

**ELEKTROSTATİK TOZ BOYA
TESİSLERİNDE TEHLİKELİ
BÖLGELER ve
ÖRNEK BİR PATLAMADAN
KORUMA DOKÜMANI**

*Sunan: Elektrik Yük. Müh.
M. Kemal SARI*

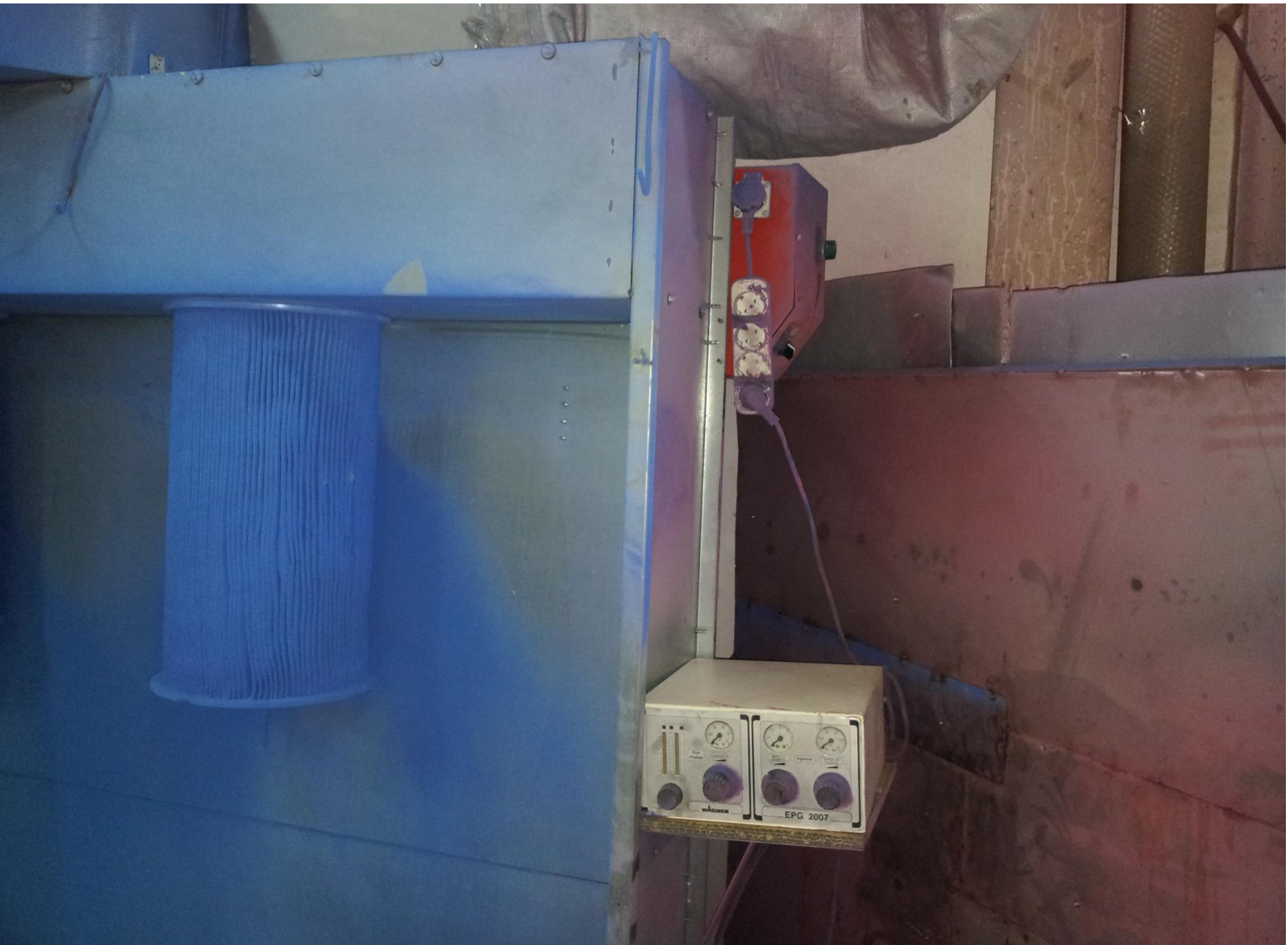
ÖZET

Toz boya tesisleri sanayide çok sık karşılaşılan ve ATEX Yönetmelikleri kapsamında risk analizi yapıp patlamadan koruma dokümanı hazırlanması gereken tesislerdir. Bu yazımızda, toz boya teknolojilerinin yapısı ve patlayıcı ortam kapsamına giren riskleri kısaca açıklayıp, örnek bir toz boya tesisi için hazırlanan patlamadan korum dokümanı izah edilerek bu konuda çalışma yapan meslektaşlarımıza yardımcı olunmaya çalışılacaktır.

ÖRNEK TOZ BOYA TESİSLERİ









БЕЗОПАСНО
ПОДСКАЗКА

ТЕРМОСЕТ ТЫЗ КАПЛАМА

Mikrotan

Mikrotan

ТЕРМОСЕТ ТЫЗ КАПЛАМА

Mikrotan

Порошковое Тере...

