



T. C.

ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİR UN FABRİKASINDA TS EN 60079-10-2 STANDARDINA GÖRE
TOZ KAYNAKLI PATLAYICI ORTAM
DEĞERLENDİRİLMESİNİN YAPILMASI VE BU STANDARDIN
İLGİLİ NFPA STANDARTLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

Ahmet ŞİMŞEK

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mesut KARAHAN**

İSTANBUL-2019

T. C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİR UN FABRİKASINDA TS EN 60079-10-2 STANDARDINA GÖRE
TOZ KAYNAKLI PATLAYICI ORTAM
DEĞERLENDİRİLMESİNİN YAPILMASI VE BU STANDARDIN
İLGİLİ NFPA STANDARTLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

AHMET ŞİMŞEK

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mesut KARAHAN**

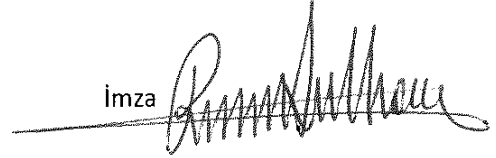
İSTANBUL-2019

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Anabilim Dalı : İş Sağlığı ve Güvenliği
Program : İş Sağlığı ve Güvenliği
Öğrenci No : 174203041
Öğrenci Adı Soyadı : Ahmet ŞİMŞEK

“ BİR UN FABRİKASINDA TS EN 60079-10-2 STANDARDINA GÖRE TOZ KAYNAKLI PATLAYICI ORTAM DEĞERLENDİRİLMESİNİN YAPILMASI VE BU STANDARTIN İLGİLİ NFPA STANDARTLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI” isimli çalışma aşağıdaki jüri tarafından 23.05.2019 tarihinde yapılan sınavda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.

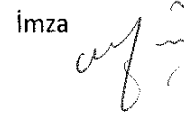
Jüri Başkanı : Dr. Öğr.Üyesi Rüştü UÇAN
(Üsküdar Üniversitesi)

imza 

Danışman : Doç. Dr. Mesut KARAHAN
(Üsküdar Üniversitesi)

imza 

Üye :Dr. Öğr.Üyesi Mustafa YAĞIMLI
(İstanbul Gedik Üniversitesi)

imza 

ONAY

Bu tez, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Türker Tekin ERGÜZEL
Enstitü Müdür V.

ÖZET

Patlayıcı potansiyeli olan ortamlarda risk altında olan çalışan personelin korunmasına ilişkin düzenleme yayınlanmış olup, bu ortamda çalışanların sağlık ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesine ilişkin gerekli güvenlik önlemlerini belirtmek için yürürlükte olan standartlara göre tedbirler alınmakta ve patlamaya karşı korunma dokümanı hazırlanmaktadır.

Patlamaya karşı korunma dokümanı hazırlarken dünyada kabul gören AB ve ABD standartları bilinmektedir. Gıda endüstrisinde şeker, un, nişasta, süt tozu, kakao, baharatlar, hazır çorba karışımların ve vb. ürünlerin işlendiği yerlerde toz patlaması riski bulunmaktadır. Bu tozlu ortam çalışmalarında patlamaya karşı bir korunma belgesi hazırlanarak toz patlaması riskini bertaraf edilerek çalışanların çalışma ortamlarını daha güvenilir bir hale getirmek hedef olarak amaçlanmıştır.

Gıda sektöründe bahsettiğimiz çalışma ortamlarındaki toz patlamalarına karşı en güvenilir patlamadan korunma belgesini hazırlayabilmemiz için, dünyada geçerli olan ABD NFPA standartları ile AB standartlarından alınmış TS EN 6079-10-2 toz patlama standartlarının karşılaştırılması yapılarak, çalışanlar için güvenli çalışma ortamlarının hazırlanması amaçlanmıştır. Dünyada toz patlamalarına karşı yayınlanan tüm standartlar patlamaya karşı korunma belgesi düzenlemedeki gereklilikleri yerine getirmek için uygulanacak anahtar araç olarak algılanır.

Bu araştırmada risk analiz yöntemi hata türü etkileri analizi (FMEA) kullanılmış ve risk analizinde ortaya çıkan tehlikeler belirlenerek anılan standartlara göre un fabrikasında toz patlamalarına karşı en güvenilir patlamadan korunma belgesi örneği hazırlanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toz patlaması, patlama tehlikeleri, Patlamadan Korunma Dokümanı.

ABSTRACT

The regulation on the protection of the working personnel who are at risk in the potentially explosive environments has been published and in this environment, measures are taken in accordance with the standards in force in order to indicate the necessary security measures for improving the health and safety conditions of the employees and an explosion protection document is prepared.

The world-wide recognized EU and US standards are known when preparing an explosion protection document. In the food industry, sugar, flour, starch, milk powder, cocoa, spices, instant soup mixtures and so on. There is a risk of dust explosion where the products are processed. In this dusty environment, an explosion protection document has been prepared and the risk of dust explosion has been eliminated and it is aimed to make the working environment of the employees more reliable.

In order to prepare the most reliable explosion protection against dust explosions in the working environments mentioned in the food sector, it is aimed to prepare safe working environments for employees by comparing the current US NFPA standards and TS EN 6079-10-2 dust explosion standards from EU standards. All standards issued against dust explosions in the world are perceived as a key tool to fulfill the requirements in the regulation of explosion protection.

In this study, the risk analysis method error type effects analysis (FMEA) was used and the hazards identified in the risk analysis were determined and the most reliable sample of explosion protection against dust explosions was prepared in the flour factory.

Key Words: Dust explosion, explosion hazards, Explosion Protection Document.

ÖNSÖZ

Bu Tezimin hazırlanması süresince her türlü yardım ve fedakârlığı sağlayan, bilgi, deneyim ve güler yüzü ile çalışmama ışık tutan, ayrıca bana bu çalışmayı vererek kendimi geliştirmeye yönelik de birkaç adım ileride olmamı sağlayan, tez danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mesut KARAHAN'a, Üsküdar Üniv. İş Sağlığı ve Güvenliği Program Başkanı Sayın Dr. Öğr. Gör. Rüştü Uçan'a, Sayın Öğr. Gör. Mustafa Cüneyt Gezen'e ve sektör uzmanı Sayın Kimya Müh. İlker Erdoğan'a ve tez hazırlığım sürecinde özveriyle desteğini bir an bile esirgemeyen sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ahmet ŞİMŞEK

BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bir Un Fabrikasında TS EN 60079-10-2 Standardına Göre Toz Kaynaklı Patlayıcı Ortam Değerlendirilmesinin Yapılması ve Bu Değerlendirmenin İlgili NFPA Standartları ile Karşılaştırılması” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla doğrularım.

.../.../2019

Ahmet ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
BEYAN FORMU	v
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Patlama Kavramı.....	2
2.2. Toz Kavramı	2
2.3. Toz Patlaması Kavramı.....	3
2.4. Domino Etkisi	5
2.5. Patlamayla İlişkili Dünya İstatistikleri	5
2.6. Patlamayla İlişkili Türkiye İstatistikleri	7
2.7. Gıda İşkolunda Toz Patlamaları	8
2.8. Patlamadan Korunma Dokümanı	11
2.8.1. Patlama Karakteristikleri	16
2.8.2. Boşalma Kaynakları.....	19
2.8.3. Tutuşturucu Kaynaklar	19
2.8.4. Bölge Sınıflandırması	24
2.8.5. Bölge Ekipman Seçimi	25
2.8.6. Patlama Etkilerinin Azalması	32
2.9. Patlama Basıncına Dayanıklı Tasarım	32
2.10. Alev ve Patlamanın Yayılmasının Engellenmesi.....	33
2.11. Patlamanın Bastırılması	34
2.12. Patlama Tahliye Sistemleri	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi	36
4. BULGULAR	40

4.1. Un Fabrikası Üretim Aşamaları	41
4.1.1. Buğdayın Alımı ve Depolanması.....	42
4.1.2. Buğdayın Temizlenmesi ve Yabancı Maddelerden Ayıklanması.....	43
4.1.3. Paçal İşlemi.....	44
4.1.4. Buğdayın Yıkanması.....	44
4.1.5. Buğdayın Tavlanması	45
4.1.6. Buğdayın Öğütülmesi	46
4.1.7. Eleme	47
4.1.8. Ambalajlama ve Depolama.....	48
4.2. Un Fabrikası FMEA Risk Değerlendirmesi.....	49
4.3. Patlamadan Korunma Dokümanı	51
4.3.1. Un Tozunun Patlaması Değerlendirmesi.....	53
5. TARTIŞMA	58
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
7. KAYNAKLAR	65
EKLER	67
Ek-1. FMEA Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi	68
Ek-2. Un Fabrikası Patlamadan Korunma Dokümanı	164
ÖZGEÇMİŞ	202

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Toz Patlama Sınıfları.....	16
Tablo 2.2. Patlama Parametreleri Örnekler.....	17
Tablo 2.3. Patlama Parametreleri ile İlgili Standartlar.....	17
Tablo 2.4. Toz Patlaması Şiddetini ve Olasılığını Etkileyen Faktörler.....	18
Tablo 2.5. Almanya’da Gerçekleşen 426 Toz Patlamasının Tutuşturucu Kaynaklara Göre Dağılımı.....	23
Tablo 2.6. Bölge ve Bölüm Karşılaştırma Tablosu.....	25
Tablo 2.7. Patlayıcı Toz Kategorileri ile Ekipman Grupları Arasındaki İlişki.....	28
Tablo 2.8. ATEX 95 ile ATEX 137 Arasındaki İlişki.....	29
Tablo 2.9. Patlayıcı Toz Bölgelerde Kullanılan Ekipman Koruma Seviyeleri.....	29
Tablo 2.10. Ekipman Koruma Seviyesi ile Koruma Tipi Arasındaki İlişki.....	30
Tablo 2.11. EU IEC ve US NEC Standardlarına Göre Ekipman Yüzey Sıcaklıklarının Karşılaştırması	31
Tablo 3.1. Tozlar için tehlikeli bölge sınıflandırma karşılaştırması	35
Tablo 3.2. EU IEC ve US NEC Standardlarına Göre Ekipman Yüzey Sıcaklıkları Karşılaştırması	36
Tablo 3.3. FMEA Olasılık Tablosu	38
Tablo 3.4. FMEA Şiddet Derecelendirme Tablosu	38
Tablo 3.5. FMEA Farkedilebilirlik Tablosu	39
Tablo 4.1. Un Üretim Tesisi Risk Değerlendirme Sonuçları	49
Tablo 4.2. Buğday Unu Patlama Karakteristiği.....	52
Tablo 4.3. Toz Kimyasalların Patlama Meydana Getireceği Yerler	53
Tablo 6.1. Tablo 6.1. EN IEC 60079-10-2 standardı ile ilgili NFPA standartlarının karşılaştırılma sonucu.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. ABD ve Almanya’da gerçekleşen toz patlamalarının dağılımı.....	7
Şekil 2.2. Türkiye’de Patlama Sonucu İş Kazası Geçiren Çalışan Sayısının Yıllara Göre Değişimi	8
Şekil 2.3. ABD’de gerçekleşen toz patlamalarının endüstrilere göre dağılımı.....	9
Şekil 2.4. ABD’de gerçekleşen toz patlamalarının materyallere göre dağılımı.....	9
Şekil 2.5. Şeker tozu patlaması sonrası Imperial Şeker Fabrikası.....	11
Şekil 4.1. Un fabrikası üretim akış şeması	40
Şekil 4.2. Un fabrikası üretim süreci	41
Şekil 4.3. FMEA Yöntemine Göre Riskli Bölgeler	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ATEX	(Fr) Atmosphère explosible (Patlayıcı atmosfer)
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
CSB	US Chemical Safety and Hazard Investigation Board
ÇEİS	Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası
ÇPOKHY	Çalışanların Patlayıcı Ortamlardan Korunması Hakkında Yönetmelik
EPL	Equipment Protection Level
EU	European Union
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
HSE	UK Health and Safety Executive
I.S.	Intrinsic Safety
IEC	International Electrotechnical Commission
J	Joule
LEL	Lower Explosion Limit (Patlama Alt Sınırı)
µm	Mikrometre, mikron
NEC	National Electric Code (NFPA 70)
NFPA	National Fire Protection Association
OSHA	US Occupational Safety and Health Administration
PGS	ÇEİS Patlamadan Korunma Sistemi
PKD	Patlamadan Korunma Dokümanı
®	Alameti Farika
TSE	Türk Standartlar Enstitüsü
UK	United Kingdom
US, USA	United States of America

1. GİRİŞ

Toz patlamaları iş sağlığı ve güvenliği açısından ehemmiyetli bir yere sahip olup, oluşan toz patlamaları iş yerlerinde ölümlü iş kazalarıyla beraber büyük parasal kayıplara kapı aralamaktadır (OSHA, 1997).

Endüstride toz içeren süreçlerin %70'ten fazlasında yanıcı toz bulundurulur. Buradan hareket edecek olursak toz içeren süreçleri olan sanayi tesislerinin çoğunluğunda toz patlaması riski olduğu söylenebilir (Tasneem ve Abbasi, 2006). Toz patlamasının yüksek olduğu endüstriler; ahşap, metal, gıda ve kimya endüstrisidir. ABD'nde toz patlamaları hakkında yapılan bir araştırmada patlamaların yarısından fazlasının gıda (%24), ahşap (%15), kimya (%8) ve metal endüstrisinde (%8) olduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 1 ve Şekil 2).

Gıda sektöründe un, şeker, nişasta, kakao gibi maddelerin imalatının yapıldığı tesislerde toz patlaması riski vardır (HSE, 2019). Patlamadan korunma dokümanının muhtevası, bölge hesaplamaları, bölge sınıflandırmaları, patlayıcı ortamlarda alınması şart olan organizasyonel ve teknik tedbirler ile ilgili olması gerekmektedir. Mevzuatın bu konuda çizmiş olduğu çerçevede, patlayıcı ortamlarla ilgili bilgi ve farkındalık seviyesinin çeşitli faaliyetlerle artırılması gerekmektedir.

İş yerlerinde görülen patlayıcı ortamlara dair literatür ve standart taraması yapılarak Çalışanların Patlayıcı Ortamlardan Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında, ülkemiz İç Anadolu Bölgesinde yer alan bir kent merkezinde, un imalatı yapan bir tesiste gerekli incelemeler yapılarak, toz patlamasına yönelik risk değerlendirilmesi yapılmış, tesisdeki toz patlama olasılığı belirlenmiş, kullanılan risk değerlendirmesi çykılarının uygulanabilirliğini ele almak ve ulaşılan sonuçları karşılaştırmak amaçlanmıştır.

Buna ilaveten, bu tesiste örnek bir PKD hazırlanarak bu sektörde daha sonra hazırlanacak patlamadan korunma dokümanlarına katkı sağlamak hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Patlama Kavramı

Patlama, net ve kesin tanımı olan bir kavram değildir. Ansiklopedik kaynaklarda yapılan patlama tanımlarına bakıldığında tanımlar iki gruba ayrılabilir. Birinci gruptaki tanımlar; patlama sırasında ani ve kuvvetli bir basınç dalgası oluşması nedeniyle gürültü veya şiddetli çarpma üzerine odaklanmışlardır (TS EN 60079-10-2:2015). Basınç dalgasının nedeni ikinci tasarıda dikkate alınarak, patlamanın kimyasal mı mekanik mi olduğu üzerinde durulmamış ve patlama tanımları ani patlama üzerine kurulmuştur. İkinci gruptaki tanımlar, kimyasal enerjinin aniden serbest bırakılmasıyla meydana gelen patlamalar ile sınırlıdır. Bu tanımlar gaz ve toz patlamalarını içermektedir. Tanımlarda vurgu temel olarak kimyasal enerjinin serbest bırakılmasına yapılmaktadır ve patlama buna uygun olarak tanımlanmaktadır (Eckhoff, 2003).

Bütün bu tanımlardan çıkılarak yeniden bir patlama tanımı yapılacak olursa, “Patlama; sabit bir hacimde oluştuğu takdirde ani ve ciddi basınç artışı oluşturan ekzotermik kimyasal bir işlemdir” denilebilir (Eckhoff, 2003).

2.2. Toz Kavramı

TS EN 60079-10-2:2015 standardında tozun jenerik terim olarak yanıcı toz ve yanıcı uçucuları içerdiği belirlenmiştir. Standartta yanıcı toz; nominal büyüklüğü 500 mikron ve daha düşük olan, atmosferik basınçta ve normal sıcaklıkta havayla patlayıcı karışım meydana getirebilen ince bölünmüş katı parçacık olarak tarif edilmiş, yanıcı uçucu ise nominal boyutu 500 mikron’dan büyük olan, atmosferik basınçta ve normal sıcaklıkta havayla patlayıcı karışım meydana getirebilen katı parçacık olarak tarif edilmiştir.

İlaveten yanıcı uçucuların lifleri de içerdiği belirtilmiştir (TS EN 60079-10-2:2015). NFPA standartlarında yanıcı toz 500 mikron ve daha küçük boyutta olan, havada asılı kaldığında tutuşturucu kaynak ile temas ettiğinde, yangın ve patlama riski olan parçacık şeklinde tarif edilmektedir. BS 2955:1958 standartlarında ise; parçacık büyüklüğü 1000 mikron’dan küçük olan maddeler pudra, 76 mikron’dan küçük olan parçacıklar da toz olarak tarif edilmektedir (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Bir başka kaynakta yer alan tanıma göre, “en çok 150 mikron büyüklüğündeki katı parçacıklara toz” denmektedir (Uçan, 2018).

Genel olarak bakacak olursak, katı organik maddelerin çoğu, bir hayli metal ve bir takım metal olmayan inorganik maddeler; parçacık boyutu standartlarda belirtilen değerlere erişene kadar küçülüp, havada yeterli konsantrasyonu meydana getirecek şekilde dağıldığında yangın veya patlama oluşturabilmektedir.

Yanıcı tozlar tesislerde üretilmesi hedeflenen ürün olabileceği gibi; taşıma veya imalat esnasında da oluşabilmektedir. Örneğin; taşlama, parlatma, taşıma ve şekil verme işlemlerinde birçok küçük parçacıklar meydana gelebilmekte ve çabucak uçuşarak toz patlayıcılarda çatlaklarda, yüzeylerde ve diğer ekipmanların yüzeyinde yığılabilmektedir. Yığılan toz herhangi bir nedenle havalandığında potansiyel patlayıcı ortam meydana gelebilmektedir.

NFPA standartlarına göre oda yüzeyinin %5'ini kuşatan 0,794 mm (1/32 inch) derinliğinde toz önemli derecede patlama riski meydana getirmektedir. Ayrıca yüzeylerde yığılan çok ince toz katmanları patlama oluşturması halinde yıkıcı neticelere sebep olabilmektedir. ABD'nde 2003 yılında ilaç fabrikasında 6,35 mm derinliğinde yığılan tozun meydana getirdiği patlama 6 işçinin hayatını kaybetmesine neden olmuştur (CSB, 2006).

2.3. Toz Patlaması Kavramı

Bütün yangınlarda olduğu gibi, toz yangınları da yanıcı maddenin oksijen varlığında tutuşturucu kaynak ile birleşmesi sonucu meydana gelmektedir. Toz patlamasıyla ilgilenen ilk araştırmacı Prof. Weber, 1878'de yaptığı bir çalışmada, tozlardaki kohezyon kuvvetleri ve yayılım üzerinde durmuş, buğday unundaki yanıcılık ve patlama olaylarını analiz etmiştir

Toz patlaması yangın üçgenindeki üç bileşen haricinde iki bileşene daha gerek duymaktadır. Bu iki bileşen; tozun askıda kalması ve toz bulutunun belirli bir hacimde sınırlandırılmasıdır (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Havada askıda kalma tozun daha çabuk yanmasını, sınırlandırılma ise yüksek basıncın meydana gelmesine sebep olmaktadır. Ayrıca patlama meydana gelebilmesi için havada askıda kalan tozun kontrasyonunun patlama aralığında olması lâzımdır (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Tozun belirli bir hacimde sınırlandırılması veya havada askıda kalması önlenirse patlama oluşmamakta, fakat yangın sürmektedir. Havada askıda kalan tozun belirli bir hacimde hapsedilmediği takdirde sadece ani parlama meydana gelmektedir. Fakat, dikkat edilmelidir ki, kısmen sınırlandırılan bir toz bulutu dahi tutuşursa, önemli bir patlama oluşabilmektedir (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Sabit bir hacimle sınırlandırılan toz bulutunun, hızlı bir basınç artışına sebep olmakta, alev toz bulutunun içinde ilerlemesiyle, yanma neticesiyle oluşan ısı daha da artmakta ve patlama gerçekleşmektedir.

Toz patlamaları ve gaz patlamaları arasındaki temel fark; gaz patlamaları için gerekli havanın yetersiz olması nedeniyle kapalı tanklarda gaz patlamalarının çok az görülmesidir. Toz proses ekipmanlarında havada asılı kaldığı için ekipmanların içinde toz patlaması meydana gelebilmektedir (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Çok yüksek enerjiye sahip olan toz patlamaları, binaları tahrip edecek ya da çevredeki canlılara zarar verecek kadar yüksek basınç dalgaları meydana getirebilmektedir. Toz patlamalarına maruz kalan insanlar çoğunlukla yanan toz bulutunun tesiriyle yanarak ya da patlamanın tesiriyle savrulan ekipman parçaları ve çöken duvarlar sebebiyle zarar görebilmektedir.

Yanıcı katı madde küçük parçacıklara ayrıştığında, hava ve madde arasındaki yüzey alanının çoğalması nedeniyle maddenin tutuşması kolaylaşmakta ve yanma hızı yükselmektedir. Malzemenin çapı 0,1 mm'den daha küçük olana kadar küçülmeye devam edilirse, bütün parçacıklar serbest olarak yanabileceği yeterli miktarda hava içinde askıda kalmakta ve lâzım olan tutuşma enerjisi çok düşük ve yanma hızı çok yüksek verilere ulaşmaktadır. Parçacık boyutu, parçacıkların birleşerek topaklaşma eğiliminin arttığı sınıra kadar küçüldüğünde, partiküler topaklaşmaya başlamakta ve patlama oluşması zorlaşmaktadır.

Toz patlaması ekipman içinde veya çalışılan odada meydana geldiğinde, patlamanın olduğu alanda basınç çok hızlı artmakta ve proses ekipmanları veya binalar zarar görebilmekte, çevredeki insanlar yaralanabilmekte ya da ölümlere sebep olabilmektedir (Eckhoff, 2003).

2.4. Domino Etkisi

Bir kuruluşta oluşan toz patlamaları birincil veya ikinci patlama olarak iki gruba ayrılmaktadır. Birincil toz patlamaları toz bulutunun; filtre, karıştırıcı, pnömatik, taşıyıcı, kurutucu, elevatör, sila gibi ekipman parçasının içinde herhangi bir tutuşturucu kaynakla buluşması halinde meydana gelen patlamalardır.

İkincil toz patlamaları ise yerde, ekipman yüzeylerinde yığılan tozun meydana gelen birincil patlamaların etkisiyle havalanması ve tutuşması ile meydana gelen patlamalardır. Ortamda toplanan toz oranına bağlı olarak, küçük bir birincil patlama çok kuvvetli ikincil toz patlamasının meydana gelebilmesine sebep olabilmektedir. Bu nedenle, ikincil toz patlamaları daima birincil toz patlamalarından daha zarar verici olmaktadır (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Kuruluşlarda gerçekteşebilecek birincil patlamalar yerde ve/veya ekipman yüzeylerinde toplanan tozların havalanması nedeniyle ikincil patlamaların meydana gelmesine, gerçekteşecek ikincil patlama ise basınç dalgasının yayılmasıyla kuruluşun diğer bölümlerinde biriken tozlarında havalanarak patlamasına neden olarak domino etkisi meydana gelebilmektedir.

İkincil toz patlamalarından korunmanın ve patlamanın domino etkisini durdurmanın en iyi yolu toz yığılmasını engellemektir. İkincil toz patlamalarına mani olmak amacıyla; tesiste biriken tozun aktif şekilde temizlenmesi, ekipmanların toz yaymayacak şekilde seçilmesi ve bakımlarının yapılması, temizlenmesi zor zeminlerin toz yaymayacak şekilde kapatılması ve toz toplayıcı sistemlerin kullanılması gerekmektedir. Fakat yanıcı tozların temizlendiğinde doğru yöntem ve doğru ekipman kullanılması çok önemlidir. Tatbik edilen tedbirler ile en az seviyede toz bulutu oluşmasına izin verilmesi ve yanıcı tozların temizlenmesinde sadece vakumlu temizleyicilerin kullanılması gerekmektedir (CSB, 2006).

2.5. Patlamayla İlişkili Dünya İstatistikleri

Sosyal algıda patlamanın sadece yanıcı gaz ve sıvı içeren basınçlı kaplarda ve patlayıcıların işlenmesi esnasında meydana geldiği düşünölmektedir. Toz ender olarak patlamaya sebep olabilecek bir madde olarak algılanır. Fakat toz patlaması gelişmiş ölkelerde yaşanan büyük kazalar sebebiyle, bu ölkelerde büyük endüstriyel kaza olarak görölmüştür.

Dünyada bütün sanayi ülkelerinde her gün en az bir toz patlaması olduğu kabul edilmektedir.

Dünyada oluşan toz patlamaları tetkik edildiğinde kaynaklara geçen ilk toz patlamasının 1785’de gerçekleştiği görülmektedir. Toz patlamasıyla ilgili detaylı olarak kayıtlara geçen ilk kaza 12 Ocak 1807’de Hollanda’da 85 bin kilogram barut taşıyan bir gemide gerçekleşmiştir. Kaza sonucunda, 151 kişi hayatını kaybetmiş, 2000 kişi yaralanmıştır. Toz patlamaları ile ilgili sistemdeki kayıtlar 20. yüzyıl ve sonrası için mevcuttur.

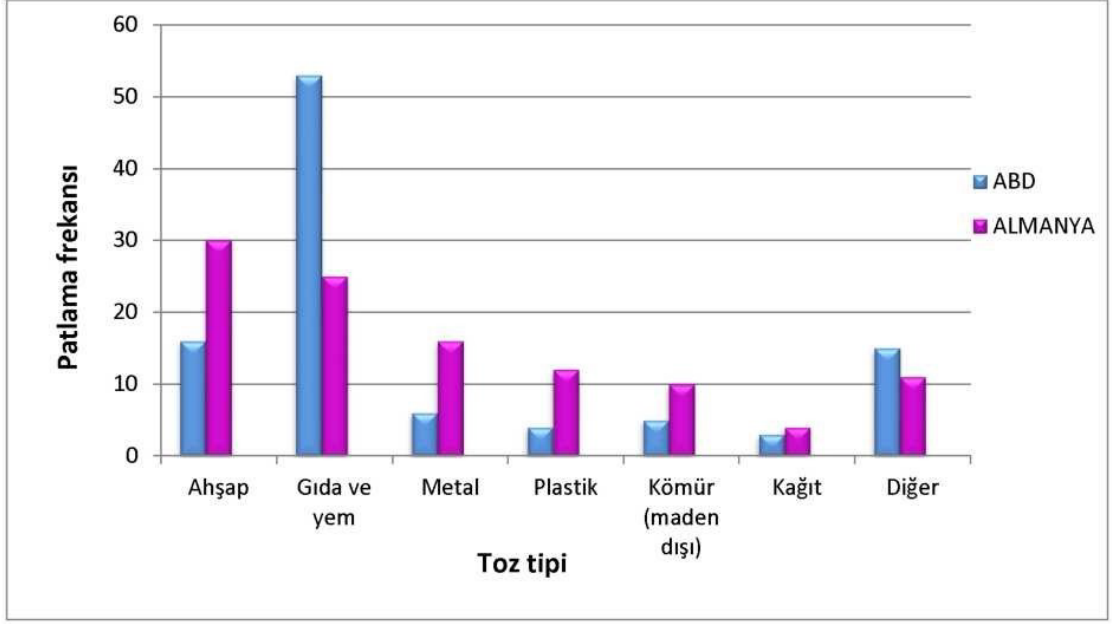
Yapılan incelemelere göre, gelişmekte olan ülkelerde toz patlaması olduğuna dair çok fazla kaza kaydı olmasına rağmen, bu ülkelerde toz patlamalarına dair yazılı ekipmanlar bulunmamaktadır. Yine, üçüncü dünya ülkelerinde de toz patlamaları üzerine düşünülmekte ve toz patlayıcılarının ehemmiyeti ve sonuçları yeterince bilinmemektedir. Bu son derece üzüntü verici bir durumdur. Çünkü gıda ve kimya endüstrisindeki en yıkıcı kazaların nedeni yanıcı sıvı ya da yanıcı gaz değil tozdur.

Hindistan gibi birçok ülkede kaza tutanakları incelendiğinde toz patlamasının hiç yaşanmadığı görülmektedir. Fakat bu durum gerçeği yansıtmamaktadır. Bu ülkelerde toz patlaması çok sık gerçekleşmekte ve kaza kayıtlarına sadece “patlama” terimi kullanılmaktadır. Patlamaların türü kayıtlara geçmediğinden kayıtlar araştırıldığında toz patlamasına rastlanmamaktadır (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Eckhoff ile Jeske ve Beck (Jesse ve Beck, 1989) tarafından yapılan araştırmalar dünyada meydana gelen toz patlamalarının sadece %15’inin kayıtlara geçtiğini göstermektedir. Başka bir anlatımla, dünyada meydana gelen toz patlaması oranı kayıtlara geçen altı katından fazladır (Tasneem ve Abbasi, 2006).

BIA tarafından yapılan bir araştırmada Almanya ve ABD’de 1900-1960 seneleri arasında meydana gelen 1120 patlama tetkik edildiğinde patlamaların %48’inin yem, un ve tahıl işleme tesislerinde meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Meydana gelen 536 patlamada toplam 392 kişi ölmüş, 1015 kişi yaralanmış ve 75 milyon ABD dolarından fazla parasal kayıp olmuştur (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Şekil 2.1. de ABD ve Almanya’da gerçekleşen toz patlamalarının işkollarına göre dağılımı görülmektedir.

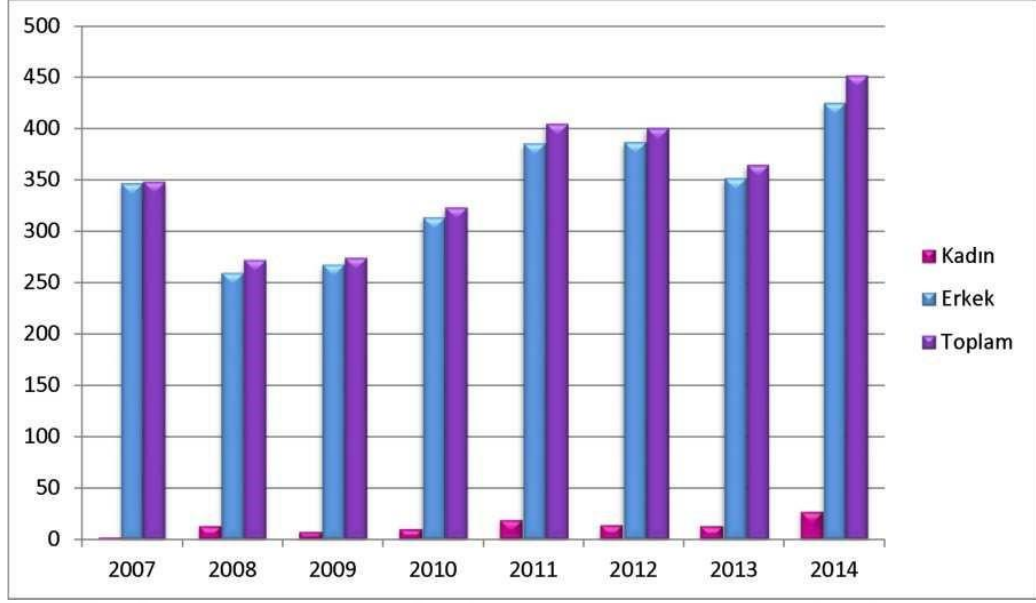


Şekil 2.1. ABD ve Almanya’da gerçekleşen toz patlamalarının dağılımı.

2.6. Patlamayla İlişkili Türkiye İstatistikleri

Sosyal Güvenlik Kurumu’na yayımlanan 2007-2012 yılları arasında senelik iş kazası istatistiklerinde patlamalarla ilişkili “Yanıcı maddelerin ateş alması ve patlamasından ileri gelen kazalar” maddesinde kaza yapan işçi sayılarını göstermektedir. 2013 yılında yapılan değişiklik ile bu kod değiştirilmiş olup 2013 ve sonrasında “Elektrik sorunları, patlama, yangın nedeniyle sapma” başlığıyla “Patlama” maddesinde kazaya uğrayan çalışan sayılarına ulaşılabilmektedir. Fakat, patlama çeşidine göre bir ayırım yapılmadığından meydana gelen toz patlaması sayılarına ve toz patlaması sonucu kazaya uğrayan çalışan sayılarına ulaşılamamaktadır (SGK, 2019).

Şekil 2.2’de 2007-2014 senelerinde patlama sonucu kazaya uğrayan işçi sayısının yıllara göre dağılımı yer almaktadır (SGK, 2019).



Şekil 2.2. Türkiye’de Patlama Sonucu İş Kazası Geçiren Çalışan Sayısının Yıllara Göre Değişimi.

