele almaktır. Avrupa ülkelerinde son zamanlarda yapılan toz patlaması eğitim uygulamaları nedeniyle, çalışanlara zorunlu eğitim verilmesi ve çalışan bilincinin artırılması amacıyla uygulamalara yer verilmiştir. Ayrıca bu eğitimler için kullanılan eğitim yönetim sistemi altyapısının kullanılması nedeniyle Türkiye’de alınan eğitimlerin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu uygulama sayesinde eğitim oluşturma ve sistem altyapısında açık kaynak kodlu bir eğitim yönetim sistemi ile daha güvenilir ve sağlıklı bir iş sağlığı ve güvenliği sistemi uygulanabilmektedir. Un fabrikalarında ve un üretilen alanlarda iş sağlığı ve güvenliği uygulanmasının araştırılmasından önce gıda üretimi konusunda genel bir araştırma yapılmış ve yeni bilgiler elde edilmiştir. Un sanayisinde toz patlamalarının tarihesi ve toz patlamaları konusu, un değirmeni çalışanlarının un tozuna maruz kalmasının sonuçları referans alınarak ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Un Sanayisi, İş Sağlığı Ve Güvenliği, Gıda Sektörü, Risk Etmenleri

ABSTRACT

In this study, although occupational health and safety practices in the flour industry are discussed, first of all, general information about occupational diseases and work accidents in the flour industry, which is in the field of food, is given. Following the basic practices of occupational health and safety in the world, it has started to include occupational health and safety practices in Turkey. With the implementation of these developments, the subjects of understanding, planning, implementing, developing occupational health and safety in small and medium-sized food production enterprises and flour production enterprises in our country, and providing protection against occupational diseases and dust explosions are discussed. The main purpose of this study is to discuss the factors to be considered in flour mills, the trainings on dust explosions and the precautions taken in this regard. Due to the dust explosion training practices carried out recently in European countries, practices have been included in order to provide compulsory training to employees and to increase employee awareness. In addition, due to the use of the education management system infrastructure used for these trainings, it facilitates the implementation of the trainings received in Turkey. Thanks to this application, a more reliable and healthy occupational health and safety system can be implemented with an open source code training management system in training creation and system infrastructure. Before investigating the application of occupational health and safety in flour factories and flour producing areas, a general research was conducted on food production and new information was obtained.

Keywords: Flour Industry, Occupational Health and Safety, Risk Factors

GİRİŞ

Un fabrikalarında ve un üretilen alanlarda iş sağlığı ve güvenliği uygulanmasının araştırılmasından önce gıda üretimi konusunda genel bir araştırma yapılmış ve yeni bilgiler elde edilmiştir. Sonuç olarak ülkemizdeki işyeri ve çalışan sayıları ile sektördeki iş kazaları hakkında istatistiki bilgiler elde edilmiştir. Bunlar gıda üretim endüstrisinde önemli bir rol oynamaktadır. Gıda üretiminin ticari hacmini düşünürsek, bu sektör bugün dünyanın en büyük sektörlerinden biridir. Gıda endüstrisinin çok çeşitli kategoriler vardır. Birçok ürün örneğinde olduğu gibi bu segmentte de et ürünleri, balık ürünleri, tahıllar, meyve, şeker, süt ve süt ürünleri, bisküvi, ekmek, kek ve çikolata, sıvı ve katı yağlar ve daha birçok ürün üretilmektedir. Ürün çeşitliliği açısından ise birçok farklı türde sanayi kuruluşunda çok farklı türde ürünler üretilmektedir (ÇSGB, 2022).

Abdullah Anuştekin¹
Mehmet Şah Şelçukhatun²
Yılmaz Sayın³
Hüseyin Gün⁴
Mehmet Yıldız⁵
Ümit Yıldız⁶

How to Cite This Article

Anuştekin, A., Şelçukhatun, M. Ş., Sayın, Y., Gün, H., Yıldız, M & Yıldız, Ü. (2023). “Un Sanayisinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları”, International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 9(67): 2708-2722. DOI: <http://dx.doi.org/10.29228/smryj-67740>

Arrival: 10 November 2022
Published: 31 January 2023

Social Mentality And Researcher Thinkers is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



Gıda sektörü, çok çeşitli ürün çeşitliliğine rağmen, üretim aşamasında temelde benzer adımları takip etmektedir. Yiyecekler çiğ olarak tedarik edilir, daha sonra işlenir, paketlenir ve insan tüketimi için piyasaya sürülür. Bu işlem sırasında birçok fiziksel ve kimyasal işlem gerçekleştirilir. Kaynatma, soğutma, dondurma, kurutma, iyonlaştırıcı radyasyon, suyun uzaklaştırılması, sterilizasyon, kimyasal koruyucular ve diğer yöntemlerin kullanılması gıdaların raf ömrünü uzatabilir ve bozulmayı önleyebilir. Teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan bu farklı yöntemlerin tümü, gıdanın taze olmasını, hemen bozulmamasını ve daha uzun süre muhafaza edilebilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, daha önce de belirtildiği gibi gıda üretimi, geniş bir ürün yelpazesi üreten bir sektördür (Akın, 2012).

Gıda üretimi, küçük işletmelerden büyük fabrikalara kadar çok geniş bir iş yerlerinde gerçekleşmektedir. Ülkemizde üretim yapan büyük firmaların çoğu, uluslararası firmaların Türkiye'deki yatırımları kapsamında faaliyetlerini sürdürmektedir (Yıldırım ve Akçadağ, 2004). Sosyal güvenlik kurumunun 2018 istatistiklerine göre, gıda imalat sanayinde 380.000 çalışan ve yaklaşık 39.500 iş vardır. En çok işyerine sahip sektörler açısından gıda imalatı 10. sırada yer alırken, çalışan sayısı açısından gıda imalatı 9. en büyük sektördür. İş birimleri sayısına göre 2018 sıralaması aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Tablo 2, 2018 yılında en fazla çalışana sahip ilk 10 sektörü sunmaktadır.

Tablo 1.2018 Yılında En Çok İşyeri Sayısına Sahip İlk 10 Sektör (Ekici ve Tutar, 2022).

SIRA NO	FAALİYET KODU	FAALİYET GRUPLARI (NACE Sınıflamasına Göre)	TOPLAM İŞYERİ SAYISI
1	47	Perakende Tic.(Mot.Taşıt.Onar.Hariç)	248.671
2	41	Bina İnşaatı	116.679
3	49	Kara Taşıma. Ve Boru Hattı Taşı.	108.728
4	46	Toptan Tic.(Mot.Taşıt.Onar.Hariç)	91.455
5	56	Yiyecek Ve İçecek Hizmeti Faal.	69.895
6	43	Özel İnşaat Faaliyetleri	48.436
7	35	Elk.Gaz,Buhar Ve Hava.Sis.Üret.Dağt.	40.469
8	81	Bina Ve Çevre Düzenleme Fa.	39.821
9	82	Büro Yönetimi, Büro Desteği Faal.	39.383
10	10	Gıda Ürünleri İmalatı	39.379
TOPLAM			1.435.879

Genel olarak tehlikesiz bir faaliyet olarak kabul edilen bir imalat sektörü olan gıda imalatı, 2018 yılında 2.590 iş kazası ile 89 sektör arasında en fazla yedinci iş kazasının yaşandığı sektör olmuştur.

Tablo 2. 2018 Yılında En Çok İş Kazası Meydana Gelen İlk 10 Sektör (Ülker ve Arslan, 2020).

SIRA NO	KOD NO	FAALİYET GRUPLARI	İŞ KAZASI SAYISI		
			ERKEK	KADIN	TOPLAM
1	05	Kömür Ve Linyit Çıkartılması	9.276	6	9.217
2	25	Fabrik. Metal Ürün. (Mak. Tec. Har)	7.546	146	7.268
3	24	Ana Metal Sanayi	5.256	45	5.271
4	23	Metalik Olmayan Ürünler İma.	4.065	213	4.240
5	41	Bina İnşaatı	3.786	47	3.836
6	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	2.586	694	3.236
7	10	Gıda Ürünleri İmalatı	2.039	553	2.590
8	49	Kara Taşıma. Ve Boru Hattı Taşıma.	2.253	67	2.364
	28	Makine Ve Ekipman İmalatı	2.155	69	2.218
	43	Özel İnşaat Faaliyetleri	2.167	24	2.193
	
TOPLAM			64.059	4.168	9.235

Ayrıca gıda imalat sanayinde meydana gelen iş kazaları nedeniyle 1'i kadın olmak üzere toplam 42 çalışan hayatını kaybetti. Bu sayı açısından, gıda imalat sanayi tüm sektörler içinde en ölümcül olarak 9. Sektördür (Ülker ve Arslan, 2020).