REKLİ
İÇÜ MASKE -
N - GÖZLÜK
İLLAN

000
000
000
-000

İZ KAPLAMA

rotom

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000

000











1.0 TOZ BOYA HAKKINDA GENEL BİLGİ

Islak boya teknolojisinin (fırça, püskürtme veya daldırma usulü) geçmiş 200 yılın üzerinde olmakla birlikte kuru tip toz boya teknolojisi 1950'lerden sonra geliştirilen nispeten yeni sayılabilecek bir uygulamadır. Kuru tip boya teknolojisinin ıslak boyaya göre çok büyük avantajları mevcut olup, bunlar:

1. Toz boya genellikle hazırdır. Boya maddesinin ön hazırlığı yoktur.
2. İşçi sayısı az ve eğitim süresi de kısadır. Fazla bir bilgi beceri ve ustalık gerektirmemektedir.
3. Islak boyaya kıyasla boya zayiatı çok azdır. Toz geri kazanımı mevcuttur.
4. Toz boya işçi sağlığı yönünden çok daha avantajlıdır. Boyacının toz soluma (boya maddesine maruziyeti) ıslak boyaya kıyasla çok daha azdır.
5. Düzeltmesi, rötuş yapılması daha kolaydır.
6. Yatırım masrafı azdır ve dolayısı ile daha ekonomiktir. Bu madde biraz görecelidir

Toz boyada kullanılan TOZ maddesi belli firmalarca özel olarak üretilmekte olup, kullanıcı istediği renge uygun hazır toz boya torba veya çuvallarını satın alarak kullanmaktadır. Yazımızda toz boya imalatının detayına girilmeyecektir. Toz boya maddesi piyasada 25 kg'lık torbalar halinde veya 400-900 kg lık plastik kaplarda (metal veya plastik damacanalarda) satılmaktadır. İhtiyaca göre seçilen değişik tip toz boyalar mevcuttur. Bunların detaylarına girilmeyecektir. Genel bir bilgi vermek maksadı ile bunların özellikleri ve piyasada bulunan önemli tipleri aşağıdaki tablo-01 de özetlenmiştir. Piyasada mevcut TERMOSSET tabir edilen plastik toz boyalar kimyasal özellikleri itibarı ile Epoxy, Acrylic, Polyester, Epoxy-Polyester ve Polyurethane adlarında gruplara ayılmaktadır. Her birinin kendine göre özellikleri vardır ve Türkiye'de muhtemelen en çok kullanılan epoxy-polyester toz boyalardır.

Tablo-01: Değişik tip termoset toz boyalar ve özellikleri

ÖZELLİK	Epoxy	Acrylic	Polyester	Hybrid	Polyurethane
Havadan etkilenme (weatherability)	zayıf	mükemmel	mükemmel	Orta-zayıf	iyi
Korozyon dayanıklılığı	mükemmel	İyi	Çok iyi	Mükemmel	Çok iyi
Kimyasallara dayanım	mükemmel	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Sıcaklık dayanımı	Çok iyi	iyi	iyi	Çok iyi	Çok iyi
Darbe dayanımı	mükemmel	İyi-yeterli	iyi	Çok iyi	Çok iyi
Sertlik	HB-5H	HB-4H	HB-4H	HB-2H	HB-3H
Esneklik	Mükemmel	İyi-yeterli	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Yapışma	mükemmel	İyi-yeterli	mükemmel	mükemmel	Çok iyi

Bu yazımızda yapacağımız incelemeler için önemli olan toz boyaların kalınlıkları ve elektrostatik özellikleridir. Piyasada mevcut toz boyaların toz kalınlıkları 10-100 mikron arasındadır. IEC 60079-0 a göre 500 µm ve altı çapında olan uçucu katı maddeler toz sayılmaktadır. Toz kalınlığında üst limit bulunurken alt sınır verilmemektedir. Ayrıca toz boya zerreleri elektrostatik yüklenebilmelidirler. Zerreler bir elektrik alanından geçerken statik elektrikle yüklenebilmeli (korona) ve ayrıca sürtünme sonucu da (tribo) elektrostatik yük alabilme özelliklerine sahip olmalıdırlar

1.2 ELEKTROSTATİK TOZ BOYA UYGULAMA YÖNTEMLERİ

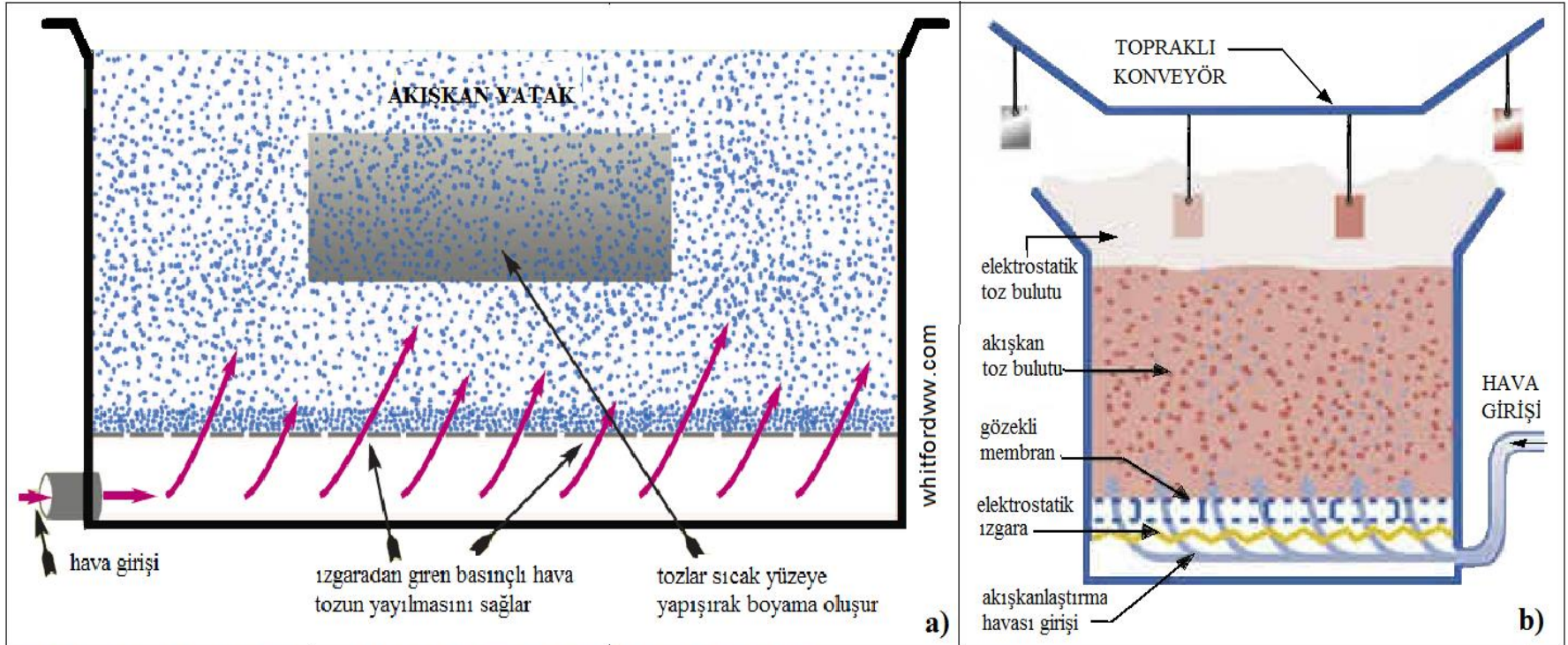
Üç şekilde karşımıza çıkan toz boya uygulamaları aşağıda tek tek ele alınarak kısaca izah edilmeye çalışılacaktır.