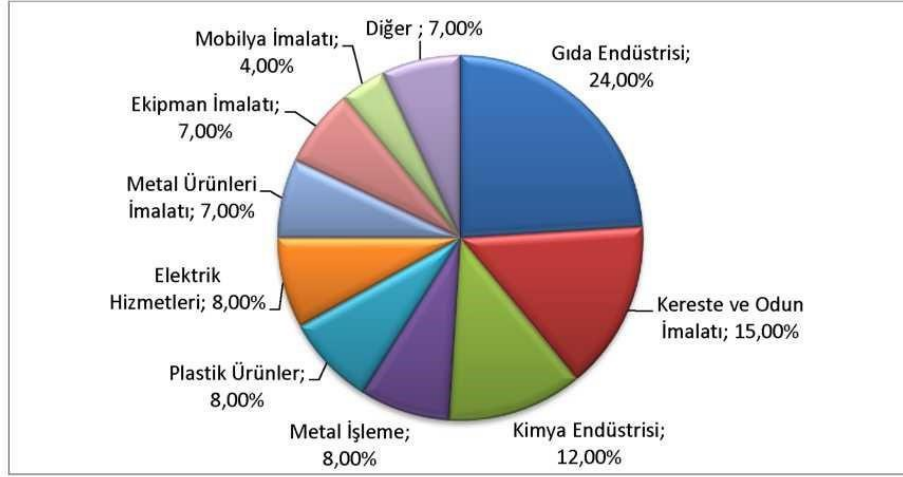
SGK tarafından yayımlanan istatistiklere göre, 2007-2014 senelerinde, 8 yıllık zaman diliminde iş yerlerinde meydana gelen patlamalar nedeniyle 105 kadın, 2739 erkek olmak üzere toplamda 2844 kişi iş kazası yaşamıştır (SGK, 2019).

2.7. Gıda İşkolunda Toz Patlamaları

Günlük hayatta kullandığımız organik kökenli pek çok madde toz patlamasına sebep olabilir. Un, tahıl tozu, şeker ahşap tozu birçok sentetik veya organik madde ve belirli metalleri patlayıcı tozlara örnek olarak gösterebiliriz (HSE, 2003).

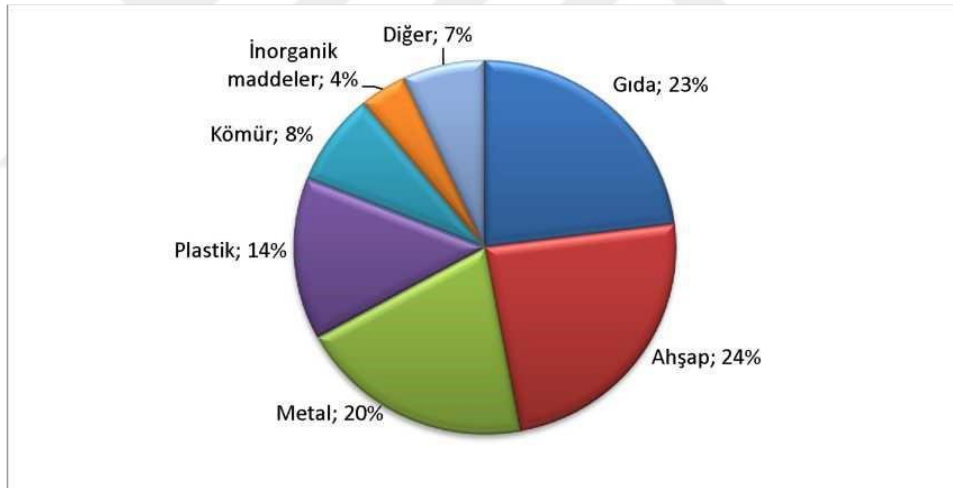
Toz patlamaları yanıcı tozların işlendiği plastik üretim tesisleri kimya endüstrisi, metal fabrikaları, mobilya ve ahşap üretim tesislerinde oluşabilmektedir. Toz patlamaları hakkında yapılan bir araştırmada, ABD’de gerçekleşen toz patlamalarının yarısından fazlasının dört endüstride meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Bunlar: ahşap, gıda, kimya ve metal endüstrileridir.

Yapılan araştırmalarda ABD’de meydana gelen toz patlamalarının yanıcı tozun türüne göre dağılımı incelendiğinde sırasıyla en çok patlamaya neden olan tozların; ahşap, gıda, metal ve plastik tozu olduğu görülmektedir.



Şekil 2.3. ABD’de gerçekleşen toz patlamalarının endüstrilere göre dağılımı (CSB, 2006).

Gerçekleşen toz patlamalarının endüstrilere ve patlamaya neden olan malzemelere göre dağılımının yer aldığı Şekil 2.3 ve Şekil 2.4 incelendiğinde, gıda işkolunun toz patlaması açısından son derece riskli bir sektör olduğu görülmektedir.



Şekil 2.4. ABD’de gerçekleşen toz patlamalarının materyallere göre dağılımı (CSB, 2006).

ABD’de 1958 ile 1978 yılları arasındaki yirmi senelik zaman diliminde gıda endüstrisinde toplam 501 adet toz patlaması meydana gelmiştir. Japonya’da 1969-1973 yılları arasında dört senelik zaman diliminde, tahıl depolanan tesislerde 187 toz patlaması gerçekleşmiştir (Tasneem ve Abbasi, 2006).

Gıda sektöründe başlıca patlayıcı tozlar şunlardır:

- Şeker,

- Un,
- Nişasta,
- Süt tozu,
- Kakao,
- Hazır kahve,
- Baharat,
- Hazır çorba karışımları
- Krema ve puding toz karışımları vb.

Gıda sektöründe kayıtlara geçen önemli toz patlamaları araştırıldığında, kaynaklara geçen ilk toz patlamasının 1785 senesinde İtalya'nın Torino şehrindeki bir fırında gerçekleştiği görülmektedir. Fırında çalışma sırasında meydana gelen toz bulutunun bir gaz lambasının tetiklemeyle patlama gerçekleşmiş, şans eseri ölen olmamıştır. Ancak yaşanan bu kaza, olayın ciddiyetinin anlaşılmasında önemli bir etken olmuştur (Sarı, 2011).

Modernleşme öncesi dönemde meydana gelen ve kaynaklarda yer alan bir diğer toz patlaması da 1916 yılında ABD'nin Minnesota eyaletinde meydana gelen tahıl tozu patlamasıdır. Patlamanın tesiriyle zarar gören silolar yanmış ve elevatör sistemi ciddi şekilde zarar görmüştür (Theimer, 1973).

1952 yılında Kanada'da tahıl taşıyan elevatörde gerçekleşen kazada 6 kişi ölmüş, 14 kişi yaralanmıştır. Kazada birincil patlama sonucu oluşan basınç dalgası tesiste biriken toz tabakalarını havalandırarak ikincil toz patlamaları gerçekleşmiş ve patlama tüm tesisi etkilemiştir.

Diğer bir şiddetli toz patlaması da 14 Aralık 1970'de Almanya'da bir tahıl silosunda gerçekleşmiştir. Bu olay bugüne kadar Almanya'da meydana gelen en kötü toz patlaması olarak literatüre geçmiştir. Patlamada 6 işçi yaşamını yitirmiş, 17 işçi yaralanmış, bina ve makinelerde 10 milyon dolarlık zaiyat olmuştur.

1997'de Fransa'da tahıl deposunda meydana gelen toz patlaması sonucu toz toplayıcıların ve elevatörlerin bulunduğu iki kule ve 28 silo tamamen yıkılmış, 11 işçi bina enkazı altında kalarak yaşamını yitirmiştir. Bu kazanın en ilginç tarafı ise o zamana

kadar Almanya’da tahıl işleyen tesislerin hepsinin düşük riskli görülmesidir (Barton, 2002).

Yakın tarihte gıda işkolunda gerçekleşen toz patlamaları incelendiğinde, şüphesiz en yıkıcı patlamanın Şubat 2008’de ABD’de Georgia Eyaletinde Imperial Şeker Fabrikasında meydana gelen şeker tozu patlaması olduğu görülmektedir. Kazada 8’i olay yerinde olmak üzere 14 işçi yaşamını yitirmiş, 36 işçi de ağır yaralanmıştır. Patlama anında ve hemen sonrasında oluşan yangın nedeniyle, fabrikanın büyük bir bölümü, Şekil 2.5’te görüldüğü gibi, önemli bir şekilde zarar görmüş, yaklaşık 16 milyon dolarlık hasar gerçekleşmiştir (CSB, 2008).



Şekil 2.5 Şeker tozu patlaması sonrası Imperial Şeker Fabrikası, Georgia, ABD (CSB).

Bu patlama büyük bir etki bırakmış; Amerikan Fırıncıları Derneği, yanıcı tozlarla alakalı bültenler ve güvenlik rehberleri hazırlayarak tüm endüstride bilgilendirme çalışmaları başlatmıştır. Ayrıca Zürich Sigorta Şirketi de tüm risk mühendislerine patlayıcı tozlarla ilgili eğitim vermiştir.

2.8. Patlamadan Korunma Dokümanı

Patlayıcı platformlarda çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması amacıyla “Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik” 30.04.2013 tarihli ve 28633 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Yönetmelik “6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası”nın 30. Maddesi ile 16.12.1999 tarihli ve 199/92/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır.

Yönetmelik, çalışanların sağlık ve güvenlik açısından iş yerlerinde meydana gelebilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunmaları için alınması gereken tedbirlere yönelik usul ve esaslara düzenlemektedir. Yönetmelik 6331 sayılı kanun kapsamında patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan bütün işyerlerinde uygulanmaktadır. Fakat aşağıda bulunan istisnai işlerde yönetmelik kapsamı dışındadır (ÇPOTKHY, 2013).

- Hastalara tıbbi tedavi uygulamak için ayrılan yerler ve tıbbi tedavi uygulanması,
- 01.04.2011 tarihli ve 27892 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Gaz Yakan Cihazlara Dair Yönetmelik (2009/142/AT) kapsamında yer alan cihazların kullanılması,
- Patlayıcı maddelerin ve kimyasal olarak kararsız halde bulunan maddelerin üretilmesi, işlemlerden geçmesi, kullanımı, depolanması ve nakledilmesi,
- Sondaj yöntemiyle maden çıkarma işleri ile yeraltı ve yerüstü maden çıkarma işleri,
- Patlayıcı ortam oluşabilecek yerlerde kullanılan her türlü taşıma aracı hariç, uluslararası antlaşmaların ilgili hükümlerinin uygulandığı kara, hava ve su yolu taşıma araçlarının kullanılması.

Anılan Yönetmelik gereği patlama riski bulunan bütün işyerlerinde, patlamadan koruma dokümanı hazırlanması ve hazırlanan dokümanın kullanımda bulunması gerekmektedir. İşyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için hazırlanan patlamadan koruma dokümanı; patlama riskinin özel olarak değerlendirildiği dokümanı ifade etmektedir.

Patlamadan korunma dokümanının içeriğinde, patlama riskinin özel olarak ele alınması gerekmektedir. Aşağıdaki maddeler patlayıcı ortamdan kaynaklanan özel risklerin değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır:

- Patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığı,
- Statik elektrik de dahil tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme olasılığı,

- İşyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların olası karşılıklı etkileşimleri,
- Olabilecek patlama tesirinin büyüklüğü (ÇPOTKHY, 2013).

Hazırlanan PKD içerisinde, patlayıcı ortam özelinde yapılan risk değerlendirmesi, patlayıcı maddelerin özelliklerinin yer aldığı güvenlik bilgi formları vb. dokümanlar patlamanın etkisini azaltacak önlemler, tehlikeli bölge sınıflandırması, ateşli çalışmalarda izin prosedürü ve gerekli organizasyonel ile idari ve teknik önlemler, patlayıcı ortama uygun olarak seçilen ekipman kategorileri, patlamanın etkilerini azaltacak önlemler yer almaktadır.

Patlayıcı ortamlara dair tedbirler alınırken aşağıda yer alan öncelik sırasına uyulması gerekmektedir (ÇPOTKHY, 2013).

- Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,
- Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının engellenmesi mümkün değilse patlayıcı ortam oluşmasını engellemek,
- Çalışanların sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın zararlı etkilerini azaltacak tedbirleri almak.

Patlamadan korunma dokümanı (PKD) hazırlama adımları (Eckhoff, 2003):

- PKD hazırlanırken, öncelikle tesiste kullanılan ve işlenen bütün maddeler belirlenerek patlayıcı maddeler saptanmalıdır.
- Tespit edilen patlayıcı maddeler mümkünse patlayıcı özelliği olmayan başka bir madde ile ikame edilmelidir.
- Yanıcı maddelerin bulunduğu ortamlarda patlayıcı ortamın oluşması, havayla meydana getirdikleri karışımın yoğunluğunun alt ve üst patlama sınırları arasında olmasına bağlıdır. Şayet yanıcı madde ortamda yeterli dağılıma erişmişse ve havadaki yoğunluğu patlama limitine ulaşmışsa patlayıcı ortam meydana gelmiş demektir. Fakat, toz konsantrasyonu, toz tabakaları havaya yükseldiğinde ya da toz bulutu yere çöktüğünde önemli derecede değişmektedir. Bu sebeple, uygulamada patama sınırları tozlar için, tüm odanın yüzeyini kaplayan 1 mm'den

az derinlikteki toz katmanının havalandığı takdirde, bütün odayı kaplayacak büyüklükte patlayıcı toz atmosferi meydana gelebileceği kabul edilmektedir (European Commission DG Employment and Social Affairs Health, 2003). Kapalı kaplardaki patlayıcı gaz atmosferini oluşturabilen maddelerin sıcaklığı, kap içindeki patlayıcı gazın parlama noktasının yeterli seviyede (5-15°C) altında tutulursa, kap içinde patlayıcı ortam oluşmamaktadır. Kapalı bir ortamda 10 litreden büyük hacme sahip patlayıcı ortamın sürekli varlığı, ortam büyüklüğüne bakılmaksızın tehlikeli patlayıcı ortam olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, kaba bir tahminle odanın hacminin 1/10000'i kadar hacim kaplayan patlayıcı hacim tehlikeli kabul edilmektedir. Ör. 80 m³ hacme sahip olan bir odada gaz fazında 8 litrelik hacim kaplayan maddenin varlığında, odanın tehlikeli patlayıcı ortam içerdiği kabul edilmektedir. Fakat, bu durum, tüm odanın patlayıcı ortam kabul edilmesi gerektiği manasına gelmemektedir. Odanın patlayıcı maddenin bulunduğu bölümü tespit edilmeli ve sadece o hacim tehlikeli patlayıcı ortam kabul edilmelidir (European Commission DG Employment and Social Affairs Health, 2003).

- PKD hazırlanırken, kesinlikle patlayıcı ortamın oluşmasının önlenip önlenmeyeceği incelenmeli, mümkünse patlayıcı ortamın oluşması önlenmelidir. Patlayıcı ortam oluşumunun güvenli şekilde önlenemediği hallerde, patlayıcı bölge sınıflandırması yapılması gerekmektedir.
- PKD kapsamında, söz konusu maddenin patlama karakteristiklerinin kesinlikle tespit edilmesi gerekmektedir. Tesiste patlayıcı toz atmosfer bulunuyorsa, kaynak taraması yapılarak tesiste işlenen tozun partikül büyüklüğü, nem içeriği gibi özelliklerine uygun patlama karakteristikleri tespit edilebilir. Kaynak araştırması sonucu patlama karakteristiklerinin bulunamadığı hallerde, tesisteki patlayıcı tozlardan alınan örnek ile laboratuvarında standartlara uygun şekilde testler yapılarak patlama karakteristiklerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Aksi halde; yanlış hesaplamalar yapılarak, doğru olmayan ekipman ve patlamadan korunma yöntemleri seçilebilir.
- Patlama karakteristikleri belirlendikten sonra, tesisteki patlayıcı maddelerin patlayıcı atmosfer oluşturmak üzere ortama yayıldığı boşalma kaynakları ile

patlayıcı maddelerin hava ile birleşerek patlayıcı atmosfer oluşturduğu ortamların belirlenmesi gerekmektedir.

- Tespit edilen patlayıcı atmosferlerin bulunduğu ortamlardaki tutuşturucu kaynaklar ve tutuşturucu kaynakların bulunma ve aktif hale gelme ihtimalleri tespit edilmelidir.
- Tespit edilen tüm bu bilgiler doğrultusunda adı geçen Yönetmelik gereği tesiste patlamaya yönelik risk değerlendirmesi yapılması gerekmektedir. Bu basamakta tesisteki prosesler ve patlayıcı ortamlar göz önüne alınarak, tesise uygun risk değerlendirmesi yöntemi belirlenmeli, tespit edilen metotla risk değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Risk değerlendirmesinden sonra, tesisteki tüm patlayıcı bölge sınıfları ve bölge genişlikleri hesaplanarak dokümanite edilmelidir. Ayrıca, tespit edilen patlayıcı bölgelerin yandan ve üstten teknik çizimlerinin yapılarak patlamadan korunma dokümanına eklenmesi gerekmektedir. Tespit edilen tüm patlayıcı ortam oluşabilecek yerlere anılan Yönetmelik'in Ek-4'ünde bulunan uyarı işaretinin asılması gerekmektedir.
- Patlamadan korunma dokümanı hazırlanırken alınan tüm tedbirlere rağmen oluşacak bir patlamanın, yapılar ve çalışanlar üzerindeki olası etkilerinin tespit edilmesi gerekmektedir.
- Bu işlemlerden sonra, tesiste patlamaya karşı alınacak organizasyonel ve teknik tedbirlerin belirlenerek dokümanite edilmesi ve patlamadan korunma dokümanına ilave edilmesi gerekmektedir. Teknik önlemler kapsamında, tesiste belirlenen patlayıcı bölge sınırları ile ortamda bulunan patlayıcıların yapısına ve sıcaklık yapısına göre kullanılması gereken ekipmanlar belirlenmeli, tesisteki ekipmanların uygunluğu değerlendirilmeli ve tesise alınacak ekipmanların kesinlikle belirlenen bu kriterler doğrultusunda seçilmelidir. Ayrıca alınan bu tedbirlere karşın olabilecek patlamaların tesirini azaltacak tedbirler alınarak dokümanite edilmeli, patlamadan savunma dokümanına ilave edilmelidir.

2.8.1. Patlama Karakteristikleri

Patlayıcı ortamlarda yapılacak risk değerlendirmesinde ve alınacak tedbirlerin tasarısında kullanılmak üzere yanıcı tozların patlama karakteristiklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Yanıcı tozların patlama karakteristikleri aşağıda izah edilmiştir.

• **K_{st}, tozun patlama şiddet indeksi:** Toz bulutunun patlaması anında oluşan basıncın maksimum artış hızı olarak tanımlanır. Toz patlama şiddetinin bir göstergesidir. Örnekleriyle beraber patlama şiddeti sınıflandırması Tablo 2.1’de gösterilmiştir (Ebadat, 2009).

Tablo 2.1. Toz patlama sınıfları ile K_{st} ilişkilendirilmesi.

Toz patlama sınıfı	K _{st} (bar.m/s)	Karakteristik	Örnek madde
St 0	0	Patlama oluşmaz	Silika
St 1	0 < K _{st} < 200	Zayıf patlama	Süt tozu, şeker
St 2	200 < K _{st} < 300	Kuvvetli patlama	Selüloz, odun tozu
St 3	K _{st} > 300	Çok kuvvetli patlama	Alüminyum, magnezyum

- **MEC (gr/m²), minimum patlayabilir konsantrasyon:** Toz bulutunun patlayabilmesi için havada asılı kalması gereken minimum toz miktarını ifade eder (TS EN 14034-21:2006+A1:2011).
- **LOC (%), minimum oksijen konsantrasyonu:** Toz bulutunda patlamanın yayılabilmesi için ortamda bulunması gereken en düşük oksijen yüzde konsantrasyonunu ifade eder (TS EN 14034-4:2004+A1:2011).
- **MIE (J), minimum tutuşma enerjisi:** Belirli test koşulları altında en optimum toz-hava karışımını tutuşturmak için gereken en düşük elektrik kıvılcımı enerjisini ifade eder (TS EN 13237:2014).
- **MIT (°C), minimum tutuşma sıcaklığı:** Belirli test koşulları adı altında en optimum toz-hava karışımını tutuşturan en düşük yüzey sıcaklığıdır (TS EN 60079-10-2:2015).

- **LIT (°C), katman tutuşma sıcaklığı:** Belirli test koşulları adı altında toz katmanını tutuşturan en düşük yüzey sıcaklığıdır (TS EN 60079-10-2:2015).
- **P_{max} (bar), maksimum patlama basıncı:** Belirli test koşulları adı altında kapalı deney kabında toz bulutunun patlaması sonucu oluşan en yüksek basıncı ifade eder (TS EN14034-1+A1 2011).

Patlamadan korunma dokümanı hazırlanırken ve patlamadan korunma önlemleri tasarlanırken tesisteki patlayıcı maddelerin patlama karakteristiklerinin tesiste işlenen tozdan alınan örnekle laboratuvarında standartlara uygun testler yapılarak tespit edilmesi gerekmektedir.

Gıda endüstrisindeki bazı patlayıcı tozlarla ilgili patlayıcılık parametreleri Tablo 2.2’de gösterilmektedir. Bu parametreler incelendiğinde genel olarak patlayıcı gıda tozlarının patlama karakteristiklerinin birbirine çok yakın olduğu söylenebilir.

Tablo 2.2 Patlama parametreleri örnekleri.

	Un	Mısır unu	Şeker	Mısır nişastası	Süt tozu	Tahıl tozu
Min. Tutuşma Enerjisi (mJ)	50	40	30	30	50	30
Min. Bulut Tutuşma Sıcaklığı (°C)	380	380	370	290	490	490
Katman Tutuşma Sıcaklığı (°C)	360	330	400	330	200	300
Maks. Patlama Basıncı (bar)	9,8	10,3	9,5	10,3	9,8	9,3
K_{st} (bar m.s⁻¹)	70	125	138	202	12,5	240
Min. Patlayabilir Konsantrasyon (g/m³)	125	60	60	110	60	150
Min. Oksijen Konsantrasyonu (%)	11	9	-	-	-	-

Tozun patlayıcılık parametrelerini tespit etmek için laboratuvarlarda yaptırılacak testlerle ilgili uluslararası standartlar listesi Tablo 2.3’te gösterilmektedir.

Tablo 2.3 Patlama Parametreleri ile İlgili Standartlar.

Parametre	Simge	Standart
Min. tutuşma enerjisi	MIE	EN 13821
Min. bulut tutuşma sıcaklığı	MIT-c	EN 50281
Min. katman tutuşma sıcaklığı	MIT-1	EN 50281
Maks. patlama basıncı	P _{max}	EN 26184-1
Patlama şiddeti indeksi	K _{ST}	EN 26184-1
Min. patlayabilir konsantrasyon	MEC	UNE 22335:1992

Standartlara uygun olarak yapılan testlerle belirlenen, patlama karakteristikleri sabit parametreler değildir. Toz parçacıklarının şekli ve havada asılı kalan tozun ortamdaki konsantrasyonu, tozun partikül büyüklüğü, oksijen miktarı, nem içeriği, ortamdaki nem miktarı patlama karakteristiklerini etkilemektedir (CSB, 2008).

Risk değerlendirmesinde ve toz patlaması riskine karşı alınacak tedbirlerin planlanmasında parametreler arası etkileşimler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu değişkenlerin tozun patlayıcılık parametreleri üzerine etkisi Tablo 2.4’te özetlenmiştir.

Tablo 2.4. Toz patlaması şiddetini ve olasılığını etkileyen faktörler (Crowl ve Louvar, 2011).

Parametre	Yükselten etkenler	Düşüren etkenler
Tozun patlayıcılığı	Düşük patlayıcı konsantrasyonu	Cl, F vb. kimyasalların varlığı
	Düşük tutuşma sıcaklığı	% 10-20 üzerinde inert madde bulunması
	Düşük min. tutuşma enerjisi	Tozun nem miktarının %30 üzerinde olması
	Yüksek yanma hızı	
	Yüksek basınç artış hızı -COOH, -OH, -NH ₂ vb. kimyasalların varlığı Toz içindeki uçucu madde oranının %10 üzerine çıkması Az miktarda kısmen ince toz bulunması O ₂ konsantrasyonunun artması	
Parçacık boyunun patlama gerçekleşme olasılığı üzerine etkisi	50-70 µm < parçacık boyutu < 500 µm	Parçacık boyutu > 500 µm
		Parçacık boyutu < 50-70 µm
Min. patlayabilir konsantrasyon	Nem miktarının yükselmesi	Parçacık boyutunun küçülmesi
	Eklenen inert toz konsantrasyonunun artması	Uçucu madde miktarının artması
		O ₂ konsantrasyonunun artması
Min. Tutuşma sıcaklığı	Nem miktarının yükselmesi	Parçacık boyutunun küçülmesi
	Eklenen inert toz konsantrasyonunun artması	Uçucu madde içeriğinin artması
		O ₂ konsantrasyonunun artması Toz tabakası kalınlığının artması
Müsaade edilen maks. O₂ konsantrasyonu	Toz sıcaklığının azalması	Tozun sıcaklığının yükselmesi

2.8.2. Boşalma Kaynakları

Boşalma kaynağı yanıcı toz veya gazın patlayıcı ortam oluşturmak üzere ortama yayıldığı nokta veya yeri ifade eder. Boşalmanın gerçekleşme süresine ve sıklığına göre ayrılmış 3 çeşit boşalma kaynağı vardır:

- **Sürekli boşalma kaynağı:** Boşalmanın uzun süreli veya kısa süreli veya sürekli ve sık sık gerçekleştiği durumları;
- **Ana boşalma kaynağı:** Boşalmanın normal süreç koşullarında ara sıra veya periyodik olarak gerçekleştiği durumları;
- **Tali boşalma kaynağı:** Boşalmanın normal süreç koşullarında gerçekleşmesinin beklenmediği, fakat kısa ve seyrek süreli gerçekleşebildiği durumları kapsamaktadır.

Boşalma kaynağı türünün tespit edilmesi bölge sınıfının tespit edilmesinde önemli bir işlem olup, bu aşamada yapılacak yanlış bölge sınıfının hatalı tespit edilmesinde ve yanlış önlemler alınmasına neden olacaktır. Bu nedenle standartlarda bulunan boşalma kaynağı örnekleri incelenerek doğru karar verilmesi gerekir.

2.8.3. Tutuşturucu Kaynaklar

Toz patlaması beşgeninde görüldüğü gibi patlamalar tutuşturucu kaynağın bertaraf edilmesi ile engellenebilmektedir (Crowl ve Louvar, 2011). Tutuşma sadece ekzotermik bozulmayı ya da yanmayı kendisi devam ettirebilen maddeler için kullanılan bir terimdir. Buna göre tutuşturma yanmayı başlatan işlem olarak tanımlanabilir. Tutuşma belli bir hacimdeki maddelerin ürettiği ısı miktarı, aynı hacimdeki maddenin yaydığı ısı oranını geçtiği durumda sıcaklığın artması sonucunda meydana gelmektedir.

Toz patlaması riski olan ortamlarda risk değerlendirilmesi yapılırken öncelikle ortamda bulunan patlayıcı maddenin tutuşma özellikleri tespit edilmelidir. Yanıcı maddenin tutuşma özellikleri tespit edildikten sonra ortamda bulunan tutuşturma kaynaklarının bulunma ve aktif hale gelme ihtimalleri tespit edilmelidir. TS EN 1127-1:2012 standartlarında 13 tane muhtemel tutuşturma kaynağı tespit edilmiştir:

- Sıcak yüzeyler,

- Alevler ve sıcak gazlar,
- Mekanik olarak oluşan kıvılcımlar,
- Elektrikli cihazlar,
- Kontrolsüz elektrik akımları ve katodik korozyon koruması,
- Statik elektrik,
- Yıldırım,
- Radyo Frekans (RF) Elektromanyetik dalgaları (104 Hz'e kadar),
- Elektromanyetik dalgalar ($3 \cdot 10^{11}$ Hz'den $3 \cdot 10^{15}$ Hz'ye kadar),
- İyonlaştırıcı radyasyon,
- Ultrasonik ses dalgaları,
- Adyabatik sıkışma ve şok dalgaları,
- Ekzotermik tepkimeler.

2.8.3.1. Sıcak yüzeyler: Patlayıcı ortamlar ısıtılmış bir yüzeyle temas ettiği takdirde tutuşma gerçekleşebilmektedir. Sadece sıcak yüzeyin kendisi tutuşturma kaynağı olarak görev yapmamakta, ayrıca sıcak yüzeyle temas eden ve sıcak yüzey tarafından alev alan toz tabakası ya da yanıcı katı maddelerde patlayıcı ortamda tutuşturma kaynağı olarak görev yapabilmektedir. Hareketli parçalarda bulunan sıkımahfazalarda, eksenin oynaması ya da yabancı maddelerin geçmesi de yüksek yüzey sıcaklıklarına neden olan sürtünmeye sebebiyet verebilmekte ve bazı durumlarda yüzey sıcaklığı çok hızlı artış gösterebilmektedir.

2.8.3.2. Açık alevler ve çok sıcak gazlar: Alevler 1000°C 'nin üstündeki sıcaklıklardaki yanma tepkimeleriyle alakalıdır. Sıcak gazlar tepkime ürünü olarak meydana gelmekte ve tozlu ve/veya isli alevler oluşması hainde, ateş halindeki katı parçacıklarda meydana gelmektedir. Alevler bunların sıcak tepkime ürünleri ya da yüksek ısıdaki gazlar, patlayıcı ortamı tutuşturabilmektedir. Çok küçük bile olsalar alevler, en etkili tutuşturma kaynakları arasında bulunmaktadır. Kesme veya kaynak işlemleri esnasında meydana gelen kaynak parçacıkları, çok büyük yüzeyli kıvılcımlardır ve bu nedenle en etkili tutuşturma kaynakları arasında bulunmaktadır.

2.8.3.3. Mekanik olarak oluşan kıvılcıklar: Öğütme gibi parçalama, aşındırma ya da sürtünme işlemlerinin neticesi olarak, taneler katı malzemelerden ayrılmakta ve ayırma işleminde kullanılan enerjiden dolayı ısınma meydana gelmektedir. Bu taneler çelik ya da demir gibi indirgenebilen maddeler bulundurması durumunda, bunlar indirgeme işlemine maruz kalmakta ve daha da yüksek ısılarla ulaşabilmektedir. Bu taneler, yanıcı gazlar ve buharlarla belirli toz–hava karışımları tutuşturabilmektedir. Birikim halinde ki tozlarda, kıvılcıklar alevsiz yanmaya neden olabilmekte ve bu durumu patlayıcı ortam için tutuşma kaynağı oluşturabilmektedir.

2.8.3.4. Elektrikli cihazlar: Elektrikli cihazlar kullanıldığında tutuşma kaynağı olarak sıcak yüzeyler ve elektrik kıvılcıkları oluşturabilmektedir. Elektrik kıvılcıkları, kontrolsüz akımlar gevşek bağlantılar ve elektrik devrelerinin açılıp kapatılması nedeniyle meydana gelebilmektedir. Çalışanların elektrik şoklarına karşı korunması sebebiyle çok düşük gerilimlerin tasarımı ve bu önlemlerin patlamaya karşı korunmada tatbik edilen bir önlem olmadığı net bir şekilde anlaşılmalıdır. Bu değerden daha düşük gerilimler, patlayıcı ortamı tutuşturabilecek yeterli enerjiyi üretebilmektedir.

2.8.3.5. Kontrolsüz elektrik akımları ve katodik korozyon koruması: Kontrolsüz akımları yüklenebilecek bir sisteme ait parçalar bağlandığında, köprülendiğinde veya ayrıldığında bile patlayıcı ortam, elektrik kıvılcıklarının veya arkalarının neticesi olarak tutuşturabilmektedir. Tutuşma ayrıca bu akım yollarının ısınması sebebiyle de meydana gelebilmektedir.

2.8.3.6. Statik elektrik: Yüklenmiş, yalıtılmış iletken parçalardan olan boşalmalar, yangını kolaylıkla başlatan kıvılcıklara neden olabilmektedir. İletken olmayan malzemelerden oluşan parçalar söz konusu olduğunda, saçaklı boşalmalar (İng. brush discharge) ve özel durumlarda hızlı ayırma işlemleri esnasında ya da iletken olmayan veya iletken malzeme kombinasyonları nedeniyle saçaklı boşalmanın meydana gelmesi mümkündür. Yığın malzemedeki bulut boşalmaları ve konik boşalmalarda meydana gelebilmektedir. Bulut boşalmaları, kıvılcıklar, konik boşalmalar ve saçaklı boşalmalar, boşalma enerjisine bağlı olarak bütün patlayıcı ortam çeşitlerini tutuşturabilmektedir.

2.8.3.7. Yıldırım: Patlayıcı bir ortamda yıldırım meydana gelmesi durumunda, her zaman tutuşma oluşmaktadır. Ayrıca yıldırım iletkenlerin ulaştığı yüksek sıcaklık nedeniyle de tutuşma olasılığı söz konusudur. Yıldırım meydana geldiği yerden büyük akım çıkışları olmaktadır ve bu akımlar, çakma noktası yakınlarında kıvılcım

üretebilmektedir. Yıldırım meydana gelmese bile gök gürültülü fırtınalar; donanımlar koruyucu sistemler ve bileşenlerde yüksek gerileme neden olabilmektedir.

2.8.3.8. Radyo Frekans (RF) Elektromanyetik dalgaları: Elektromanyetik dalgalar, radyo-frekans elektrik enerjisi üreten ve kullanan tüm sistemler tarafından yayılmaktadır. Bu sistemlere örnek olarak kurutma, kaynaklama, kesme, sertleştirme veya radyo iletim sistemleri ve benzeri amacıyla kullanılan endüstriyel ve tıbbi RF üreteçleri verilebilir.