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

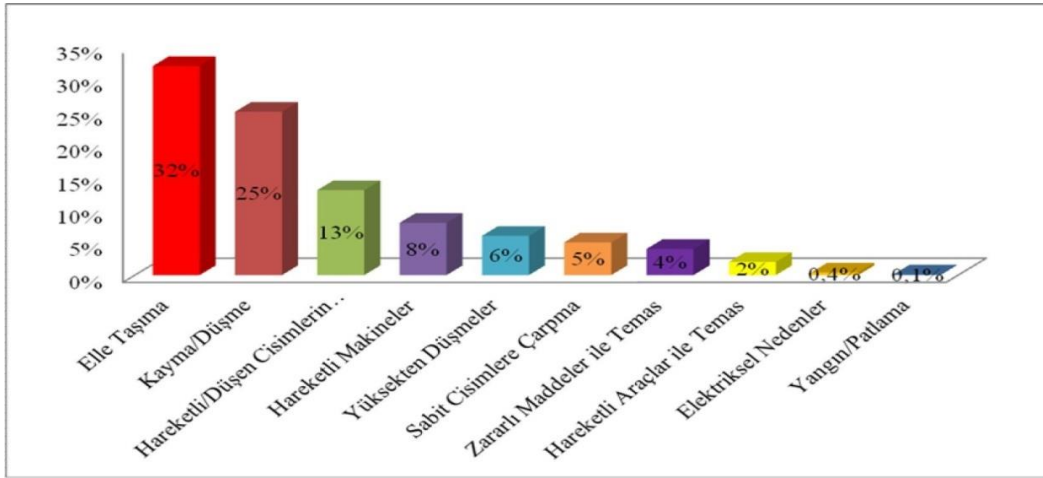
Un Sanayisi

Gıda Endüstrisine Genel Bir Bakış

Gıda Üretim Endüstrisindeki İş Kazalarının Başlıca Nedenleri

Ülkemizdeki iş kazaları araştırmasına göre gıda imalat sanayindeki iş kazaları toplam iş kazalarının yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır. Öte yandan gıda üretimi, ölümlü iş kazalarının en fazla olduğu ilk on sektör arasında yer alıyor. Sektördeki kazaların yaklaşık %15'i hastaneye yatış gerektiren tiptedir (özellikle düşme, kayma, yüksekten düşme sonucu oluşan kırıklar). 3 günden fazla dinlenmesi gereken diğer kazalar ise

genellikle malzeme kaldırma ve taşıma, kesici alet vb. işlemler sırasında meydana gelen kazalardır. El aletlerinin neden olduğu kazaları ve düşen bir cisme çarpmanın neden olduğu kazaları içerir (Arıtan ve Ataman, 2017). Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Ajansı tarafından yürütülen araştırmalardan elde edilen 2008/2009 yıllarında gıda imalat endüstrisindeki büyük olayların nedenleri ve oranları ile 3 günden fazla ara verilmesini gerektiren olaylar aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.



Şekil 1. Gıda Üretim Sektöründeki Büyük İş Kazalarının Başlıca Nedenleri ve Sıklığı (Arıtan ve Ataman, 2017).

Grafikten de anlaşılacağı üzere gıda üretim sürecindeki kazaların çoğu kutu, çuval, varil vb. kazalardır. Ayrıca yiyecek depolayan ağır nesnelere kaldırılması ve taşınması sırasında da ortaya çıkar. Gıda üretimi sektöründeki büyük kazaların yaklaşık %25'i ve büyük yaralanmaların %35'i ıslak zeminlerde kayma ve düşmelerden ve ayakların bir şeye veya bir nesneye dolanmasından kaynaklanmaktadır. Bu sektör ile diğer tüm sektörler karşılaştırıldığında, gıda imalat sanayi en çok kayma ve düşüşlerin olduğu sektördür. Yüksekten düşmeler, gıda üretimi sektöründe %20'lik bir oranla ölümlü kazaların üçüncü önde gelen nedenidir.

Yüksekten düşme olayı için ortama bakıldığında, merdivenler, motorlu ekipmanlar, makineler, çalışma platformları, hammadde ve ürün depolarının çatı ve rafları en yoğun olayların meydana geldiği yerlerdir. Büyük çoğunluğu oluşturan gıda üretim sektöründeki yoğun taşımacılık faaliyetleri nedeniyle araç kazaları da önemli bir risk oluşturmaktadır. Araç kazalarının oluşumu incelenirken, taşıma araçlarının çarpışma nedenleri, forklift ve benzeri yük taşıma araçlarının çarpışması, yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında çerçeveden düşme nedenleri ilk sırada yer almaktadır. Araç kazalarını önlemek için tır ve benzeri ulaşım araçlarının geçtiği alanlarda trafik kuralları oluşturulacak, hız sınırları belirlenecek ve açıkça işaretlenecektir. Ayrıca işletme içinde forklift yolları ve kaldırılmaları işaretlenmeli ve bu alanların kesişmemesine özen gösterilmelidir (Özbay Doğu ve Akolaş, 2015).

Gıda endüstrisindeki büyük kazaların yaklaşık %10'u düşen nesnelere bıçaklara çarpması veya bıçak kesmesinden kaynaklanmaktadır. Bu tür kazaların sıklığının yüksek olması nedeniyle iş yerinde yapılan risk analizlerinde bu konunun özellikle vurgulanması gerekir ve bu tür kazaların işyerinin her köşesinde meydana gelebileceği göz ardı edilemez. Gıda imalat endüstrisindeki makine ve teçhizatla ilgili kazalar, tüm olayların (büyük ve küçük) yaklaşık %7'sini oluşturmaktadır. Gıda endüstrisindeki ölümlü kazaların %10'u mekanik ekipmanlardan kaynaklanmaktadır. Ölümcül ve ciddi yaralanmaları azaltmak için makine ve ekipman dikkatle değerlendirilmelidir. Gıda imalat endüstrisinde, makinelerle ilgili olayların yaklaşık %30'u konveyör bantlardan kaynaklanmaktadır. Konveyör kazaları daha çok dönen hareketli bantlar ve sabit noktaların sıkışması şeklinde meydana gelmektedir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Gıda Sanayi Toz Patlamasını Önleme ve Kontrol Tedbirleri

Gıda üretiminde yanıcı maddelerin neden olduğu yangınlar, dikkate alınması gereken önemli risk faktörleridir. Bu nedenle gıda endüstrisinde meydana gelebilecek toz patlamaları ve yangınlara karşı önleyici tedbirler konusunda çalışmalar yapılmıştır. Yanıcı toz bulutlarının patlamaya neden olması için havadaki toz konsantrasyonunun patlama sınırına ulaşması, dolayısıyla bir tutuşturma kaynağının olması gerekir. Gıda üretiminde kullanılan ve patlama riski oluşturabilecek tozlardan bazıları aşağıdaki gibidir (Mevlevioğlu ve ark., 2019):

- ✓ Un tozu
- ✓ Çözünebilir hazır kahve
- ✓ Hazır çorba karışımlarının tozu

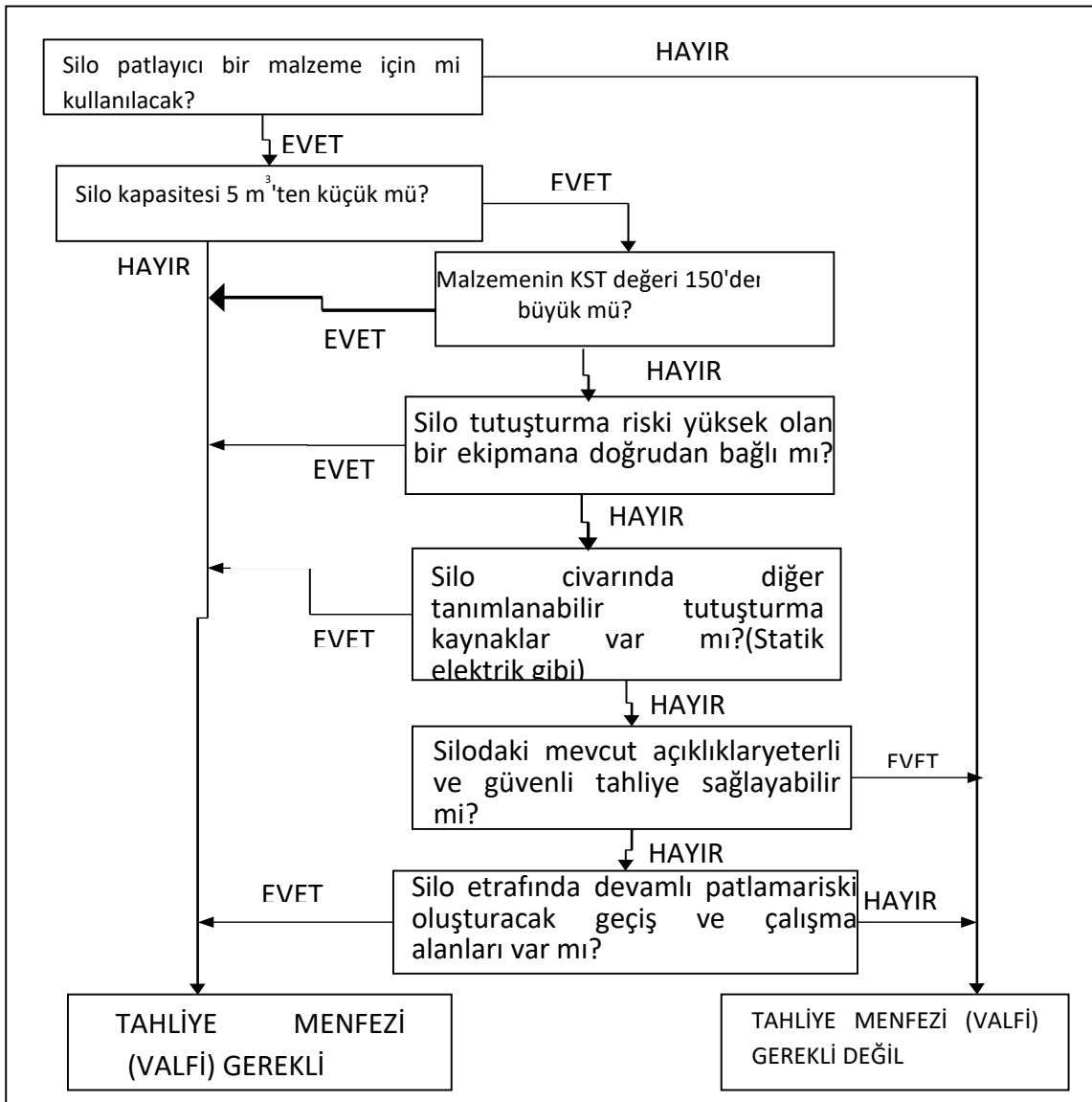
- ✓ Krema tozu
- ✓ Patates cipsi tozu
- ✓ Süttozu
- ✓ Şeker.