- 1) AKIŞKAN YATAK YÖNTEMİ
- 2) KORONA TİPİ TABANCA İLE TOZ BOYA PÜSKÜRTME YÖNTEMİ
- 3) TRIBO TİP TABANCA İLE TOZ BOYA PÜSKÜRTME YÖNTEMİ

1) AKIŞKAN YATAK YÖNTEMİ

Bu yöntemde toz boya zerrelere basınçlı hava yardımı ile bir kazan içersine üflenip, hava içersinde homojen bir şekilde karışması yani tozdan ibaret bir ortam veya diğer bir söz ile homojen bir toz bulutu oluşması sağlanır. Nasıl ki, sıvı boyalarda boyanacak nesne boya kazanı içersine sokulup çekilerek boyanması sağlanıyor ise, akışkan yatak yönteminde de boyanacak nesnelere toz bulutu içersine daldırılarak toz boya zerrelere metal parçalar üzerine yapışması dolayısıyla ile boyama işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem resim-01 de görüldüğü gibi iki şekilde yapılmaktadır. Birinci uygulamada (resim-01 a) da görüldüğü gibi) boyanacak parçalar toz boyanın ergime sıcaklığına yakın bir dereceye kadar ısıtıldıktan sonra toz bulutu içersine daldırılarak, toz zerrelere sıcaklık dolayısıyla ile eriyerek metal parçalar üzerine yapışması sağlanmaktadır. Bu yöntemde çok ince boya kalınlıkları elde etmek mümkün değildir. Bu nedenle yüksek seviyede koruma gerektiren yer altı boru ve vanaları gibi malzemelerde tatbik edilmektedir. Elektrostatik iyon tabancasına ihtiyaç duyulmadığından "faraday kafesi" etkisi denilen olay yoktur ve bu nedenle girintili çıkıntılı parçalarda tercih edilmektedir. Kullanılan toz boya maddesi de bu yöntemde uygun olmalıdır. Yani her toz boya maddesi ile akışkan yatak toz boya yöntemi uygulanmamaktadır.

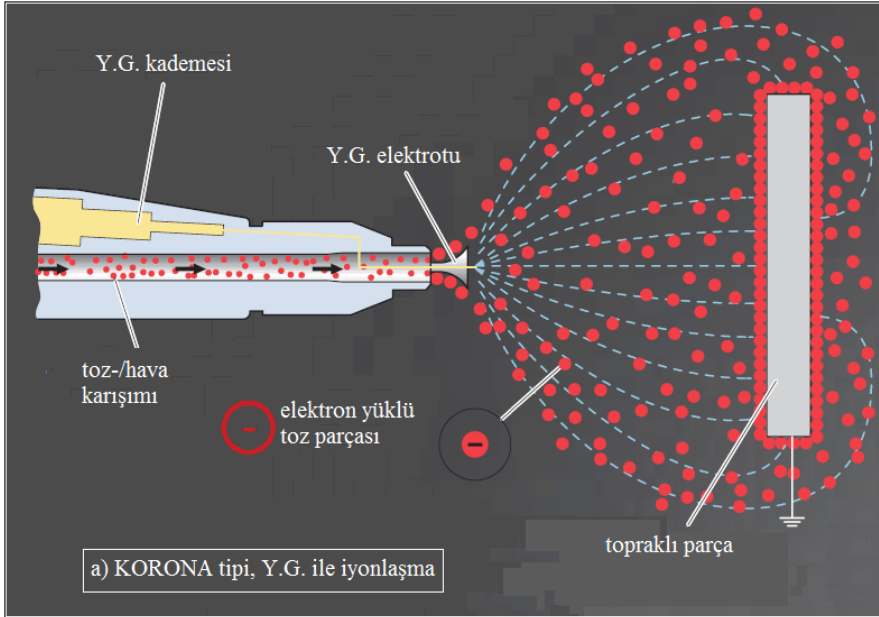
İkinci tip akışkan yatak toz boya usulü ise, resim-01 b)'de görüldüğü gibi, statik elektrik yüklü toz boya iyonlarından oluşan toz bulutu içerisine boyanacak topraklı metal parçaların daldırılarak elektrostatik çekim kuvveti ile boya iyonlarının metal üzerine yapışıp boyama işleminin gerçekleştirilmesi yöntemidir. Bu yöntemde boya kalınlığı biraz daha ince düşmekle birlikte, "faraday kafesi" etkisi dolayısı ile girintili çıkıntılı malzemeler boyanamamaktadır. Düzgün geniş yüzeyli metal levhalarda avantajlıdır