2.8.3.9. Elektromanyetik dalgalar: 3×10^{11} Hz'e kadar ki bant aralığında radyasyon özellikle bir noktaya odaklandığında, katı yüzeylerce absorpsiyon yoluyla veya patlayıcı ortamlar yoluyla bir tutuşma kaynağı meydana getirebilmektedir. Örneğin, cisimlerin radyasyonu yoğunlaştırması yoğunlaştırıcı reflektörler olması durumu veya şişelerin lens görevi yapması gibi durumunda güneş enerjisi bir tutuşmayı meydana getirebilmektedir. Belirli şartlar altında ışık kaynaklarının meydana getirdiği radyasyon toz taneciklerince o kadar yoğun olarak absorbe bu tanecikler toz birikintileri veya patlayıcı ortamlar için tutuşma kaynağı olabilmektedir.

2.8.3.10. İyonlaştırıcı radyasyon: X-ışını tüpleri gibi malzemelerin ürettiği iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktif maddeler, enerji absorpsiyonunun bir sonucu olarak patlayıcı ortamları tutuşturabilmektedir. İyonlaştırıcı radyasyon, yüksek derecede radyoaktif radikaller veya kararsız kimyasal bileşiklerin meydana gelmesine sebep olabilen kimyasal ayrışmalara ya da diğer tepkimelere neden olarak tutuşmaya sebep olabilmektedir.

2.8.3.11. Ultrasonik ses dalgaları: Ultrasonik ses dalgalarının kullanılması halinde elektro akustik çeviriciden yayılan enerjinin büyük kısmı sıvı ya da katı maddelerde absorbe edilebilmektedir. Bunun bir neticesi olarak ultrasonik ses dalgalarına maruz kalan maddeler bazı hallerde tutuşmaya neden olabilecek derecede ısınabilmektedir.

2.8.3.12. Adyabatik sıkışma ve ses dalgaları: Adyabatik ya da adyabatiğe yakın sıkışma meydana gelmesi halinde ve şok dalgalarında, patlayıcı ortamların tutuşabileceği derecede yüksek sıcaklıklar meydana gelebilmektedir. Sıcaklık yükselişi, esas itibarı ile basınç farkına değil de basınç oranına bağlıdır. Ör. yüksek basınçlı gazların aniden boru hattına bırakılması esnasında şok dalgaları meydana gelmektedir. Bu işlemde şok dalgaları, düşük basınçlı bölgelere ses hızından daha hızlı ilerlemektedir. Şok dalgaları

yön değişikliğine maruz bırakıldığında veya boru dirsekleri, borunun daralan kısımları kapalı vanalar bağlantı flaşları ve benzeri tarafından saptırıldığında çok yüksek sıcaklıklara oluşabilmektedir.

2.8.3.13. Ekzotermik tepkimeler: Ekzotermik tepkimeler ısı oluşma hızı çevreye olan kayıp hızını geçtiğinde bir tutuşma kaynağı olarak görev yapabilmektedir. Çoğu kimyasal tepkimeler ekzotermik özelliktedir. Tepkimenin yüksek sıcaklığa ulaşip ulaşmadığı hususu, diğer parametrelerin yanı sıra tepkime sisteminin hacim ve yüzey oranına, tepkime süresine ve ortam sıcaklığına bağlıdır. Bu yüksek sıcaklıklar, patlayıcı ortamların tutuşmasına ve için yanmasına veya normal yanmaya sebep olabilmektedir.

Almanya’da gerçekleşen 426 toz patlaması üzerine yapılan incelemede, patlamalara neden olan tutuşma kaynaklarının işkollarına göre dağılımı incelenmiştir. Tablo 2.5’te adı geçen araştırmanın sonuçları görülmektedir.

Tablo 2.5 Almanya’da gerçekleşen 426 adet toz patlamasının tutuşturucu kaynaklara göre dağılımı (Eckhoff, 2003).

Tutuşturma Kaynağı Türü	426 Patlamanın Tümü		Ahşap ve Ahşap Ürünleri	Kömür	Gıda ve Yem	Plastik	Metal
	Sayı	%					
Mekanik kıvılcım	112	26,2	26,6	5,1	22,8	21,2	56,1
İçten yanma	48	11,3	19,5	20,5	5,7	9,6	0
Mekanik ısınma ve sürtünme	38	9,0	9,4	5,1	12,4	9,6	3,5
Elektrostatik yüklenme	37	8,7	2,3	0	6,7	34,6	5,3
Yangın	33	7,8	14,8	12,8	4,8	2	2
Kendiliğinden tutuşma	21	4,9	3,1	15,4	6,7	2	3,5
Sıcak yüzeyler	21	4,9	5,5	10,3	2,8	3,9	3,5
Kaynak ve kesim	21	4,9	2,3	2,6	12,4	2	2
Elektrikli aletler	12	2,8	0	2,6	5,7	2	0
Bilinmeyen veya raporlanmayan	68	16,0	16,5*	25,6*	20,0*	13,1*	24,1*
Diğer	15	3,5					
Toplam	426	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Diğer olarak belirtilen tutuşturucu kaynakları içermektedir.

Tablo 2.5 incelendiğinde tutuşturucu kaynak yüzdelerinin dağılımının sektörlere göre değişik olduğu görülmektedir. Meydana gelen 426 patlama incelendiğinde en sık görülen tutuşturma kaynağı mekanik kıvılcımdır. Yem ve gıda sektöründe gerçekleşen

toz patlamalarında en çok rastlanan tutuşturma kaynaklarının sırasıyla: Mekanik kıvılcım, mekanik ısınma, kesme işlemleri ve kaynak elektrostatik yüklenme ve kendiliğinden ısınma olduğu görülmektedir.

2.8.4. Bölge Sınıflandırması

Çalışma platformları birbirinden değişik seviyede patlama riskine sahiptir. Patlayıcı ortamlar; ortamdaki yanıcı madde miktarı ve yanıcı ortam oluşma sıklığına göre sınıflara ayrılır.

Patlayıcı ortam sınıflandırmasında dünyada iki yaklaşım vardır. Birincisi Batı Avrupa kaynaklı Bölge (Zone) Sistemi, ikincisi de ABD’nde uygulanan Bölüm (Division) Sistemidir. Her iki sistemde değişiklikler olsa da iki yöntemde patlayıcı ortamların sınıflandırılmasında kullanılan onay almış yöntemlerdir. Fakat, Bölge (Zone) Sistemi Kuzey Amerika ülkeleri ve özellikle ABD hariç, tüm dünya ülkeleri tarafından kabul gören sistemdir.

Ülkemizde de Batı Avrupa yöntemi olan Bölge Sistemi uygulanmaktadır. Bölge Sisteminde patlayıcı orta sınıfları yanıcı sıvılar ve gazlar için; Bölge 0, Bölge 1, Bölge 2 yanıcı tozlar için de Bölge 20, Bölge 21 ve Bölge 22 olarak belirlenmiştir.

ÇPOTKHY EK-1, Madde 2 “Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması” başlığı altında, patlayıcı ortam sınıfları aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- **Bölge 0:** Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık oluştuğu yerler.
- **Bölge 1:** Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın normal çalışma koşullarında ara sıra meydana gelme ihtimali olan yerler.
- **Bölge 2:** Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışarak normal çalışma koşullarında patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olmayan yerler ya da böyle bir ihtimal olsa bile patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu yerler.

- **Bölge 20:** Havada bulut halinde bulunan taşınabilir tozların ve liflerin, sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler.
- **Bölge 21:** Normal çalışma şartlarında, havada bulut halinde bulunan tutuşabilir tozların ve liflerin ara sıra patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler.
- **Bölge 22:** Normal çalışma şartlarında, havada bulut halinde bulunan tutuşabilir tozların ve liflerin patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunmayan ancak bölgeye bir ihtimal olsa bile bunun yalnızca çok kısa bir süre için geçerli olduğu yerler.

Her ne kadar Türkiye’de Bölge (Zone) Sistemi kullanılıyorsa da, ülkemizde ABD yapımı pek çok petro-kimya, doğalgaz ve rafineri tesisi bulunmakta olup, bunlar çoğunlukla kesin Bölüm (Division) Sistemi şeklinde tasarlanmıştır. Bu nedenle konuyla ilgilenenlerin, iki sistem hakkında da bilgi ve fikir sahibi olmaları gerekmektedir.

Tablo 2.6. Bölge ve Bölüm Karşılaştırma Tablosu (Sarı, 2011).

	Sürekli veya uzun süreli tehlikeli ortam	Orta tehlikeli, arada bir ve kısa süreli oluşan tehlikeli ortam	Tehlikeye girmeyen ve ihtimal zayıf olan ortamlar
Bölüm (Division) Sistemi	Bölüm (Division) 1		Bölüm (Division) 2
Bölge (Zon) Sistemi	Bölge 0 Bölge 20	Bölge 1 Bölge 21	Bölge 2 Bölge 22

Bu iki sistemde de tanımlar yaklaşık olarak birbirine benzemektedir. Sadece Bölüm (Division) Sistemi, patlayıcı ortamları iki bölüme ve Bölge (Zone) Sistemi ise üç bölgeye ayırmaktadır. Ana farklılık patlayıcı ortam sınıflarında değil, elektrik veya elektronik sistemlerin kullanım ve tasarımıdır. Bölüm (Division) Sistemi ekipmanları patlamanın oluşmasını önlemek için kurgulanırken, Bölge (Zone) Sistemi bu ekipmanların patlamaya karşı korunması üzerine kurgulanmaktadır.

2.8.5. Bölge Ekipman Seçimi

Yanıcı tozlar ekipmanlar tarafından aşağıdaki sebeplerden dolayı tutuşabilir:

- Ekipman yüzeylerinin tozun tutuşma ısısı üzerindeki bir ısıya ulaşması,
- Ekipmanların komütatör anahtar, vb. elektrikli parçalarının kıvılcım çıkarması,
- Elektro statik yükün boşalması,

- Ekipmanların sürtünme kıvılcımı ya da mekanik kıvılcım çıkarması (TS EN 13237:2014).

Bu nedenle patlayıcı ortam bulunduran iş yerlerinde patlayıcı ortamlarda kullanılmak için özel olarak planlanmış ATEX sertifikalı ekipman kullanılması lâzımdır. Fakat; işyerlerinde her tehlikeli ortama aynı tip aleti bulundurmak ve tek bir sistem uygulamak ekonomik olmamaktadır.

Güvenlik, işleme ve bakım kolaylığı, emniyet ve özellikle ekonomik sebeplerle uygun tehlike sınıfına elverişli teçhizat kullanılmalıdır. Başka bir söyleyiş ile devamlı patlayıcı kıvamda gaz olan bir yerde alınacak önlemler ve konulacak elektrik aygıtları ile “tesadüfen çok kısa süreli ve arada bir” patlayıcı ortam teşkil eden bir yerde alınacak tedbirler ile çalıştırılacak elektrik aygıtları aynı olamaz.

İşyerlerinde patlayıcı bölge sınıfına ve patlayıcı ortam türüne göre ekipman seçilmesi lâzımdır.

Patlayıcı ortamlarda kullanılacak ekipmanlar ile alakalı hukuki dayanağı Avrupa Birliği'nin 99/92/EC Direktifi, Çalışanların Patlayıcı Ortamlardan Korunması Hakkında Yönetmelik; 94/9/EC Direktifi ise Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Korucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik olarak Türkiye mevzuatına uyumlaştırılmıştır.

ATEX sertifikalı ekipmanların kullanılacağı patlayıcı ortamda olan patlayıcı maddenin cinsine göre ekipman gruplarına ayrılmıştır. Fakat ekipmanlar patlayıcı bölge sınıfına göre gruplara ayrılmıştır. Patlayıcı ortam içeren işyerlerinde ki donanım ve ekipman seçiminde; ortamda kullanılacak ekipman kategorisi, ekipman grubu ve ekipmanın sıcaklık sınıfı tespit edilerek elverişli ekipmanlar seçilmelidir.

Patlayıcı ortam içeren işyerlerinde; tespit edilen patlayıcı ortamlarda kullanılacak ekipman grubu, ekipman sıcaklık sınıfı ve ekipman sıcaklık kategorisi tespit edilerek elverişli ekipmanlar seçilmelidir.

AB Direktiflerine göre, üreticiler yalnızca ekipmanı doğru biçimde yapmakta zorunludur. Patlayıcı bölge sınıfları için doğru ekipman seçme yükümlülüğü ekipmanı kullanacak işyeri sahibine aittir.

2.8.5.1. Ekipman Grubu

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli ekipmanlar, kullanılacağı patlayıcı ortamda olan patlayıcı maddenin cinsine göre üç kategoriye ayrılmıştır (TS EN 60079-0:2011).

Grup I'de bulunan elektrikli ekipmanlar sadece madenlerde kullanılmaktadır. Bu grupta bulunan ekipmanlar yeraltında kullanılmak için, kömür tozu patlamaları ve grizu patlamaları dikkate alınarak yüksek koruma sağlayacak biçimde planlanmalıdır.

Grup II'de yer alan elektrikli ekipmanlar ise maden dışında patlayıcı gaz atmosferinde kullanılmak için planlanmıştır. Grup II ekipmanlar kullanılacağı patlayıcı gaz atmosferinin yapısına bağlı olarak üç alt gruba ayrılmaktadır. Grup II alt kategorileri şunlardır:

- II A: Propan
- II B: Etilen
- II C: Hidrojen

Grup II B ekipmanlar Grup II A ekipmanların yerine, Grup II C ekipmaları da Grup II A ve Grup II B ekipmanların yerine kullanılabilir.

Grup III elektrikli ekipmanlar; madenler haricinde patlayıcı toz atmosferi içeren ortamlarda kullanılabilir. Grup III ekipmanlar kullanılacağı ortamdaki patlayıcı tozun yapısına göre üç alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar:

- III A: Yanıcı uçucular
- III B: İletken olmayan tozlar
- III C: İletken tozlar

Grup III B ekipmanları; Grup III A ekipmanları yerine, Grup III C ekipmanları da Grup III B ve Grup III A ekipmanlarının yerine kullanılabilir (TS EN 60079-0:2011).

Tablo 2.7. de patlayıcı toz kategorileri ile tehlikeli bölgelerde kullanılması önerilen ekipmanların grupları arasındaki ilişki görülmektedir.

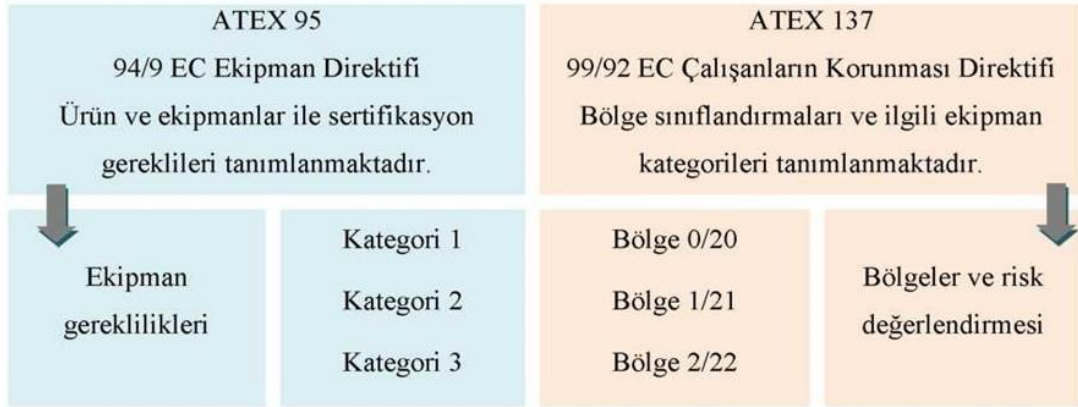
Tablo 2.7. Patlayıcı Toz Kategorileri ile Ekipman Grupları Arasındaki İlişki.

Toz kategorisi	Ekipman Grubu
IIIA	IIIA, IIIB veya IIIC
IIIB	IIIB veya IIIC
IIIC	IIIC

2.8.5.2. Ekipman Kategorisi: Patlayıcı ortamlarda kullanılan ekipmanlar kullanıldığı patlayıcı bölge sınıfına göre kategorilere ayrılmıştır:

- **Kategori 1:** Bu kategorideki ekipmanlar patlayıcı ortamın kalıcı olduğu bölgeye tehlikeye düşmeyecek şekilde tasarlanıp yüksek bir koruma seviyesine sahiptirler. Bölge 0 ve Bölge 20’de rahatlıkla çalışabilecek seviyededirler. Bu kategoride bulunan ekipmanlar için; ekipmanın korumasında herhangi bir bozulma meydana geldiğinde ikinci bir önlem alınması ve birbirinden bağımsız iki arızanın aynı anda oluşması halinde emniyetliliğin korunması gerekmektedir. Başka bir anlatımla cihazın arızalanması durumunda koruma devre dışı kalmayacaktır. Etiketlerinde 1G ve 1D yazan ekipmanlar, Bölge 0 ve Bölge 20’de kullanılabilirlerdir.
- **Kategori 2:** Bu kategorideki ekipmanlar olağan çalışmalarında olduğu gibi arıza hallerinde de ortamı tehlikeye düşürmeyecek biçimde tasarımı yapılmıştır. Etiketlerinde 2G ve 2D olan ekipmanlar Bölge 1 ve Bölge 21’de kullanılabilirlerdir.
- **Kategori 3:** Bu kategorideki ekipmanlar olağan çalışmalarında ortamı tehlikeye düşürmeyecek biçimde tasarlanmıştır. Bölge 2 ve Bölge 22’de kullanılabilirlerdir.
- Tablo 2.8’de kategorilerin kullanılacağı patlayıcı bölge sınıfları yer almaktadır. Üst kategorideki cihazlar alt kategoride de kullanılabilirler, ancak alt kategoride bulunan bir cihaz üst kategoride kullanılmamaktadır. Kategorisi 1 olan cihaz Bölge 20 ve 21’de rahatlıkla kullanılabilirlerdir. Ancak kategorisi 2 olan bir cihaz, Bölge 20’de *asla kullanılamaz*.

Tablo 2.8. ATEX 95 ile ATEX 137 arasındaki ilişki.



2.8.5.3. Ekipman Koruma Seviyesi: Patlayıcı ortamda kullanılmak için üretilecek ekipmanlar kullanılacağı ortama göre değişik korunma seviyelerinde planlanmaktadır. Her patlayıcı ortam için aynı düzeyde ve aynı metotlarla koruma sağlayan ekipman kullanılması uygun değildir. Ekipmanın kullanılacağı ortamda ki patlayıcı ortamın sınıfı proses koşulları ve patlayıcı maddenin özellikleri birlikte değerlendirilerek hangi tip koruma seviyesine sahip ekipman kullanılacağı tespit edilmelidir. TS EN 60079-14: 2014 standartlarında patlayıcı ortamlarda kullanılan ekipmanın tasarımı, belirlenmesi ve monte edilmesi detaylı bir biçimde anlatılmaktadır.

AB'nin 2014/34/EU Direktifi 20 Nisan 2016 tarihinden itibaren 94/9/EC Direktifinin yerini almıştır. Patlayıcı bölge sınıfı ile ekipman koruma seviyesi arasındaki ilişki Tablo 2.9.'da bulunmaktadır. Ekipmanın kullanılacağı ortamda ki patlayıcı bölgenin sınıfına göre düşük ya da yüksek koruma seviyesine sahip ekipmanlar seçilmelidir.

Tablo 2.9. Patlayıcı toz bölgelerde kullanılan ekipman koruma seviyeleri (OSHA, 1997).

Bölge	Ekipman Koruma Seviyesi (EPL)
20	“Da”
21	“Da” veya “Db”
22	“Da”, “Db” veya “Dc”

- **EPL Da:** Patlayıcı toz bulunan ortamlarda kullanılabilen; arıza durumunda, normal çalışma koşullarında ve çok nadir oluşan arıza durumlarında tutuşturucu kaynak oluşturmeyen “çok yüksek seviye” korumaya sahip ekipmanlardır.

- **EPL Db:** patlayıcı toz bulunan ortamlarda kullanılabilen; beklenen arıza durumlarda ve normal çalışma koşullarında tutuşturucu kaynak meydana getirmeyen “yüksek seviyede” korumaya sahip ekipmanlardır.
- **EPL Dc:** patlayıcı toz bulunduran ortamlarda kullanılabilen; normal çalışma koşullarında tutuşturucu kaynak oluşturmaya müsaade etmeyen “yükseltilmiş seviyede” korumaya sahip ekipmanlardır.

Ekipman Koruma Seviyeleri ile Koruma Tipi Arasındaki İlişki IEC Standartlarında patlayıcı ortamda kullanılabilecek ekipmanlar kullanılan metotlara göre koruma tiplerine ayrılmış ve her koruma tipi için kod belirlenerek standardı meydana getirilmiştir. IEC standartlarında bulunan koruma tipleri ile ekipman koruma seviyesi arasındaki ilişki Tablo 2.10’da bulunmaktadır.

Tablo 2.10. Ekipman Koruma Seviyesi ile Koruma Tipi arasındaki İlişki (TS EN 60079-0).

EPL	Koruma tipi	Kod	Standart
“Da”	Kapsül içine alma	“ma”	IEC 60079-18
	Muhafaza ile koruma	“ta”	IEC 60079-31
	Kendinden güvenlik	“ia” veya “iaD”	IEC 60079-11 veya IEC 61241-11
	Özel koruma	“sb”	IEC 60079-33
“Db”	Kapsül içine alma	“mb”	IEC 60079-18
	Muhafaza ile koruma	“tb” veya tD”	IEC 60079-31 IEC 61241-1
	Basıncılı muhafaza	“pD”	IEC 61241-4
	Kendinden güvenlik	“ib” veya “ibD”	IEC 60079-11 veya IEC 61241-11
	Özel koruma	“sb”	IEC 60079-33
“Dc”	Kapsül içine alma	“mc”	IEC 60079-18
	Muhafaza ile koruma	“tc” veya “tD”	IEC 60079-31 IEC 61241-1
	Basıncılı muhafaza	“pD”	IEC 61241-4
	Kendinden güvenlik	“ic”	IEC 60079-11
	Özel koruma	“sc”	IEC 60079-33

2.8.5.4. Sıcaklık Sınıfı: İşyerlerinde tespit edilen patlayıcı bölgelerde kullanılacak ekipmanların grup ve kategorileri belirlendikten sonra ekipmanların ısınan yüzeyleri nedeniyle tutuşturucu kaynak oluşturmaması için en çok kaç dereceye kadar ısınmasına izin verilebileceği tespit edilerek, ona uygun sıcaklık sınıfında ekipman seçilmelidir.

Ekipmanların sıcaklık sınıfının belirlenmesi, Tablo 2.11’de görüldüğü gibi gruplarına göre farklılık göstermektedir.

Tablo 2.11. EU IEC ve US NEC Standardlarına Göre Ekipman Yüzey Sıcaklıkları Karşılaştırması.

Sıcaklık, °C	Sınıflandırma	
	EU IEC	US NEC
450	T1	T1
300	T2	T2
280	T2	T2A
260	T2	T2B
230	T2	T2C
215	T2	T2D
200	T3	T3
180	T3	T3A
165	T3	T3B
160	T3	T3C
135	T4	T4
120	T4	T4A
100	T5	T5
85	T6	T6

Grup II ekipmanların maksimum yüzey sıcaklıkları altı sıcaklık sınıfına bölünmüştür. İşyerlerinde olan patlayıcı gazın parlama noktası göz önüne alınarak Tablo 2.11’de bulunan sıcaklık sınıflarından uygun olanına karar verilmelidir. Grup II, kategori 1 ve 2 ekipmanlarının yüzey sıcaklıkları yanıcı sıvı veya gazın minimum tutuşma sıcaklığının %80’ini geçmemelidir. Kategori 1 ekipmanlar bu şartları nadiren bozuk çalışma hallerinde dahi sağlamalıdır. Grup II, kategori 3 ekipmanlarda normal çalışmada, sıvı ve gazın minimum tutuşma sıcaklığını geçmemelidir.

Grup III’de bulunan ekipmanların maksimum yüzey sıcaklıkları ile alakalı konular ekipmanların kategorisine göre farklılık göstermektedir.

Kategori 1, 2 ve 3 ekipmanların; toz bulutu ile temas haline gidebilen tüm yüzeylerinin sıcaklığı, söz konusu toz bulutunun minimum tutuşma sıcaklığının 2/3’ünü geçmemelidir. Ayrıca, tozun birikebileceği yüzeylerin sıcaklığı belli bir güvenlik marjini kadar, adı geçen tozla meydana getirebilecek en kalın tabakanın minimum tutuşma sıcaklığından daha az olmalıdır (TS EN 60079-14:2010).

Kategori 1 ekipmanlar bu şartları seyrek oluşan bozuk çalışma hallerinde bile sağlamalıdır. Ayrıca, meydana gelen toz tabakası bilinmiyorsa beklenen en kalın tabaka

kalınlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Kategori 2 ekipmanlar, tespit edilen maksimum yüzey sıcaklığı koşullarını bozuk çalışma durumlarında dahi sağlanmalıdır. Kategori 3 ekipmanlarda bu koşul yoktur. Normal çalışma koşullarında bildirilen koşulları sağlaması yeterlidir.

2.8.6. Patlamanın Etkilerinin Azalması

Patlayıcı ortamın meydana gelmesinin önlenemediği veya tutuşma kaynakların ortadan kaldırılamadığı haller olabileceği gibi, patlayıcı ortamın meydana gelmesini ve tutuşmasını önlemeye yönelik alınan tedbirlerin başarısız olduğu durumlarda oluşabilmektedir. Bu durumlarda oluşabilecek patlamanın tesirini azaltarak personelin sağlık ve güvenliğini koruyucu tedbirlerin alınması gerekmektedir. Yapılan kontrol tedbirleriyle patlama sonucu gerçekleşebilecek can ve mal kayıplarında önemli ölçüde azalma sağlanabilir. Patlama tesirini azaltıcı tedbirler temel olarak dört başlık altında toplanmaktadır.

- Patlama basıncına dayanıklı tasarım,
- Alev ve patlamanın yayılmasının engellenmesi,
- Patlamanın bastırılması,
- Patlama tahliye sistemleri.

2.9. Patlama Basıncına Dayanıklı Tasarım

İşyerinde kullanılan ekipmanların içinde oluşan patlamaların neden olacağı zararlar kontrol altına alınabilmektedir. Patlamaya dayanacak biçimde planlanan ekipmanlar ile patlama basıncının ekipmanları parçalanması halinde çalışma ortamında oluşturacağı zararların önüne geçebilmektedir. Patlamaya dirençli tasarım pasif bir koruma metodudur ve toz işlenen iş yerlerinde bütün tesisin ekipmanlarının toz patlaması sonucu meydana gelecek basınca dayanacak şekilde planlanması pratikte çok da kolay olmamaktadır. Pratikte tesisin içindeki küçük ünitelerde veya öğütücü gibi belirli ekipmanlarda kullanılmaktadır. İşlenen yanıcı tozun toksik tesire sahip olduğu tesislerde muhakkak patlamaya dirençli tasarım kullanılması lâzımdır.

Patlamaya dayanıklı ekipman seçilirken, patlama anında oluşabilecek maksimum patlama basıncı ve bu basıncın alınacak tedbirlerle azaltılması neticesinde oluşacak yeni basınç göz önünde bulundurulmalıdır.

2.10. Alev ve Patlamanın Yayılmasının Engellenmesi

İş yerinin bir kısmında gerçekleşen bir patlama tesis içerisinde ilerleyerek tesisin diğer bölümlerinde patlamaya neden olabilmektedir. Şayet iş yerinde bulunan ek ve bağlantı bölümleri patlama basıncı ya da patlama basıncının şok dalgasına dayanıklı planlandığı durumlarda, patlama anında meydana gelen basıncın yükselerek devam etmesi sonucu, ekipmanlar, maksimum patlama basıncından daha fazla basınca maruz kalabilmektedir. Bu sebeple patlamanın yayılmasının önlenerek meydana gelen basıncının sınırlandırılması çok önemlidir.

Patlamanın yayılması şu metotlarla önlenebilir:

- Hızlı devreye giren mekanik izolasyon,
- Dar boşluklarda alev sönmesi ya da söndürme kimyasallarının kullanımı,
- Alevlerin Karşı akış yöntemiyle tutulması,
- Patlama saptırıcılar,
- Su perdesi,
- Döner valf.

Alev ve patlamanın yayılmasının önlenmesinde kullanılan hızlı devreye giren mekanik izolasyon sistemlerinde; iki tank arasında bulunan boru bağlantılarına hızlı devreye giren Kapatma valfleri eklenmektedir. Patlama esnasında valfler, basınç veya optik sensörlere bulunan patlama dedektörleri tarafından aktifleştirilmektedir.

Alev ve patlamanın yayılımının önlenmesi aynı zamanda malzeme tutucularla da yapılabilmektedir. Döner valfler ve helezon Konveyörler en çok kullanılan malzeme tutuculardır.

Buhar, gaz veya sislerin hava ile karışmaları nedeni ile oluşan patlamaların ilerleme hızları oldukça kararsız olduğundan, söndürme sistemleri ve aktif izolasyon metotları çoğunlukla yavaş kalmaktadır. Bu ortamlar için alev tutucular gibi pasif metotların seçilmesi daha uygun olacaktır.

2.11. Patlamanın Bastırılması

Patlama bastırma yöntemleri patlama olur olmaz patlamanın meydana geldiği ortama uygun inört madde püskürterek patlamanın ilerlemesini önlemektir. Patlama bastırma sistemleri aşağıda bulunan dört ana özelliğe sahip olmalıdır:

- Patlama oluştuğunda çok kısa zaman içinde hızla aktif hale gelmeli,
- Patlamanın daha başında ortama yeterli ölçüde patlamayı bastırıcı inert madde püskürtmesini sağlayarak alevlerin büyümesini ve yayılmasını önlemeli,
- İş yerindeki tüm sistemleri kapatmalı,
- Patlama geçene kadar iş yerindeki sistemlerin alışmasını önlemelidir.

Patlamanın bastırılması amacıyla kullanılan sistemler Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik kapsamında koruyucu sistemler olarak değerlendirilmekte ve bu kapsamda uygunlukları verilmektedir.

2.12. Patlama Tahliye Sistemleri

Bir iş yerinde toz patlamasını önlemek için alınan bütün tedbirlerin başarısız olması durumunda, toz patlaması meydana gelecektir. Bu halde patlama efekti bir şekilde boşaltılırsa patlamanın gerçekleştireceği olumsuz tesirler minimum seviyeye indirilebilir. Patlamanın tahliye edilmesi ile toz patlamasının bütün potansiyel yıkıcı tesiri önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Bu sistemin uygulanmasında ilk olarak patlamanın tahliye edileceği güvenilir alan tespit edilmelidir.

İşlenen yanıcı tozun toksik tesire sebep olduğu iş yerlerinde patlama tahliye sistemleri kesinkes kullanılmamalıdır.

Patlama tahliye sistemlerinde ekipmanların, ince panellerden oluşan ve patlamanın tesiriyle basınç arttığında yırtılarak yüksek basıncın hızlı bir halde güvenilir bir alana yönlendirilmesini gerçekleştiren menfez plakaları yerleştirilmektedir. Toz patlaması riski bulunan ekipmanlarda kullanılacak menfez plakalarının alanlarının düzgün bir şekilde hesaplanması alınan tedbirlerin etkinliği bakımından çok önemlidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Gıda endüstrisinde nişasta, süt tozu, un, kakao, şeker gibi birçok maddenin üretildiği iş yerlerinde toz patlaması riski vardır. Bu riske karşı patlamadan korunma dokümanı hazırlanmalı ve gereken tedbirler alınmalıdır. PKD içeriği, bölge sınıflandırmaları, bölge hesaplamaları ve patlayıcı ortamlarda alınması gereken organizasyonel ve teknik tedbirler hakkında yöneticiler ve iş güvenliği uzmanlarının bilgi sahibi olmalıdır. Mevzuatın bu konuda gösterdiği yolla, patlayıcı ortamlarla ilgili farkındalık düzeyinin ve bilginin farklı faaliyetlerle çoğaltılması gerekmektedir. Tozlar için tehlikeli bölgelerin karşılaştırmalı sınıflandırma (EU ve US) tablosu aşağıdaki Tablo 3.1. de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Tozlar için tehlikeli bölge sınıflandırma karşılaştırması.

AVRUPA (ATEX/IEC) SINIFLANDIRMASI	ZONE YA DA DIVISION TANIMI	KUZEY AMERİKA (NEC/NFPA) SINIFLANDIRMASI
ZONE 20	Patlayıcı bir toz-hava karışımının sürekli ya da uzun süreli bulunduğu bölge	CLASS II DIVISION 1
ZONE 21	Patlayıcı bir toz-hava karışımının normal koşullarda görülebileceği bölge	CLASS II DIVISION 1
ZONE 22	Patlayıcı bir toz-hava karışımının normal koşullarda oluşmadığı ve oluşsa bile çok kısa süreyle bulunduğu bölge	CLASS II DIVISION 2

İşyerlerinde tespit edilen patlayıcı bölgelerde kullanılacak ekipmanların grup ve kategorileri belirlendikten sonra ekipmanların ısınan yüzeyleri nedeniyle tutuşturucu kaynak meydana gelmemesi için en çok hangi sıcaklık derecesine kadar ısınmasına izin verilebileceği tespit edilerek, ana uygun sıcaklık sınıfında ekipman seçilmelidir. Ekipmanların sıcaklık sınıfının belirlenmesi gruplarına göre farklılık göstermektedir.