Gıda üretim sürecinde unun öğütülmesi, süt tozu ve hazır kahvenin püskürtülerek kurutulması, şekerin rafine edilmesi, tahılların bantlar üzerinde taşınması ve depolanması yanıcı tozların yayılmasına ve patlamasına neden olabilir. Bu yanıcı tozların zemine ince bir şekilde yayılması yangın ve tutuşma olasılığını artırır ve düşük tutuşma enerjisi bu tozların alev almasına neden olabilir. Farklı maddelerin tozunun farklı tutuşma dereceleri vardır ve aynı maddenin nem ve parçacık boyutu farklıdır ve tutuşma derecesi de farklıdır. Bu değişkenlik, ortamdaki elektrostatik boşalma nedeniyle tutuşma enerjisinin yeterince düşük olması gibidir. Ancak ortamda açık alev bulunduğunda yüksek enerji üretilebilir ve yangın çıkabilir. Bunun yanı sıra havadaki yoğunluk patlamaya neden olmayacak düzeyde ise yanma olayı ateş topu şeklini alacaktır. Bir patlamaya neden olmak için havadaki toz yoğunluğunun oranının yüksek olması gerekmez (Arslan ve ark., 2020). Örneğin 75 -> 1000 g/m³ karıştırma oranı patlama için yeterlidir. Bu kadar düşük yoğunluklarda, havadaki toz parçacıklarının 60 santimetreden daha uzak mesafelerde çıplak gözle görülmesi pek olası değildir. Bu nedenle, çevresel ölçümlerin düzenli olarak otomatikleştirilmesi de önemlidir.

Gıda üretiminde kullanılan sprey yağlar, karıştırma işleminde kullanılan yanıcı solvent maddeler (etanol ve benzeri yardımcı maddeler gibi) ve yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen sterilizasyon işlemlerinin patlama riskini artırdığı bilinmektedir. Kendiliğinden ısınması ve sıcak yüzeylerle teması ani yangına ve ciddi hasara neden olabilir. Toz patlaması ve yangın tehlikeleri için önlemler ayrıntılı olarak aşağıda listelenmiştir (Keskin ve Bozdğan, 2019):

- ✓ Örneğin, bir ofis binası, hafif malzemelerden yapılmış panel duvarlar veya açık bir çatı üzerinde güçlü bir çelik iskelet ile yapılmalıdır. Çatı açılmadığında çatı kaplama malzemesi ince ve düşük mukavemetli malzemeler kullanılmalıdır. Bu sayede gerektiğinde panel duvarları kolaylıkla sökülebilmektedir. Ek olarak, bu bölümler ve düşük mukavemetli malzemelerden yapılmış çatı aynı zamanda patlama kapıları görevi görerek bir patlama durumunda basıncı serbest bırakacaktır. Bina eski bir betonarme bina ise, duvarlarda menfezler mümkün olduğunca geniş olmalıdır. Patlama kapısı oluşturulurken 24 m³ hacme göre düşük mukavemetli uygun malzemelerden en az 1 m² alan yapılmalıdır. Bir patlama durumunda, ortaya çıkan yüksek basınç ortamın en az yoğun olan kısımdan tahliye edilmelidir. Bu nedenle, patlama menfezlerinin oluşturulması, binaların ve ekipmanların olası bir patlamada strese maruz kalmalarını azaltmasına ve daha büyük hasarın önlenmesine de katkı sunacaktır.
- ✓ Silo, varil ve benzeri stoklar gibi büyük depolama tanklarında ekstraksiyon sistemleri kullanılarak negatif basınç oluşturulmalıdır.
- ✓ Malzeme taşıma sistemlerinden olan pnömatik taşıma sistemleri kullanıldığı zaman taşınmakta olan toz ve taşıyıcı olan gazların birbirinden ayrılması için uygun olan düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu uygun olan malzemeler ise siklonlar ve torba filtreler olarak örnek gösterilebilir.
- ✓ Silolar ve tanklar üzerinde, tercihen binanın dışında patlama menfezleri oluşturulmalıdır. Havalandırma kanalı, olası bir patlamanın basıncını tahliye edebilecek şekilde tasarlanmaktadır. Ayrıca bu sistemlerdeki patlama tahliye panelleri gibi ekipmanların ATEX sertifikasına sahip olması gerekir.
- ✓ Tesis içerisinde tahliye menfezli toz toplama siloları oluşturulmalıdır. Yangın ve patlamaları bastırmak için bu siloların altına dairesel vanalar yerleştirilmelidir. Boşaltma kanalı girdabın (tub karıştırıcı) üzerine yerleştirilecekse, girdap siklonunda olası bir patlamaya dayanacak yeterli dirence sahip olmalıdır. Toz toplama sisteminde patlamaları bastırmak için devridaim valfi sağlanmadığı durumlarda kimyasallar kullanılarak patlamaların oluşması önenebilir. Bu durumda sisteme yerleştirilen dedektörler ile bir patlama olasılığı olduğunda, bir patlamanın olmasını önlemenin bir başka yolu da toplama kanalına sodyum bikarbonat gibi kimyasalların salınması ve patlama olayının gerçekleşmesine teşebbüs edilmesidir. yasak. Siloya bir egzoz menfezinin takılması gerekip gerekmediğine karar vermek için aşağıdaki şema kullanılabilir

(https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2440/mod_resource/content/1/Hafta05_Dedektorler.pdf):



Şekil 2. Patlama Menfezinde Olması Gereken Gereksinim Şeması (Demircan, 2010).

* KST değeri: malzemenin patlayıcılığı (Bar -m/s cinsinden basınç artışı cinsinden ölçülür)

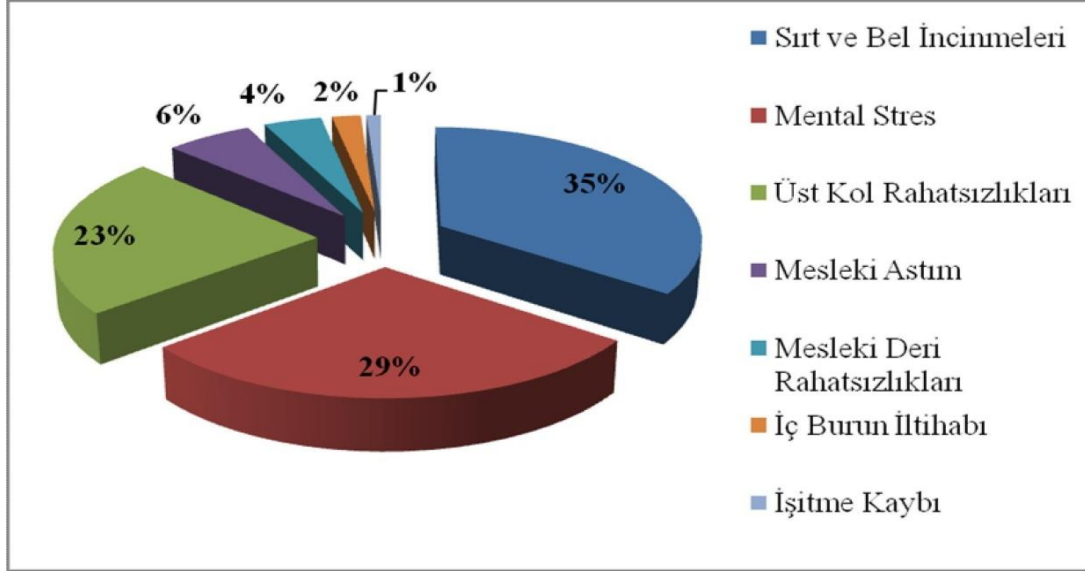
Tutuşmaya neden olabilecek çeşitli enerji kaynakları için önlem alınmalı, ortamdaki toz konsantrasyonuna göre toz geçirmez elektrikli ekipman kullanılmalıdır. Cihazın yüzey sıcaklığının 2000C'yi geçmemesine dikkat edilmelidir. Tozlu ortamlarda açık alev fenerlerinden de kaçınılmalıdır. (Bayraç, 2010). Tozlu bir ortamda açık alev çalışması veya kaynak yapılması gerektiğinde, bu tür işler ruhsatlandırılmalıdır. Aynı zamanda bu çalışmalara okul müdürlerinin onayı ile başlanmalıdır. Statik elektrik üretebilecek tüm metal ekipmanlar (toz transfer kanalları, depolama tankları vb.) topraklanmalıdır. Normal şartlarda malzeme deposu olarak kullanılan binalarda üretim faaliyeti yapılmamaktadır. Ancak ortamdaki toz birikimini azaltmanın yollarından biri, mümkün olan yerlerde eğimli yüzeyler oluşturmak ve yüksek seviyeli dikey yüzeyleri ortadan kaldırmaktır (Toktaş, https://www.emo.org.tr/ekler/cf64379eb6f29a4_ek.pdf?dergi=167).