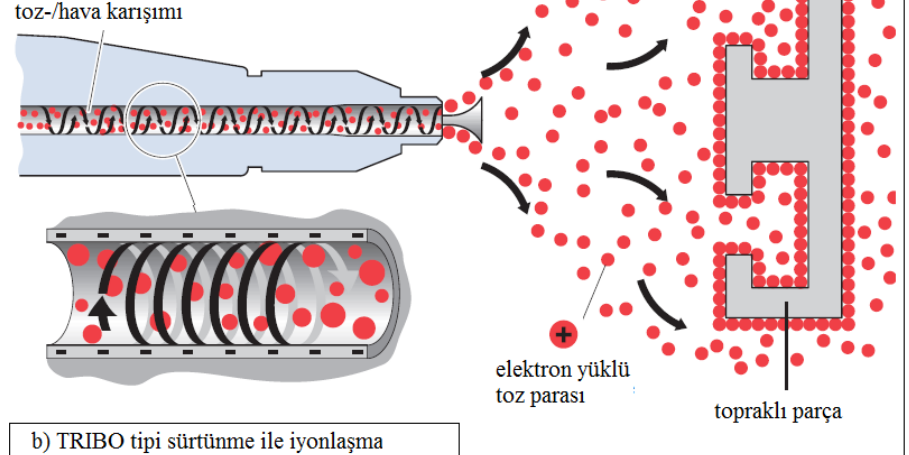
Resim-01: AKIŞKAN YATAKLI TOZ BOYA UYGULAMALARI

2) KORONA TİPİ TABANCA İLE TOZ BOYA PÜSKÜRTME YÖNTEMİ

Bu sistemin çalışma prensibi resim-02 a) da görülmekte olup, 80-100 kV bir elektrik alanından geçen toz zerrelere bu alan içerisinde hareket ederken negatif elektronlar ile yüklenmekte ve negatif elektron yüklü iyonlar oluşturmaktadır. Diğer bir ifade ile, basınçlı hava vasıtasıyla elektrik alanı içerisinde sürüklenen toz zerrelere bu alan içerisinde geçerken negatif elektronlar ile yüklenmektedirler. Negatif yüklü toz iyonları pozitif yüklü olan boyanacak nesne üzerine hızla yapışarak nesnenin üzerini kaplamakta ve dolayısıyla boyanmasını sağlamaktadırlar.