Yüzey sıcaklıklarının Avrupa ve Amerikan standartlarına göre karşılaştırılması Tablo 3.2'de belirtilmiştir.

Tablo 3.2. EU IEC ve US NEC Standardlarına Göre Ekipman Yüzey Sıcaklıkları Karşılaştırması.

Sıcaklık, °C	Sınıflandırma	
	EU IEC	US NEC
450	T1	T1
300	T2	T2
280	T2	T2A
260	T2	T2B
230	T2	T2C
215	T2	T2D
200	T3	T3
180	T3	T3A
165	T3	T3B
160	T3	T3C
135	T4	T4
120	T4	T4A
100	T5	T5
85	T6	T6

Bu tez çalışmasında patlayıcı ortamlarla alakalı kaynak ve standart taraması gerçekleştirilecek ÇPOKHY kapsamında olan ve un imalatı yapan bir işletmede FMEA yöntemi ile risk değerlendirmesi yapılarak iş yerlerindeki patlama risklerini tespit edilmesi hedeflenmiştir.

Buna ek olarak, un imalatı yapan bir iş yerinde örnek bir PKD hazırlanarak, bu sektörde daha sonra hazırlanacak, patlamadan korunma dokümanlarına fayda sağlamak hedeflenmiştir.

3.1. Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA) Metodolojisi

Hata Türü ve Etki Analizi dokuz temel aşamadan oluşmaktadır (Özkılıç, 2005):

1. FMEA amaçları ve düzeylerinin belirlenmesi için FMEA planlaması.
2. FMEA'nın gerçekleştirilmesi için özel prosedürlerin, temel kuralların ve kriterlerin tanımlanması.
3. Fonksiyonlara, etkileşim alanlarına, faaliyet aşamalarına, faaliyet türlerine ve çevreye göre sistemin analizi.

4. Proseslerin, karşılıklı bağlantıların ve bağımlılıkların gösterilmesi için hata ağacı şemalarının, görev ve güvenilirlik şemalarının oluşturulması ve analizi.
5. Potansiyel hata türlerinin tanımlanması,
6. Hata türlerinin ve etkilerinin değerlendirilmesi ve sınıflandırılması,
7. Hataları önleyecek ve kontrol edecek önlemlerin tanımlanması,
8. Önerilen önlemlerin etkilerinin değerlendirilmesi,
9. Sonuçların belgelendirilmesi.

Olası Zarar Modu: Sistem içerisinde zarara neden olabilecek işlemler esnasında doğabilecek rastlantısal ve doğal olaylardır. İşletmenin bütünü içerisindeki parçalar ayrı ayrı ele alınır, olası zarar verici olaylar tespit edilir. Bu tür olaylara “olası zarar modları” denilmektedir.

Zararların Etkileri ve Sonuçları: Gerçekleşmesi olası durumların meydana getirdiği zararların işletme üzerindeki etkisinin belirlenmesidir. O, S, D, RÖS, harfleriyle gösterilen sembollerin anlamları aşağıda verilmiştir (Özkılıç, 2005):

O: Her bir zarar modunun oluşma olasılık değeri,

S: Zararın ne kadar önemli olduğunun değeri, şiddet, ciddiyeti,

D: Zarar meydana getirecek durumun keşfedilmesinin zorluk derecelendirilmesi.

RÖS: Risk öncelik sayısı

RÖS değeri P, S ve D değerlerinin çarpımıyla elde edilir.

$RÖS = P \text{ (olasılık)} \times S \text{ (şiddet)} \times D \text{ (fark edilebilirlik)}$

RÖS değeri 50 ve üzeri tüm işlemler iyileştirmeye tabi tutulmak zorundadır.

Tablo 3.3. FMEA Olasılık Tablosu.

Hata olasılığı	İhtimali	Derecesi
Çok Yüksek:	½ den fazla	10
Kaçınılmaz hata	1/3	9
Yüksek:	1/8	8
Tekrar eden hata	1/20	7
Orta:	1/80	6
Arasına olan hata	1/400	5
	1/2000	4
Düşük:	1/15.000	3
Nispeten az hata	1/150.000	2
Çok az:	1/1.500.000 den az	1
İmkansız hata		

Tablo 3.4. FMEA Şiddet Derecelendirme Tablosu.

FMEA şiddet derecelendirme Tablosu		
Etki	Şiddetin etkisi	Derece
Uyarısız gelen tehlike	Felaketlere yol açabilecek etkiye ve güce sahip potansiyel hata	10
Uyarısız gelen tehlike	Yüksek hasara ve çoklu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip, uyarısız gelen hata	9
Çok yüksek	Sistemin hasar görmesini sağlayan, ağır yaralanmalara ve ölüme yol açan hata	8
Yüksek	Ekipmanın hasar görmesini sebep olan ölüme sakat kalmaya, 3.derece yanığa neden olan hata	7
Orta	Sistemin verimliliğini etkileyen, ağır yaralanma uzuv, organ kaybına yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş görmezlik, ikinci derece yanık	5
Çok Düşük	İncinme küçük sıyrıklar, burkulmalar, kısa süreli rahatsızlık	4
Küçük	Sistemin verimliliğini azaltan hata	3
Çok küçük	Sistemin çalışmasını bazen aksatan küçük hata	2
Yok	Yok	1

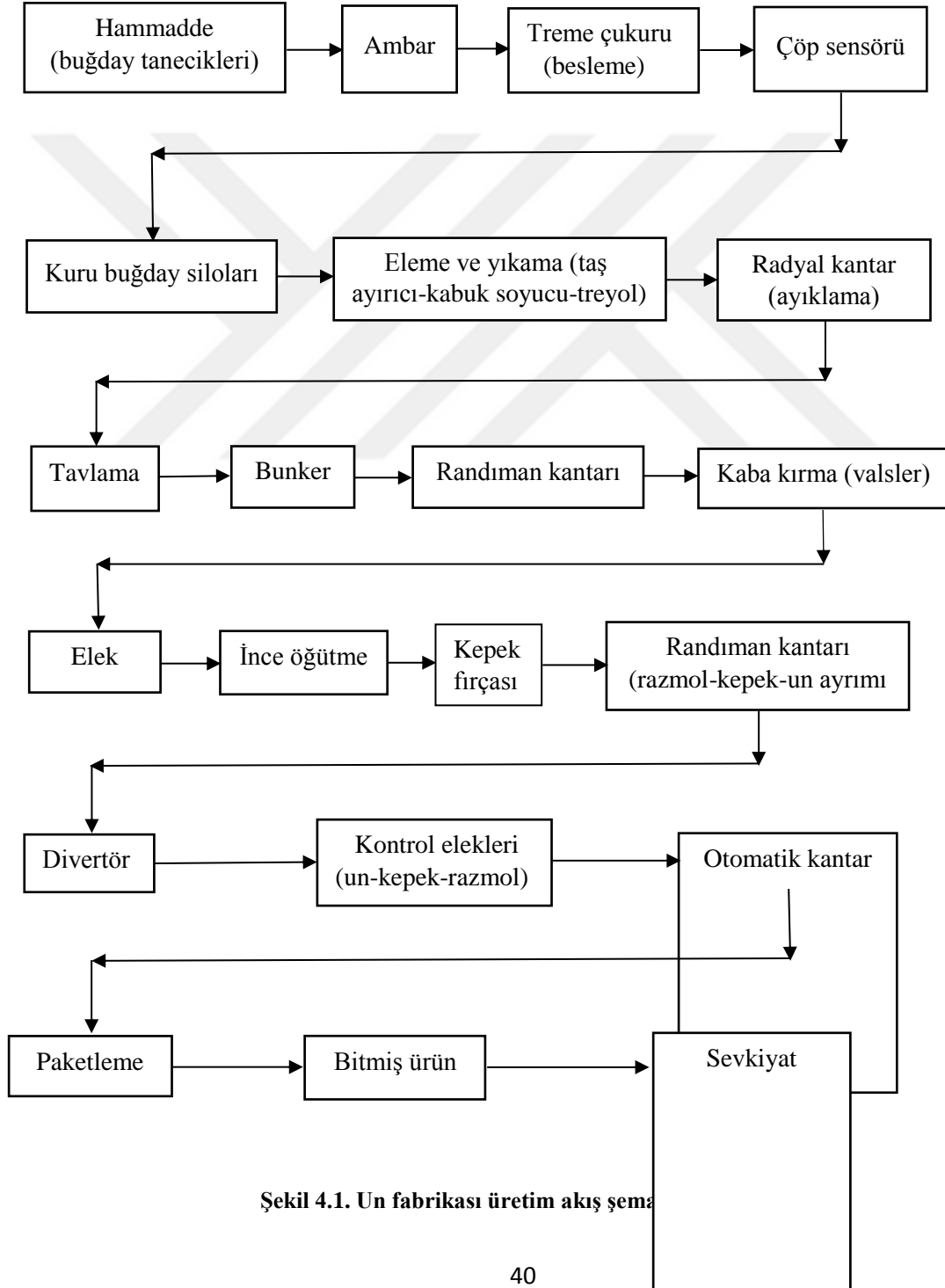
Tablo 3.5. FMEA Farkedilebilirlik Tablosu.

Farkedilebilirlik	Farkedilme olasılığı	Derece
Fark edilemez	Potansiyel hatanın fark edilebilirliği mümkün değil	10
Çok az	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği çok zor	9
Az	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği uzak	8
Çok düşük	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği çok düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği orta	5
Yüksek ortalama	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği çok yüksek	2
Kesin	Potansiyel hatanın farkedilebilirliği hemen hemen kesin	1

4. BULGULAR

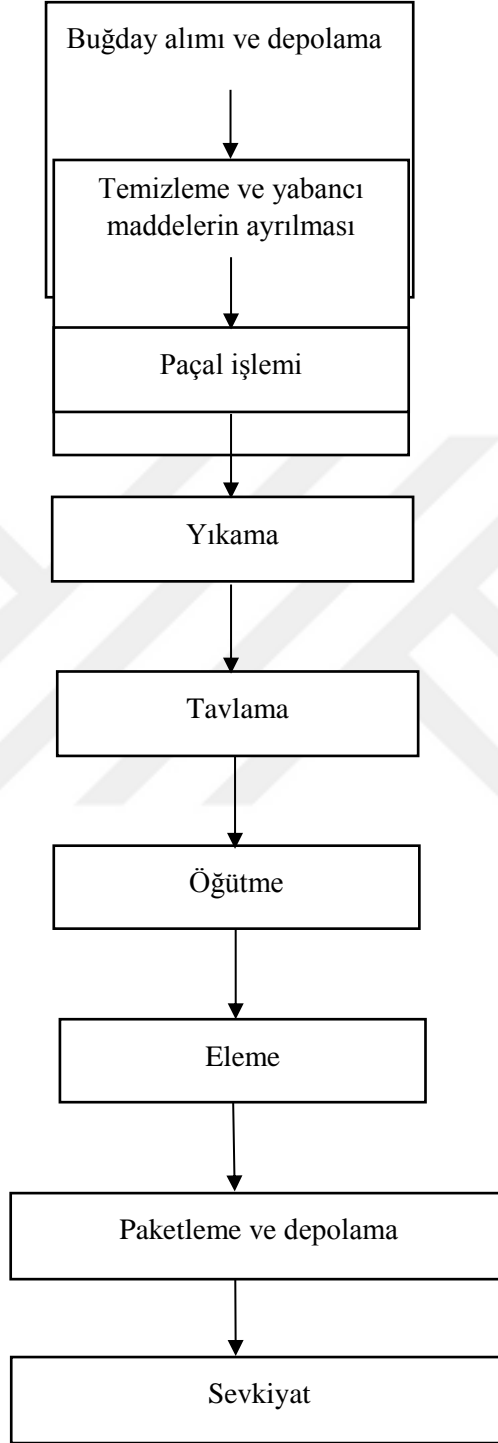
Bizzat sahada gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, seçilen bir un fabrikasında yapılan yerinde gözlemler ve incelemeler sonucunda elde edilen veriler aşağıda FMEA yöntemi ile değerlendirilmiştir.

4.1. Un Fabrikası Üretim Aşamaları. Aşağıda un fabrikasının üretim aşamaları akım şeması halinde belirtilmiştir:



Şekil 4.1. Un fabrikası üretim akış şeması

Buğday alımından unun paketlenmesine kadar süreç aşağıdadır:



Şekil 4.2. Un fabrikası üretim süreci.

4.1.1. Buğdayın Alımı ve Depolanması

Buğdaylar genel olarak botanik yapıya göre 3 grup altında sınıflandırılmaktadır:

- Makarnalık Buğday (*Triticum Durum*),
- Ekmeklik Buğday (*Triticum Vulgare*),
- Topbaş veya Bisküvilik Buğday (*Triticum Compactum*).

Buğday piyasasında daha ziyade buğdaylar diğer karakterlerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Örneğin:

- **Tane sertliğine göre:** Sert Buğday – Yumuşak Buğday,
- **Tane rengine göre:** Kırmızı Buğday – Beyaz Buğday,
- **Ekilişlerine göre:** Yazlık Buğday – Kışlık Buğday.

Memleketimizde yetişen ekmeklik buğday çeşitleri genellikle beyaz–sarı renkli, küçük taneli, yazlık–kışlık ekilen ve nişasta miktarı fazla buğdaylardır.

Buğday tanesi esas olarak üç kısma ayrılır:

- Kabuk (Perikarp-Kepek); ortalama tanenin %12'sini,
- Rüşeym (Embriyo–cücük); ortalama tanenin %3'ünü,
- Tane içi (Endosperm-unlu kısım); ortalama tanenin %85'ini teşkil eder. Un için en önemli kısımdır. Buğday tanesinde insan gıdası olarak istifade edilen un endosperm'den elde edilir.

Türkiye buğdaylarında su miktarı %8–14 arasında değişir.

Un fabrikasına temin edilen buğdaylar:

- Olgun, dolayısıyla dolgun yapıda,
- Görünüşü ve rengi kendine has canlılıkta,
- Ürün temiz ve yabancı maddesi düşük,

- Çimlenmemiş ve zedelenmemiş,
- Mikrobiyolojik bozulmaya maruz kalmamış,
- Tanelerin nem oranı %10–14 arası,
- Değirmencilik değeri üstün; yani kolay işlenen ve un verimi yüksek olmalıdır.

Depo olarak kullanılacak bina rutubet almayan kuru, havadar ve aydınlık bir yer olmalıdır. Bir ton ürün için en az 1,5 m² alan hesap edilmelidir. Saklama yerinde buğdayın nem oranı %14'ün altında bulunması gerekir. Şayet danenin nem oranı %14'ü geçerse kızılaşma ve küflenme hızlanır. Bu da ürünün kısa sürede bozularak kullanılamaz hale gelmesine neden olur. Depo için optimum sıcaklık +4 °C dir.

4.1.2. Buğdayın Temizlenmesi ve Yabancı Maddelerden Ayıklanması

Buğdayın içinde toz, toprak, sap, saman, yabancı ot tohumları vb. yabancı maddeler bulunabilir. Bunlar öğütme sistemlerine zarar verebileceği gibi unun rengini, bileşimini, ekmeklik kalitesini bozarlar ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilerler. Bu nedenle buğdaylara ayırma ve temizleme işlemi uygulanması gerekir.

Buğdaylara uygulanan ayırma ve temizleme işlemlerinde faydalanılan metotlar şunlardır:

- **Büyüklik ve şekil farklılığından yararlanarak ayırma:** Çöp şasörü olarak bilinen makinelerde yapılan bu temizleme de yabancı maddeler ile buğdaylar, ebatlarına göre ayrılmaya tabi tutulurlar.
- **Hava akımı ile ayırma:** Hafif olan toz, sap, saman, ot tohumları gibi yabancı maddelerin hava akımı ile ayrılmasını sağlar.
- **Manyetik özellikten yararlanarak ayırma:** Buğdaya karışmış manyetik özelliği olan metal parçaların mıknatıslar ile ayrılması yapılır. Böylece bu metallerin çeşitli makinelere zarar vermesi de önlenmiş olur.

- **Özgül ağırlık prensibine göre ayırma:** Buğdayın suya salındığında ağır kum, taş vs. gibi parçaların dibe çökmesi, buğdayın ise su akıntısı ile ortamdaki ayrılması esasına dayanır.
- **Kabuk soyma:** Unda kaliteye olumsuz etkisi olan kabuklar, kuru buğdayda ve yaş buğdayda olmak üzere kabuk soyma makineleri vasıtasıyla temizlenir.

4.1.3. Paçal İşlemi

Ekmeklik buğdaylar sertlik, ekim zamanı ve tür açısından bir çok çeşide sahiptir. Bu sebeple birbirine göre çok farklı özellikler gösterir. Buğday çeşidine bağlı olarak tat veya lezzet farklılıkları olabilir. Bunun sebebi buğday çeşidine bağlı olmakla birlikte buğdayın yetiştiği iklim, ekim ve hasat zamanı ile toprağa bağlı olduğu bilinmektedir.

Buğday çeşitliliğinin çok olması, elde edilen unda da farklılıkları ortaya çıkarmaktadır. Un fabrikalarında birçok çeşit ve özellikteki buğdaylar öğütülürken üretilen un kalitesinin sürekli aynı özellikte olması istenir. Her zaman aynı kalitede ve özellikte buğday bulunamaması ve istenilen kalitede un imal edilmesi için birkaç buğday çeşidi paçal yapılır. Bu nedenle laboratuvarlarda yapılan çalışma sonucu farklı kalitedeki buğdaylar belli oranlarda karıştırılır. Bu karıştırma işlemine paçallama denir. Özelliklerine göre kalite sıralaması yapılan buğdaylarda önce aynı cinsler paçallanır. Böylece piyasanın talep ettiği yüksek kalitede standart un sürekli temin edilir.

Yakın karakterdeki partilerin paçalı kaba temizlikten sonra yapılabilir. Farklı özellikteki, çok sert ve yumuşak özellik arz eden buğdayların mevcudiyetinde ise paçal, tavlama sonrası ertelenir.

4.1.4. Buğdayın Yıkınması

Buğdayı yıkamaktan amaç birinci dereceden temizlik, ikinci derecede ise öğütmeye hazırlık olmak üzere taneye su vermektir. Yıkama sonucu tane suyunda %2'lik bir artış olur. Tanenin su içinde kalma süresi ve karıştırmanın etkinliği ile doğru orantılı olarak bu düzey daha da yükselebilir. Buğday yıkama makinelerinde ters akım usulüne göre yıkanır ve üzerindeki su santrifüjle ayrılır.

Un kalitesi açısından yıkamanın şu faydaları vardır:

- Yabancı koku, küf ve bakteri bulaşanları, sürme, rastık, pas, toz, toprak parçaları vb. buğdaydan temizlenir.
- Daha homojen özellikte un üretilir.
- Unun kül miktarı azalır.
- Unun rengi daha beyaz olur.
- Dış kabuk gevşer ve soyulması kolaylaşır.

4.1.5. Buğdayın Tavllanması

Buğdayın öğütülmeden önce özellikle sertlik derecesine göre değişmek üzere tanenin nem düzeyini ayarlamak ve öğütmeye en elverişli hale getirmek için taneye su verme işlemine tavlama diyoruz.

Buğdayın tavlansında amaç, buğday tanesinin fiziksel yapısını, nem miktarını istenilen düzeye getirerek öğütmeye elverişli duruma getirmek ve unun ekmekçilik kalitesini yükseltmektir. Böylece kırma valslerinde yapılan kesme ve taneyi açma işlemlerinde kabuğun ufalanması önlenir. Tavlansmamış buğday kabuğu kırılğan bir yapıya sahip olduğundan başlangıç kırma valslerinde buğdayın açılması esnasında kabuğun ufalanmasına sebep olacaktır. Son kırmalarda ise kabuktaki unların sıyırılması mümkün olmayacak, aksine kabuğun daha da ufalanmasına neden olacaktır. Kabuğun ufalanması öğütme kalitesinin bozulmasına sebep olur. Kepeğin ufalanarak un zerresi büyüklüğüne gelmesi, eleme de bu kepeklerin un ile birlikte elek altına geçmesine sebep olacağından, elde edilecek un kepekli olacaktır. Kepekli un olduğunda da tek tip un elde edilmiş, farklı amaçlar için un üretilenmiş demektir.

Tavlama işleminin değirmencilik açısından fonksiyonları şöyle özetlenebilir: Tanenin kepek tabakası gevrekliğini kaybeder elastik ve mukavim bir yapı kazanır. Bu özellik kepeğin öğütmede toz olmadan, pulcuk halinde parçalanmasını sağlar.

Endosperm kolayca kırılabilen gevrek bir yapı kazanır. Böylece kepek–endosperm ayrışımı kolaylaşır. Daha iyi kepek–endosperm ayrışımı sonucu unun kül miktarı düşer. Tanenin öğütülmesi kolaylaşır ve öğütme için gerekli enerji ihtiyacı düşer.

Tavlamaı etkileyen etmenler:

- **Nem oranı.** Nem oranı en özet ifadeyle; en düşük enerji sarfiyatıyla, en yüksek beyaz un verimi sağlayan düzeyde olmalıdır. Bu düzey buğdayın sertlik derecesine bağlı olarak değişmekte olup; yumuşak, unsu tane yapısında olan buğdaylarda %14–15, sert ve camsı tane yapısında olanlarda ise %16–17 dolaylarındadır. Sert buğdaylarda suyun taneye alınması ve yayılması daha uzun sürer.
- **Sıcaklık:** Soğuk tavlama da dinlendirme işlemleri uzun olurken sıcaklık yükseldikçe suyun taneye giriş ve tane içinde yayılış hızı da birlikte artmaktadır. En uygun tavlama metodu ılık tavlama dır. 30–46 °C arası yapılan tavlama işlemlerine ılık tavlama denir. 46 °C'nin üzerinde ise sıcak tavlama işlemleri gerçekteşir. Sıcak tavlama buğdaylarda özü kuvvetlendirir bazı zayıf unların ekmeçilik kalitesini yükseltici etkide bulunur.
- **Zaman:** Tavlama süresi, tane özeklikleri ile uygulanan sıcaklığa bağlı olarak tayin edilir. Sert buğdaylar yumuşak buğdaylara göre daha uzun dinlenme süresine ihtiyaç duyarlar. Sıcaklık derecesi yükseldikçe suyun taneye alınması ve içinde yayılışı hızlanmaktadır. Örneğin 21 °C'de 2–3 gün 40 °C'de 8 saat, 60 °C'de 2 saat'e ihtiyaç vardır.

4.1.6. Buğdayın Öğütülmesi

Klasik anlamda öğütme, tanenin sadece kırılması olarak düşünülürken, günümüzdeki anlamı; endosperm maddelerin buğday kepeğinden ayrılması ve endospermin aşamalı olarak öğütülmesidir, ki bu da oldukça kompleks bir sistem olan valsler, elekler, şasörler ve diğer makinelerle sağlanır.

Dinlendirilen temizlenmiş buğday paçalı, vals denilen soğutulmuş çelik silindirler yardımıyla kırılır. Öğütülme işlemleri, valsler arasındaki hız farkı ve valsler üzerindeki “dişler” yardımıyla gerçekteşir. Unun öğütülmesi işlemleri tek valste yapılmaz. Aşama aşama yapılarak her defasında elenir ve ince kısımlar ayrılır, kalın kısımlar tekrar öğütülür.

Değirmenlerde iki tip vals bulunur:

1. Kırıcı (dişli) valsler,
2. Öğütücü (düz) valsler.

Kırıcı valslerin ana görevi buğday parçalarını kırarak açmak, irmiği açığa çıkarmak, kepeği büyük parçalar halinde ayırıştırmaaktır. Temizlenmiş ve tavlanmış buğday önce kırma sistemine verilerek, buradaki yivli valsler ve elek düzenleri ile bu ilk aşamada buğdaydan kaba kepek ve birazda kırma unu ayrılır. Böylece irmikteki kepek oranı da düşmektedir. Kırma valsleri taneyi; kesip-açma, kazıyıp-aşındırma, kırıp-parçalama gibi işlemleri gerçekleştirir.

Öğütücü valsler; kırma valslerde elde edilen irmiği tedrici olarak una indirmek ve artan kepek ve ruşeym parçacıklarını ezerek pulcuk haline getirmektir. Sıkıştırma, ezme ve parçalama görevlerini icra ederler. Vals yüzeyleri düz ve parlatılmıştır.

Eğer un düz valslerde fazlasıyla ince öğütülürse unun protein parçacıkları basınç ve sıcaklıktan zarar görür, nişasta danecikleri zedelenir ve un yumuşak, yapışkan bir özellik gösterir. Bu şekilde ince öğütülen unların diğer özellikleri iyi de olsa bunlardan kaliteli ekmek yapılamaz. Un kalın öğütüldüğü zaman da ekmeklik kalitesi bozulur.

4.1.7. Eleme

Elekler, vals çiftleriyle kombine çalışarak birlikte öğütme birimlerini oluştururlar. Eleklerin görevi, valsler tarafından ufalanan materyali ayırmak ve sınıflamaktır. Elek yapımında:

- Tel,
- Sentetik,
- İpek materyal kullanılır.

Elekler kapalı bir sistem içerisinde hareket eden farklı gözenek yapılarının üst üste yerleştirilmesi ile oluşmuştur. Valslerde kırılan buğday pnömatik sistem yardımıyla değişik gözenekteki eleklerle ulaşır. Bu safhada alınan unlardan ayrılanlar, eleklerde büyüklüklerine göre; irmik şaşörlerinde ise yoğunluklarına göre tasnif edilerek tekrar

öğütülür. İrmik ve kepek karışımı olan ezilmiş malzeme temizlemek için irmik şasörlerinden geçirilirler. İrmik şasörleri dikdörtgen seklinde titreşim yapan ve içinden hava geçen makinelerdir. İrmik şasörlerinin asıl görevi saflaştırmadır. Böylece kırma sisteminde elde edilmiş ve sınıflandırılmış irmik taneleri üzerinde yapışık kepek ve uçar kepek kısımları hava akımı yardımıyla ayrılır. Kepek parçaları son olarak eleklerden geçerek elenirler. Un ince dokunmuş ipek elekler tarafından ayıklanarak alınır. Kırma ve irmik ayırmada kalaylı çelikten yapılmış tel elekler kullanılır. Kaba elekler ise kepeği eleyerek elde ederler. Bu işlem bütün malzeme una çevrilinceye kadar elek ve vals sistemiyle devam eder.

Değişik Un Tipleri:

Unun ambalajlamasında kullanılan malzemenin hava geçirgen fakat unun dökülmesini engelleyici ve dayanıklı olması istenir. Un ambalaj materyali olarak dokuma kumaş torbalar, kraft kâğıt torbalar ve polietilen torbalar kullanılabilir. İnsan sağlığına zararlı malzemeden imal edilmiş çuval veya torbalar un ambalajı olarak kullanılmamalıdır. Kullanılmış un çuvalları tekrar kullanılamaz.

Değirmenden yeni çıkmış un ekmek yapmaya elverişli değildir piyasaya sürülmeden önce uygun depolama şartlarında 7–10 gün dinlendirilmelidir. Buna unun olgunlaştırılması denir. Unun dinlendirilmesi sırasında bünyesinde birtakım biyolojik değişimler olmakta unun ekmekçilik kalitesi yükselmektedir. Kışın unun bünyesinde bulunan enzimler yeteri kadar faaliyet gösteremediğinden unun olgunlaşma süresi de uzamaktadır.

4.1.8. Paketleme ve Depolama

Depolar giyinme yerleri, yatakhaneler, lavabolar, tuvaletler, banyolar, idari bölümler ve dinlenme yerlerinden ayrı olmalıdır. Depolar hiçbir zaman amacı dışında kullanılmamalıdır. Depolarda zemin pürüzsüz, duvarlar düzgün, kolay temizlenebilir nitelikte, sıvası dökülmemiş, ürünlere olumsuz etkide bulunmayacak özellikte olmalıdır. Depo üstü tavan ve çatılar akmayı, sızmayı önlemeli, sıcaklık değişimlerinden etkilenmeyi önleyecek şekilde yalıtımlı olmalıdır. Unlar işleme yerlerinde depolarda ve taşıtlarda fena koku yayan nemli, tatlarına ve diğer özelliklerine etki yapacak maddelerle bir arada bulundurulmamalıdır. İçinde un bulunan ambalajlar, kuru zemin ve tahta ızgara üzerine çevrelerinde serbestçe gezinebilecek ve aynı zamanda iyi hava alabilecek

durumda istiflenmeli, bu şartlarda yükletilip boşaltılmalı ve yağış altında bırakılmamalıdır.

Un ambalajları üzerinde bulunması gerekli olan bilgiler:

- Buğday unlarında unun hangi amaçla kullanılacağı etikette belirtilmelidir,
- Maksimum kül ve minimum protein miktarları belirtilmelidir,
- Net un ağırlığı %14,5 rutubet esasına göre hesaplanmalı,
- Firmanın adı, adresi ve üretildiği yer,
- Üretim tarihi ve son tüketim tarihi veya raf ömrü,
- Parti numarası veya seri numarası,
- Üretim izin tarihi ve sicil numarası veya ithalat kontrol belgesi tarihi ve sayısı,
- Orijin ülke,
- Gerektiğinde kullanım bilgisi veya muhafaza şartları.

4.2. Un Fabrikası FMEA Risk Değerlendirmesi

Un üretimi yapılan tesiste toz patlaması riski bulunan toplam 20 ekipman ve bölge tespit edilmiş olup, tespit edilen ekipman ve bölgelerde yapılan risk değerlendirmesi sonuçları Tablo 4.1’de yer almaktadır. Un üretim tesisinde bulunan tüm riskleri içeren risk değerlendirme tablosu ekler bölümünde yer almaktadır.

Tablo 4.1. Un üretim tesisi risk değerlendirme sonuçları.

No	Ekipman ve Bölge	FMEA
1	Buğday Depoları	225
2	Buğday Siloları	441
3	Silolardan Araçlara Buğday Aktarımı	210
4	Paçal Ambarı	441
5	2. Ünite Taşıma Bölümü	90
6	2. Ünite Çöp Şasörü	150
7	2. Ünite Sortex	150
8	Treme	576
9	2. Ünite Un Öğütme ve Kırma	315

10	2. Ünite Pnomatik Taşıyıcı	576
11	2. Ünite Un Taşıma Sistemi	336
12	2. Ünite Kepek Şasörü	504
13	2. Ünite Un Şasörü	504
14	2. Ünite Eleme Bölümü	504
15	2. Ünite Kepek Fırçası	576
16	Un Siloları	441
17	2. Ünite Tartım	504
18	Un Paketleme Bölümü	512
19	Kepek Paketleme Bölümü	512
20	Paketlenmiş Ürünün Kamyona Doldurulması	225

FMEA yöntemiyle yapılan risk değerlendirmesi sonuçlarına göre un üretim tesisinde en riskli ekipman ve bölgeler sırasıyla:

1. Treme,
2. 2. Ünite Pnomatik Taşıyıcı,
3. 2. Ünite Kepek Fırçası,
4. Un Paketleme Bölümü,
5. Kepek Paketleme Bölümü,
6. 2. Ünite Kepek Şasörü,
7. 2. Ünite Un Şasörü,
8. 2. Ünite Tartım,
9. 2. Ünite Eleme Bölümü,
10. Buğday Siloları.

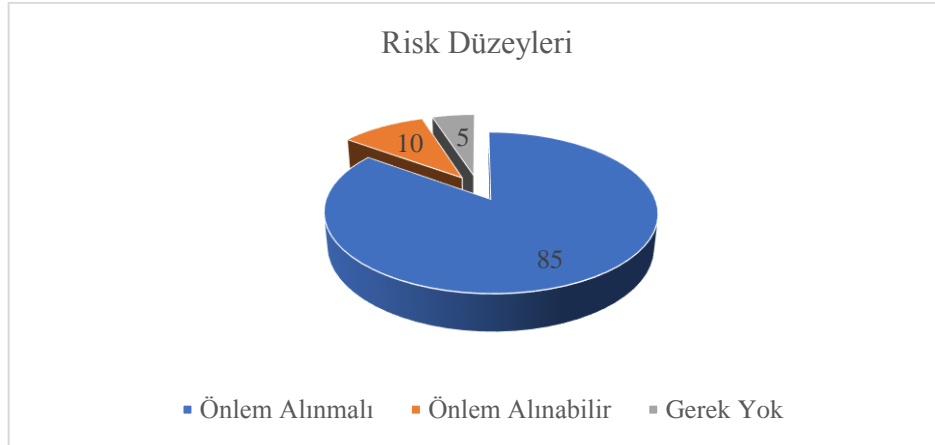
FMEA yöntemiyle yapılan risk değerlendirmesi sonuçlarına göre Tesis 1’de en düşük riskli bölgeler sırasıyla:

1. 2. Ünite Taşıma Bölümü,
2. 2. Ünite Sortex,
3. 2. Ünite Çöp Şasörü,

4. Silolardan Araçlara Buğday Aktarımı,
5. Paketlenmiş Ürünün Kamyonu Doldurulması,
6. Buğday Depoları,
7. 2. Ünite Un Öğütme ve Kırma,
8. 2. Ünite Un Taşıma Sistemi,
9. Paçal Ambarı,
10. Un Siloları.