Büyük miktarlarda tahılın depolandığı alanlarda yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Yeterli havalandırma ile ilgili kendi kendine ısınma ve yangın olasılığını önlemek için ortam sıcaklığı sürekli olarak izlenmelidir. Ayrıca işyeri armatürlerinin yanı sıra pnömomatik körüklerle donatılmış boşaltma kamyonlarında da bazı yangınlar ve küçük patlamalar meydana gelebilir. Boşaltılan malzeme üfleyiciye girdiğinde sürtünme nedeniyle ısı oluşur. Bu durum filtredeki malzemenin tutuşmasına neden olabilir. Sistemde kalan basıncın, boşaltma sırasında kalan son malzemeyi dışarı atmak için kullanılabileceği düşünüldüğünde, araç sürücüsü üfleyiciyi kapatırsa dönüş valfi yetersiz kalır. Ayrıca tahliye edilen malzemenin üfleyiciye girmesine neden olabilir. (Dizlek, 2014).

Gıda Üretim Endüstrisinde Meslek Hastalıkları

Ülkemizde meslek hastalıklarının istatistiksel takibi yetersizdir. Dünya genelindeki istatistiklere bakıldığında, gıda üretimi iş gücünün yaklaşık %5'i çalışma koşulları nedeniyle her yıl meslek hastalıkları ortaya

çıkılmaktadır. (Ilıman, 2015). Temizlik işlemlerinde kullanılan gıda kimyasalları ve diğer kimyasallara maruz kalmanın neden olduğu cilt hastalıkları ve gürültülü ortamlarda çalışmaktan kaynaklanan işitme kaybı da sektörde yaygın olarak görülen diğer meslek hastalıklarıdır. Meslek hastalıkları, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, gıda imalat endüstrisinde daha yaygındır (Tarım, 2017).



Şekil 3. Gıda İmalat Sanayinde Meslek Hastalığı Yüzdeleri (ÇSGB, 2022).

Gıdaların üretildiği endüstrilerde yaygın olarak kas-iskelet sistemi problemleri ortaya çıkmakla beraber, aynı zamanda tekrarlanan hareketler ile birlikte üst kol rahatsızlıkları da ortaya çıkabilir. Bunun yanı sıra kas-iskelet sistemlerinde ağır nesnelere maruz kalması da sırt ve bel problemlerine neden olabilir.

Sabun, su ve deterjan gibi malzemelerde yani dezenfektan ürünlere uzun süreli olarak maruz kalmak da gıda üretim endüstrisinde olan cilt problemlerine neden olur. Bu cilt problemleri ise %55 olarak belirlenebilir. Bakterilerin neden olduğu biyolojik deri hastalıkları kasap ve balıkçı olarak çalışan kişilerde hijyen eksikliğinden dolayı görülebilmektedir. Ayrıca gıda üretim sektöründe lastik eldivenlerin yoğun kullanımı da deri hastalıklarının görülme sıklığının yüksek olmasının bir diğer nedenidir (Türkkan, 2009).

Çalışanları çok sıcak ya da çok soğuk ortamlarda çalışmaları, belirli cilt hastalıklarının oluşmasına neden olur. Bu durumda ise deri hastalıklarında çalışanın kendisinden mi ya da yapmış olduğu iş dolayısıyla mı kaynaklandığının bilinmesi açısından bu iş yerinde çalışan kişiler de benzer şekilde rahatsızlıktan şikayet ediyorsa tüm çalışanların mutlaka bir sağlık muayenesinden geçmeleri gerekmektedir. Bunun yanı sıra hastalığı olan kişilerin de detaylı bir şekilde tedavi olmaları gerekir. Bu hastalığın önüne geçebilmek için cildin doğal nemini geri kazanması, temizlik ve benzeri nedenlerle sert kimyasalların kullanılmasının müdahale etmemesi için lastik eldiven yerine pamuklu eldiven kullanımı gibi yaygın olarak kullanılan sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Çalışma ortamında yüksek seslere maruz kalmak, geri dönüşü olmayan işitme kaybına neden olabilir. İş yaşamında meydana gelen işitme sorunları (işitme kaybı), tespit edilen zor hastalıklar arasında yer alır. Bununla beraber gıda endüstrisinde olan pek çok operasyon da 85dB(A) gürültü sınırını aşması durumunda bu gürültülere belirli önlemler alınması gerekir. (Laçiner, 2014).

Gıda Endüstrisinde Kullanılan Diğer Kimyasallara Maruz Kalma

Dezenfektanlar, gıda üretim endüstrisinde gıdaların mikrobiyal kontaminasyonunu kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan kimyasallardır. Ayrıca gıda imalatında ürünler üzerinde leke bırakabilecek kalıntı oluşumunu önlemek için dezenfektanlar kullanılabilir. Bu kimyasalların cilt, göz ile teması veya solunması işçiler için zararlı sonuçlar doğurabilir. Üretim aşamasında kullanılan tüm dezenfektanların Malzeme güvenlik bilgi formu, tedarikçi firmadan alınması gerekmektedir. Bununla beraber bu formun çalışanlara anlatılması gerekir. Yani çalışanlar, herhangi bir risk durumunda nasıl müdahale edeceğine dair belirli eğitimler almalıdır. Bu malzemeleri saklarken, diğer kimyasallarla olası reaksiyonları dikkate alınmalı ve potansiyel olarak tehlikeli kimyasallar ayrı depolanmalıdır (Yücel Şengün ve ark., 2020). Bu bağlamda kimyasal maddelerin kullanımına dair bilgi sahibi olunmalı ve aynı zamanda ortam içerisinde gereğinden çok kimyasal maddelerin kullanılmaması gerekmektedir.

Bu nedenle seyreltilmesi ve kullanılması gereken kimyasal maddeler için hazırlanan solüsyonun konsantrasyonu otomatik olarak ayarlanmalı, solüsyona eklenen malzeme miktarı aktif olarak personel tarafından belirlenmemelidir. Kimyasallara maruz kalmak istenmiyorsa, göz, el ve gerekirse vücut dışları kolayca ulaşılabilecek bir yerde yapılmalıdır. Kişisel koruyucu donanımlar için hijyen kurallarına uyulmalıdır. Bu nedenle temizliklerine özen gösterilmeli ve hijyenik koşulların sağlanması için her çalışanın kişisel koruyucu donanımları sağlanmalıdır. Ek olarak, her çalışana kendi malzemelerini saklamak için temiz bir dolap sağlanmalıdır (Yavuz, 2020).

Un Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliğine Genel Bir Bakış

Gıda Sektöründe Un Tozuna Maruziyetten Kaynaklanan Rahatsızlıklar

Ülkemizde net bir istatistiksel değer bulunmamakla birlikte, dünya genelinde yapılan araştırmalar fırınlarda çalışan kişilerin diğer tüm sektörlerdeki çalışanlara göre mesleki astım düzeylerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Un tozu, iş güvenliği açısından ciddi riskleri beraberinde getirmekle beraber, un tozlarının çevreye yayılması mutlaka önlenmelidir. Bu bağlamda özellikle de boşaltma esnasında kapalı otomatik sistemlerin yaygın olarak kullanılması önerilmektedir. Dolayısıyla bu maddelerin kullanılması durumunda dikkatli olunması gerekir. Bunun yanı sıra mümkün olduğu kadarı ile toz yerine sıvı ya da toz olmayan maddelerin kullanılması gerekmektedir. Un tozuna aşırı maruz kalınması durumunda (Eren, 2016);

- ✓ Hassas gözler (buna örnek olarak gözlerde sulanma veya gözlerde yanma söz konusudur),
- ✓ Çalışanın burun akıntısı ya da burunda oluşan kızarıklık,
- ✓ Ciltte kızarıklık, kaşıntı, kabarma,
- ✓ Astım, nefes alıp verişte oluşan göğüs ağrısı, nefes darlığı, bronşit gibi belirtiler söz konusudur.

Un Endüstrisinde ve Diğer Gıda Endüstrilerinde Toz Patlamaları

Tarihte fırıncılar, mutfaktaki sineklerden, hamamböceklerinden ve diğer böceklerden kurtulmanın ilginç bir yolunu kullanırdı. Havaya bir avuç un atılır ve beyaz bulutları alevlerle tutuşturmuşlardır. Bu bağlamda ise hafif bir patlama ile tüm haşereleri kovmuşlardır. Bazen pencere camı gibi yerler, kaşlarının ve saçlarının alev aldığı kazaların kurbanı olabilir, ancak bu numara hala uzun süre işe yarar. Ancak 1785 yılında meydana gelen bir toz patlaması nedeniyle insanlar durumun ciddiyetini anladılar. İtalya'nın Torino kentindeki bir fırında havada asılı kalan un parçacıkları gaz lambasının tetiğiyle infilak etti, ancak şans eseri yaralanan olmadı. Bu eşi görülmemiş bir durum olmakla beraber, insanların unun ne kadar tehlikeli olabileceği hakkında hiçbir fikri yoktu (Kayaardı, 2016).