Not: Bu resimler WAGNER firması internet sitesinden alınmıştır



Resim-02 : KORONA ve TRIBO TİPİ TOZ BOYA TABANCAALARINIDA İYONLAŞMANIN CANLANDIRILMASI

Y.G. = Yüksek gerilim



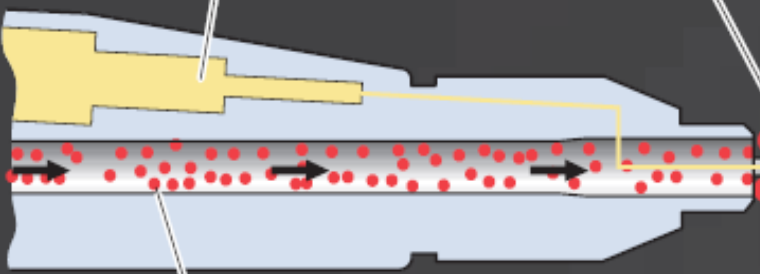


ITW Gema



high voltage cascade

high voltage electrode

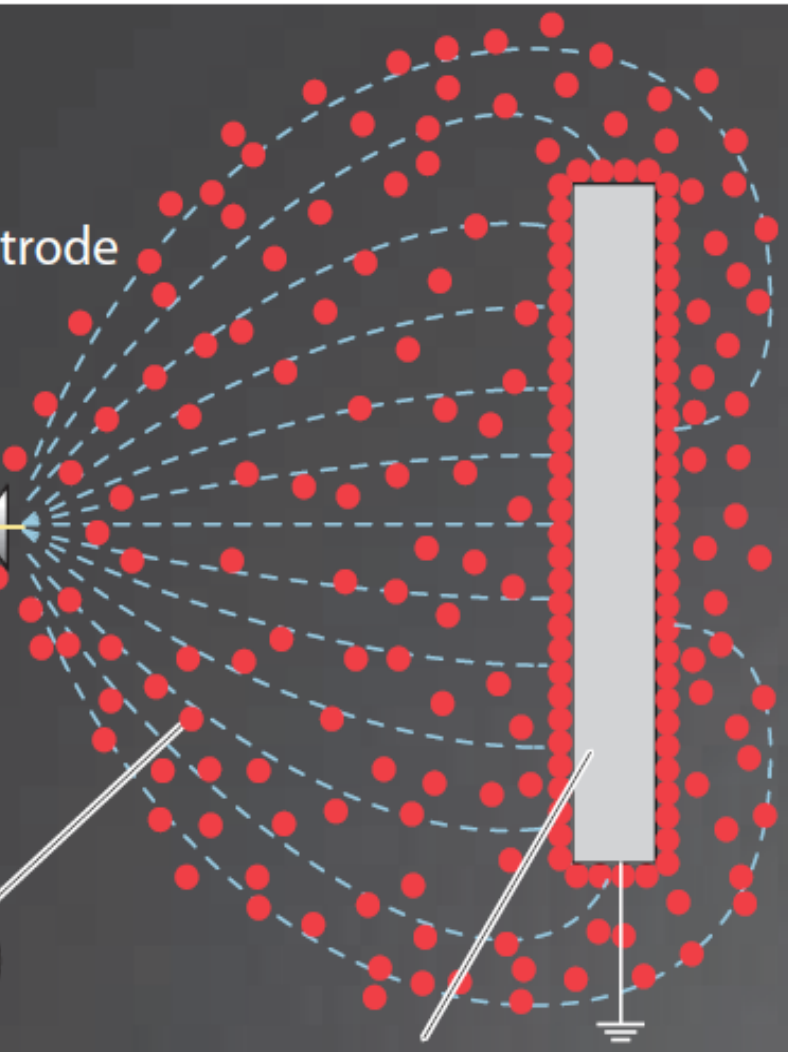


powder-/ air mix



charged powder particles

grounded part

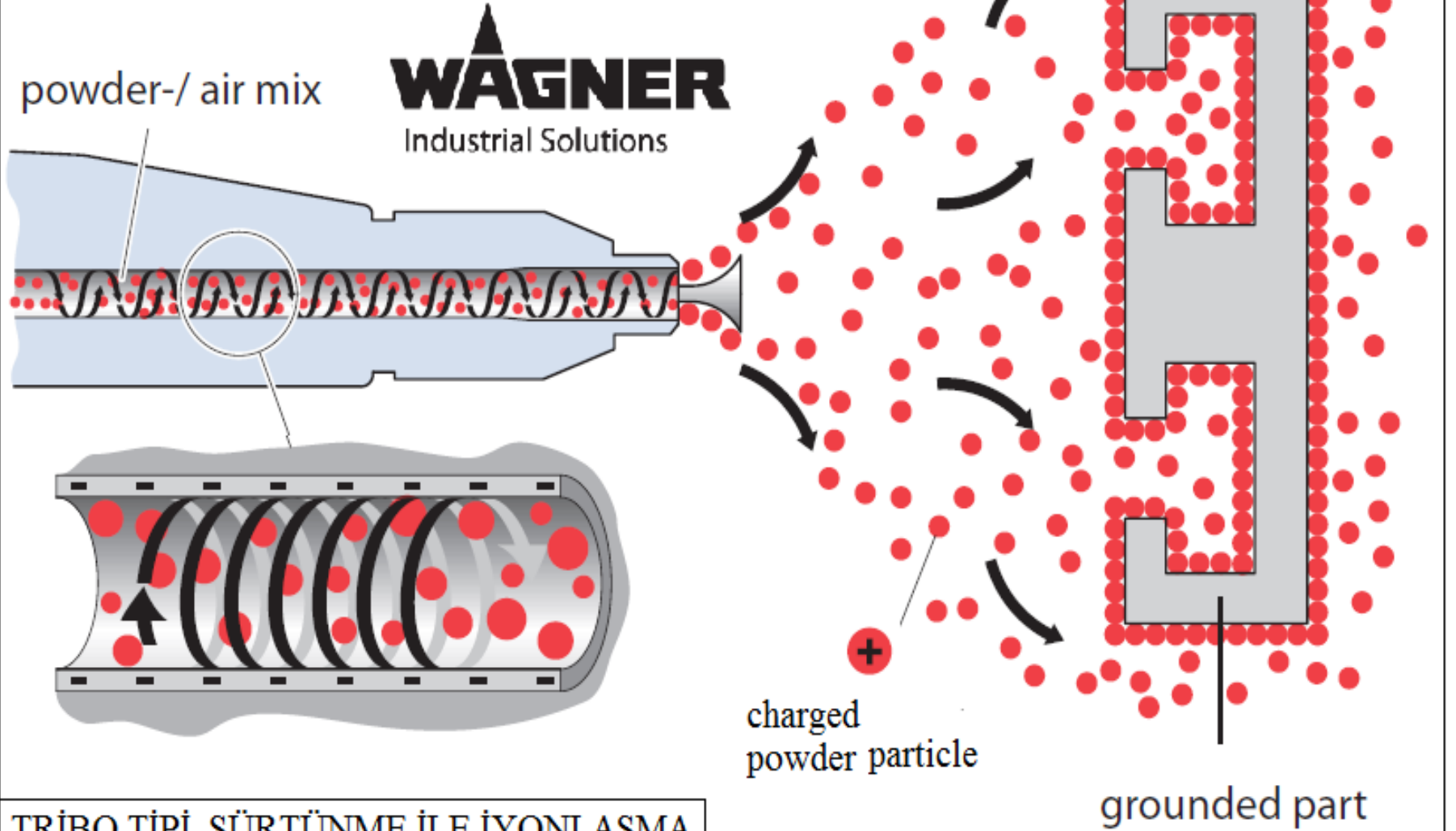


3) TRİBO TİP TABANCA İLE TOZ BOYA PÜSKÜRTME YÖNTEMİ

Tribo tipi toz boya tabancasının prensip şeması resim-02 b) de görülmekte olup, korona tipinden yegane farkı, basınçlı hava ile üflenen toz bulutunun özel bir ortamdan geçirilerek toz zerreciklerinin sürtünme vasıtası ile elektronla yüklenmelerini ve iyon oluşturmalarını sağlamaktan ibarettir. Elektrikli yüksek gerilim ünitesi mevcut değildir. Bu yönü ile daha avantajlı gibi gözüküyor ise de sürtünme ile elektriklenme nemli havadan çok etkilendiğinden özel kuru havaya ihtiyaç duymaktadır. Bu gibi nedenlerle tribo tipi tabanca korona tipi tabanca kadar geniş bir kullanım alanı bulamamıştır.

Elektrostatik boya tabancaları ile yalnızca tozlar püskürtülmemekte aynı zamanda solvent karıştırılarak hazırlanan klasik sıvı boya püskürtme işlemlerinde de tatbik edilmektedir. Elektrostatik boya tabancası iyon üreten bir tabancadan başka bir şey değildir. Bu maksatla statik elektriklenmenin önlenmesi gereken çok özel tesislerde de kullanılmaktadır. Bu gibi yerlerde kullanılan iyon tabancaları toz boya işlerinde kullanılanlardan biraz daha basittir. Çünkü çok detaylı ve hassas bir kontrol ünitesi gerektirmezler ve exproof özelliğe de sahip olmalarına gerek olmayabilir.