FMEA yöntemi ile un üretim tesisinde yapılan patlamaya yönelik risk değerlendirmesinde 20 ekipman ve bölgede hesaplanan risk skorlarının:

- 17'si “önlem alınmalı” düzeyinde olup toplam risklerin %85'ini,
- 2'si “önlem alınabilir” düzeyinde olup toplam risklerin %10'unu,
- 1'i “gerek yok” düzeyinde olup toplam risklerin %5'ini oluşturmaktadır.



Şekil 4.3. FMEA Yöntemine Göre Riskli Bölgeler.

4.3. Patlamadan Korunma Dokümanı

Gerçekleştirilen kapsamında un üretimi yapılan ve örnek FMEA analizi uygulanan un üretim tesisi için örnek bir patlamadan korunma dokümanı hazırlanmıştır. Söz konusu hazırlanan bu PKD için bkz. EK-2.

Un üretim tesisinde PKD hazırlanması için aşağıda yer alan basamaklar izlenmiştir:

- Öncelikle tesisteki tüm yanıcı ve patlayıcı maddeler tespit edilmiştir.
- Tesiste tespit edilen yanıcı ve patlayıcı maddelerin ikame edilebilirlikleri değerlendirilmiş ve güvenli maddelerle ikame edilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Un üretim tesisinde üretimi amaçlanan madde olduğundan dolayı değiştirilemeyeceği, doğalgaz tesisin tüm enerji kaynağını oluşturduğundan güvenli madde ile ikame edilemeyeceği ve metan gazının tesiste üretim sırasında oluşan atık suyun arıtılması aşamasında olduğundan, mevcut koşullarda güvenli madde ile ikame edilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.
- Tesiste tespit edilen patlayıcı maddelerin havada dağılımlarının patlayıcı ortam oluşturdukları belirlenmiştir.
- Patlayıcı ortam oluşmasının engellenebilirliği araştırılmıştır. Patlayıcı toz ortamların un üretiminin tüm aşamalarında olduğu gözlemlenmiş ve bu ekipman ve bölgelerde patlayıcı toz ortam oluşumunun engellenemeyeceği değerlendirilmiştir.
- Un üretim tesisinde tespit edilen patlayıcı gazların patlama karakteristikleri Ekler bölümünde yer almaktadır. Tesiste tespit edilen patlayıcı toz hakkında literatür taraması yapılmış ve işletmenin yaptığı test sonuçları değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2. Buğday Unu Patlama Karakteristiği

Derişim (g/m ³)	P _{max} (bar)	dP/dt (bar/sec)
150	3,04	11,79
200	3,30	16,98
250	4,23	18,42
300	4,16	19,28
400	4,99	27,9
500	6,78	38,82
600	8,31	51,71
675	7,17	50,56
750	7,40	54,24

Tablo 4.2. incelendiğinde, TS EN 60079-10-2:2015 standardına göre, un üretim tesisinde üretilen unun nominal büyüklüğü 500 mikron ve daha düşük olduğundan yanıcı toz, nominal boyutu 500 mikron'dan daha büyük olduğundan yanıcı uçucu olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda,

- Un üretim tesisinin tamamı bizzat iş güvenliği uzmanı ve proses mühendisi ile birlikte incelenerek, tesiste yer alan tüm boşalma kaynakları belirlenmiştir.
- Un üretim tesisinde tespit edilen tüm patlayıcı ortamlar tesisin iş güvenliği uzmanı ve teknikerleri ile gezilmiş ve bu ortamlarda mevcut tutuşturucu kaynaklar tespit edilmiş ve etkinlikleri değerlendirilmiştir.
- Un üretim tesisinde iş güvenliği uzmanı ile görüşülerek patlamaya yönelik FMEA yöntemi ile risk değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan risk değerlendirmesi için bkz. EK-1.
- Un üretim tesisinde belirlenen patlayıcı ortamlar için patlayıcı bölge sınıflandırmaları yapılmış ve bölge genişlikleri belirlenmiştir.
- Un üretim tesisinde yapılan risk değerlendirmesinde belirlenen patlayıcı bölgelerde meydana gelebilecek muhtemel patlamaların yapılar ve çalışanlar üzerindeki etkisi hesaplanmıştır.
- Un üretim tesisinde patlamaya yönelik oluşturulan organizasyonel ve teknik önlemler belirlenmiştir.

4.3.1. Un Tozunun Patlaması Değerlendirmesi

Tablo 4.3. Toz Kimyasalların Patlama Meydana Getireceği Yerler

Kimyasal Madde	Tozun Oluştığı Yer	Faaliyet/Uygunsuzluk	Toz Patlaması	Olma İhtimali	Tehlike Derecesi	Hesap/Önlem
Buğday	Buğday ambarı	Sepetli elevatör içerisinde buğday taşınması sırasında toz oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem

		Statik elektriklenme, sepetli elevatör motorlarında, elektrik tesisatında kaçak akım olması ve panolarda kıvılcım oluşması sonucu toz bulutunun tutuşması				
Buğday	Buğday ambarı	Buğday taşınımı sırasında ambar içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektriklenme, sepetli elevatör motorlarında, elektrik tesisatında kaçak akım olması ve panolarda kıvılcım oluşması sonucu toz bulutunun tutuşması				
Buğday Besleme	Buğday ambarı	Buğday boşaltımı sırasında toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Çalışanlar tarafından sigara içilmesi veya açık ateş tutulması, statik elektriklenme, ortamdaki buğday sürüm aletinden ve yakın bölgedeki elektrik tesisatı veya elektrik pano tesisatından kaynaklı kıvılcımların toz bulutunu tutuşturması				
Buğday	1. Kat Vals Katına Giden Transfer Boruları	Transfer boruları içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması				
Buğday	1. Kat Vals Silindirlerinin Bulunduğu Makina	Transfer boruları içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması				

Un	1. Kat Vals Silindirlerini Bulunduğu Makina	Vals silindirlerindeki ezmeden dolayı toz bulutunun oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Vals silindirlerindeki ısınmadan dolayı toz bulutunun tutuşması				
Un	1. Kat Vals Silindirlerini Bulunduğu Makina	Vals silindirlerinde ezmeden dolayı ortamda toz bulutu ve katmanlarının oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki kıvılcıklar ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması				
Un	1. Kat Un Öğütme Kıırma	Öğütme-kırma işlemi esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Üründe kalan metal parçaların öğütme işlemi sırasında sürtünme sebebiyle kıvılcım çıkarması, öğütme işlemi esnasında ekipmanda oluşacak aşırı ısınma sonucu oluşan sıcak yüzeyden tutuşma gerçekleşmesi				
Un	Taşıma Bölümü	Taşıma işlemi esnasında borular içinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektrik sebebiyle tutuşma gerçekleşmesi, ateşli çalışmalar sonucu oluşabilecek sıcak yüzeylerden toz bulutunun tutuşması				

Un	1. Kat Randıman Kantarı	Randıman kantarının içinde toz bulutunun oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Randıman kantarının içinde sürtünmeden dolayı statik elektriklenmeyle toz bulutunun tutuşması				
Un	Paçal ambarı	Toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Paçal ambarına dolun ve boşaltım sırasında oluşacak statik elektrik nedeniyle tutuşma, ambarın ürün seviyesini tespit etmek amacıyla ambara indirilen lambanın toz bulutunu tutuşturması, ambarın üstündeki kısımda bulunan elektrik tesisatında oluşacak uygunsuzluk ve çıkacak kıvılcım sonucu tutuşma, ürün uzun süre bekletilirse kendinden ısınma sonucu oluşacak tutuşma				
Un	1.Kat Kepek Paketleme	Kapalı tavan helezonunun içerisinde toz bulutunun oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Çok Tehlikeli	Önlem
		Kapalı tavan helezonu içerisinde sürtünmeden dolayı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması				
Un	1.Kat Kepek Paketleme	Kepek paketleme sırasında toz bulutu ve katmanının oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması				
Un	1.Kat Fibro Yedirici	Fibro yedirici de toz bulutunun oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu sonucu toz bulutunun tutuşması				

Un	1. Kat Aktarma Elevatörü	Kapalı aktarma elevevörü içerisinde toz bulutu oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Kapalı aktarma elevevörü içerisinde sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye karşı toz bulutunun tutuşması				
Un	1. Kat Yıkama Bölümü	Yıkama bölümündeki ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması				
Un	2. Kat Yıkama Tavlama	Yıkama tavlama metal taşıma boruları içerisinde toz bulutu oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Sürtünmeye bağlı statik elektriklenmeyle toz bulutunun tutuşması				

Akıcı ve toz formatında bulunan bu maddelerin dökülmelerine, saçılmalarına ve açık bırakılmalarına engel olmak çok önemlidir. İşletmede dökülme, saçılma ve torbaların ağzının açık olmalarına rastlanılmaktadır. İşletme içerisinde dökülmelere karşı yönetimin ve personelin etkili bir temizleme yaklaşımı vardır. Toz patlaması oluşabilmesi yeterli bir miktardaki malzemenin dökülüp saçılmasına bağlıdır.

Yerinde inceleme yapılan söz konusu un fabrikasında, un tozunun toz patlama limitleri deneyleri yapılmadığından, toz patlama limitleri ve Kst değerleri, deneysel olarak elde edilememiştir. Toz patlama limitleri ve Kst değerleri, dünyada kabul gören genel literatür çalışmalarından temin edilmiştir. Literatürde toz patlaması yapabilecek unların alt limit değeri $15-60 \text{ g/m}^3$ arasında verilemekte olup, 20 gr/m^3 miktarı kritik bir nokta olarak değerlendirilmektedir (NFPA 652:2014).

5. TARTIŞMA

Gerçekleştirilen bu çalışmada ÇPOKHY kapsamına giren un üretimi tesisinde FMEA yöntemi ile patlamaya yönelik risk değerlendirmesi yapılarak tesisteki patlama risklerini belirlemek, kullanılan risk değerlendirmesi yöntemlerinin uygulanabilirliğini değerlendirmek ve elde edilen sonuçları karşılaştırmak amaçlanmıştır. Ayrıca, un üretimi yapan tesiste örnek bir patlamadan korunma dokümanı hazırlanarak bu sektörde daha sonra hazırlanacak patlamadan korunma dokümanlarına katkı vermek amaçlanmıştır. Bu bölümde, literatür araştırması sonucu tespit edilen çalışmalar ve inceleme yapılan tesislerdeki çalışmalar ile bu tez çalışması kıyaslanıp, çalışmaların ortak ve ayrışan noktaları incelenerek aşağıda özetlenmiştir.

Tez çalışmasının yapıldığı un üretim tesisinde hazırlanan patlamadan korunma dokümanları incelendiğinde, doküman içeriğinde risk değerlendirmesi olmadığı ve tesis için yapılan genel risk değerlendirmesine atıf yapıldığı ancak patlama özelinde risklerin tespit edilmediği gözlemlenmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan FMEA yöntemi ile patlama konusunda bilgi birikimine sahip bir kişinin patlayıcı maddenin patlama karakteristikleri, oluşacak patlayıcı ortamın büyüklüğü ve tutuşturucu kaynakların varlığı ile oluşma sıklığını değerlendirebileceği geniş aralıklara sahip üç parametre kullanıldığından, kolay önceliklendirilebilecek sonuçlar elde edeceği düşünülmektedir.

Uzmanlarca yapılan bir çalışmada, gıda endüstrisinde meydana gelen toz patlamaları incelenerek, toz patlaması riskinin tarım ürünlerinin işlenmesi ve depolanması esnasında yüksek olduğu belirlenmiştir (Ramirez ve ark, 2009). Sözkonusu çalışma kapsamında gıda endüstrisinde en sık depolanan ve işlenen yedi tarım ürününün karakteristikleri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda, toz patlamasına en duyarlı maddenin pudra şekeri olduğu, tutuşma sıcaklığının tüm maddelerde birbirine çok yakın olduğu ve meydana gelecek patlamanın büyüklükleri kıyaslandığından en yıkıcı etkiyi buğday tozunun oluşturacağı sonucuna varılmıştır. Araştırmada patlamaya yönelik risk değerlendirmesi ve patlamadan korunma dokümanı ile ilgili herhangi bir bilgi mevcut değildir.

Konuyla ilgili bir tez çalışması kapsamında, 1970’li yıllarda Norveç’te gıda ve metal endüstrisinde yaşanmış iki toz patlaması örneği incelenmiştir (Dirik, 2015). Anılan

çalışmada, toz patlamasının yaşandığı alüminyum fabrikası ve balık konserve üretimi yapılan fabrikada FMEA yöntemi ile risk değerlendirmesi yapılmış alüminyum fabrikasında toplam RÖS değeri 2840, balık konserve üretimi yapılan fabrikada toplam RÖS değeri 2640 bulunmuştur. Tesislerde patlama öncesi FMEA yöntemiyle risk değerlendirmesi yapıp, risk değerlendirmesi sonucunda ortaya çıkan gerekli önlemler alınmış olsaydı RÖS değerlerinin alüminyum fabrikasında %86, balık konserve üretimi yapılan fabrikada %87 oranında düşeceği hesaplanmıştır. Çalışmada patlamaların yapılar ve çalışanlar üzerindeki etkisine değinilmemiştir.

Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde yapılan bir yüksek lisans tez çalışması kapsamında, asetilen üretimi yapan bir fabrikada iş sağlığı ve güvenliği ve çevre riskleri ele alınmış, “*hata ağacı-olay ağacı yöntemi*” ile büyük endüstriyel kazalara neden olabilecek risk ve tehlikeler belirlenmiştir (Tomas, 2008). Çalışmada üretilip, depolanan asetilen tüplerinin ve gaz tutucuda biriken asetilen gazının patlaması sonucunda meydana gelecek patlama basıncının, çalışanlar ve çevrede oluşturacağı etki hesaplanmıştır.

Söz konusu çalışmada yapılan hesaplamalar; sonucunda olası bir patlama durumunda 50 m içerisindeki binalarda ciddi hasarlar oluşacağı, 50-100 m kadar yakında bulunan binalarda hasarlar oluşacağı, 200 m.den daha uzak bulunan binaların ciddi şekilde etkilenmeyeceği, 500 m uzaklıkta bulunan binaların camların kırılacağı ve 750 m uzaklıkta güçlü ses duyulabileceği hesaplanmıştır. Asetilen üretimi sırasında meydana gelecek bir patlamanın çalışanlar üzerindeki etkisi üzerine yapılan hesaplamalar sonucunda patlamanın 10 m çevresinde bulunan çalışanların akciğer kanamasından ölümlerinin kesin olduğu, 20 m çevresinde ise çalışanların %92 olasılıkla çalışanların kulak zarlarının patlayacağı hesaplanmıştır.

Çimento endüstrisiyle ilgili yayımlanan bir kılavuzda, endüstriyel tesislerde patlamadan korunma ve patlama özelinde risk değerlendirmesi, patlayıcı bölge hesaplamaları ve bölge sınıflandırmaları anlatılmış ve örnek hesaplamalar sunulmaktadır (ÇEİS, 2015). Anılan kılavuzda patlayıcı bölgelerde yapılacak risk değerlendirmesinde kullanılmak üzere PGS yöntemi önerilmektedir. Kılavuz kapsamında yapılan örnek risk değerlendirmesi çalışmasında, patlayıcı ortam oluşabilecek ekipman ve alanlar ile operasyonel sapmalar belirlenerek kaza senaryoları oluşturulmuş ve risk skorları hesaplanmıştır. Ayrıca, patlama etkilerini azaltıcı tedbirler alındıktan sonra risk

skorlarının yeni değerleri yeniden hesaplanarak tesisin ilk durumu ile son durumu kıyaslanmıştır. Risk değerlendirmesi yapıldıktan sonra tesislerde alınabilecek patlama etkilerini azaltıcı önlemler ve bu önlemlerin risk skorları üzerindeki etkisini belirlemek bu tez çalışması amaçları arasında yer almadığından, tesislerde bu konuda araştırma yapılmamıştır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması, gıda endüstrisinde toz patlaması riski bulunan ve un üretimi yapan tesiste FMEA yöntemi ile patlama özelinde risk değerlendirmesi yapılarak sektörde toz patlaması riskini ortaya koymak ve kullanılan yöntemlerin sektörde hazırlanacak patlamadan korunma dokümanları kapsamında mevzuat gereği yapılması gereken patlamaya yönelik risk değerlendirmesinde kullanılabilirliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca, un üretimi yapan tesiste örnek bir patlamadan korunma dokümanı hazırlanmış ve bu çalışmanın; patlayıcı bölge hesaplamalarının nasıl yapılacağı, olası bir patlamanın yapılar ve çalışanlar üzerindeki muhtemel etkilerinin nasıl belirlenebileceği konusunda benzer çalışmalara yol gösterici olması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında:

1. Un üretimi yapılan tesiste, FMEA yöntemi ile patlama özelinde risk değerlendirmesi yapılmış; sonuçlar, tesiste gözlemlenen eksiklikler ve çözüm önerileri raporlanarak işletmeye sunulmuştur.
2. Kullanılan risk değerlendirmesi yönteminin uygulanabilirlikleri irdelenerek sonuçlar değerlendirilmiştir.
3. Çalışma sonucunda seçilen tesiste örnek bir patlamadan korunma dokümanı hazırlanmıştır.
4. TS EN 60079 – 10 – 2:2015 Patlayıcı ortamlar – Bölüm 10 – 2: Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması – Yanıcı toz atmosferler standardı ile toz patlamasıyla ilgili US NFPA standartlarının karşılaştırılması yapılmış, tehlikeli bölgelerde çalışanların güvenli bir ortamda çalışmaları yönünden, her iki taraf standartların da artı ve eksileri olduğu Tablo 6.1. de görülmüştür.

Bu tez çalışması ile elde edilen sonuçlar:

1. Araştırma yapılan tesiste, patlamadan korunma dokümanları incelendiğinde patlama özelinde risk değerlendirmesi yapılmadığı, patlayıcı bölgelerin ilgili standartlara uygun şekilde belirlenmediği, tutuşturucu kaynakların bulunma ve etkin hale gelme olasılıklarının tespit edilmediği ve olası patlamaların muhtemel etkilerinin hesaplanarak değerlendirilmediği tespit edilmiştir.

Tablo 6.1. EN IEC 60079-10-2 standardı ile ilgili NFPA standartlarının karşılaştırılma sonucu.

AVRUPA (ATEX/IEC)	KUZEY AMERİKA (NEC/NFPA)
Zone 20 - Zone 21 - Zone 22 Bölgeleri tanımlanmakta.	DIVISION 1- DIVISION 2 sınıflara ayrılmaktadır.
Belirlenen sınıflara göre kullanılan ekipmanların yüzey sıcaklıkları daha genel.	Belirlenen sınıflara göre kullanılan ekipmanların yüzey sıcaklıkları daha spesifik.
Patlamaya karşı korunmuş” metodunu kullanmaktadır.	Patlatmaz” metodunu kullanılmaktadır.
Patlama olabilecek ortamdaki toz katman kalınlığı hakkında bilgi verilmemiş.	Patlama olabilecek ortamdaki toz katman kalınlığı hakkında bilgi verilmiş (0,794 mm 1/32 inch)
Tesise konulan komponentler ayrı ayrı dikkate alınmaktadır.	Bir tesisin tamamı düşünülmekte.
Ark çıkaran veya ısı yayan kaynaklar (elektrik veya mekanik) ayrıca test edilip, patlayıcı ortamı tehlikeye düşürüp düşürmedikleri denenmekte ve yetkili otoriterlerce sertifikalandırılmaktadır.	Bir elektrik aygıtının ex-proof olup olmadığını onaylayan herhangi bir otorite yoktur.
Patlamaya neden olan üç unsur (patlayıcı gaz, oksijen=hava, kıvılcım=ateşleme kaynağı) ayrı ayrı düşünülmekte ve patlamanın üçüncü ayağı olan kıvılcım=ateşleme kaynağı, izole edilmeye çalışılmaktadır.	Patlamaya neden olan üç unsur (patlayıcı gaz, oksijen=hava, kıvılcım=ateşleme kaynağı) bir arada düşünülmekte ve meydana gelecek herhangi bir patlamanın, kapalı bir mekanda kalıp etrafa yayılmasını önlemek şeklindedir.

Araştırma yapılan tesiste en sık karşılaşılan tutuşturucu kaynaklardan alev ve sıcak yüzey oluşturarak patlamaya sebebiyet verme potansiyeli olan çalışmalarla ilgili çalışma izin sistemi kullanılmadığı tespit edilmiştir.

2. Araştırma yapılan tesisin tamamında çalışanlara patlama özelinde eğitimler verilmediği tespit edilmiştir.
3. Araştırma yapılan tesisteki patlayıcı ortamların büyük bir kısmında ATEX uyumlu ekipmanlar kullanılmadığı, patlama etkilerini azaltıcı önlemlerin alınmadığı tespit edilmiştir.
4. Bazı patlayıcı tozların kimyasal içeriği net olarak bilinmediğinden patlama karakteristikleri literatürden belirlenememektedir. Nem içeriği, partikül büyüklüğü ve işlendiği maddenin yapısı patlama karakteristiklerini etkilediğinden, literatürdeki değerler tesiste işlenen tozun gerçek değeri ile benzerlik göstermeyebilir.
5. Patlayıcı ortamlarda FMEA ile yönteminde şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik değerleri geçmiş tecrübeler ve bilgi birikimi işığında belirlendiğinden, risk değerlendirmesi sonuçlarının başarısı bilgi düzeyi, bu konudaki kayıtlara erişimi ve farkındalık seviyesine bağlıdır.
6. Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik esaslarına göre, patlamadan korunma dokümanının içeriğinde patlama riski özel olarak değerlendirilirken, statik elektrik de dhil tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimallerinin dikkate alınması gerekmektedir.
7. Mevzuatımızda patlamadan korunma dokümanını ehil kişilerin hazırlayabileceğinden bahsedilmektedir. Ancak, “ehil kişinin” yetkinliği ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır.

neriler:

1. FMEA yöntemi ile patlama özelinde yapılan risk değerlendirmelerinde, tesiste belirlenen her bir patlayıcı ortamdaki tutuşturucu kaynakların tespit edilerek risk değerlendirmesi tablosuna işlenmesi ve yöntemde hata olasılık değerine karar verilirken tespit edilen tutuşturucu kaynakların aktif ve etkili hale gelme ihtimallerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

2. Patlamadan korunma dokümanı hazırlarken kullanılması gereken standartların Türkçeye tercüme edilmesi ve standartlara erişilebilirliğin artırılması gerekmektedir.
3. Patlayıcı tozların patlama karakteristiklerinin belirlendiği testlerin yapılacağı laboratuvarın ülkemizde özel teşebbüsler tarafından kurulmasının, işyerlerinde hazırlanacak patlamadan korunma dokümanının niteliği ve patlayıcı ortamlarda alınacak teknik önlemlerin planlanması açısından yararlı olacaktır.
4. İş Güvenliği Uzmanlığı Eğitim müfredatında “Kimyasal Risk Etmenleri” konulu dersin, alt başlıkları arasında “Patlamadan korunma dokümanı ve patlayıcı ortamlarda kullanılacak makine ve teçhizat” başlığı bulunmaktadır. İş güvenliği uzmanlarının patlayıcı ortamlar konusunda bilgi ve farkındalığının artırılması amacıyla, eğitim müfredatına “Patlayıcı Ortamlar” konulu yeni bir dersin eklenmesi gerekmektedir.
5. Patlamadan korunma dokümanı hazırlayan kişilerin yetkinlikleri ve eğitimi konusunda ülkemizdeki mevcut durum ve çeşitli ülke örneklerinin incelendiği bir araştırma yapılarak ülkemize uygun bir modelin belirlenip, uygulamaya konulması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- BARTON, J. (2002) Dust Explosion Prevention and Protection: A Practica, Warwickshire: IChemE.
- CROWL D. ve LOUVAR J. (2011) Chemical Process Safety Fundamentals with Applications, Prentice Hall, Boston.
- ÇEİS, Çimento Sektöründe Endüstriyel Patlamalardan Korunma Kılavuzu”, İstanbul, 2015, 117.
- ÇPOTKHY, Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Sayısı :28633, Tarihi: 30.04.2013, Ankara.
- DİRİK C. (2015) “Statik Elektrik Kaynaklı Toz Patlamalarının FMEA Risk Analizi Yöntemi ile İncelenmesi ve Deneysel Analizi”, YÖK Tez Nr. 409011.
- EBADAT V. (2009) Dust Explosion Hazard Assessment, Chilworth Technology, Inc, www.chilworth.com
- ECKHOFF R. (2003) Dust Explosion in the Process Industries, Elsevier, 3rd ed., Tokyo.
- European Commission DG Employment and Social Affairs Health, Safety and Hygiene at Work, Non-binding Guide of Good Practice for implementing of the European Parliament and Council Directive 1999/92/EC on minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres, 2003.
- HSE, Safe Handling of Combustible Dusts: Precautions Against Explosions, 2003.
- HSE, “Prevention of dust explosions in the food industry”. Ulaşılabilir URL: <http://www.hse.gov.uk/food/dustexplosion.htm> Erişim Tarihi: 16.02.2019
- JESSE A. and BECK H. (1989) Evaluation of Dust Explosions in The Federal Republic, EuropEx Newslett.
- NFPA 61:2017, Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities.
- NFPA 652:2014, Standard on the Fundamentals of Combustible Dust.
- RAMIREZ A., J. GARCIA-TORRENT, J. AGUADO (2009) “Determination of Parameters Used to Prevent Ignition of Stored Materials and to Protect Against Explosions in Food Industries”, Journal of Hazard Mater, 168(1):115-20.
- SARI M.K. (2011) Patlayıcı Ortamlar ve Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektrik Aygıtları Hakkında Genel Bilgi, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara.
- SGK İstatistikleri, Ulaşılabilir URL: <http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik> Erişim Tarihi: 17.02.2019.

- TASNEEM A. and ABBASI S.A. (2006) Dust Explosions–Cases, Causes, Consequences and Control, Elsevier, 7-44.
- THEIMER, O.F., “Cause and Prevention of Dust Explosions in Grain Elevators and Flour Mills”, Powder Technology, Volume 8, Issues 3–4, September–October 1973, 137-147.
- TOMAS K. (2008) Asetilen Üretimi Yapan Tesislerde Kazaya Sebep Olabilecek Faktörlerin Belirlenmesi ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi, Hacettepe Üniv. Y. Lisans Tez Çalışması
- TS EN 1127-1:2012 Patlayıcı Ortamlar - Patlamayı Önleme Ve Korunma - Bölüm 1: Temel Kavramlar ve Metodoloji.
- TS EN 13237:2014 - Potansiyel Patlayıcı Ortamlar - Potansiyel Patlayıcı Ortamlar İçinde kullanılması amaçlanan donanımlar ve koruyucu sistemler için terimler ve tarifler.
- TS EN 14034-1+A1:2011 - Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 1: Toz bulutlarının azami patlama basıncının (Pmax) tayini.
- TS EN 14034-2:2006+A1:2011 - Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 2: Azami.
- TS EN 14034-3:2006+A1:2011 - Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 3: Toz bulutlarının düşük patlama sınırının (LEL) tayin.
- TS EN 14034-4:2004+A1:2011 - Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 4: Toz bulutlarının sınırlandırıcı oksijen konsantrasyonunun (LOC) tayini.
- TS EN 60079-0:2011 - Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan- bölüm 0: Teçhizat - Genel özellikler.
- TS EN 60079-10-2:2015 - Patlayıcı Ortamlar- Bölüm 10-2: Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması-Yanııcı Toz Atmosferler Standardı.
- TS EN 60079-14:2010 - Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan - bölüm 14: Elektriksel tesislerin tasarımı, seçimi ve monte edilmesi.
- U.S. CSB (2008) Investigation Report Sugar Dust Explosion and Fire, Georgia, USA.
- U.S. CSB (2006) Investigation Report Combustible Dust Hazard Study, p:0-0.
- U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Combustible Dust Safety and Injury Prevention, Ulaşılabilir URL: https://www.osha.gov/sites/default/files/2018-12/fy08_sh-17797-08_cd_instructor_manual.pdf Erişim Tarihi: 15.02.2019.

E K L E R



Ek-1. FMEA Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

NO	BÖLÜM	HATA TURLERİ	ETKİLERİ	POTANSİYEL NEDENLER	MEVCUT KONTROLLER	RİSK DERECELENDİRME				ALINACAK ÖNLEMLER	ÖNLEM SONRASI RİSK DERECELENDİRME			
						ŞİDDET	HATA OLASILIK	FARK EDİLEBİLİRLİK	ÖNLEM DERECESESİ		RÖS	ŞİDDET	HATA OLASILIK	FARK EDİLEBİLİRLİK

1	Buğday Ambarı	Sepetli elevatör içerisinde buğday taşınması sırasında toz oluşumu	Toz patlaması	Statik elektriklenme, sepetli elevatör motorlarında, elektrik tesisatında kaçak akım olması ve panolarda kıvılcım oluşması sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	9	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	648	Sepetli elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması. Uygun yerlere patlama kapakları yapılması. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması .Sepetli elevatörler, motorlar ve panoların exproof yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleşmeye karşı antistatik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi ve kullandırılması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
---	---------------	--	---------------	---	---	---	---	---	---------------------------	-----	---	---	---	---	------------------	----

2	Buğday Ambarı	Buğday taşınımı sırasında ambar içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektriklenme, sepetli elevatör motorlarında, elektrik tesisatında kaçak akım olması ve panolarda kıvılcım oluşması sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	9	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	648	Sepetli elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması. Uygun yerlere patlama kapakları yapılması. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve ortamdaki toz bulutunun varlığı yok edilemiyorsa Sepetli elevatörler, motorların ve panoların exproof yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleşmeye karşı antistatik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi ve kullanılması gerekmektedir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
---	---------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

3	Besleme	Buğday boşaltımı sırasında toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Çalışanlar tarafından sigara içilmesi veya açık ateş tutulması, statik elektriklenme, ortamdaki buğday sürüm aletinden ve yakın bölgedeki elektrik tesisatı veya elektrik pano tesisatından kaynaklı kıvılcıkların toz bulutunu tutuşturması	-	9	9	6	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	486	Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleşmeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi , Ortamdaki tozun exproof fanları ile ortamdaki uzaklaştırılması gerekir. Bölgede Sigara İçilmez tabelası ve, Cep telefonu kullanılmaz tabelası ile Ateşle yaklaşma tabelası asılması, gövdede uygun yere patlama kapağı yapılması.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
---	---------	---	---------------	--	---	---	---	---	---------------------------	-----	--	---	---	---	---------------------------	---

4	1, Kat Vals Katına Giden Transfer Boruları	Transfer boruları içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir. Hat üzerinde uygun yerlere patlama kapağı yapılması.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
---	--	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

5	1. Kat Vals Silindirlerinin Bulunduğu	Vals silindirlerindeki ezmeden dolayı toz bulutunun oluşumu	Toz patlaması	Vals silindirlerindeki ısınmadan dolayı toz bulutunun tutuşması	-	9	3	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	135	Vals silindirlerindeki sürtünmeden dolayı silindirlerin yüksek derecelerde ısınmasına bağlı uyarı sistemin oluşturulması ve kat çalışanları tarafından sık sık kontrol edilip gerektiğinde müdahale edilmelidir.	9	1	5	ÖNLEM ALINABİLİR	45
---	---------------------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

6	1. Kat Vals Silindirlerinin Bulunduğu	Vals silindirlerinde ezmeden dolayı ortamda toz bulutu ve katmanlarının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki kıvılcıklar ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik uygunsuzluklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanlara toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yerli derecede olması gerekir. Havalandırma tesisatının periyodik kontrolü yapılmalıdır.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
---	---------------------------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

7	1. Kat Un Öğütme Kırma	Öğütme-kırma işlemi esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Üründe kalan metal parçaların öğütme işlemi sırasında sürtünme sebebiyle kıvılcım çıkarması, öğütme işlemi esnasında ekipmanda oluşacak aşırı ısınma sonucu oluşan sıcak yüzeyden tutuşma gerçekleşmesi	-	9	5	7	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	315	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Fanlar, elektrik tesisatı ve elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Uygun yerlere patlama kapakları yapılması. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatının uygunluk raporu alınmalı. Topraklama yapılmalıdır. Kaçak akım rölesi kullanılmalıdır. Ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmalıdır.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
---	------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

8	Taşıma Bölümü	Taşıma işlemi esnasında borular içinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektrik sebebiyle tutuşma gerçekleşmesi, ateşli çalışmalar sonucu oluşabilecek sıcak yüzeylerden toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
---	---------------	---	---------------	--	---	---	---	---	---------------------------	-----	--	---	---	---	------------------	----

9	1. Kat Randıman Kantarının Bulunduğu	Randıman kantarının içinde toz bulutunun oluşması	Toz patlaması	Randıman kantarının içinde sürtünmeden dolayı statik elektriklenmeyle toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Randıman kantarında ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortamdan uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemeden yapılmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek için exproof malzemeler kullanılmalıdır.Paratoner mevcut olmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
---	---	--	------------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