1890'da Polonya'da bir linyit değirmeninin kurutma fırınında kömür tozu patlayarak ciddi hasara ve can kaybına neden oldu. 1979'da bir Bremen fabrikasında meydana gelen un patlaması 14 kişinin ölümüne ve bu sayıya yakın bir kişinin yaralanmasına neden oldu. En son 2008'de 14 kişiyi öldürdü, 36 kişiyi yaraladı ve 2008'de Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir Imperial şeker/nişasta üretim tesisinde korkunç hasara yol açtı; bu, sanayi tarihindeki en yıkıcı toz patlaması olarak kabul edildi. Benzer bir olay Nisan 1981'de Corpus Christi, Teksas, ABD'de büyük bir buğday silosunda meydana geldi. Patlamada 9 kişi öldü, 30'dan fazla çalışan yaralandı. Sorgum, kamyondan silonun besleme limanına boşaltılmıştır. Sıcak hava nedeniyle, yaklaşık 30 gün saklanmıştır (Erol ve Ürünveren, 2021). Tohumların yapışmasıyla oluşan iri taneleri ayırmak için vagonlardan gelen hatta ince bir elek yerleştirilmiştir. Ancak, bilinmeyen bir nedenle, asansörlerden birine yanan küçük bir kütle girerek büyük bir patlamaya neden oldu. Patlamanın ardından yangın büyümeye devam etmiştir. Yangın daha sonra diğer asansörlere sıçradı ve sonunda ana silo yanmaya başladı. Silodan sonra birinci kattaki tünelden geçerek diğer siloların yem konveyörlerinin davlumbazlarına sıçramıştır. Bu konveyör kapağı tozlu olduğu için yangın yayılmaya devam etti ve tüm zemini kalın bir toz tabakasıyla kapladı. Ateş ışığı bu toz bulutunun olduğu yere ulaştığında şiddetli bir şekilde parladı. Bu yoğun parlama ile alevler her yöne hareket etmeye başladı ve güneydeki zemin kat duvarı silonun üzerine düştü. Doğu duvarı ana binaya doğru uçtu ve orada büyük bir patlamaya neden oldu. Yangın, silonun alt katında çok sayıda küçük patlama ile art arda gelen patlamalardan kaynaklanan tozun hareketi nedeniyle yayılmaya devam etti. İkinci silonun alt katında meydana gelen patlama sonucu pencereden alev bulutu yayıldı. CSB raporuna göre, kazaları tetikleyen faktörler şöyle sıralanmaktadır (Erol ve Ürünveren, 2021);

- ✓ Mevcut ürün (şeker, nişasta) taşıma sistemlerinin (konveyörler) çevreye salınımını engellememesi,
- ✓ Bu, çevresel toz gideriminin yeterli olmadığı anlamına gelir.
- ✓ Bir konveyör sistemindeki aşırı ısınmış (muhtemelen bakım eksikliği) makaralı rulman yangın durumuna neden olabilir,

- ✓ Acil durum iletişiminin olmamasının zayıf sayısını artırdığı tespit edildi (tehlile bölgesinde sadece birkaç kişinin telsizi var).

NFPA Ulusal Yangın Standardı ile Uyumlu Patlayıcı Toz: 2006 itibarıyla: "Katı katılar, 420 mikron çapında veya daha küçük parçacıklara ayrışır, bu da havada dağılır ve ateşlenirse patlamaya neden olabilir." (Asana, 2015). Gazların yanarken genleşmelerinin yarattığı basınçtan kaynaklanan, içinde buldukları kapalı hacmin gücünü aşacak kadar hızlı meydana gelen yıkıcı bir etkinin adıdır. NFPA 69'un patlama tanımına göre: "Kapalı alanların veya kapların yanması, tahrip olması veya bozunması sonucu oluşan iç basıncın etkisiyle yüksek basınçlı gazın çevreye hızlı bir şekilde yayılmasıdır."

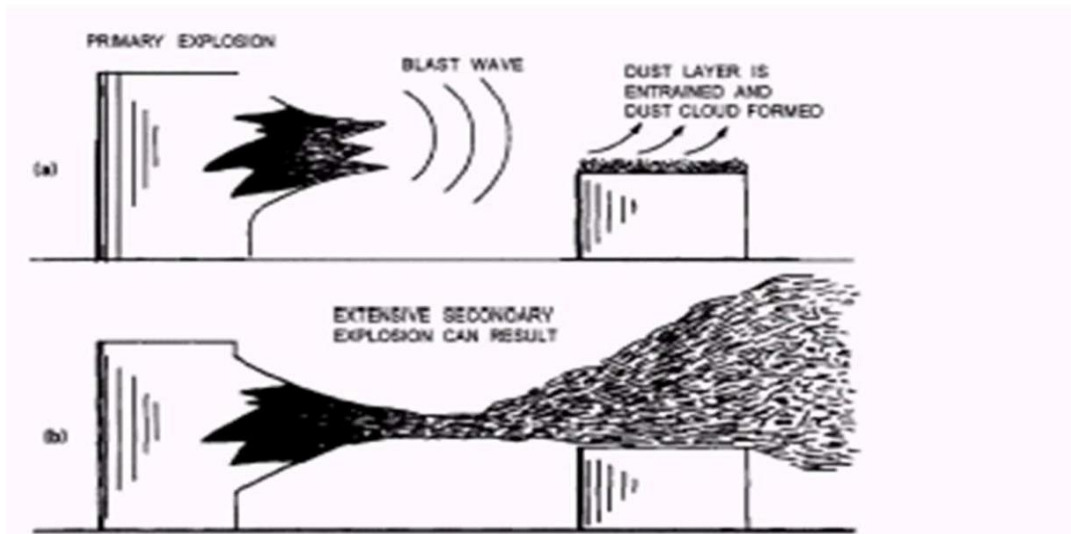
Kimyasal reaksiyona bağlı olarak havada asılı kalan her yanıcı katı partikül toz patlamasına neden olabilir. Genel olarak, her katı madde ısıyı az ya da çok absorbe eder. Ne kadar hızlı yayılırsa o kadar hızlı oluşur. Sonuç olarak, insanların korunmak için zamanları yoktur. Doğaları gereği patlamalar fiziksel veya kimyasal olabilir. Patlamanın kimyasal formu daha sonra iki türe ayrılır: parlama ve patlama. Endüstriyel tesislerde en sık görülen patlama türü fişeklerdir (Layık, 2016). Bu, yanıcı gaz ürününün alev hızı ses hızından düşük olduğunda da meydana gelir. Klasik "yanan üçgen", toz halindeki maddeler söz konusu olduğunda "patlama beşgeni" haline gelir.



Şekil 4. Patlama Beşgeni

Kaynak: <https://feedplanetmagazine.com/toz-patlamlari-ve-degirmen-sektorunde-alinmasi-gereken-onlemler/>

Bir toz patlamasının meydana gelmesi için yeterli enerjinin ateşlenmesi gerekir. İlk patlama kaynağına patlama denir. Patlamanın meydana geldiği hacmi tahrip ederse, meydana gelen basınç dalgası, genleşme etkilerinden dolayı ekipman ve yapıların titreşmesine ve oradaki toz tabakasının tesisin geri kalanına dağılmasına neden olabilir. Bu süreçler, aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi çok hızlı gerçekleşir: Aşağıdaki tablo, patlama aşamasının zamanla değişimini gösterirken, şekil ise birincil ve ikincil patlamaları gösterir (Ergür, 2012).



Şekil 5. Birincil ve Sekonder Patlama

Kaynak: https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/5d9f44cfbfd5a1a_ek.pdf

Birbirine bağlı silolardaki patlama buna bir örnektir. Başka bir deyişle, bir parlamada, alevden önce ortaya çıkacak olan basınç dalgası, ikincil bir patlamanın uyarı işareti olarak görülebilir. Bu nedenle, patlamaya

dayanıklı muhafazalar ve basınç dedektörleri, ikincil bir patlamadan önce olası felaketleri etkinleştirebilir ve sınırlandırabilir. Toz patlamasının oluşması için gerekli şartlar (Ergür, 2012):

Yanıcı maddeler

Yeterli olan oksijen kaynağının oluşturulması gerekir. Bunun yanı sıra diğer yanıcı gazların da oluşması bağlamında patlamanın şiddeti artacak ve aynı zamanda bu karışıma yine karışık karışım ismi verilmektedir.

Yeterli bir enerjiye sahip olan ateşleme kaynağının bulunması gerekir. Bu bağlamda bu kaynak bağlamında sıcak yüzey, açık alev, sürtünme sıcaklığının oluşması, kaynak ya da kesme kıvılcımları söz konusu olabilir. Ayrıca elektrostatik deşarj, ark, dumansız yanma ile beraber diğer maddeler üzerinde de tutuşturma kaynaklarına örnek verilebilir. Ortam sıcaklığının yüksek olması, türbilans ya da hava akışının yüksek olması –diğer bir deyiş ile yoğun olması- patlama için gerekli olan ateşleme enerjisinin de düşük olmasına neden olur.