Not: Bu resimler WAGNER firması
internet sitesinden alınmıştır

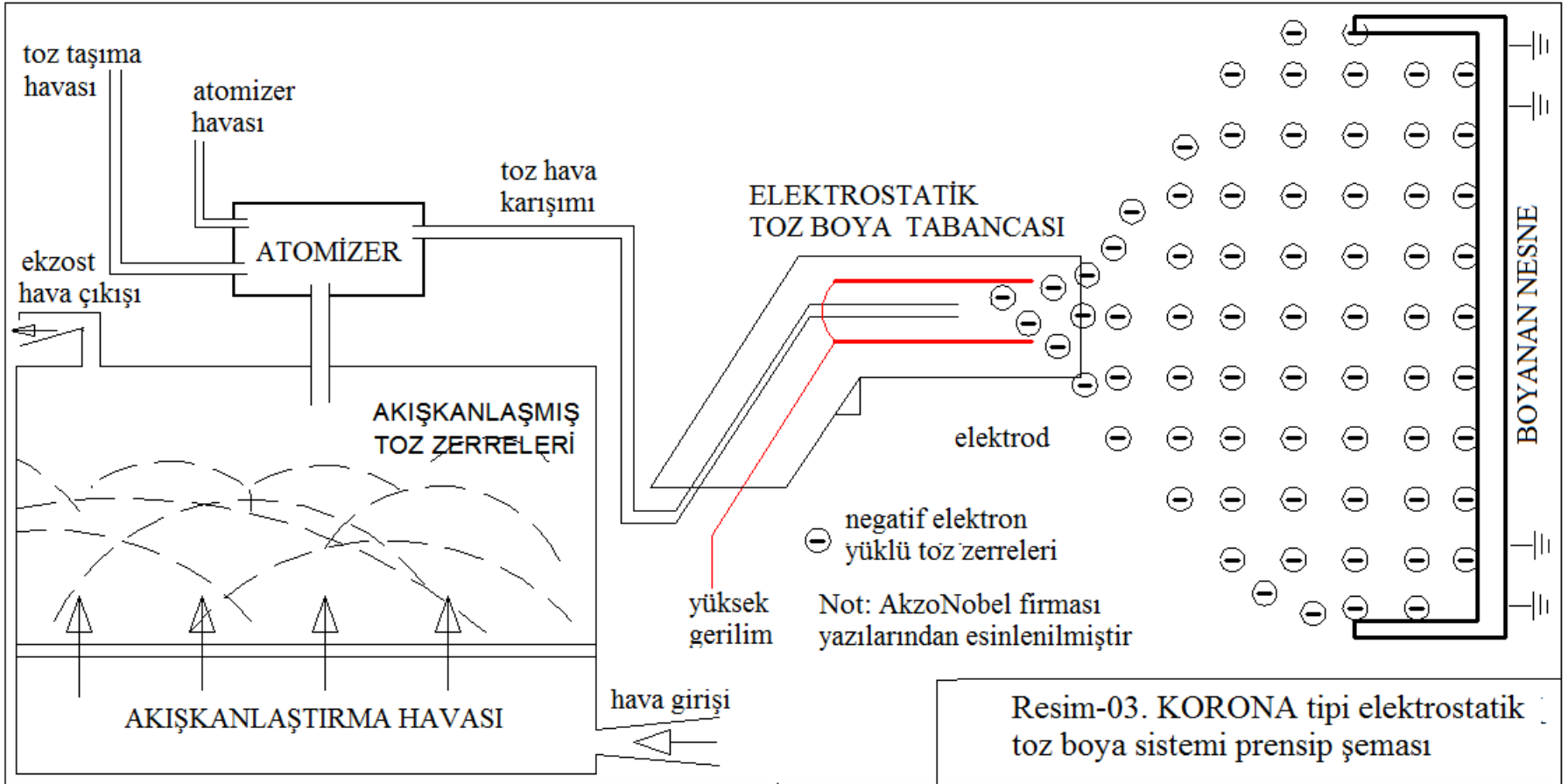


TRİBO TİPİ SÜRTÜNME İLE İYONLAŞMA

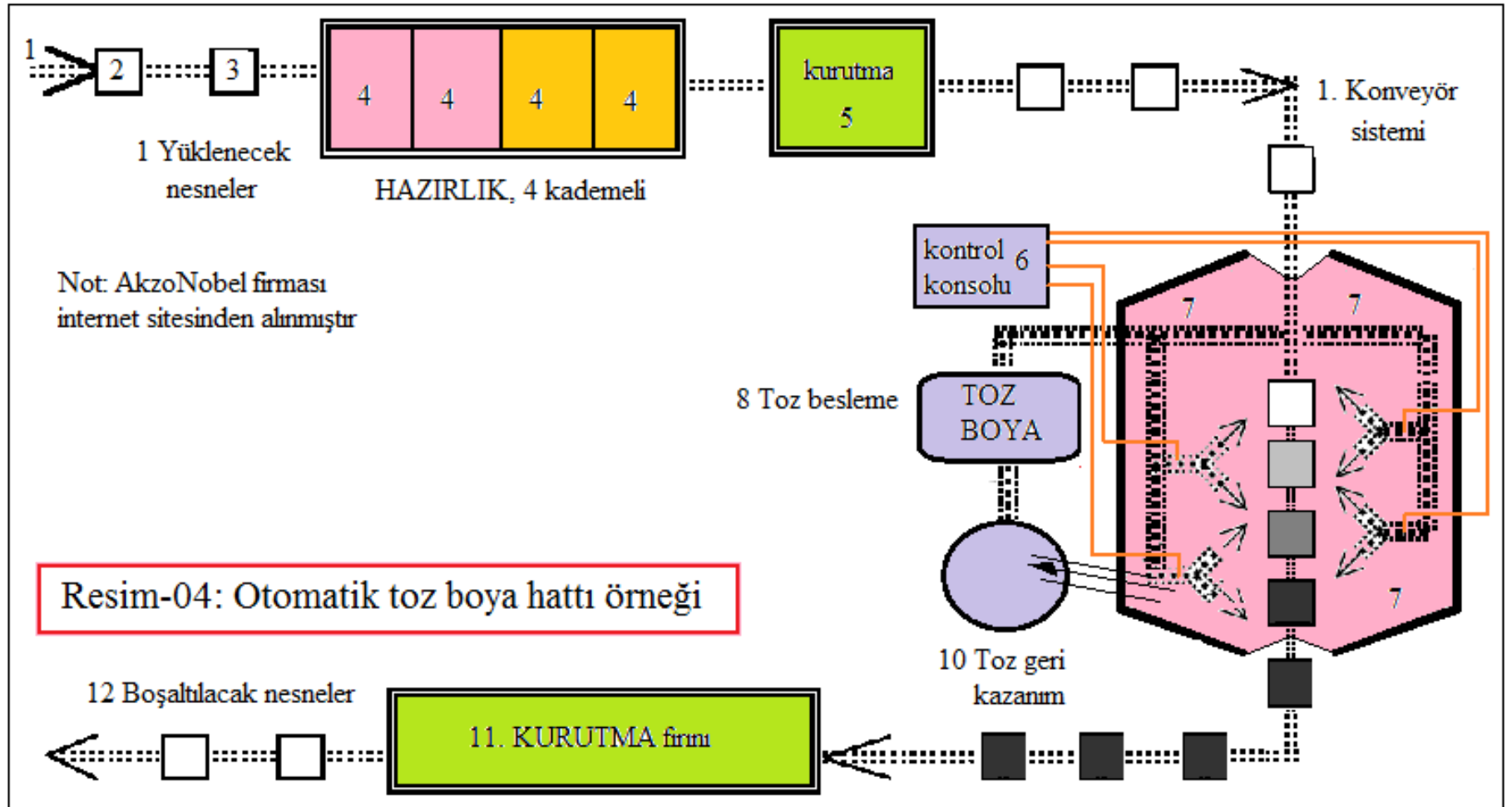
1.3 ELEKTROSTATİK TOZ BOYA TESİSİNİN GENEL YAPISI