10	Paçal ambarı	Toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Paçal ambarına dolun ve boşaltım sırasında oluşacak statik elektik nedeniyle tutuşma, ambarın ürün seviyesini tespit etmek amacıyla ambara indirilen lambanın toz bulutunu tutuşturması, ambarın üstündeki kısımda bulunan elektrik tesisatında oluşacak uygunsuzluk ve çıkacak kıvılcım sonucu tutuşma, ürün uzun süre bekletilirse kendinden ısınma sonucu oluşacak tutuşma	-	9	7	8	504	Paçal ambarına dolun ve boşaltım sırasında oluşacak statik elektik nedeniyle olası toz patlamalarına karşı çalışanların eğitilmesi ve anti statik çalışma kıyafetleri olmalı, ambarın ürün seviyesini tespit etmek amacıyla ambara indirilen lambanın exproof olması gerekmektedir. Toz bulutunu tutuşturması, ambarın üstündeki kısımda bulunan elektrik tesisatındaki bir uygunsuzluk sonucu çıkacak bir yangın veya kıvılcım ile tutuşmaması için elektrik prizlerinin ve mevcut ortamdaki elektrik tesisatının bakım ve onarımının yapılması gerekmektedir. Ürün uzun süre bekletilirse kendinden ısınma sonucu oluşacak tutuşma gözardı edilmemelidir. Ortamdaki toz bulutu havalandırma sistemi ile yok edilmeli ve ortamdaki ekipmanlar exproof seçilmelidir.	9	1	1	9
ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR														
ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR														

11	1.Kat Kepek Paketleme	Kapalı tavan helezonunun içerisinde toz bulutunun oluşması	Toz patlaması	Kapalı tavan helezonu içerisinde sürtünme nedeniyle statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması	-	9	7	7	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	441	Kapalı tavan helezonu içerisinde sürtünmeden dolayı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşmaması için topraklama yapılmalıdır. Elektrikli malzemelerin exproof yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanlara statik elektrikleşmeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir.	9	1	7	ÖNLEM ALINABİLİR	63
----	-----------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

12	1.Kat Kepek Paketleme	Kepek paketleme sırasında toz bulutu ve katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik uygunsuzluklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproof yapılması, çalışanlara toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir. Havalandırma tesisatının periyodik kontrolü yapılmalıdır.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

13	1.Kat Kepek Paketleme	Paketleme esnasında toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolarda kiuygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik uygunsuzluklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanlara toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yerli derecede olması gerekir. Havalandırma tesisatının periyodik kontrolü yapılmalıdır.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

14	1.Kat Fibro Yedirici	Fibro yedirici de toz bulutunun oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalı ve elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatı uygunluk raporu alınmalı, kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	----------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

15	1. Kat Aktarma Elevevörü	Kapalı aktarma elevevörü içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Kapalı aktarma elevevörü içerisinde sürtünmeden kaynaklı statik elektrikleymeye karşı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	9	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	648	Kapalı elevevörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması. Sepetli elevevörler, motorlar ve panoların exproof yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleymeye karşı antistatik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Uygunyerlere patlama kapakları yapılması.	9	1	9	ÖNLEM ALINABİLİR	81
----	--------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

16	1. Kat Yıkama Bölümü	Yıkama bölümündeki ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve ortamdaki toz bulutunun varlığı yok edilemiyorsa elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	----------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

17	2. Kat Yıkama Tavlama	Yıkama tavlama metal taşıma boruları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklemeyle toz bulutunun tutuşması	-	9	6	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	432	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------------------	---	------------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

18	2. Kat Yıkama Tavlama	Kapalı helezonlar içerisinde toz bulutunun oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenmeyle ve helezonların çarpması sonucu kıvılcım çıkmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması. Çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleşmeye karşı antistatik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Uygun yerlere patlama kapakları yapılması.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

19	2. Kat Yıkama Tavlama	Ortamda, makinalarda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ilgili elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve ortamdaki toz bulutunun varlığı yok edilemiyorsa elektrikli malzemelerin exproof yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

20	2. Kat Boru Katı	Taşıma boruları içerisinde toz bulutunun oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenmeyle toz bulutunun tutuşması	-	9	6	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	432	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

21	2. Kat Boru Katı	İrmik taşınmasına bağlı irmik taşıma borularında toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenmeyle toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

22	2. Kat Boru Katı	İrmik taşıma boruları karşısındaki kapalı boru içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenmeyle toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

23	2. Kat Un Helezonları	Kapalı un helezonu içerisinde toz bulutunun oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpması sonucu kıvılcım çıkmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması. Sepetli elevatörler, motorlar ve panoların exproof yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleşmeye karşı antistatik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Uygunyerlere patlama kaskoları yapılması.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

24	2.Kat Un Helezonları ve İrmik Taşıma Borularının Bulunduğu Kat	Un helezon motorlarında ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu sonucu toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Helezonda kullanılan makine exproof seçilmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	--	---	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

25	2. Kat Un Helezonları	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpması sonucu kıvılcım çıkmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Kapalı elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması. Sepetli elevatörler, motorlar ve panoların exproof yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleşmeye karşı antistatik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Uygunyerlere patlama kaskoları yapılması.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

26	Un Taşıma Sistemi	Ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektrik sonucu tutuşma olması, unun içinde kalabilecek metal parçalarının sürtünme sonucu kıvılcım çıkarması, ateşli çalışmalar sonucunda oluşabilecek sıcak yüzeylerden tutuşma	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Ekipmaların statik elektriklenmeye karşı topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektriklenmeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi, havalandırma sistemlerinin yeterli durumda olması ve un vb içerisinde metal paçacıkların bulunmasına karşı mknatıslanma yapılarak kıvılcım çıkmasının önlenmesi gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------------------	---------------------------------------	---------------	--	---	---	---	---	---------------------------	-----	---	---	---	---	------------------	----

27	2. Kat Kepek Fırçaları	Kepek fırçası içerisinde toz bulutunun oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve elektrik tesisatının uygun olmaması nedeni ile toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Fanlar, elektrik tesisatı ve elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatının uygunluk raporu alınmalı. Topraklama yapılmalıdır. Kaçak akım rölesi kullanılmalıdır. Ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

28	2. Kat Kepek Fırçaları	Kepek fırçası motorlarında ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	------------------------	--	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

29	2. Kat Kepek Fırçaları	Ortama toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Fanlar, elektrik tesisatı ve elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatının uygunluk raporu alınmalı. Topraklama yapılmalıdır. Kaçak akım rölesi kullanılmalıdır. Ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmalıdır.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	------------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

30	Kepek Fırçası	Ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektrik sebebiyle kıvılcım oluşumu ve ısınma sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Fanlar, elektrik tesisatı ve elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatının uygunluk raporu alınmalı. Topraklama yapılmalıdır. Kaçak akım rölesi kullanılmalıdır. Ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------	---------------------------------------	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

31	2. Kat Un Paketleme	Un siklonları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Un siklonlarının ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortamdaki uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemedir yapılmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır. Elektrik tesisatı uygun yapılmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

32	2. Kat Un Paketleme	Un kantarı siklonu içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Un silklonu kantarının ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortamdaki uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemedendir yapılmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır. Elektrik tesisatı uygun yapılmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

33	Tartım	Unun tartımı sırasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Üründe kalan metal parçaların sürtünme sebebiyle kıvılcım oluşurması, statik elektrik sonucu tutuşma olması	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Un olası metal parçaları ayırmak için mıknatıstan geçirilmelidir. Ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortamdaki uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemeden yapılmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır. Elektrik tesisatı uygun yapılmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	--------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

34	2. Kat Un Paketleme	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk, floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

35	2. Kat Un Paketleme	Un paketleme bölümündeki motorlarında ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------------	---	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

36	2. Kat Un Paketleme	Un kantarı silosu kapalı elevatörü üzerinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmenin etkisiyle statik elektrikleme, helezon çapması sonucu kıvılcım oluşmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Un helezonun ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproof yapılması, sepetli elevatörlerin topraklama sistemlerinin yapılması, uygun yerlere patlama kapağı yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektriklemeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

37	Un Paketleme Bölümü	Paketleme esnasında toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Paketleme yapılan bölümün çok yakınında bulunan uygun olmayan prizden ortamda biriken tozun veya toz bulutunun tutuşması, çalışanların anti statik kıyafet giymemesinden dolayı oluşacak statik elektrik sonucu tutuşma,	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproof yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	---------------------------	-----	---	---	---	---	---------------------------	---

38	3.Kat Elek Katı	Elek katında duvarda bulunan taşıma boruları içinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

39	3.Kat Elek Katı	Elek içinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Elek içinde statik elektriklenme ve elektrik kaçak akımına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatı uygun olmalı, Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------	---------------------------------	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

40	3.Kat Elek Katı	Elek üstü borularda toz oluşumu	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------	---------------------------------	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

41	3.Kat Elek Katı	Un filtresi siklonu alt kısmı toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Un filtresi siklonunun alt kısmında sürtünmeye bağlı statik elektriklemeden dolayı toz bulutu oluşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Un silklonlarının ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortamdaki uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemeden yapılmalıdır. Elektrik tesisatı uygun olmalı, Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

42	3.Kat Elek Katı	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluklar, floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproof yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

43	3.Kat Elek Katı	Un filtresi motorlarında ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------------	--	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

44	3.Kat Elek Katı	Sasörden yukardan gelen taşıma borularında toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

45	3.Kat Elek Katı	Elek katındaki kapalı eleveörler içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpmasıyla oluşan kıvılcımla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı eleveörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproof yapılması, sepetli eleveörlerin topraklama sistemlerinin yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleymeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir. Patlama kapağı yapılması.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

46	3.Kat Elek Katı	Sasörden buğday gelen boru içerisinde toz oluşması	Toz patlaması	Statik elektiriklenme ve toz bulutu tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

47	Kepek şasörü	Ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektrik sebebiyle kıvılcım oluşumu, ısınma sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	7	8	504	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	72
ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR										ÖNLEM ALINABİLİR				

48	Eleme bölümü	Eleme işlemi esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Ekipman içerisinde elekler ve ürün arasında oluşabilecek statik elektrik sonucu kıvılcım çıkması ve ateşli çalışma sonucu oluşabilecek sıcak yüzeyden tutuşma gerçekleşmesi	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	--------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

49	Un Şasörü	Ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektrik sebebiyle kıvılcım oluşumu, ısınma sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------	---------------------------------------	---------------	---	---	---	---	---	---------------------------	-----	--	---	---	---	------------------	----

50	3. Kat Yıkama	Yıkama bölümündeki kapalı elevatörler içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpmasıyla oluşan kıvılcımla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproof yapılması, sepetli elevatörlerin topraklama sistemlerinin yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektriklelenmeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

51	3. Kat Yıkama	Kabuk soyucudan gelen taşıma borusu içerisindeki toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

52	3. Kat Yıkama	Tarar içi ve kabuk taşıyıcı içinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

53	3. Kat Yıkama	Kabuk soyucu içi toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatı ve panosu uygun olmalı, Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------	--------------------------------------	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

54	3. Kat Yıkama	Toz filtresi motorlarında ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------	---	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

55	3. Kat Yıkama	Toz filtresi siklonları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Toz filtresi siklonunda ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortandan uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemeden yapılmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

56	3. Kat Yıkama	Taşıma boruları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

57	3. Kat Yıkama	Triyol içi toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye ve uygun olmayan elektrik tesisatından dolayı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çarşanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatı ve panosu uygun olmalı ve Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------	--------------------------------	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

58	3. Kat Yıkama	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki kaçak akım oluşumu, floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

59	3. Kat Yıkama	Toz filtresi motorlarında ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------	---	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

60	4. Kat Pnömatik Kat	Kabuk soyucu taral içi toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	7	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	315	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	5	ÖNLEM ALINABİLİR	45
----	---------------------------	--	------------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

61	4. Kat Pnömatik Kat	Kapalı elevatörler içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpmasıyla oluşan kıvılcımla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sistemlerinin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması veelektrikli malzemelerin exproff yapılması, sepetli elevatörlerin topraklama sistemlerinin yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektriklelenme karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------------------	--	------------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

62	4. Kat Pnömatik Kat	Taral ve kabuk soyucudan çıkan taşıma boruları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

63	4. Kat Pnömatik Kat	Hava kilitlerinin bulunduğu taşıma boruları ve siklonlar içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	6	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	432	Transfer borularının topraklama sisteminin yapılması, Transfer borularının toz patlamalarına karşı şiddet azaltıcı menfezlerin veya dirseklerin oluşturulması gerekmektedir. Siklon ayırıcılarda olası ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortamdan uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemeden yapılmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

64	4. Kat Pnömatik Kat	Un filtresi siklonları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Un filtresi siklonunda ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortamdaki uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemeden yapılmalıdır. Elektrik tesisatı kontrolü ve uygunluğu sağlanmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	---------------------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

65	4. Kat Pnömatik Kat	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk, floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

66	4. Kat Pnömatik Kat	Un filtresi ve aspiratörün bulunduğu ortamdaki motorlarda ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---------------------------	---	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

67	Pnömatik Taşıyıcı	Pnömatik taşıyıcı içerisinde toz bulutu oluşum	Toz patlaması	Sıcak yüzey oluşumu sebebiyle tutuşma, statik elektrik sonucu çıkan kıvılcımla tutuşma	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Topraklama yapılmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

68	4.Kat Un Siloları	Un siloları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	7	7	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	441	Un silolarının topraklama sisteminin yapılması, un silolarının bulunduğu ortamda elektrik tesisatı - panoların bakımının yapılması, havalandırma sisteminin yeterli olması yetersiz durumda elektrik sisteminin ve kullanılan ekipmanların gerektiğinde exproof malzemelerin kullanılması, silo bakımları ve temizliklerinde exproof malzemelerin ve anti statik kıyafetlerin kullanılması, paratonerlerin bulunması gerekmektedir.	9	1	7	ÖNLEM ALINABİLİR	63
----	-------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

69	4.Kat Un Siloları	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki kaçak akım oluşumu, floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-------------------	---	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

70	4.Kat Un Siloları	Kapalı elevetörler içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpmasıyla oluşan kıvılcımla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı elevetörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve ortamdaki toz bulutunun varlığı yok edilemiyorsa elektrikli malzemelerin exproff yapılması, sepetli elevetörlerin topraklama sistemlerinin yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektriklelenmeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

71	Un siloları	Silolar içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Un siloları üzerinde kalan bölgede açıkta bulunan elektrik tesisatındaki prizlerin içinde biriken tozun tutuşması sonucu çıkan yangının silolara sıçraması, siloların üzerine yıldırım düşmesi, silolarda depolanan unda ısınma sonucu tozun kendiliğinden tutuşması, silo çevresinde yapılacak ateşli çalışmalar sonucunda oluşacak sıcak yüzeylerden tutulma gerçekleşmesi	-	9	7	7	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	441	Un silolarının topraklama sisteminin yapılması, un silolarının bulunduğu ortamda elektrik tesisatı - panoların bakımının yapılması, havalandırma sisteminin yeterli olması yetersiz durumda elektrik sisteminin ve kullanılan ekipmanların gerektiğinde exproof malzemelerin kullanılması, Paratöner konulması, silo bakımları ve temizliklerinde exproof malzemelerin ve anti statik kıyafetlerin kullanılması, paratönerlerin bulunması gerekmektedir.	9	1	7	ÖNLEM ALINABİLİR	63
----	-------------	---------------------------------------	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

72	4.Kat Temizleme Ünitesi	Çöp sasör içi toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------------------------	----------------------------------	---------------	--	---	---	---	---	---------------------------	-----	--	---	---	---	------------------	----

73	4.Kat Temizleme Ünitesi	Kapalı elevatörler içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpmasıyla oluşan kıvılcımla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, sepetli elevatörlerin topraklama sistemlerinin yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektriklelenmeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	---------------------------	-----	--	---	---	---	------------------	----

74	4.Kat Temizleme Ünitesi	Taş ayırıcı içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

75	4.Kat Temizleme Ünitesi	Toz filtresi ve siklonlar içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Toz filtresi siklonunda ortaya çıkan toz bulutu toz filtreleme sistemiyle ortandan uzaklaştırılmalı, topraklama sistemi yapılmalı, olası patlamaya karşı ekipman hafif malzemeden yapılmalıdır. Kıvılcım çıkmasını önlemek adına kullanılan malzemeler exproof malzemeler kullanılmalıdır. Paratoner mevcut olmalıdır. Havalandırma yeterli olmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

76	4.Kat Temizleme Ünitesi	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk, floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-------------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

77	4.Kat Temizleme Ünitesi	Un filtresi ve aspiratörün bulunduğu ortamdaki motorlarda ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-------------------------	---	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

78	Çöp şasörü	Çalışma esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşum	Toz patlaması	Ekipmanda ısınma veya elektrik tesisatı uygunsuzluğu, statik elektrik sebebiyle toz bulutunun tutuşması	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------	--	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

79	5. Kat Çatı Katı	Aspiratör, çöp sasör , toz siklonları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme ve toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

80	5. Kat Çatı Katı	Kapalı elevatörler içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeye bağlı statik elektriklenme ve helezonların çarpmasıyla oluşan kıvılcımla toz bulutunun tutuşması	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Kapalı elevatörler ve motorların topraklama sistemlerinin yapılması, Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı-panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, sepetli elevatörlerin topraklama sistemlerinin yapılması, çalışanların toz patlamalarına karşı eğitilmesi, çalışanların statik elektrikleymeye karşı anti statik çalışma kıyafetlerinin ve KKD lerin verilmesi gerekmektedir.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

81	5. Kat Çatı Katı	Buğday siloları içerisinde toz bulutu oluşması	Toz patlaması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	7	7	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	441	Buğday silolarının topraklama sisteminin yapılması, un silolarının bulunduğu ortamda elektrik tesisatı - panoların bakımının yapılması, havalandırma sisteminin yeterli olması yetersiz durumda elektrik sisteminin ve kullanılan ekipmanların gerektiğinde exproof malzemelerin kullanılması, silo bakımları ve temizliklerinde exproof malzemelerin ve anti statik kıyafetlerin kullanılması, paratonerlerin bulunması gerekmektedir.	9	1	7	ÖNLEM ALINABİLİR	63
----	------------------	--	---------------	---	---	---	---	---	---------------------------	-----	---	---	---	---	------------------	----

82	5. Kat Çatı Katı	Ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması	Toz patlaması	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk, floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	------------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

83	5. Kat Çatı Katı	Çatı katındaki elektrikli motorlarda ve yağlanan rulmanların üzerinde biriken toz katmanlarının oluşması	Isınmaya bağlı yangın çıkması ve toz patlaması	Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması	-	9	8	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	360	Ortam exproof süpürme aletleri ile temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki , makine üzerlerinde , elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	------------------	--	--	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

84	Buğday siloları	Silolar içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Yükleme ve boşaltım sırasında statik elektrik sonucu meydana gelebilecek tutuşmanın siloya sıçraması, yıldırım düşmesi sonucu tutuşma, depolama sırasında buğdayda meydana gelecek içten ısınma sonucu tutuşma meydana gelmesi	-	9	7	7	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	441	Buğday silolarının topraklama sisteminin yapılması, un silolarının bulunduğu ortamda elektrik tesisatı - panoların bakımının yapılması, havalandırma sisteminin yeterli olması yetersiz durumda elektrik sisteminin ve kullanılan ekipmanların gerektiğinde exproof malzemelerin kullanılması, silo bakımları ve temizliklerinde exproof malzemelerin ve anti statik kıyafetlerin kullanılması, paratonerlerin bulunması gerekmektedir. İçten yanmanın takibi ve söndürülmesi önlemleri alınması.	9	1	7	ÖNLEM ALINABİLİR	63
----	-----------------	---------------------------------------	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

85	Silolardan araçlara buğday aktarımı	Araçlara silolardan buğday aktarımı sırasında toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Bölgede oluşacak toz bulutunun çok yakınında açıkta bulunan prizlerden tutuşma gerçekleşmesi, kamyonların motorlarından toz bulutunun tutuşması, statik elektrik sonucu kıvılcım çıkması sonucu tutuşma, buğdayın içinde kalabilecek metal parçaların sürtünme sonucu kıvılcım çıkarması	-	7	6	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	210	Buğday aktarımı esnasında araç motorları kapatılmalı. Aktarım esnasında çalışanlar ortamdaki toz fanlarla uzaklaştırılmalı. Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır.	7	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	7
----	-------------------------------------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

86	Sortex	Çalışma esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Ekipmanın motorlarından kıvılcım çıkması, kaçak elektrik akımları ve statik elektrik sonucu tutuşma, ortamda izinsiz yapılacak ateşli çalışma esnasında kıvılcım sıçraması veya oluşacak sıcak yüzeyden toz bulutunun tutuşması	-	9	5	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	225	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	5	ÖNLEM ALINABİLİR	45
----	--------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	-------------------------	----

87	Paketlenmiş ürünün kamyonu doldurulması	Toz bulutu oluşumu, toz birikim	Toz patlaması	Paketlerin patlaması sonucu toz oluşumu ve ateş kaynağı ile karşılaşılmasında toz bulutunun tutuşması	-	9	5	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	225	Kazara patlayan paketlerin bulunduğu yerler exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmelidir.Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	---	---------------------------------	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	--	---	---	---	----------------------------------	---

88	Treme	Buğdayların silolara aktarımı sırasında toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektrik sonucu kıvılcım çıkması, buğdayın içerisinde bulunan metal parçaların mekanik kıvılcım çıkarması vb.	-	9	8	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	576	Ortamdaki toz exproof süpürge ile temizlenmeli. Elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-------	--	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

89	Buğday Depoları	Buğdayın kamyonlardan depolama alanını boşaltımı ve boşaltılan buğdayın yığın haline getirilmesi esnasında toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Araçların motorlarının toz bulutunu tutuşturması, statik elektrik sonucu kıvılcım çıkması, yıldırım düşmesi, yığın halinde bekletilen buğdayın kendinden ısınma ile tutuşması	-	9	5	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	225	Ortamdaki toz exproof süpürge ile temizlenmeli. Elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, Buğday deposu ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmalıdır. İçten yanmalar takip edilerek söndürülmelidir. Araçların egzostlarına alev tutucu konulmalıdır.	9	1	5	ÖNLEM ALINABİLİR	45
----	-----------------	---	---------------	---	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	-------------------------	----

90	Kuru Kepek Taşıma Elevatör Sistemi	Toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Ekipman içerisinde elekler ve ürün arasında oluşabilecek statik elektrik sonucu kıvılcım çıkması, ürün içindeki metal parçaların sürtünme sonucu mekanik kıvılcım oluşturması sonucu tutuşma	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli peryotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir. Kaçak elektrik akım rölesi mevcut olmalıdır.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	------------------------------------	--------------------	---------------	--	---	---	---	---	---------------------------	-----	---	---	---	---	---------------------------	---

91	Kepek Kurutma Ünitesi	Toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Sıcak yüzey oluşumu veya kurutma esnasında kullanılan sıcak gazlar sebebiyle tutuşma, statik elektrik akımı sonucu çıkan kıvılcımla tutuşma, ürün içindeki metal parçaların sürtünme sonucu mekanik kıvılcım oluşturması	-	9	6	6	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	324	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve ortamdaki toz bulutunun varlığı yok edilemiyorsa elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir. Kaçak elektrik akım rölesi mevcut olmalıdır.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------------------	--------------------	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

92	Kepek Silosu	Toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Statik elektrik sebebiyle kıvılcım oluşumu, içten ısınma sonucu toz bulutunun tutuşması	-	9	7	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	504	Kepek silolarının topraklama sisteminin yapılması, un silolarının bulunduğu ortamda elektrik tesisatı - panoların bakımının yapılması, havalandırma sisteminin yeterli olması, elektrik sistemi ve kullanılan ekipmanların exproof malzemeden olması nılması, silo bakımları ve temizliklerinde exproof malzemelerin ve anti statik kıyafetlerin kullanılması, paratonerlerin bulunması gerekmektedir.ATEX sertifikalı lambalar kullanılmalıdır.	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	--------------	--------------------	---------------	---	---	---	---	---	---------------------------	-----	--	---	---	---	------------------	----

93	Paketleme	Toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Ekipman yüzeyinde veya yakında yapılacak ateşli çalışma ile ekipman yüzeyinin ısınması sonucu tutuşma, elektrikli cihazlar veya kontrolsüz elektrik akımları nedeniyle çıkacak kıvılcım sonucu tutuşma, dolum esnasında çalışan ile statik elektrik farkından dolayı çıkacak kıvılcım sonucu tutuşma, paketleme odasının ısıtılması için kullanılan elektrikli ısıtıcı nedeniyle tutuşma, yıldırım düşmesi	-	9	6	6	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	324	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir. Ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-----------	--------------------	---------------	--	---	---	---	---	----------------------------------	-----	---	---	---	---	----------------------------------	---

94	Trommer (Kurutucu)	Toz bulutu oluşumu	Toz patlaması	Ekipman yüzeyinde veya yakında yapılacak ateşli çalışma ile ekipman yüzeyinin ısınması sonucu tutuşma, elektrikli cihazlar veya kontrolsüz elektrik tesisatı nedeniyle çıkacak kıvılcım sonucu tutuşma, yıldırım düşmesi	-	9	6	8	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	432	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Yetersiz havalandırma durumlarında elektrik tesisatında veya elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Kaçak elektrik akımlarını önlemek için kaçak akım rölesi mevcut olmalı, ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmaktadır	9	1	8	ÖNLEM ALINABİLİR	72
----	-----------------------	-----------------------	------------------	--	---	---	---	---	---------------------------	-----	--	---	---	---	------------------	----

95	Paketlenmiş Ürünün Kamyona Aktarımı	Toz bulutu oluşumu, toz birikimi	Toz patlaması	Paketlerin patlaması sonucu toz oluşumu ve ateş kaynağı ile tozun karşılaşmasında toz bulutunun tutuşması	-	9	5	5	ÖNLEM ALINMASI GEREKLİDİR	225	Kazara patlayan paketlerin bulunduğu yerler exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproff yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir.	9	1	1	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOKTUR	9
----	-------------------------------------	----------------------------------	---------------	---	---	---	---	---	---------------------------	-----	---	---	---	---	---------------------------	---

Ek-2. UN FABRİKASI PATLAMADAN KORUNMA DOKÜMANI

1. AMAÇ VE KAPSAM

Bu doküman Üsküdar Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümünde Yüksek Lisans tez çalışması yapan Ahmet Şimşek'in Sivas kentinde yerleşik xxxxxxxxxxxx Un Fabrikasında yaptığı İş Güvenliği incelemelerinin sonucunda, yapılması istenen Patlamadan Korunma Dokümanıdır.

Bu çalışma Sivas kent merkezinde yerleşik xxxxxxxx UN SANAYİ ve TİC. LTD. ŞTİ'nin un öğütme ve paketleme tesisinde bir bölümün patlayıcı atmosfer tehlikelerini ve bu tehlikelerden kaynaklanan riskleri tespit ederek değerlendirmek ve bu tehlikeleri bertaraf etmek veya kabul edilebilir seviyelere düşürmek üzere kontrol önlemlerini tanımlamak, planlamak ve gerçekleştirmek için hazırlanmıştır.

Dokümanın hazırlanmasında; 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 30'uncumaddesine dayanılarak ve 1999/92/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifine paralel olarak hazırlanan "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" hükümleri temel alınmıştır.

Yapılan çalışmada tesisin fiziki sınırları içerisindeki tüm ekipmanlar, prosesler, prosedürler ve faaliyetler incelenerek, aralarından ilgili mevzuat ve standartlarca gerekli görülenleri bu dokümanın kapsamına alınmıştır.

Gıda işkolunda şeker, un, nişasta, süt tozu, kakao, baharat, hazır çorba karışımları gibi ürünlerin işlendiği tesislerde toz patlaması riski bulunmaktadır. Bu kapsamında; toz patlamaları, patlamadan korunma dokümanı, patlama karakteristikleri, boşalma kaynakları, tutuşturucu kaynaklar, bölge sınıflandırması, ekipman seçimi ve patlama etkilerini azaltıcı yöntemler hakkında genel bilgiler verilmiş; çalışma kapsamında kullanılan risk değerlendirmesi yöntemleri, patlayıcı bölge hesaplamaları ile patlamanın yapılar ve çalışanlar üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan hesaplamalar anlatılmıştır.

2. TESİS HAKKINDA BİLGİLER

2.1. Genel Bilgiler

Toz patlamaları iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli bir yere sahip olup, meydana gelen toz patlamaları işyerlerinde ölümlü iş kazalarının yanı sıra büyük maddi kayıplara neden olmaktadır. Gıda sektöründe un, şeker, nişasta, kakao vb. maddelerin üretiminin yapıldığı tesislerde toz patlaması riski bulunmaktadır.

2.2. Un Fabrikası ve Üretim Akış Şeması

HAMMADDE (Buğday)

↓

AMBAR

↓

TREME ÇUKURU /BESLEME)

↓

ÇÖP SENSÖRÜ

↓

KURU BUĞDAY SİLOLARI

↓

ELEME VE YIKAMA (TAŞ AYIRICI-KABUK SOYUCU-TREYOL)

↓

RADYAL KANTAR (AYIKLAMA)

↓

TAVLAMA

↓

BUNKER

↓

RANDIMAN KANTARI

↓

KABA KIRMA (VALSLER)

↓↑

ELEK

↓↑

İNCE ÖĞÜTME

↓↑

KEPEK FIRÇASI

↓

RANDIMAN KANTARI (RAZMOL-KEPEK-UN AYRIMI)

↓

DİVERTÖR

↓

KONTROL ELEKLERİ (UN-KEPEK-RAZMOL)

↓

OTOMATİK KANTAR

↓

AMBALAJLAMA

↓

MAMUL ÜRÜN

↓

SEVKİYAT

2.3. Un eşitleri

2.3.1. Tip-550 Ekmeklik Buğday Unu

Kimyasal, Fiziksel ve Reolojik zellikler:

- Protein %12,50 min
- Kl %0,55 max
- Nem %14,50 max





3. MEVCUT DURUM

PKD KONTROL LİSTESİ			
Firmanın Adı	xxxxxxxx UN SAN. TİC. LTD. ŞTİ		
ADRESİ	İşletme: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. XXXXXXXX – Sivas, Türkiye		
Telefon No:	İşletme Tel : 0 XXX XXX XX XX	info@xxxxxxxx.com.tr	
Sigorta sicil No (NACE KODU)10.61.02	X XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XX		
	Tahılların öğütülmesi ve un imalatı (mısır unu, kepek, razmol dahil, pirinç unu hariç) TEHLİKELİ		
Faaliyetin Türü:	İmalat <input checked="" type="checkbox"/>	Depolama <input checked="" type="checkbox"/>	Dolum <input type="checkbox"/>
Diğer :			
Faaliyetin Özeti	Buğday öğütme ve un paketleme		
İşveren/işveren Temsilcisi/işletme Müdürü	Cemil	Tel No: 0XXX XXX XXXX	E mail xxxxx@xxxxxxxxxxxxxx.com.tr
Görevliler	XXX XXXXXXX X	Tel No:	E mail xxxxx@xxxxxxxxxxxxxx.com.tr
	XXXX XXXX	Tel No: 0 XXX XXX XXXX	E mail xxxxx@xxxxxxxxxxxxxx.com.tr
İş Güvenliği Uzmanı	Ahmet Şimşek	Tel No: 0 XXX XXX XXXX	E mail xxxxx@xxxxxxxxxxxxxx.com.tr

xxxxxxxx Un San. ve Tic. A.Ş. olarak:

Ürünlerini teknolojinin son olanaklarını kullanarak, hijyenik şartlar altında, yasal şartlara uygun, zamanında, müşteriye uygun çözümlerle sunarak sürekli ve güvenilir ortak olmayı hedefliyorlar.

Yönetim ve tüm çalışanlar olarak belirlediğimiz bu hedefe tedarikçilerimizle birlikte gelişerek, kârlılığımızı ve verimliliğimizi artırarak, müşteri memnuniyetini en üst düzeyde tutarak, kalite ve gıda güvenliği yönetim sistem anlayışını benimseyerek ulaşabileceğimize inanıyorlar.

Nace Kodu:

10.61.02	Tahılların öğütülmesi ve un imalatı (mısır unu, kepek, razmol dahil, pirinç unu hariç)	Tehlikeli
----------	--	-----------

4. ÜRETİM

Buğday alımından unun ambalajlanması ve paketlemesine kadar süreç aşağıdadır:

1. Buğdayın alımı ve depolanması
2. Buğdayın temizlenmesi ve yabancı maddelerden ayrılması
3. Paçal işlemi
4. Buğdayın yıkanması
5. Buğdayın tavllanması
6. Buğdayın öğütülmesi
7. Eleme
8. Ambalajlama, depolama ve sevkiyat

4.1. Buğdayın Alımı ve Depolanması

Buğdaylar genel olarak botanik yapıya göre 3 grup altında sınıflandırılmaktadır:

1. Makarnalık Buğday (*Triticum Durum*)
2. Ekmeklik Buğday (*Triticum Vulgare*)
3. Topbaş veya Bisküvilik Buğday (*Triticum Compactum*)

Buğday piyasasında daha ziyade buğdaylar diğer karakterlerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Örneğin:

- Tane sertliğine göre: Sert Buğday – Yumuşak Buğday,
- Tane rengine göre: Kırmızı Buğday – Beyaz Buğday,
- Ekilişlerine göre: Yazlık Buğday – Kışlık Buğday.

Memleketimizde yetişen ekmeklik buğday çeşitleri genellikle beyaz–sarı renkli, küçük taneli, yazlık–kışlık ekilen ve nişasta miktarı fazla buğdaylardır.

Buğday tanesi esas olarak üç kısma ayrılır:

- Kabuk (Perikarp-Kepek); ortalama tanenin %12'sini,
- Rüşeym (Embriyo-cücük); ortalama tanenin %3'ünü,
- Tane içi (Endosperm-unlu kısım); ortalama tanenin %85'ini teşkil eder. Un için en önemli kısımdır. Buğday tanesinde insan gıdası olarak istifade edilen un endosperm (tane içi)'den elde edilir.

Türkiye buğdaylarında su miktarı %8–14 arasında değişir.