Kapalı alan. Aslında, toz bulutu ne kadar sıkı olursa, patlama o kadar güçlü olur. Cihazın içi en uygun iç ortamdır.

Tutuşma Kaynakları

Kaynak İşlemi, Kesme ve Alevlenme İşlemleri

Un sanayisinde toz kaynağı 100-200 derece arasında patlamaya hazırdır. Bu nedenle fabrika sahasındaki tüm yüksek sıcaklıklı yüzeylerin risk kaynağı olduğu söylenebilir. Toz giderme işlemi sırasında özellikle makinenin iç yüzeyinde biriken toz tabakası unutulmamalıdır. Bu aynı zamanda içten yanmayı da önler ve günler sonra dahi oluşabilecek patlama riskini ortadan kaldırır. Normal işlemler (örneğin öğütme) sırasında kıvılcım çıkaran sigaralar ve makineler risk gruplarına örnek olabilir. Kendiliğinden ısınan toz tabakası uzun süre hareketsiz kalır veya uzun süre temizlenmez veya stok un, nişasta, hamur ve diğer malzemeler bazı mikroorganizmaların yardımıyla zamanla ısınır. Bu ısı kendiliğinden tutuşma sıcaklıklarına yükselebilir. Bu maddeler belli bir süre sonra aktif hale gelirse toz patlaması riski vardır (Akbel ve Özdemir, 2020).

Elektriksel Kaynaklı, Elektrostatik Kaynaklı ve Sürtünme Kaynaklı Olan Ark ve Kıvılcımların İncelenmesi

Güç kablosunun içerisinde kısa ya da küçük bir boşluğun bulunması, ark oluşumuna sebep olabilmektedir. Bir devre içerisinde meydana gelebilecek olan küçük boşluklar ile beraber kıvılcımlardan da geçen anlık akım akışı, ark kaynağının tanımıdır. Bunun yanı sıra küçük olanlar, toz bulutlarını ya da yanıcı olan malzemelerin tutuşmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiği zaman normal çalışma şartlarında değerlendirildiğinde kontaktörler, anahtarlar, röleler ve diğer bazı motorlar da elektrikli ekipmanlar dâhil olmak üzere ark oluşturma kapasitesine sahiptir. Aynı zamanda statik elektrik, katıdan katıya, sıvı durumdan katı duruma ya da iki sıvının da aynı anda birbirine sürtünmesi ile beraber oluşmaktadır. Dolayısıyla genel olarak işe yaramayan, bazen de elektrik arki biçiminde açığa çıkmakta olan elektrik enerjisi olarak tanımlanır. Bu deşarj işlemi genel olarak kontrol edilemeyebilir. Bu bağlamda yine statik elektrik de kullanılmazdır. Fakat kontrolsüz kuvvet yangınlarının oldukça önemli bir nedeni olarak belirtilebilir.

Malzeme üzerinde biriken elektrostatik yük çok yüksek olmasa bile deşarj sırasında bu güç birkaç bin volta ulaşabilir. Statik elektriği önlemenin en kolay yolu bir topraklama kablosu oluşturmak ve biriken voltajı toprağa aktarmaktır. Sürtünme, aşırı yüklenme veya mekanik parçaların çarpışmasından kaynaklanan kıvılcımlar da tozun tutuşmasına neden olabilir (Burunkaya, 2008).

Önleyici Tedbirlerin İncelenmesi

Durgunlaştırma (İnerting) İşlemi

Karbondiyoksit, nitrojen ve diğer gazlar karıştırılarak ekipmandaki oksijen içeriği patlamaya neden olabilecek koşulların altına düşürülür. En önemli dezavantajı izolasyon ekipmanına ihtiyaç duyulmasıdır. Ayrıca gaz oranları kullanıcıları etkilemeyecek şekilde sürekli izlenmeli ve kontrol edilmelidir. Bu yüksek verimli olmakla beraber; ancak oldukça pahalı bir sistemdir.

Anti-Statik Olan Ortamların Oluşturulmasına Dair Önlemlerin Alınması

Bunlar, çevreyi ve insanları statik elektrikten korumaya yönelik kişisel koruyucu donanımlar, deşarj istasyonları ve topraklama önlemleridir. Normal çalışma koşulları altında, insan vücudu 10 ila 15 kV statik elektrikle yüklenir. Deşarj sırasında meydana gelebilecek arklar, bazı malzemelere aşağıdaki patlama parametreleri bölümünde açıklanan minimum ateşleme enerjisi sağlayan 25 ila 30mJ enerji üretebilir. Antistatik ortam aşağıdaki gösterilmiştir (Burunkaya, 2008).



Şekil 6. Anti-Statik Ortam (Burunkaya, 2008).

Tozun Dağılmasını ve Yayılmasını Önlemek

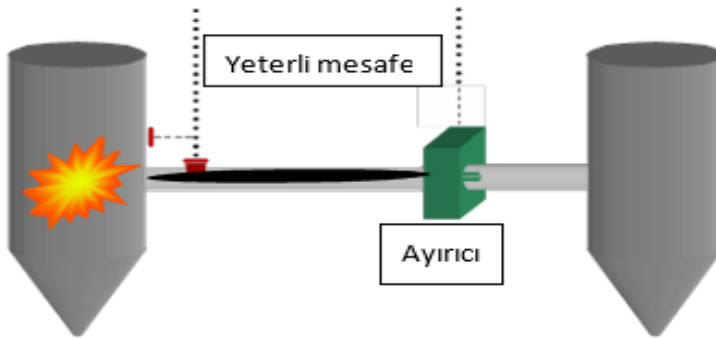
Toz filtrasyon ve toz giderme sistemleri gibi tozların dışarı sızması için mümkün olduğunca toz üreten ortam ve makineler normal çalışma ortamından izole edilmelidir. Ayrıca inşaat projelerinde havalandırması kolay, toz geçirmez veya temizlemesi kolay olmayan yüzey kaplamaları tercih edilmelidir (İSGÜM, 2018).

Koruyucu tedbirlerin Alınması İle İlgili Çalışmalar

Koruyucu önlemler, un sanayisinde patlamaların etkilerini azaltmak ve kişileri patlamaların etkilerinden korumak için tasarlanmış önlemlerdir. Bunlar arasında patlamaya dayanıklı ekipman, alev tutucular ve alevlerin iki hacim arasında geçişini önleyen bariyerler, patlamaya dayanıklı kapaklar ve egzozlar ve izolasyon yöntemleri yer alır. Alev Kapanı, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Alev kapanı, olası bir patlamanın etkisini azaltmaya yardımcı olmak için bir taş tozu bariyeridir. Bunlar, patlama etkisiyle devrildikten sonra taş kırıntılarını saçacak olan, galerinin üstüne veya yanına monte edilmiş raflardır (Sezer, 2019).



Şekil 7. Alev Kapanı (Sezer, 2019).



Şekil 8. Patlamanın Yayılmasını Engelleyici Bir Sistem (Eğri, 2008).

Havalandırma İşlemlerinin Yapılması ve İncelenmesi

Basınç, patlama olayı esnasında gelişmekle beraber, ilk basıncın yaklaşık olarak 10 katı şeklinde olduğu yağılan araştırmalar kapsamında ortaya konulmaktadır. İlk basıncın önemi ise bu kısımda vurgulanabilir. Dolayısıyla bir patlama olduğu esnada bu patlamanın yıkıcı etkileri göz önünde bulundurulduğunda kullanılmakta olan en yaygın yöntemler arasında patlama basıncının azaltılması için havalandırma ya da patlama koruması ismi verilen cihazlar kurulur. Ekipman üzerinde yerinde bulunan ve basınç altında açılan, iç basıncı azaltarak tankı veya ekipmanı korumak için tasarlanmış havalandırma veya patlamaya dayanıklı kapak olur (<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/volkanik-patlamlar-nasil-olusur>).

Kanal yardımıyla binanın dışına açılacak biçimde bir havalandırma sisteminin kurulması, yapılan çalışmalar bağlamında öngörülmektedir. Bunun yanı sıra boru hattında mümkün olduğu kadar keskin olan dönüşlerin

yapılmaması gerekmele beraber boru hattının patlayıcı karışımının atmosfere kolay bir biçimde ulaşabileceği şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra sistem yalnızca patlamadan sonra olan bileşiklerin çevreye zarar vermeyeceği bir biçimde kullanılması gerekir. Aynı zamanda toz patlama parametreleri aşağıda verildiği şekildedir (Bulgurcu, http://deneysan.com/Content/images/documents/havalandirma-10_30968968.pdf).



Bir patlama kapağı fonksiyonel halde

Şekil 9. Toz Patlama Parametreleri (Layık, 2016).

Test sonuçları laboratuvar koşullarında elde edilmiş olmasına rağmen, bu testlerden elde edilen sonuçlar, bir miktar belirsizlikle de olsa, ekipman ve binaların tasarımında ve alınacak önlemlerin belirlenmesinde rol oynamaktadır. Bu testler aynı zamanda farklı toz kategorilerini karşılaştırmak için de kullanılır. Bu testlerde ölçülen önemli toz patlama parametreleri şunlardır (Biyosidal Ürünler Yönetmeliği Kılavuzu, 2017):

Minimum Tutuşma Enerjisi –MTE (Minimum ignitionenergy)

Bu, toz karışımlarının elektriksel boşalmalara ve elektrostatik boşalmalara duyarlılığını ölçen bir özelliktir. MTE'si 25 mJ'den az olan tozlar genellikle patlayıcı olarak kabul edilir. Yüksek ortam sıcaklığı ve düşük nem, daha düşük MTE ile sonuçlanarak toz karışımı patlaması riskini artırır. Tozlu ortamlarda ortamı nemli tutmak için su kullanılır.