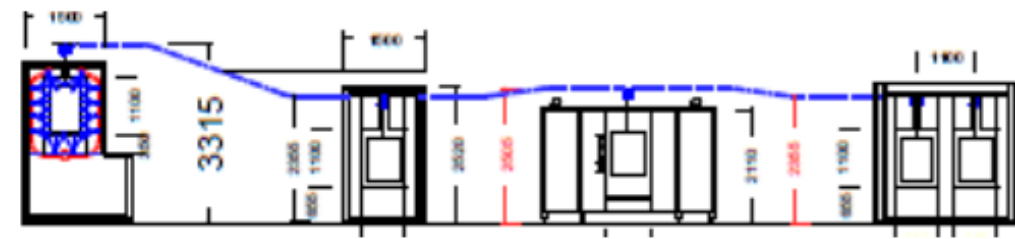
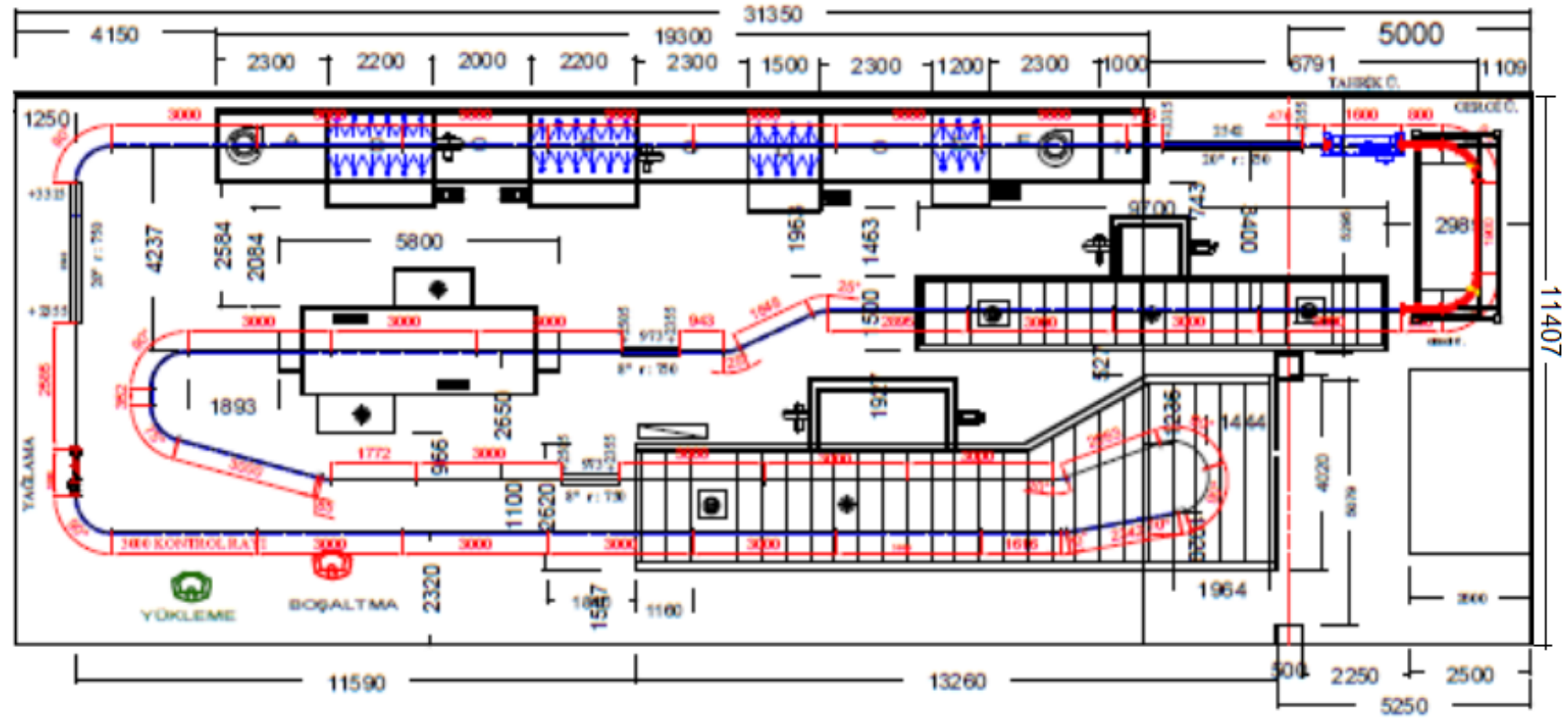
Korona tipi basit bir toz boya tesisinin genel yapısı resim-03 de görülmekte olup, toz boya maddesi bir kap içerisinde hava ile karıştırılarak akışkan hale getirilmekte ve buradan atomizer tabir edilen bir regülatör ünitesine ve buradan da tabancanın hortumuna iletilmektedir. Basınçlı hava vasıtası ile tabanca hortumu içerisinde yüksek gerilim elektrik alanına itilen toz boya zerrelere negatif elektronlarla yüklenerek topraklı olan ve dolayısı ile pozitif yüklü olan boyanacak nesne üzerine yapışmakta ve boya ile kaplanmasını sağlamaktadır. Yüksek gerilim ünitesinin gerilim seviyesi tabanca ile nesne arasındaki mesafe ile doğru orantılı, fakat tabancadan akan statik elektrik akımı ile ters orantılı olarak değişmektedir.