Un fabrikasına temin edilen buğdaylar:

- Olgun, dolayısıyla dolgun yapıda olmalı
- Görünüşü ve rengi kendine has canlılıkta olmalı
- Ürün temiz ve yabancı maddesi düşük olmalı
- Çimlenmemiş ve zedelenmemiş olmalı
- Mikrobiyolojik bozulmaya maruz kalmamış olmalı
- Tanelerin nem oranı %10–14 arası olmalı
- Değirmencilik değeri üstün; yani kolay işlenen ve un verimi yüksek olmalı.

Depo olarak kullanılacak bina rutubet almayan kuru, havadar ve aydınlık bir yer olmalıdır. Bir ton ürün için en az 1,5 m² alan hesap edilmelidir. Saklama yerinde buğdayın nem oranı %14'ün altında bulunması gerekir. Şayet danenin nem oranı %14'ü geçerse kızışma ve küflenme hızlanır. Bu da ürünün kısa sürede bozularak kullanılamaz hale gelmesine neden olur. Depo için en iyi ısı derecesi +4 oC'dır.

4.2. Buğdayın Temizlenmesi ve Yabancı Maddelerden Ayıklanması

Buğdayın içinde toz, toprak, sap, saman, yabancı ot tohumları vb. yabancı maddeler bulunabilir. Bunlar öğütme sistemlerine zarar verebileceği gibi unun rengini, bileşimini, ekmeklik kalitesini bozarlar ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilerler. Bu nedenle buğdaylara ayırma ve temizleme işlemi uygulanması gerekir.

Buğdaylara uygulanan ayırma ve temizleme işlemlerinde faydalanılan metotlar şunlardır:

- Büyüklük ve şekil farklılığından yararlanarak ayırma: Çöp şasörü olarak bilinen makinelerde yapılan bu temizleme de yabancı maddeler ile buğdaylar, boyutlarına göre ayrılmaya tabi tutulurlar.
- Hava akımı ile ayırma: Hafif olan toz, sap, saman, ot tohumları gibi yabancı maddelerin hava akımı ile ayrılmasını sağlar.
- Manyetik özellikten yararlanarak ayırma: Buğdaya karışmış manyetik özelliği olan metal parçaların mıknatıslar ile ayrılması yapılır. Böylece bu metallerin çeşitli makinelere zarar vermesi de önlenmiş olur.
- Özgül ağırlık prensibine göre ayırma: Buğdayın suya salındığında ağır kum, taş vs. gibi parçaların dibe çökmesi, buğdayın ise su akıntısı ile ortamdaki ayrılması esasına dayanır.
- Kabuk soyma: Unda kaliteye olumsuz etkisi olan kabuklar, kuru buğdayda ve yaş buğdayda olmak üzere kabuk soyma makineleri vasıtasıyla temizlenir.

4.3. Paçal İşlemi

Ekmeklik buğdaylar sertlik, ekim zamanı ve tür açısından bir çok çeşide sahiptir. Bu sebeple birbirine göre çok farklı özellikler gösterir. Buğday çeşidine bağlı olarak tat veya lezzet farklılıkları olabilir. Bunun sebebi buğday çeşidine bağlı olmakla birlikte buğdayın yetiştiği iklim, ekim ve hasat zamanı ile toprağa bağlı olduğu bilinmektedir.

Buğday çeşidinin çok olması, elde edilen unda da farklılıkları ortaya çıkarmaktadır. Un fabrikalarında birçok çeşit ve özellikteki buğdaylar öğütülürken üretilen un kalitesinin sürekli aynı özellikte olması istenir. Her zaman aynı kalitede ve özellikte buğday bulunamaması ve istenilen kalitede un imal edilmesi için birkaç buğday çeşidi paçal yapılır. Bu nedenle laboratuvarlarda yapılan çalışma sonucu farklı kalitedeki buğdaylar belli oranlarda karıştırılır. Bu karıştırma işlemine paçallama denir. Özelliklerine göre kalite sıralaması yapılan buğdaylarda önce aynı cinsler paçallanır. Böylece piyasanın talep ettiği yüksek kalitede standart un sürekli temin edilir.

Yakın karakterdeki partilerin paçalı kaba temizlikten sonra yapılabilir. Farklı özellikteki, çok sert ve yumuşak özellik arz eden buğdayların mevcudiyetinde ise paçal, tavlamaadan sonraya ertelenir.

4.4. Buğdayın Yıkaması

Buğdayı yıkamaktan amaç birinci dereceden temizlik, ikinci derecede ise öğütmeye hazırlık olmak üzere taneye su vermektir. Yıkama sonucu tane suyunda %2'lik bir artış olur. Tanenin su içinde kalma süresi ve karıştırmanın etkinliği ile doğru orantılı olarak bu düzey daha da yükselir. Buğday yıkama makinelerinde ters akım usulüne göre yıkanır ve üzerindeki su santrifüjle ayrılır.

Yıkamanın un kalitesi açısından şu faydaları vardır:

- Yabancı koku, küf ve bakteri bulaşanları, sürme, rastık, pas, toz, toprak parçaları vb. buğdaydan temizlenir.
- Daha homojen özellikte un üretilir.
- Unun kül miktarı azalır.
- Unun rengi daha beyaz olur.
- Dış kabuk gevşer ve soyulması kolaylaşır.

4.5. Buğdayın Tavlamaası

Buğdayın öğütülmeden önce özellikle sertlik derecesine göre değişmek üzere tanenin nem düzeyini ayarlamak ve öğütmeye en elverişli hale getirmek için taneye su verme işlemine tavlama diyoruz.

Buğdayın tavlamaasında amaç, buğday tanesinin fiziksel yapısını, nem miktarını istenilen düzeye getirerek öğütmeye elverişli duruma getirmek ve unun ekmekçilik kalitesini yükseltmektir. Böylece kırma valslerinde yapılan kesme ve taneyi açma işlemlerinde kabuğun ufalanması önlenir. Tavlamaamış buğday kabuğu kırılğan bir yapıya sahip olduğundan başlangıç kırma valslerinde buğdayın açılması esnasında kabuğun ufalanmasına sebep olacaktır. Son kırmalarda ise kabuktaki unların sıyırılması mümkün olmayacak, aksine kabuğun daha da ufalanmasına neden olacaktır. Kabuğun

ufalanması öğütme kalitesinin bozulmasına sebep olur. Kepeğin ufalanarak un zerresi büyüklüğüne gelmesi, eleme de bu kepeklerin un ile birlikte elek altına geçmesine sebep olacağından, elde edilecek un kepekli olacaktır. Kepekli un olduğunda da tek tip un elde edilmiş, farklı amaçlar için un üretilmemiş demektir.

Tavlama işleminin değirmencilik açısından fonksiyonları şöyle özetlenebilir: Tanenin kepek tabakası gevrekliğini kaybeder elastik ve mukavim bir yapı kazanır. Bu özellik kepeğin öğütmede toz olmadan, pulcuk halinde parçalanmasını sağlar.

Endosperm kolayca kırılabilen gevrek bir yapı kazanır. Böylece kepek–endosperm ayrışımı kolaylaşır. Daha iyi kepek– endosperm ayrışımı sonucu unun kül miktarı düşer. Tanenin öğütülmesi kolaylaşır ve öğütme için gerekli enerji ihtiyacı düşer.

Tavlamayı etkileyen etmenler:

- Nem oranı: Nem oranı en özet ifadeyle; en düşük enerji sarfıyla, en yüksek beyaz un verimi sağlayan düzeyde olmalıdır. Bu düzey buğdayın sertlik derecesine bağlı olarak değişmekte olup; yumuşak, unsu tane yapısında olan buğdaylarda % 14–15, sert ve camsı tane yapısında olanlarda ise % 16–17 dolaylarındadır. Sert buğdaylarda suyun taneye alınması ve yayılması daha uzun sürer.
- Sıcaklık: Soğuk tavlama dinlendirme işlemi uzun olurken sıcaklık yükseldikçe suyun taneye giriş ve tane içinde yayılış hızı da birlikte artmaktadır. En uygun tavlama metodu ılık tavlama yöntemidir. 30–46 °C arası yapılan tavlama işlemine ılık tavlama denir. 46 °C'nin üzerinde ise sıcak tavlama işlemi gerçekleşir. Sıcak tavlama buğdaylarda özü kuvvetlendirir bazı zayıf unların ekmekçilik kalitesini yükseltici etkide bulunur.
- Zaman: Tavlama süresi, tane özellikleri ile uygulanan sıcaklığa bağlı olarak tayin edilir. Sert buğdaylar yumuşak buğdaylara göre daha uzun dinlenme süresine ihtiyaç duyarlar. Sıcaklık derecesi yükseldikçe suyun taneye alınması ve içinde yayılış hızlanmaktadır. Örneğin 21 °C'de 2–3 gün 40 °C'de 8 saat, 60 °C'de 2 saat'e ihtiyaç vardır.

4.6. Buğdayın Öğütülmesi

Klasik anlamda öğütme, tanenin sadece kırılması olarak düşünülürken, günümüzdeki anlamı; endosperm maddelerin buğday kepeğinden ayrılması ve endospermin aşamalı

olarak öğütülmesidir, ki bu da oldukça kompleks bir sistem olan valsler, elekler, şasörler ve diğer makinelerle sağlanır.

Dinlendirilen temizlenmiş buğday paçalı, vals denilen soğutulmuş çelik silindirler yardımıyla kırılır. Öğütülme işlemi, valsler arasındaki hız farkı ve valsler üzerindeki ”dişler” yardımıyla gerçekleştirilir. Unun öğütülmesi işlemi tek valste yapılmaz. Aşama aşama yapılarak her defasında elenir ve ince kısımlar ayrılır, kalın kısımlar tekrar öğütülür.

Değirmenlerde iki tip vals bulunur:

- Kırma (dişli) valsler
- Öğütme (düz) valsler

Kırma valslerinin ana gayesi buğday parçalarını kırarak açmak, irmiği açığa çıkarmak, kepeği büyük parçalar halinde ayrıştırmaktır. Temizlenmiş ve tavllanmış buğday önce kırma sistemine verilerek, buradaki yivli valsler ve elek düzenleri ile bu ilk aşamada buğdaydan kaba kepek ve birazda kırma unu ayrılır. Böylece irmikteki kepek oranı da düşmektedir. Kırma valsleri taneyi; kesip-açma, kazıyıp-aşındırma, kırıp-parçalama gibi işlemleri gerçekleştirir.

Öğütme valsleri; kırma valslerde elde edilen irmiği tedrici olarak una indirgemek ve artan kepek ve ruşeym parçacıklarını ezerek pulcuk haline getirmektir. Sıkıştırma, ezme ve parçalama görevlerini icra ederler. Vals yüzeyleri düz ve parlatılmıştır.

Eğer un düz valslerde fazlasıyla ince öğütülürse unun protein parçacıkları basınç ve sıcaklıktan zarar görür, nişasta danecikleri zedelenir ve un yumuşak, yapışkan bir özellik gösterir. Bu şekilde ince öğütülen unların diğer özellikleri iyi de olsa bunlardan kaliteli ekmek yapılamaz. Un kalın öğütüldüğü zaman da ekmeklik kalitesi bozulur.

4.7. Eleme

Elekler, vals çiftleriyle kombine çalışarak birlikte öğütme birimlerini oluştururlar. Eleklerin görevi, valsler tarafından ufalanan materyali ayırmak ve sınıflamaktır. Elek yapımında:

- Tel

- Sentetik
- İpek materyal kullanılır.

Elekler kapalı bir sistem içerisinde hareket eden farklı gözenek yapılarının üst üste yerleştirilmesi ile oluşmuştur. Valslerde kırılan buğday pnömatik sistem yardımıyla değişik gözenekteki eleklerle ulaşır. Bu safhada alınan unlardan ayrılanlar, eleklerde büyüklüklerine göre; irmik şasörlerinde ise yoğunluklarına göre; tasnif edilerek tekrar öğütülür. İrmik ve kepek karışımı olan ezilmiş malzeme temizlemek için irmik şasörlerinden geçirilirler. İrmik şasörleri dikdörtgen sekinde titreşim yapan ve içinden hava geçen makinelerdir. İrmik şasörlerinin asıl görevi saflaştırmadır. Böylece kırma sisteminde elde edilmiş ve sınıflandırılmış irmik taneleri üzerinde yapışık kepek ve uçar kepek kısımları hava akımı yardımıyla ayrılır. Kepek parçaları son olarak eleklerden geçerek elenirler. Un ince dokunmuş ipek elekler tarafından ayıklanarak alınır. Kırma ve irmik ayırmada kalaylı çelikten yapılmış tel elekler kullanılır. Kaba elekler ise kepeği eleyerek elde ederler. Bu işlem bütün malzeme una çevrilinceye kadar elek ve vals sistemiyle devam eder.

Değişik Un Tipleri:

Unun paketlenmesinde kullanılan malzemenin hava geçirgen fakat unun dökülmesini engelleyici ve dayanıklı olması istenir. Un ambalaj materyali olarak dokuma kumaş torbalar, kraft kâğıt torbalar ve polietilen torbalar kullanılabilir. İnsan sağlığına zararlı malzemedan imal edilmiş çuval veya torbalar un ambalajı olarak kullanılmamalıdır. Kullanılmış un çuvalları tekrar kullanılamaz.

Değirmenden yeni çıkmış un ekmek yapmaya elverişli değildir piyasaya sürülmeden önce uygun depolama şartlarında 7–10 gün dinlendirilmelidir. Buna unun olgunlaştırılması denir. Unun dinlendirilmesi sırasında bünyesinde birtakım biyolojik değişmeler olmakta unun ekmekçilik kalitesi yükselmektedir. Kışın unun bünyesinde bulunan enzimler yeteri kadar faaliyet gösteremediğinden unun olgunlaşma süresi de uzamaktadır.

4.8. Paketleme ve Depolama

Depolar giyinme yerleri, yatakhaneler, lavabolar, tuvaletler, banyolar, idari bölümler ve dinlenme yerlerinden ayrı olmalıdır. Depolar hiçbir zaman amacı dışında

kullanılmamalıdır. Depolarda zemin pürüzsüz, duvarlar düzgün, kolay temizlenebilir nitelikte, sıvası dökülmemiş, ürünlere olumsuz etkide bulunmayacak özellikte olmalıdır. Depo üstü tavan ve çatılar akmayı, sızmayı önlemeli, sıcaklık değişmelerinden etkilenmeyi önleyecek şekilde yalıtımlı olmalıdır. Unlar işleme yerlerinde depolarda ve taşıtlarda fena koku yayan nemli, tatlarına ve diğer özelliklerine etki yapacak maddelerle bir arada bulundurulmamalıdır. İçinde un bulunan ambalajlar, kuru zemin ve tahta ızgara üzerine çevrelerinde serbestçe gezinebilecek ve aynı zamanda iyi hava alabilecek durumda istiflenmeli, bu şartlarda yükletilip boşaltılmalı ve yağış altında bırakılmamalıdır.

Un ambalajları üzerinde bulunması gerekli olan bilgiler:

- Buğday unlarında unun hangi amaçla kullanılacağı etikette belirtilmelidir,
- Maksimum kül ve minimum protein miktarları belirtilmelidir,
- Net un ağırlığı %14,5 rutubet esasına göre hesaplanmalı,
- Firmanın adı, adresi ve üretildiği yer,
- Üretim tarihi ve son tüketim tarihi veya raf ömrü,
- Parti numarası veya seri numarası,
- Üretim izin tarihi ve sicil numarası veya ithalat kontrol belgesi tarihi ve sayısı,
- Orijin ülke,
- Gerekğinde kullanım bilgisi veya muhafaza şartları.

5. TOZ PATLAMASI ÖZELLİKLERİ

Patlama Nedir?

Genel bir patlama tanımı yapmak gerekirse, “Patlama; sabit bir hacimde meydana geldiği takdirde ani ve ciddi basınç artışı oluşturan ekzotermik kimyasal bir işlemdir.” denilebilir.

Toz Nedir?

TS EN 60079-10-2: 2015 standardında tozun jenerik terim olarak yanıcı toz ve yanıcı uçucuları kapsadığı belirtilmiştir. Standartta yanıcı toz; nominal büyüklüğü 500 µm ve daha düşük olan, atmosferik basınçta ve normal sıcaklıkta havayla patlayıcı karışım oluşturabilen ince bölünmüş katı parçacık olarak tanımlanmış, yanıcı uçucu ise nominal boyutu 500 µm'den daha büyük olan, atmosferik basınçta ve normal sıcaklıkta havayla patlayıcı karışım oluşturabilen katı parçacık olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, yanıcı uçucuların lifleri de kapsadığı belirtilmiştir. NFPA standartlarında yanıcı toz 420 µm ve daha küçük boyutta olan, havada asılı kaldığında tutuşturucu kaynak ile teması halinde yangın ve patlama riski taşıyan parçacık şeklinde tanımlanmaktadır. BS 2955:1958 standardında ise; parçacık büyüklüğü 1000 µm'den küçük olan maddeler pudra, 76µm'den küçük olan parçacıklar da toz olarak tanımlanmaktadır.

5.1. Toz Patlamaları

Patlayıcı Toz: Partikül boyutuna ve şekline bakılmaksızın, havada veya herhangi bir okside edici ortamda asılı vaziyette bulunan ve parlama veya patlama tehlikesi taşıyan yanıcı katı madde partikülleridir (NFPA 654, Tanımlar).

Patlama, aslında yanmanın bir özel halidir.

Çok hızlı bir biçimde gerçekleşen yanma sonucu genişleyen gazların oluşturduğu basıncın, içinde buldukları kapalı hacmin mukavemetini aşması sonucu ortaya çıkan bir yıkıcı etkiye verilen isimdir.

Bir toz patlamasının oluşabilmesi için yeterli derecede enerjiye sahip bir ateşlemenin oluşması gerekmektedir

Toz patlaması oluşabilmesi için gerekli koşullar:

- Yanıcı bir materyal
- Gıda ve tarım ürünleri gibi organik maddeler
- Pestisid, plastik ve pigment gibi sentetik organikler
- Kömür
- Metaller, alüminyum, çinko, magnezyum ve demir
- Toz ne kadar kuruyorsa patlama o kadar şiddetli olur

- Minimum konsantrasyon limitine (LEL)ulaşma ve toz partikül büyüklüğüLEL havada asılı tozlarda, 5 ila 500 g/m³ arasında değişir.
- Ayrıca 0,5 mm'nin altındaki çaplarda her toz az veya çok patlayıcıdır
- Toz parçacıklarının havada asılı olması gerekir
- Yeterli oksijen olmasıdır. Buna ilaveten başka yanıcı gazların oluşması, patlama şiddetini artırır bu karışıma hibrid karışım adı verilir.

Toz Patlaması Sınıfları		
Toz Patlaması Sınıfı	Kst Değeri bar*m/s	Toz Patlaması Sınıfı
St1	> 0 – 200	St1
St2	> 200 – 300	St2
St3	> 300	St3

5.2. Patlayıcı Toz Madde Listesi

Kimyasal madde İsmi	Özellik
Un	Toz patlaması
Toz Şeker	Toz patlaması
Kakao	Toz patlaması

Kst Değeri bar.m/s		
Malzeme	Kst Değeri bar.m/s	Kaynak
Alüminyum	415	NFPA 68 1988 Table D-4
Mısır	75	NFPA 68 1988 Table D-4
Dekstrin	106	NFPA 68 1988 Table D-4
Un Nem Oranı % 4,3	112	FMBRA tests on flour
Linyit	151	NFPA 68 1988 Table D-2
Magnezyum	508	NFPA 68 1988 Table D-4
Malt tozu	122	Briggs 4/92
Polietilen	134	I Chem E Guide pt1 1985
Soya Unu	110	NFPA 68 1988 Table D-1
Mısır Nişastası	202	NFPA 68 1988 Table D-1
Buğday Nişastası	115	NFPA 68 1988 Table D-1
Şeker	138	NFPA 68 1988 Table D-1
Buğday Tozu	89	FMBRA tests on flour
Süt Tozu	90	GESTIS-DUST-EX

Pmax		
Belirli şartlar altındaki bir kapalı hacimde optimum konsantrasyondaki toz/hava karışımının patlaması sırasında oluşacak en yüksek basınç değeridir.		
Malzeme	Kst Değeri bar*m/s	Kaynak
Alüminyum	12.4	GESTIS-DUST-EX
Mısır	8.1	GESTIS-DUST-EX
Dekstrin	9.9	GESTIS-DUST-EX
Un	8	GESTIS-DUST-EX
Linyit	9.1	GESTIS-DUST-EX
Magnezyum	17.5	GESTIS-DUST-EX
Polietilen	8.8	GESTIS-DUST-EX

Soya Unu	9.2	GESTIS-DUST-EX
Mısır Nişastası	9.5	GESTIS-DUST-EX
Buğday Nişastası	8.2	GESTIS-DUST-EX
Şeker	8.5	GESTIS-DUST-EX
Süt Tozu	8.1	GESTIS-DUST-EX

(Patlama alt sınırı)		
Toz/hava karışımında patlama gerçekleşebilecek en düşük toz konsantrasyonu değeridir.		
Malzeme	LEL, g/m ³	Kaynak
Alüminyum	60	GESTIS-DUST-EX
Mısır	250	GESTIS-DUST-EX
Dekstrin	60	GESTIS-DUST-EX
Un	60	GESTIS-DUST-EX
Magnezyum	30	GESTIS-DUST-EX
Polietilen	30	GESTIS-DUST-EX
Soya Unu	100	GESTIS-DUST-EX
Mısır Nişastası	60	GESTIS-DUST-EX
Buğday Nişastası	115	GESTIS-DUST-EX
Şeker	100	GESTIS-DUST-EX
Süt Tozu	60	GESTIS-DUST-EX
Çinko Stearat	10	

MIE (Minimum Ignition Energy)		
Optimum toz/hava karışımı ateşleyecek en düşük enerji değeridir.		
Malzeme	MIE, mJ	Kaynak
Alüminyum	> 10	GESTIS-DUST-EX
Un Nem Oranı % 4,3	> 30 – 100	GESTIS-DUST-EX
Linyit	> 100	GESTIS-DUST-EX
Süt Tozu	> 30	GESTIS-DUST-EX

MIT (Minimum Ignition Temperature of a dust layer of 5 mm thickness)		
5 mm kalınlığındaki toz tabakasında belirli test şartları altında tutuşmanın meydana gelebileceği en düşük yüzey sıcaklığıdır.		
Malzeme	MIT °C	Kaynak
Alüminyum	560	GESTIS-DUST-EX
Mısır	460	GESTIS-DUST-EX
Dekstrin	470	GESTIS-DUST-EX
Un	400	GESTIS-DUST-EX
Linyit	420	GESTIS-DUST-EX
Malt Tozu	420	GESTIS-DUST-EX
Polietilen	460	GESTIS-DUST-EX
Soya Unu	320	GESTIS-DUST-EX
Mısır Nişastası	430	GESTIS-DUST-EX
Buğday Nişastası	380	GESTIS-DUST-EX
Şeker	480	GESTIS-DUST-EX
Süt Tozu	460	GESTIS-DUST-EX

6. PATLAMADAN KORUNMA DOKÜMANI HAZIRLAMA ŞARTLARI-YASAL GEREKLER

Patlamadan Korunma Dokümanı Hazırlanması için; Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, TS EN 60079-10-1 Standardı, TS EN 60079-10-2 Standardı, Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat Ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik (28633) esas olmak üzere, kimyasal maddelerin GBF bilgileri ve kimyasal maddelerin gaz formundaki özellikleri ve davranışlarınınıdagözönüne alınması gereklidir.

6.1. Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik

Resmi Gazete Tarihi: 30 Nisan 2013, Resmi Gazete Sayısı: 28633

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı, çalışanları sağlık ve güvenlik yönünden işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden korumak için alınması gereken önlemlere ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik, 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamına giren ve patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan işyerlerinde uygulanır.

Tanımlar

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

- Kanun: 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununu,
- Patlamadan korunma dokümanı: İşyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak amacıyla hazırlanan dokümanı,
- Patlayıcı ortam: Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımı, ifade eder.
- Patlamaların önlenmesi ve patlamadan korunma

MADDE 5 – (1) İşveren, patlamaların önlenmesi ve bunlardan korunmayı sağlamak amacıyla, yapılan işlemlerin doğasına uygun olan teknik ve organizasyona yönelik önlemleri alır. Bu önlemler alınırken aşağıda belirtilen temel ilkelere ve verilen öncelik sırasına uyulur:

- Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,
- Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek,
- Çalışanların sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın zararlı etkilerini azaltacak önlemleri almak.

Patlamadan korunma dokümanı

MADDE 10 – (1) İşveren, 6'ncı maddede belirtilen yükümlülüğünü yerine getirirken, ikinci fıkrada belirtilen hususların yer aldığı Patlamadan Korunma Dokümanını hazırlar.

(2) Patlamadan Korunma Dokümanında:

- Patlama riskinin belirlendiği ve değerlendirildiği hususu,
- Bu Yönetmelikte belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için alınacak önlemler,
- İşyerinde Ek-1'e göre sınıflandırılmış yerler,
- Ek-2 ve Ek-3'te verilen asgari gereklerin uygulanacağı yerler,
- Çalışma yerleri ve uyarı cihazları da dahil olmak üzere iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrolü ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığı,
- İşyerinde kullanılan tüm ekipmanın 25/4/2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğine uygunluğu.

İşyerleri ve iş ekipmanları için özel gerekler

MADDE 11 – (1) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan işyerlerinde, işverenler aşağıda belirtilen hususlara uymakla yükümlüdür:

Patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan yerlerde 26/12/2003 tarihinden önce kullanılmak üzere üretilen veya işyerinde kullanılan iş ekipmanları Ek-2’de belirtilen asgari gerekleri karşılamak zorundadır.

6.2. Tozla Mücadele Yönetmeliği

Resmî Gazete Tarihi: 05.11.2013 Resmî Gazete Sayısı: 28812

Amaç

MADDE 1- Bu Yönetmelik kapsamına giren işlerde toz ile ilgili olarak iş sağlığı ve güvenliği yönünden ortaya çıkabilecek risklerin önlenmesi amacıyla tozla mücadele etmek ve bu işlerde çalışanların tozun etkilerinden korunmalarını sağlamak için alınması gerekli önlemlere dair usul ve esasları belirlemektir.

Kapsam

MADDE 2- Bu Yönetmelik, 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamına giren her türlü tozun meydana geldiği işyerlerinde toz çıkışının önlenmesi, ölçümü ve kontrolü için uyulması gereken usul ve esaslar ile çalışanların sağlık gözetimini kapsar.

Tanımlar

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

Toz patlaması: Oksijence zenginleşmiş ve havada asılı toz partiküllerinin bir tutuşturucu ile karşılaşması durumunda meydana gelen hızlı yanma sonucu oluşan enerji boşalımını,

Toz oluşumu, patlama ve yangınların önlenmesi, tozun bastırılması

MADDE 16 – (1) İşyerlerinde toz oluşumunun, patlama ve yangınların önlenmesi, tozun işyeri c) Ortamdaki tozun Ek 1’de yer alan tabloda belirtilen limitleri aşmaması ve çalışanların tozsuz ortamda çalıştırılmasını sağlamak üzere, alanın su enjeksiyonu ile ıslatılması, su fiskiyelerinin kullanılması ve bunun gibi toz oluşumunu önleme yöntemleri kullanılır. Ortam havasına karışmasını önlemede aşağıdaki tedbirler alınır;

Yönetmelik kapsamında olan maden dışı işyerlerinde, tozun birikmesine neden olacak girinti, çıkıntı bulunmaz, duvar, tavan ve zemin düz ve kolay temizlenir şekilde tesis edilir. Patlama ve yanma özelliğine sahip organik ve sağlık riski yüksek olan inorganik

tozların temizlenmesi işinde kesinlikle basınçlı hava kullanılmaz. Tozların temizlenmesi işinde sanayi tipi elektrik süpürgeleri kullanılır. Süpürge haznesinde toplanan toz, tozun dışarı çıkmasına engel olacak şekilde iç yüzeyi kaplanmış kuru ve sağlam torbalara boşaltılır, torba üzerinde gerekli uyarıcı yazı ve işaretler bulunur.

Su ve nemle temasında yanma veya patlama özelliğine sahip materyallerin tozlarının temizlenmesinde su veya nemli paspas kullanılmaz, sanayi tipi elektrik süpürgeleri kullanılacak toz toplama haznesinin kuru olmasına özen gösterilir, nemli veya ıslak ise kurutulduktan sonra kullanılır, kesinlikle basınçlı hava tutularak temizlik yapılmaz. Süpürge haznesinde toplanan toz, kuru ve dışarıdan içine su almayacak özelliğe sahip torbalarda toplanır, torba üzerinde gerekli uyarıcı yazı ve işaretleri bulunur.

6.3. Standartlar

6.3.1. Tozlar İçin Standart

TS EN 60079-10-2:2015 Türkçe Standart

Bu Standart; yanıcı tozların risklerinin meydana gelmesi ihtimali olan tehlikeli bölgelerde kullanılan cihazların uygun şekilde seçilmesini ve kurulmasını sağlamak amacıyla söz konusu tehlikeli bölgelerin sınıflandırılmasını kapsar.

6.4. Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik

Resmi Gazete Tarihi: 30/06/2016, Resmi Gazete Sayısı: 29758

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı; Yönetmelik kapsamına giren muhtemel patlayıcı ortamda kullanılan teçhizatın ve koruyucu sistemlerin güvenli olarak piyasaya arzı için gerekli emniyet kuralları ile uygunluk değerlendirme prosedürlerine ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

Kapsam

MADDE 2- (1) Bu Yönetmelik, muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemleri kapsar.

(2) Ayrıca, muhtemel patlayıcı ortamlar dışındaki amaçlar için kullanılan, ancak patlama tehlikelerine karşı teçhizatın ve koruyucu sistemlerin emniyetli çalışması için gerekli olan veya buna katkı sağlayan emniyet cihazları, kumanda cihazları ve ayarlama donanımları da bu Yönetmelik kapsamındadır.

Tanımlar

MADDE 4- (1) Bu Yönetmelikte geçen;

Muhtemel patlayıcı ortam: Konumu ve işletme şartları nedeniyle patlayıcı hale gelebilen ortamı

Muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemler: Bu Yönetmelikte “teçhizat” olarak ifade edilecektir. Ayrı ayrı veya birlikte, enerjinin üretilmesi, aktarılması, depolanması, ölçülmesi, kontrolü ve dönüştürülmesi için ve/veya malzemenin işlenmesi için kullanılacak olan ve muhtemel tutuşma kaynakları ile patlamaya yol açabilecek makineler, donanım, sabit veya seyyar cihazlar, kumanda aksamları ile cihazları ve algılama veya koruma sistemlerini,

Patlayıcı ortamlar: Atmosfer şartları altında, tutuşma oluştuktan sonra yanmanın tüm yanmamış karışıma yayıldığı gaz, buhar, sis veya toz halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımını,

Teçhizat grupları ve kategorileri: Gerekli koruma seviyesini tanımlayan teçhizat grup ve kategorileri Ek I’de açıklanmış olup;

I. Grup teçhizat: Madenlerin yeraltı bölümlerinde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları ve bu tip madenlerin grizu gazı ve/veya yanıcı tozlar tarafından muhtemel tehlike oluşturabilecek yerüstü tesislerinde kullanılan parçaları,

II. Grup teçhizat: Patlayıcı ortamlar tarafından tehlikeye uğraması muhtemel diğer yerlerde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları,

Olası tutuşma kaynakları

Farklı tutuşma kaynaklarından ortaya çıkan tehlikeler:

Kıvılcım, alev, elektrik arkı, yüksek yüzey sıcaklıkları, akustik enerji, optik radyasyon, elektromanyetik dalga ve diğer tutuşma kaynakları gibi muhtemel tutuşma kaynakları oluşmamalıdır.

Statik elektrikten kaynaklanan tehlikeler:

Tehlikeli deşarjlarda ortaya çıkarabilecek elektrostatik yükler uygun tedbirlerle önlenmelidir.

Endüksiyon elektriği ve kaçak akımlardan kaynaklanan tehlikeler:

İletken teçhizat parçalarında, tutuşma yaratabilecek örneğin tehlikeli korozyona, yüzeylerin aşırı ısınmasına veya kıvılcımlara yol açabilecek endüksiyon elektriği ve kaçak akımlar önlenmelidir.

Aşırı ısınmadan kaynaklanan tehlikeler:

Ör. dönerken veya yabancı madde girmesiyle birbiri ile temas halindeki malzeme veya parçalar arasındaki sürtünme veya çarpmadan kaynaklanan aşırı ısınma mümkünse tasarım aşamasında önlenmelidir. Teçhizat ve koruyucu sistemler, kendilerinden kaynaklanan basınç dengelemeleri tutuşmaya yol açabilecek şok dalgaları veya baskılar oluşturmayacak şekilde tasarlanmalı veya bütünleşmiş ölçü, kumanda ve regülasyon cihazları ile teçhiz edilmelidir.

Dış etkilere kaynaklanan tehlikeler

Teçhizat ve koruyucu sistemler, imalatçı tarafından belirlenen çalışma şartları sınırları dikkate alınarak, kendilerinden beklenen fonksiyonu değişen çevre şartlarında ve yabancı dış gerilimlerde, nem, titreşim, kirlenme ve diğer dış etkiler mevcutken dahi tamamen emniyetli olarak yerine getirebilecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Kullanılan teçhizat parçaları, tasarlanan mekanik ve ısı gerilmelere uygun olmalı ve mevcut veya öngörülebilir girişken maddelerin etkilerine dayanabilmelidir.