Minimum Tutuşma Sıcaklığı –MTS (Minimum ignitiontemperature)

Bir toz bulutunun tutuşmasının gerçekleşmesi için minimum sıcaklık burada ifade edilmektedir. Bu özellikler ele alınırken üretim alanında olan yataklar, motorlar, dırınlar, V kayışları vb. ısıtma elemanlarından ortaya çıkan risklerin tahmin edilmesi noktasında yardımcı olmaktadır. Basınç arttığı zaman MTS değeri de düşüş göstermektedir. Bunun yanı sıra toz katmanları açısından dumansız olan yanma sıcaklığı, MTS konseptiyle aynı anlama gelmektedir. Toz tabakasının içerisinde oluşan sıcaklık, kalınlık incelendiği zaman azalma gösterir. Genel olarak, artan toz partikül boyutu ve toz konsantrasyonu ile MTS'nin azaldığı söylenebilir (Şirinoğlu Doğan, 2022).

Kendi kendine olan Tutuşma Sıcaklıkları -KTS (Auto ignitiontemperature)

Bu özellik, kontrollü bir ortamda belirli miktarda tozun ısıtılmasıyla hesaplanır ve toz tabakasının kendi kendine tutuşmasına izin verilen ortam sıcaklığını gösterir.

Sınırlanmış olan oksijen konsantrasyonunun incelenmesi –LOK (Limitingoxygenconcentration)

SOC değeri toz tipine göre %2 ile %15 arasında değişmektedir. %8 oksijen seviyesi, karbon dioksit ve nitrojen sağlayarak organik tozlar için inertizasyon işlemleri sırasında hedef şok değeridir (Biyosidal Ürünler Yönetmeliği Kılavuzu, 2017).

Alt Patlama Sınırı-APS (Lowerexplosion limit)

Havada asılı duran toz parçacıkları ancak belirli bir mesafede etkileşime girebilir, yani bir parçacığın sıcaklığındaki artış etrafındaki diğer parçacıkları etkiler. Bu parçacık yoğunluğu, bir patlamanın gerçekleşmesi için gereken minimum havadaki toz konsantrasyonuna APS denir (Şirinoğlu Doğan, 2022).

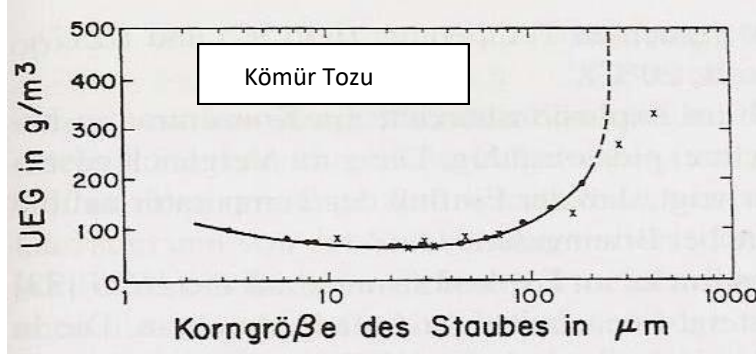
Üst Patlama Sınırı-APS (Upperexplosion limit)

Havada asılı duran toz parçacıklarının patlamaya neden olmayacağı en düşük konsantrasyon sınırıdır. Bu parametre gerçekten kullanışlı değildir ve APS ile değiştirilir (Özler, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/342fe5a64d9b0ff_ek.pdf).

Toz Patlama Sabiti -Kst(Dustexplosionconstant)

Kapalı bir kaptaki optimum koşullar altında ölçülen toz patlamasının maksimum basınç hızını ifade eder. Patlamanın şiddetinin bir göstergesidir, patlamaya karşı ne zaman önlem alınabileceği konusunda fikir veren ölçülü bir özelliktir (Biyosidal Ürünler Yönetmeliği Kılavuzu, 2017).

Toz partikül büyüklüğü: DIN'e göre patlama riski olan tozun partikül boyutu 0,5 mm'nin altındadır. Genelde partikül boyutu küçüldükçe partiküllerin oksidasyonu artar, ısınma eğilimi artar ve patlama riski artar. Bu nedenle, parçacık boyutunun alt patlama sınırı üzerindeki etkisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 10. Partikül Boyutunun Alt Patlama Sınırına Etkisi (Biyosidal Ürünler Yönetmeliği Kılavuzu, 2017).

Maksimum Patlama Basıncı-Pmax(Maximum explosion pressure)

Patlama anında test tankında ölçülen maksimum basınç değeridir. Tüm bunların sonucunda Amerika'da yeni yöntemler ve yeni fikirler üretmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yıkıcı ve ölümcül bir toz bulutu patlaması, mevcut standartları ve ölçüm yöntemlerini iyileştirmeye yönelik çalışmaları ateşledi. Şu anda deneyimler, toz patlamalarının iki ana nedeni olduğunu göstermiştir (Layık, 2016):

- ✓ Bir boru perforasyonu, yani yakındaki bir patlama ve üretimdeki herhangi bir işlem sırasında beklenmedik ani toz hareketi havaya karışır.
- ✓ Havada asılı kalan toz parçacıkları

Un Sanayisinde Risk Değerlendirmesinin Yapılması

Ortamda potansiyel olarak patlayıcı toz, yanıcı, yanıcı gazlar veya sıvıların varlığı ile ilgili soruların cevapları setidir. Ortamdaki tozu konsantrasyon, partikül boyutu, nem, tutuşturma kaynağı vb. açılardan değerlendirin ve gerekirse testler yapın. Hibrit karışımlar, tozun, toz patlamalarından daha yıkıcı ve tehlikeli olabilen patlayıcı gaz ve buharlarla karıştığı, ortamda karışık bir karışım oluşabileceği ortamlardır. (TMMOB, 2021).

Mevcut ve alınacak önlemler arasında toz patlamalarını önlemenin en ucuz ve kolay yolu kesinlikle uyulması gereken iş güvenliği kurallarının uygulanmasıdır. Sigara içme, kesme ve kaynak işleri izinli olarak yapılabilir, çeşitli ısı ölçüm cihazları ile sıcak yüzeyler tespit edilebilir, uygun bakım ve temizlik yapılabilir ve özellikle uygun kablolar ve ekipman seçimi yapılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde diğer birçok problemde olduğu gibi un sanayisinde meydana gelen toz patlamaları konusunda da güvenilir istatistikler ve kaza analizleri bulunmamaktadır. Bina Yangın Yönetmeliği'nde sadece buhar, sis ve gaz tehlikeleri ile ilgili önlemler yer almaktadır. Nitroselüloz, selüloit ve benzeri yanıcı ve patlayıcı maddeler için güvenlik önlemleri içeren 1973 PARPAT Yönetmeliği buna ilişkin önermeler vermektedir. Bu bölüm ise 3. Bölümdür. Bir sonraki bölüm 6'da un, yem ve benzeri maddeler için güvenlik önlemleri yer almaktadır. Bölüm 7, nişasta ve benzeri maddelerle ilgili güvenlik önlemlerini içerir. Bu bölümler bazı genel ifadeler içermektedir. Örneğin toz patlamalarında en büyük tehlike olan elektrostatik önlemlerden bahsedilmemektedir. Aynı şekilde 2003 yılı Çalışanlarının Patlayıcı Ortamlardan Korunmasına Dair Yönetmelik, patlayıcı toz açısından çok genel olup, bölge tanımı dışında herhangi bir başvuru belgesi ile desteklenmemektedir.

Her halükarda "zone" kavramı ayrıntılı değildir. İnsanların kafasında oluşan bu önlemlerin nasıl alınacağı ve uygulanacağı konusunda da çoğu kişinin bir fikri yoktur. Toz özelliklerinin ölçümüne ilişkin herhangi bir belge yoktur ve hiçbir test yöntemi tanımlanmamıştır. Tüm destekleyici belgeler (mevzuat, uyarı ve eğitim yayınları, broşürler) en kısa sürede hazırlanmalıdır. Toz karakterizasyon çalışması bir an önce dilimize çevrilmelidir. Toz karışımların özellikleri geliştirme konusu olmaya devam etmektedir. Bu nedenle toz

patlaması partikül boyutu, nem, türbülans, partikül morfolojisi gibi birçok faktörden etkilenir. Bazı parametreler formüle edilmiş olsa da tüm parametreleri aynı anda ölçmek ve değerlendirmek zordur.

Test laboratuvarında işletme içindeki ortam simüle edilir ve bina, makine ve teçhizatın tasarım aşamasında önleyici tedbirler planlanmalı ve uygulanmalıdır. Bazı proseslerde tozlu bir ortam kaçınılmazdır. Burada alınan önlemlere ek olarak çeşitli toz giderme sistemlerini de dikkate almak önemlidir. Ülkemizde toz konsantrasyonu ölçümü işletmelerde kurumlar tarafından yapılmaktadır. Ancak herhangi bir tozun veya karışımının patlayıcı özellikleri ölçülemez, her şeyden önce mevcut toz patlama özellikleri çalışmasının Türkçe'ye çevrilmesi gerekir. O zaman gerekli düzenlemelerin ve standartların yayımlanması ilgililer açısından son derece öğretici olacaktır.