7. XXXXX UN SAN. TİC. A.Ş DE ÜRETİLEN UNUN ÖZELLİKLERİ

XXXXX UN SAN. TİC. A.Ş. üretimini yaptığı un çeşitlerine göre GBF'ler EK:1 de liste halinde incelenmiş olup aşağıdaki sonuçlar tespit edilmiştir.

7.1. Genel Değerlendirme

XXXXX UN SAN. TİC. A.Ş. çeşitli un imalatı yapmaktadır. Bu faaliyet içinde buğday ve diğer katkı maddelerinden faydalanmaktadır.

Tehlikeli madde İsmi	Cas No	Özellik
Ekmeklik Buğday Unu	130498-22-5	Toz patlaması
Simitlik Un		Toz patlaması
Tandırılık Un		Toz patlaması
Lavaşlık Un		Toz patlaması
Tam Buğday Unu		Toz patlaması
Pastalık Un		Toz patlaması
Kepekli un		Toz patlaması
Unlu Mamüller Unu		Toz patlaması
Baklavalık- Böreklik Un		Toz patlaması

7.2. Toz Maddeler Değerlendirmesi

Un tozları ortamda patlama meydana getirmektedir.

	Tehlikeli madde adı	LEL g/m ³	MIT, °C	MIE, mJ	MEP / Pmax bar	Kst bar*m/sec
1	UN	60	400	>300	7,4	42

7.3. Enerji Kullanımı Değerlendirmesi

XXXXXXXXX UN SAN TİC. A.Ş. de ısıtma için elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

7.4. Toz patlaması hesabı yapılacak Unlar

Sıra No	Tehlikeli Maddenin İsmi	Parlama Noktası °C	Alt Patlama Limiti %	Üst Patlama Limiti %	Minumum Ateşleme Sıcaklığı °C		Minumum Ateşleme Enerjisi mJ	Kst Değeri bar.m/s
					Bulut	Toz Tabakası		
1	Ekmeklik Buğday Unu	-	60		400 °C	340	30-100	

8. PATLAMADAN KORUNMA DOKÜMANI HESAPLARI ESASLARI

8.1. Toz Kimyasalların Toz Patlaması Hesaplanması Değerleri

	Tehlikeli madde ismi	LEL g/m ³	MIT °C	MIE>mJ	MEP / Pmax bar	Kst bar.m/sec
1	UN	60	430	25-80	6,9-7,3	65-122
2	BUĞDAY	100	480 °C	10	8,5	138
3	KAKAO	15-125	490-590 °C	105	6,5-9,1	62-108

	Tehlikeli madde ismi	MIT °C	
		Bulut	5 mm film
1	UN	430 °C	400
2	TOZ ŞEKER	480 °C	460 °C
3	KAKAO	590 °C	250 °C

TOZ CİNSİ	PATLAMA ISISI	
	BULUT	5 mm film
Aluminyum	560 °C	>450 °C
Odun kömürü	520 °C	320 °C
Linyit kömürü tozu	380 °C	225 °C
Kakao	590 °C	250 °C
Kahve tozu	580 °C	290 °C
Hububat, mısır	530 °C	460 °C
Methyl cellulose	420 °C	320 °C
Kağıt lifi, kırıntısı	570 °C	335 °C
Phenolic resin	530 °C	>450 °C
Polietilen tozu	440 °C	melts
PVC tozu	700 °C	>450 °C
Şeker tozu	490 °C	460 °C
Kurum, is	810 °C	570 °C
Nişasta	460 °C	435 °C
Toner	520 °C	melts
Buğday	510 °C	300 °C

Toz Patlaması Teknik Değerleri

Bulut : Tozun havada karışmış hali anlamına gelmektedir.

5 mm Film : Alet veya zemin üzerine çökmüş vaziyette bulunan toz tabakasının statik patlama ısıla

Toz cinsi	M, [μm]	Pmax, [bar]	Kst, [bar m s^{-1}]	MEE [mJ]
Aktif kömür	bis 10	7,3	72	500000
Brom fenoksim	bis 20	11,9	342	250000
Tinopal	43	6,8	69	80000
Marul tozu	40	8,5	157	100
Yeşil mercimek unu	27	9,1	109	100
Çamur çöktürücü (76 % organik bileşenli)	89	7,5	71	50
Mısır nişastası	10	9	200	10
Paraformaldehid **)	19	9,6	405	5
Bal mumu, parafin	bis 20	8,4	185	5
Polyester, poliester	35	7,8	140	5
Celluloseacetat	31	7,5	116	5
İstifleme, örtü tozu (60 % anorganik bileşenli)	40	5,6	90	5
Herbizid *)	21	8,4	168	2

*) İstenmeyen otlarla mücadelede kullanılan tarım ilacı

***) PARAFORMALDEHYD; Polyoxymethylen; $\text{HO}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$; Erime noktası: 120-180 °C, Patlama noktası

(flammpunkt): 71 °C, Kendiliğinden patlama ısı: 300 °C, Bağlı Yoğunluk (su 1): 1.46, Patlama sınırı (%hacim olarak): 7.0-73.0

8.2. Un Tozunun Patlaması Değerlendirmesi

Kimyasal Madde	Tozun Oluşturduğu Yer	Faaliyet/Uygunsuzluk	Toz Patlaması	Olma İhtimali	Tehlike Derecesi	Hesap/Önlem
Buğday	Buğday ambarı	Sepetli elevatör içerisinde buğday taşınması sırasında toz oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektriklenme, sepetli elevatör motorlarında, elektrik tesisatında kaçak akım olması ve panolarda kıvılcım oluşması sonucu toz bulutunun tutuşması				
Buğday	Buğday ambarı	Buğday taşınımı sırasında ambar içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Statik elektriklenme, sepetli elevatör motorlarında,				

		elektrik tesisatında kaçak akım olması ve panolarda kıvılcım oluşması sonucu toz bulutunun tutuşması				
Buğday Besleme	Buğday ambarı	Buğday boşaltımı sırasında toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Çalışanlar tarafından sigara içilmesi veya açık ateş tutulması, statik elektriklenme, ortamdaki buğday sürüm aletinden ve yakın bölgedeki elektrik tesisatı veya elektrik pano tesisatından kaynaklı kıvılcımların toz bulutunu tutuşturması				
Buğday	1. Kat Vals Katına Giden Transfer Boruları	Transfer boruları içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması				
Buğday	1. Kat Vals Silindirlerinin Bulunduğu Makina	Transfer boruları içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması				
Un	1. Kat Vals Silindirlerinin Bulunduğu Makina	Vals silindirlerindeki ezmeden dolayı toz bulutunun oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem
		Vals silindirlerindeki ısınmadan dolayı toz bulutunun tutuşması				
Un	1. Kat Vals Silindir	Vals silindirlerinde ezmeden dolayı ortamda toz bulutu ve katmanlarının oluşması	E			Önlem

	lerin Bulund uğu Makina	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki kıvılcıklar ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması		Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	
Un	1. Kat Un Öğütme Kırma	Öğütme-kırma işlemi esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem
		Üründe kalan metal parçaların öğütme işlemi sırasında sürtünme sebebiyle kıvılcım çıkarması, öğütme işlemi esnasında ekipmanda oluşacak aşırı ısınma sonucu oluşan sıcak yüzeyden tutuşma gerçekleşmesi				
Un	Taşıma Bölümü	Taşıma işlemi esnasında borular içinde toz bulutu oluşumu	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem
		Statik elektrik sebebiyle tutuşma gerçekleşmesi, ateşli çalışmalar sonucu oluşabilecek sıcak yüzeylerden toz bulutunun tutuşması				
Un	1. Kat Randıman Kantarı	Randıman kantarının içinde toz bulutunun oluşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem
		Randıman kantarının içinde sürtünmeden dolayı statik elektriklemeyle toz bulutunun tutuşması				
		Toz bulutu oluşumu	E			
		Paçal ambarına dolum ve boşaltım sırasında oluşacak statik elektrik				

Un	Paçal ambarı	nedeniyle tutuşma, ambarın ürün seviyesini tespit etmek amacıyla ambara indirilen lambanın toz bulutunu tutuşturması, ambarın üstündeki kısımda bulunan elektrik tesisatında oluşacak uygunsuzluk ve çıkacak kıvılcım sonucu tutuşma, ürün uzun süre bekletilirse kendinden ısınma sonucu oluşacak tutuşma		Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem
Un	1.Kat Kepek Paketleme	Kapalı tavan helezonunun içerisinde toz bulutunun oluşması Kapalı tavan helezonu içerisinde sürtünmeden dolayı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Çok Tehli keli	Önlem
Un	1.Kat Kepek Paketleme	Kepek paketleme sırasında toz bulutu ve katmanının oluşması Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve floresans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem
Un	1.Kat Fibro Yedirci	Fibro yedirci de toz bulutunun oluşması Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu sonucu toz bulutunun tutuşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem
Un	1. Kat Aktarma Elevatörü	Kapalı aktarma elevatörü içerisinde toz bulutu oluşması Kapalı aktarma elevatörü içerisinde sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeye karşı toz bulutunun tutuşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem
Un	1. Kat Yıkama Bölümü	Yıkama bölümündeki ortamda toz bulutu ve toz katmanının oluşması Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehli keli	Önlem

		panolardaki uygunsuzluk sonucu kıvılcım ve yangın oluşumu ve florasans lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması				
Un	2. Kat Yıkama Tavlama	Yıkama tavlama metal taşıma boruları içerisinde toz bulutu oluşması Sürtünmeye bağlı statik elektriklenmeyle toz bulutunun tutuşması	E	Yüksek, oldukça mümkün	Tehlikeli	Önlem

Akıcı ve toz formatında bulunan bu maddelerin dökülmeleri, saçılmaları ve açık bırakılmaları önemlidir. İşletmede dökülme, saçılma ve torbaların ağzının açık olmalarına rastlanılmaktadır. İşletme içerisinde dökülmelere karşı yönetimin ve personelin etkili bir temizleme yaklaşımı vardır. Toz patlaması oluşabilmesi bir miktar kimyasal maddenin dökülüp saçılmasına bağlıdır. XXX Un fabrikasında un tozunun toz patlama limitleri deneyleri yapılmadığından toz patlama limitleri ve Kst değerleri elde edilmemiştir. Toz patlama limitleri ve Kst değerleri Literatürdeki çalışmalardan temin edilmiştir. Toz patlaması yapabilecek unların alt limiti 15-60 g/m³ olarak verilmektedir. 20 gr/m³ miktarı kritik bir noktadır.

8.3. Un Tesisinde Havalandırma Değerleri

Tesiste doğal havalandırma yapılmaktadır. Bölümlerin giriş kapıları ve pencereleri sürekli açık tutulmaktadır. Tahminen 0,15 m/s hava hızı kapı-pencere ekseninde sağlanmış olup, diğer yerlerde 0,08 m/s hava akış hızı varsayılmaktadır.

8.4. Çalışma Katlarında Un Tozu Patlama Hesapları

8.4.1. Buğday Ambarı Kırma İşlemi Toz Patlaması Hesaplaması

Tozun Bulunduğu Yer	Buğday ambarı	Doğal havalandırma
Tozun Cinsi	Buğday tozu	
Alt Patlama Limit , LEL	50-150 gr/m ³	
Üst Patlama Limiti	-	
Hesaba Katılacak minimum Limiti	% 20	
Havada bulunan yanıcı tozun alt patlama limiti, mevcut değilse 20 g/m ³ kullanılır	Minimum risk değeri	20 g/m ³
Buğday ambarı Hacmi	50.000 m ³	
Buğday boşalma noktası hacmi	4.000 m ³	

Buğday boşalma noktası doğal hava değişim katsayısı $k=5 / h$	5 / h	
Buğday boşalma noktası doğal havalandırma miktarı	20.000 m ³	
Buğday boşalma noktası her şarjda yerde birikebilen maksimum miktarı Her şarj da maximum bir değer alınır		
Buğday boşalma noktası karıştırma tankına dökülmesi sonucu havaya karışan toz yerlerde birikecektir.	M_{max}	100.000 gr.h
Havanın ortalama hızı (Havalandırma hızının ve çalışanların hareketinin yarattığı bir hava sirkülasyonu oluşur.)	U_w	0,15 m/s
Ortamdaki toplam açıklıklar (Kapı kapalı olarak elleçleme yapılmamaktadır.) Kapıdan minimum bir açıklık tahmin edilebilir.	A	20 x 7= 140 m ²
Minimum hava akış hızı yanıcı konsantrasyon seviyesindeki tozunun seyreltilmiş hali, tozun ortamdaki konsantrasyonu	$Q_{min}= 75.600 \text{ m}^3/h$	
Toz Üretim alanında havada bulunan yanıcı tozun konsantrasyonu	$C= 1,33 \text{ gr/m}^3$	
LEL değeri olarak yanıcı tozun karışımı. %LEL değeri	$C_{LEL}=6,66 \%$	Patlama riski oluşmaz

8.4.2. 1. Kat Un Öğütme Kırma İşlemi Toz Patlaması Hesaplaması

Öğütme-kırma işlemi esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu,

Üründe kalan metal parçaların öğütme işlemi sırasında sürtünme sebebiyle kıvılcım çıkarması, öğütme işlemi esnasında ekipmanda oluşacak aşırı ısınma sonucu oluşan sıcak yüzeyden tutuşma gerçekleşmesi:

Tozun Bulunduğu Yer	1.Kat Un Öğütme Kırma Bölümü (Valsler)	Doğal havalandırma
Tozun Cinsi	Un Tozu	
Alt Patlama Limit , LEL	60 gr/m ³	
Üst Patlama Limiti	-	
Hesaba Katılacak minimum Limiti	%20	
Havada bulunan yanıcı tozun alt patlama limiti, mevcut değilse 20 g/m ³ kullanılır	Minimum risk değeri	20 g/m ³
Kırma Ünitesi (1 vals) Hacmi	6 m ³	
1.Kat Un Öğütme Kırma Bölümü (vals) hacmi	350 m ³	
1.Kat Un Öğütme Kırma Bölümünde doğal hava değişim katsayısı $k= / h$	5 / h	
1.Kat Un Öğütme Kırma bölümünde minimum havalandırma miktarı	16.000 m ³	
1.Kat Un Öğütme Kırma tozunun her şarjda yerde birikebilen maksimum miktarı Her şarj da maximum bir değer alınır		
1.Kat Un Öğütme Kırma karıştırma tankına dökülmesi sonucu havaya karışan toz yerlerde birikecektir.	M_{max}	60.125 gr.h
1.Kat Un Öğütme Kırma karıştırma tankına dökülmesi sonucu 1.Kat Un Öğütme Kırma Bölümünde toz birikecektir.		

1.Kat Un Öğütme Kırma karıştırma tankına dökülmesi sonucu 1.Kat Un Öğütme Kırma bölümü giriş çıkışlarına toz birikecektir.		
Havanın ortalama hızı (Havalandırma hızının ve çalışanların hareketinin yarattığı bir hava sirkülasyonu oluşur.)	U_w	0,08 m/s
Ortamdaki toplam açıklıklar (Kapı kapalı olarak elleçleme yapılmamaktadır.) Kapıdan minimum bir açıklık tahmin edilebilir.	A	$3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$
Minimum hava akış hızı yanıcı konsantrasyon seviyesindeki tozunun seyreltilmiş hali, tozun ortamdaki konsantrasyonu	$Q_{\min} = 3456 \text{ m}^3/\text{h}$	
Toz Üretim alanında havada bulunan yanıcı tozun konsantrasyonu	$C = 17,39 \text{ gr/m}^3$	
LEL değeri olarak yanıcı tozun karışımı. %LEL değeri	$C_{LEL} = 86,9 \%$	Patlama riski vardır.

1.Kat Un Öğütme Kırma işlemi Toz Patlaması Hesaplaması		
Minimum hava akış hızı yanıcı konsantrasyon seviyesindeki tozunun seyreltilmiş hali, tozun ortamdaki konsantrasyonu	$Q_{\min} = A \times U_w \times 3600$ $Q_{\min} = 20 \text{ m}^2 \times 0,08 \text{ m/sn} \times 3600 \text{ s/h}$ $Q_{\min} = 5.760 \text{ m}^3/\text{h}$	
Toz Üretim alanında havada bulunan yanıcı tozun konsantrasyonu	$C = M_{\max} / Q_{\min}$ $C = 80.000 \text{ gr} / 5760 \text{ m}^3/\text{h}$ $C = 13,8 \text{ gr/m}^3$	
LEL değeri olarak yanıcı tozun karışımı. %LEL değeri	$C_{LEL} = (100 \times C) / LEL$ $C_{LEL} = (100 \times 13,8 \text{ gr/m}^3) / 20 \text{ gr/m}^3$ $C_{LEL} = 69$	$C_{LEL} = 69$
Patlama riski	Patlama alt limiti 60 gr/m^3	Patlama riski vardır.

1. Kat Un Öğütme Kırma bölümünde toz patlamasına en çok sebep olacak durum Kırma öğütme işleminden sonra un tozunun karıştırma tankına un tozunun yüklenmesidir.

8.4.3. Paketleme Ünitesi Çuval Ağızı Un Dökülmesi Toz Patlaması Hesaplaması

Tozun Bulunduğu Yer	Paketleme ünitesi çuval ağızı	Doğal havalandırma
Tozun Cinsi	Un	
Alt Patlama Limit , LEL	60 gr/m^3	
Üst Patlama Limiti	-	
Hesapa Katılacak minimum Limiti	%20	
Havada bulunan yanıcı tozun alt patlama limiti, mevcut değilse 20 g/m^3 kullanılır	Minimum risk değeri	20 g/m^3
Paketleme Bölümü Hacmi	150 m^3	
Beher Paketleme ünitesi hacmi	60 m^3	
Un Üretim Bölümünde Doğal hava değişim katsayısı $k = / h$	$4 / h$	
Paketleme ünitesi çuval ağızında tozun yerde birikebilen maksimum miktarı Her şarj da maximum bir değer alınır	M_{\max}	8.000 gr.h
Havanın ortalama hızı	V	0,08 m/s

(Havalandırma hızının ve çalışanların hareketinin yarattığı bir hava sirkülasyonu oluşur.)		
Ortamdaki toplam açıklıklar (Kapı kapalı olarak elleçleme yapılmamaktadır.) Kapıdan minimum bir açıklık tahmin edilebilir.	A	4 m ²
Minimum hava akış hızı yanıcı konsantrasyon seviyesindeki tozunun seyreltilmiş hali, tozun ortamdaki konsantrasyonu	$Q_{\min}=1152 \text{ m}^3/\text{h}$	
Toz Üretim alanında havada bulunan yanıcı tozun konsantrasyonu	$C=6,94 \text{ gr/m}^3$	
LEL değeri olarak yanıcı tozun karışımı. %LEL değeri	$C_{LEL}=34,72 \%$	Patlama riski oluşmaz, ama dikkat temizlik gerekiyor

Karıştırma Tankı Ağızı Un Dökülmesi İşİ Toz Patlaması Hesaplaması		
Minimum hava akış hızı yanıcı konsantrasyonseviyesindeki tozunun seyreltilmiş hali, tozun ortamdaki konsantrasyonu,	$Q_{\min}= A \times U_w \times 3600$ $Q_{\min}= 4 \text{ m}^2 \times 0,08 \text{ m/sn} \times 3600 \text{ s/h}$ $Q_{\min}= 1.152 \text{ m}^3/\text{h}$	
Toz Üretim alanında havada bulunan yanıcı tozun konsantrasyonu	$C=M_{\max} / Q_{\min}$ $C=8.000 \text{ gr} / 1152 \text{ m}^3/\text{h}$ $C=6,94 \text{ gr/m}^3$	
LEL değeri olarak yanıcı tozun karışımı. %LEL değeri	$C_{LEL}= (100 \times C)/LEL$ $C_{LEL}= (100 \times 6,94 \text{ gr/m}^3)/20 \text{ gr/m}^3$ $C_{LEL}= 34,72 \%$	$C_{LEL}= 34,72$
Patlama riski	Patlama alt limiti 60 gr/m^3	Patlama riski yoktur. Ama dikkat: temizlik

9. XXXXXX UN SAN.TİC.LTD'DE TOZ PATLAMASI ÖNLEMLERİ

9.1. Buğday Ambarında Dökülme Noktasında Alınacak Önlemler

Buğdayın Ambara Dökülmesi						
Faaliyetlerin Özeti	Buğdayın ambara dökülmesi ve ambarda depolanması					
TEHLİKELİ BÖLGE SINIFI	Bölge 0 <input type="checkbox"/>	Bölge 1 <input type="checkbox"/>	Bölge 2 <input type="checkbox"/>	Bölge 20 <input type="checkbox"/>	Bölge 21 <input checked="" type="checkbox"/>	Bölge 22 <input type="checkbox"/>
Gerekçeleri	Buğday içerisinde buluna toz miktarı un kadar etkin değildir. Pik dönemlerde yoğun bir toz oluşur.					
Mevcut Durum	Statik elektriklelenme, sepetli elevatör motorlarında, elektrik tesisatında kaçak akım olması, ve panolarda kıvılcım oluşması sonucu toz bulutunun tutuşması					
Alınacak Önlemler	Exproof lamba, Statik elektrik önlemleri, Topraklama,					

9.2. Kırma Öğütme Ünitesinde (Valsler) Alınacak Önlemler

Kırma öğütme ünitesinde						
Faaliyetlerin Özeti	Buğday ambarından elevatör ile alına buğday kırma ünitesi valslerine					
TEHLİKELİ BÖLGE SINIFI	Bölge 0 <input type="checkbox"/>	Bölge 1 <input type="checkbox"/>	Bölge 2 <input type="checkbox"/>	Bölge 20 <input checked="" type="checkbox"/>	Bölge 21 <input type="checkbox"/>	Bölge 22 <input type="checkbox"/>
Gereççeleri	Kırma ünitesindeki toz miktarının yüksek olması zonu Bölge 20 a çıkarmıştır.					
Mevcut Durum	Transfer boruları içerisinde toz bulutu oluşumu, Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenmeden dolayı toz bulutunun tutuşması, Vals silindirlerindeki ezmeden dolayı toz bulutunun oluşumu, Vals silindirlerinde ezmeden dolayı ortamda toz bulutu ve katmanlarının oluşması, Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki kıvılcımlar ve florasan lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla toz bulutunun tutuşması, Öğütme-kırma işlemi esnasında ekipman içerisinde toz bulutu oluşumu, Üründe kalan metal parçaların öğütme işlemi sırasında sürtünme sebebiyle kıvılcım çıkarması, öğütme işlemi esnasında ekipmanda oluşacak aşırı ısınma sonucu oluşan sıcak yüzeyden tutuşma gerçekleşmesi.					
Alınacak Önlemler	Ortamdaki toz fanlarla yok edilmeli havalandırma yeterli olmalıdır. Fanlar, elektrik tesisatı ve elektrikli ekipmanlarda exproof malzeme kullanılmalıdır. Paratoner bulunmalıdır. Uygun yerlere patlama kapakları yapılması. Çalışanlar olası toz patlamaları hakkında eğitilmelidir. Elektrik tesisatının uygunluk raporu alınmalı. Topraklama yapılmalıdır. Kaçak akım rölesi kullanılmalıdır. Ekipman yüzeyinde ve çevresinde yapılacak ateşli çalışmalarda çalışma izin sistemi kullanılmalıdır.					

9.3. Paketleme Ünitesinde Alınacak Önlemler

Paketleme Ünitesi (Un Çuvalı Doldurulması)						
Faaliyetlerin Özeti	Un Çuvallarına un doldurulması sırasında gelen toz sürekli meydana gelmektedir.					
TEHLİKELİ BÖLGE SINIFI	Bölge 0 <input type="checkbox"/>	Bölge 1 <input type="checkbox"/>	Bölge 2 <input type="checkbox"/>	Bölge 20 <input checked="" type="checkbox"/>	Bölge 21 <input type="checkbox"/>	Bölge 22 <input type="checkbox"/>
Gereççeleri	Un Çuvalı doldurulması ünitesindeki toz miktarının yüksek olması zonu Bölge 20 ye çıkarmıştır. Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması					
Mevcut Durum	Statik elektriklenme, elektrik tesisatı ve panolardaki uygunsuzluk, florasan lambalardaki starterlere bağlı kıvılcım atlamasıyla ve elektrik motorlarının ısınmasına bağlı toz bulutunun tutuşması, Rulmanların ısınmasına bağlı toz katmanlarının yanması ve toz katmanının tutuşması Sürtünmenin etkisiyle statik elektriklenme, helezon çapması sonucu kıvılcım oluşmasına bağlı toz bulutunun tutuşması					
Alınacak Önlemler	Ortam exproof süpürme aletleri ile toz katmanları temizlenmeli toz bulutunun oluşmasını engellemek için yerdeki, makine üzerlerinde, elektrikli motor ve rulmanlardaki toz birikimi belli periyotlarda temizlenmelidir. Elektrikli motorların ve elektrik tesisatı - panoların topraklama sisteminin ve elektrik kaçaklarına karşı bakımlarının yapılması ve elektrikli malzemelerin exproof yapılması, çalışanların toz patlamaları konusunda eğitim verilmesi gerekmektedir. Havalandırmanın yeterli derecede olması gerekir.					

9.4. Genel Önlemler

1. ÖNLEM: Elektrik panoları, fiş priz sistemleri de toz geçirmez en az IP 65 olmalı,

Elektrikli Ekipman üzerlerindeki toz parçacıklar;

Üretim ekipmanlarına elektrikli cihazların monte edilmiş olduğu silo, karıştırıcı kovalı eleme cihazları ve filtrelerde çalışma pozisyonlarında iken Zon 20 ortamı yaratılmaktadır. Bu ortam da toz patlamaları için en tehlikeli ortamlardır.

Genel bir durum olarak elektrikli ekipmanlar Zone 21 ila Zone 22 alanlarına monte edilmektedir. Eğer toz bulutları açık alanlarda farkına vararak veya varmayarak oluşursa derhal dışarı atılarak temizlenmesi gerekmektedir. Zone 21 ve Zone 22’de toz birikmelerine müsaade edilmemelidir.

Elektrikli Ekipmanların Dış Koruyucuları İçerisindeki Toz Parçacıkları

Toz parçacıkları bazen elektrikli ekipmanların koruyucu zarflarının içerisine bir şekilde yerleşirler ve bu da içeride koruyucu zarfın cidarlarına yapışmalarına olanak verir. Böylece hava hareketleri önemli ölçüde azalma gösterir. Ve hatta içeride bir toz bulutu oluşturarak toz patlamasına sebebiyet verebilir

IP Code (IP Kodu)’un açılımı ‘international protection code (uluslararası koruma kodu)’ ya da ‘ingress protection code (giriş koruma kodu)’ olarak geçer. Açılımlarından da anlaşılacağı üzere IP koruma sınıfı elektrikle çalışan aletlerin dış etkenlere karşı dayanıklılığını belirlemek için tarafından geliştirilmiş uluslararası bir standarttır.

Güvenli çalışma şartlarını belirtmek için elektrikli ürünlere IP kodu verilmelidir IP Code (IP Kodu)’un açılımı ‘international protection code (uluslararası koruma kodu)’ ya da ‘ingress protection code (giriş koruma kodu)’ olarak geçer.

Açılımlarından da anlaşılacağı üzere IP koruma sınıfı elektrikle çalışan aletlerin dış etkenlere karşı dayanıklılığını belirlemek için tarafından geliştirilmiş uluslararası bir standarttır. Güvenli çalışma şartlarını belirtmek için elektrikli ürünlere IP kodu verilmelidir.

1. Basamak

Derece	Sembol	Koruma	Açıklama
0		Korumasız.	Kullanıcının tehlikeli bölgelere ulaşmasını ve yabancı katı cisimlerin cihazın içine girişini engeller.
1		Çapı ≥ 50 mm olan katı cisimlere karşı koruma.	Çapı 50 mm'den büyük cisimler cihazın içine temas edemez.
2		Çapı $\geq 12,5$ mm olan katı cisimlere karşı koruma.	Çapı 12,5 mm'den büyük cisimler cihazın içine temas edemez.
3		Çapı $\geq 2,5$ mm olan katı cisimlere karşı koruma.	Çapı 2,5 mm'den büyük cisimler cihazın içine temas edemez.
4		Çapı ≥ 1 mm olan katı cisimlere karşı koruma.	Çapı 1 mm'den büyük cisimler cihazın içine temas edemez.
5		Toza karşı korumalı.	Toz girişi tamamen engellenemez fakat koruma derecesi tozun ürüne zarar vermesini engelleyecek kadardır.
6		Toz geçirmez.	Toz girişi kesinlikle yok.

Derece	Sembol	Koruma	Açıklama
0		Korumasız.	Cihaz muhafazasının suya karşı koruma özelliği yoktur.
1		Düşey olarak düşen su damlalanna karşı korumalı.	Cihaza dik düşen su damlaları zarar vermez.
2		Mahfaza 15° ye kadar eğik olarak düşen su damlalanna karşı korumalı.	Cihaza $0-15^\circ$ açı ile düşen su damlaları zarar vermez.
3		Su püskürtmesine karşı korumalı.	Cihaza 60° açığa kadar püskürtülen su zarar vermez.
4		Su sıçramasına karşı korumalı	Cihaza herhangi bir yönden sıçrayan su zarar vermez.
5		Su fişkırtmasına karşı korumalı.	Cihaza herhangi bir yönden fişkırtılan su zarar vermez.
6		Güçlü su fişkırtmasına karşı korumalı.	Cihaza herhangi bir yönden yüksek akış hızıyla fişkırtılan su zarar vermez.
7		Suya 30 dk'dan kısa süreli daldırmalara karşı dayanıklı	Belirtilen sıcaklık ve basınçtaki suya max. 30 dk saat daldırmaya dayanıklıdır.
8		Suya sürekli daldırma etkilerine karşı korumalı.	Belirtilen sıcaklık ve basınçtaki suya sürekli daldırmaya dayanıklıdır.

2. ÖNLEM: Ortamdaki ve kişilerdeki statik elektrik yüklenmesini engelleyecek boşalmasını sağlayacak kişisel koruyucular, boşaltma istasyonları ve topraklamaya yönelik önlemlerdir. İnsan vücudu normal çalışma koşullarında 10 ile 15 kV statik elektrik yüküdür. Bunun deşarjı esnasında oluşabilecek bir ark ise 25 ila 30mJ luk bir enerji oluşturur.

YAPILAN: Çalışanların kıyafetleri pamuklu iş kıyafetleri mevcuttur, ayrıca günlük sulama yapılmaktadır. El topraklama levhaları da asılmalıdır.

NFPA 654 standardına göre toz elleçlenen ortamlarda yapılacak temizlik uygunluğu aşağıdaki görselde verilmiştir.

TEMİZLİK DERECESESİ	TOZ KATMANI KALINLIĞI	TOZLU ORTAM SÜRESİ	YANGIN VEYA PATLAMA RİSKİ
İyi	Yok veya ihmal edilebilir seviyede	Yok	Yok
Tatmin Edici	İhmal edilemez seviyede	Bir vardiyadan daha kısa	Yok
Yetersiz	İhmal edilemez seviyede	Bir vardiyadan daha uzun	Yangın riski

3. ÖNLEM: Temizlik derecesi toz katman kalınlığına göre aşağıdaki gibi olmalıdır.

YAPILAN: Bu tarihten itibaren temizlik çizelgesi oluşturularak periyodik olarak yapılacaktır.

4. ÖNLEM: Tozlu ortamlarda aydınlatma gerekirse exproof el lambası alınmıştır.

5. ÖNLEM: Sıcak işlerde iş izinlerinin alınmalıdır. Kaynak çalışmalarında tüplerin temiz, uygun şekilde olması, çalışma alanında toz bulunmamasına dikkat edilmeli gerekirse temizletilmeli

10. YARDIMCI İŞLETMELER

10.1. Buhar Jenaratörü

Doğal gaz kullanılıyor.

10.2. Yedek Buhar Jenaratörü

Aktif fakat yedek olarak kullanılıyor. Doğal gazla çalışıyor.

10.3. Elektrik Jenaratörü

Motorin kullanılıyor.

11. SEVKİYAT

Müşteriye gönderilen malzemeler Forkliftlerle kamyon veya tırlara yüklenmektedir.

12. MEKANİK EKİPMAN ÖZELLİKLERİ

Üretimde ve Depoda kullanılan mekanik ve elektriksel cihaz, tesisat, makine ve teçhizat Atex çalışma şartlarını içeren ekipman bulunmaktadır.

12.1. ATEX malzemeler

Patlayıcı ortamlarda kullanılmak üzere hazırlanan ekipmanlar ve koruma sistemlerinin dünya çapında satışa sunulmadan önce birçok mevzuat, standart ve direktife uygun olmalarını sağlayan standartlar (Kendi içinde emniyetli cihazlar).

12.2. Topraklama

Topraklama raflar ve bütün ekipmanlarda yapılmıştır.

12.3. Elektrik Tesisatı uygunluğu

Elektrik tesisatı ölçüm ve testi yapılmıştır.

12.4. Statik elektrik için Önlem

Statik elektrik için topraklama ve el temas levhaları temin edilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ahmet Şimşek
Doğum Yeri ve Tarihi : Sivas, 26.06.1981
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : +90 535 560 3858; biologahmet@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fak.
Yüksek Lisans : Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enst.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

- 1- Türktest Laboratuvar Hizmetleri Ltd. Şti. Tekirdağ, 2018
- 2- Anka OSGB, Sivas, 2016