KAYNAKÇA

Akbel, E. & Özdemir, K. (2020). İnşaat Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Toz Faktörünün İncelenmesi. Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4 (2), 139-150.

Akın, F. (2012). Gıda Ürünleri Ve İçecek Sanayinin Ekonomik Özellikleri. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14 (3), 17-70.

Arıtan, AE & Ataman, M. (2017). Kaza Oranları Hesaplamalarıyla İş Kazası Analizi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (1), 239-246.

Arslan, S., İmamoğlu, İ. & Yıldırım, H. (2020). Şeker Bağımlılığı: Gerçek mi hayal ürünü mü?. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 13 (3), 444-456.

Asana, M.M. (2015). Endüstriyel Tesislerde Toz Patlamaları, Modellenmesi Ve Risk Azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bayraç, H. N. (2010). Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi Ve Önleyici Politikalar. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11 (2), 229-259.

Biyosidal Ürünler Yönetmeliği Kılavuzu (2017). Cilt III İnsan Sağlığı - Ölçme ve Değerlendirme (Bölüm B + C), Sürüm 4.0, https://titck.gov.tr/storage/Archive/2021/contentFile/biocides_guidance_human_health_ra_iii_part_bc_tr_033cff4e-cf32-4fbd-9e45-7a9dee08bfc4.pdf

Bulgurcu, H. Endüstriyel Havalandırma http://deneysan.com/Content/images/documents/havalandirma-10_30968968.pdf

Burunkaya, M. (2008). Statik Elektriğe Karşı Koruma için Güvenli Bir Topraklama Sistemi ve Antistatik Çalışma İstasyonunun Kurulması. Politeknik Dergisi, 11 (2), 93-98.

Ceylan, H. & Başhelvacı, V. S. (2011). Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi İle Risk Analizi: Bir Uygulama. International Journal of Engineering Research and Development, 3 (2), 25-33.

ÇSGB, (2022). Gıda Ürünleri Ve İçecek İmalatı Sektöründe İş Sağlığı Gözetimi Rehberi. <https://www.cs.gb.gov.tr/medias/7191/gida-%C3%BCr%C3%BCnler%C4%B0-ve-%C4%B0%C3%A7ecek-%C4%B0malati-sektoer%C3%BCnde-%C4%B0%C5%9F-sa%C4%9Flu%C4%9Fi-goezet%C4%B0m%C4%B0-rehber%C4%B0.pdf>

Demircan, Y. (2010). Endüstriyel Tesislerdeki Parlayıcı, Patlayıcı Ve Zehirleyici Maddelerin Depolamasındaki Risklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dizlek, H. (2014). Depolama Sırasında Tahıllarda Meydana Gelen Fiziksel Ve Kimyasal Değişiklikler. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, 0 (12), 49-57.

Eğri, N. (2008). Patlamanın Yayılmasını Engelleyici Bir Sistem. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Ekermen, Patlayıcı Ve Yüksek Patlayıcı Maddelerin Özellikleri, Sınıflandırılması Ve Patlama Etkileri, https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/5d9f44cfbfd5a1a_ek.pdf.

Ekici, M. & Tutar, F. (2022). Birincil Sektör Olarak Tarımın Dış Ticaretteki Stratejik Rolü. Fiscaeconomia, 6 (1), 118-141.

Eren, M.N. (2016). Fırınlarda İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Değerlendirilmesi. İş Sağlığı Ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

- Ergür, H.S. (2012). Makine Endüstrisinde Karşılaşılan Toz Patlaması Olayı Ve Atex Yönergeleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, XXV, (2), 1-18.
- Erol, İ. ve Ürünveren, A. (2021). "Yeraltı Kömür Madenlerinde Meydana Gelen Büyük Maden Kazaları", Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety, c. 5, sayı. 3, ss. 193-207.
- https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/157093/mod_resource/content/0/1_Hafta_Toiz_Teknolojisi_Mikro_meritik.pdf Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2440/mod_resource/content/1/Hafta05_Dedektorler.pdf erişim tarihi: 02.08.2022.
- <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/volkanik-patlamlar-nasil-olusur> Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- <https://feedplanetmagazine.com/toz-patlamlari-ve-degirmen-sektorunde-alinmasi-gereken-onlemler/> Erişim Tarihi: 29.07.2022.
- <https://isgtedbir.com/diger/kapali-alanlarda-is-sagligi-ve-guvenligi/> Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- <https://silo.tips/download/karbon-hdrojen-oksijen-c-h-o-x-ortamdaki-oksijen-miktar-en-az-16-olmal-c-h-o-o-x> Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- <https://www.csgeb.gov.tr/medias/4591/rehber03.pdf> Erişim Tarihi: 29.07.2022.
- <https://www.elektrikport.com/makale-detay/elektriksel-ark-nedir-nasil-olusur/18974#ad-image-0> Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- <https://www.eosb.org.tr/userfiles/files/dersnotu2014.pdf> Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/5d9f44cfbfd5a1a_ek.pdf Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- https://www.maden.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=8735 Erişim Tarihi: 01.08.2022.
- Ilıman, E. Z. (2015). TÜRKİYE'DE MESLEK HASTALIKLARI. Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi, 1 (1), 21-36.
- İSGÜM, (2018). Boya Üretimi Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Rehberi. Aile, Çalışma Ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı Ve Güvenliği Araştırma Ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı (İsgüm).
- Kayaardı, S. (2006). Gıda Üretiminde Haşerelerle Mücadele. Akademik Gıda, 4 (4), 41-45.
- Keskin, D. & Bozdoğan, B. (2019). Etlerin Korunmasında Kullanılan Kimyasal Yöntemler. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (2), 231-236.
- Laçiner, V. (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği Hukukunda Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunması. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, Prof. Dr. Ali Rıza Okur'a Armağan, 749-766.
- Layık, E.E. (2016). Gıda Sektöründe Toz Patlamalarının Araştırılması Ve Patlamadan Korunma Dokümanının Hazırlanması Bir Uygulama Örneği. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi.
- Mevlevioğlu, U., Kadırgan, M. N. & Alev Çiftçioğlu, G. (2019). Kimya Endüstrilerinde Patlama ve Yangınların Önlenmesi ve İlgili Vaka Çalışmaları. International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 31 (1), 36-46.
- Özbay Doğu, S. & Akolaş, D. A. (2015). Gıda Depolarında Gıda Kalite Sistemlerine Uygun Stok Yönetimi Sürecinin Geliştirilmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (33), 229-238.
- Özler, A. Patlamadan Korunma Dokümanı Hazırlama Eğitim Sunumu. http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/342fe5a64d9b0ff_ek.pdf
- Polat, Y. (2008). Vakumlu Pnömatik Konveyör Sistemleri Ve Bunların Tasarım Kriterlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sezer, P. (2019). Alüminyum Toz Patlamalarının İncelenmesi Ve Reaktif-Proaktif Önlem Çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi. Türkiye Cumhuriyeti İstanbul Gedik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Şirinoğlu Doğan, B. (2022). Toz Patlamaları. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/bf171e45c3984b5_ek.pdf?tipi=2&turu=H&sube=1

- Tarım, M. (2017). Kimya Sektöründe İş Kazaları Ve Meslek Hastalıkları. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16 (32), 49-64.
- TMMOB, (2021), Yapı Sektöründe Çok Yönlü Kalkınma: Eğitim-Araştırma-Uygulama. http://www.mimarlarodasianskara.org/download/tum_kitap_birlesik_yeni.pdf
- Toktaş, F.Ü. Statik Elektrik, https://www.emo.org.tr/ekler/cf64379eb6f29a4_ek.pdf?dergi=167
- Türkkan, A. (2009). İşe Bağlı Kas-İskelet Sistemi Hastalıkları ve Sosyoekonomik Eşitsizlikler. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 35 (2), 101-106.
- Üçüncü, K. (2011). Toz Patlamaları. <http://www.isteguvencilik.tc/tozpatlamalari.pdf>
- Ülker, Y. ve Arslan, Ö. (2020). Türkiye’de gıda perakendeciliği sektöründe finansal analiz ve bir uygulama. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9(4), 2531-2546.
- Yavuz, Ş. (2020). Organik Kimya Laboratuvarında Kullanılan Kimyasalların İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Zararlarının İncelenmesi. Ohs Academy, 3 (3), 221-229.
- Yıldırım, A. & Akçadağ, S. (2004). Toplu Yemek Üreticisi Firmaların Sorunları Ampirik Bir Çalışma. Akademik Gıda, 2 (4), 32-43.
- Yücel Şengün, İ., Kırmızıgül, A., Kılıç, G., Öztürk, B. (2020). Gıda işletmelerinde COVID-19 salgınına yönelik alınması gereken önlemler ve etkin dezenfeksiyon uygulamaları. GIDA (2020) 45(4) 646-664
- Zöhra, B. ve Akar, M. (2019). "Türkiye’de verimli elektrik motorlarına geçiş süreci ve Şebeke Kalkışlı Sabit Miknatıslı Senkron Motorlar", International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies. 3(2), 236-242.