Örneğin, bir tabancada boyanacak nesneye mesafe 25 cm iken gerilim 85 kV ve tabancadan geçen statik elektrik akımı 20 μ A iken tabanca nesneye örneğin 7,5 cm kadar yanaştırıldığında gerilim 45 kV a iner iken statik akım 75 μ A'e çıkmaktadır.



Bir toz boya tesisinde önemli olan boyanacak nesnenin hazırlanmasıdır. Metal parçalar toz boya kabine gelene kadar bir seri işlemden geçirilir. Bunlar sırası ile: 1) Sıcak su ile temizlik 2) Durulama 3) Fosfatlama 4) Durulama 5) Deionize su ile durulama 6) Kurutma ve saire gibi işlemlerdir. Kısaca toz boya işlemler zinciri içerisinde toz boyanın püskürtülmesi prosesin küçük bir parçasıdır. Yani iyi bir boya çok iyi bir hazırlık ve temizlik sonucu elde edilmektedir. Resim 04 de bir boya işlemler zinciri resmedilmeye çalışılmıştır. Hazırlık tesisleri resimde gözüktüğü gibi tesisin küçük bir bölümü değildir. Tersine en küçük bölüm boya püskürtme kabinedir. Konu bölüm 2 de vereceğimiz gerçek bir tesis örneğinde daha iyi anlaşılacaktır.





EK-01: APEKS TOZ BOYA TESİS
İŞ AKIŞ PLANI, KAROSSEL

2.0 TOZ BOYA TABANICALARI ve TOZ BOYA TESİSLERİNİN YAPILARI ile İLGİLİ STANDARTLAR

Toz boya tabancalarının yapısı ile ilgili TS EN 50050 standart serileri mevcut olup, bu standardın 2007 tarihli sürümü iptal edilerek 2013 de yenisi yayınlanmış ve TSE tarafından 13.02.2014 tarihinde TS EN 50050 adında ve İngilizce metin halinde yürürlüğe konulmuştur.

TS EN 50050-1: SIVILAR İÇİN ELEKTROSTATİK TABANCA

Elle kullanılan elektrostatik püskürtme donanımı-Güvenlik kuralları-Bölüm 1:
Tutuşabilen sıvı kaplama malzemeleri için elle kullanılan püskürtme donanımı

TS EN 50050-2: TOZLAR İÇİN ELEKTROSTATİK TABANCA

Elle kullanılan elektrostatik püskürtme donanımı-Güvenlik kuralları-Bölüm 2:
Tutuşabilen kaplama tozları için elle kullanılan püskürtme donanımı

TS EN 50050-3: PELTELER (FLOK) İÇİN ELEKTROSTATİK TABANCA

Elle kullanılan elektrostatik püskürtme donanımı-Güvenlik kuralları-Bölüm 3:
Tutuşabilen flok için elle kullanılan püskürtme donanımı.

EN 50050 standardında yer alan spreyc tabancaları ATEX Yönetmeliği kapsamına girdiğinden söz konusu standartlar IEC'nin konu ile ilgili TC31 komisyonunda incelenmeye alınmış ve ilk teklifler hazırlanarak 2015 yılı başında üye ülkelerin görüşüne sunulmuştur.

TOZ BOYA KABİNLERİ İLE İLGİLİ STANDARTLAR

Boya kabin ve tesisleri ile ilgili aşağıdaki standartlar mevcuttur olup, toz boya tesislerinin kurulum ve işletilmesinde bu standartlara uyulması mecburidir. Yazımızın devam eden bölümlerdeki risk analizi ve patlamadan koruma dokümanı hazırlama işlerinde söz konusu bu normlardan istifade edilecektir.

TS EN 50176: SIVILAR

Alev alabilir sıvıları püskürtme malzemeleri için otomatik olarak çalışan elektrostatik püskürtme tesisleri 23.02.2010

TS EN 50177: TOZLAR

Alev alabilir kaplama tozları için otomatik olarak çalışan elektrostatik püskürtme tesisleri 23.04.2010

TS EN 50177/A1 : TOZLAR

Alev alabilir kaplama tozları için sabit elektrostatik uygulama cihazı-Güvenlik Kuralları 10.04.2010

TS EN 12981+A1: Toz boya kabinleri

Kaplama tesisleri - Organik toz kaplama malzemeleri için sprej kabinleri- Güvenlik şartları 19.01.2010

Coating plants - Spray booths for application of organic powder coating material - Safety requirements

ELEKTROSTATİK TOZ BOYA TABANCA TİPLERİ

EN 50050 de sözü edilen boya tabancaları aynı zamanda EN 60079-0, EN 50176 ve EN 50177 şartlarına uygun imal edilmiş olmalıdırlar. EN 50050, EN 50176 ve EN 50177 şartlarına uygun olarak imal edilen spreyc boya tabancaları üç ayrı tipte piyasaya sürülmektedir.

TİP A: EN 50050'ye uygun olan bu sistemde deşarj enerjisi alevlenebilir sıvılarda **0,24 mJ**, toz ve peltelerde **2 mJ** ile sınırlanmıştır. Bu sistemde elektrik şok veya içsel enerji boşalmalarından kaynaklanacak bir risk veya tehlike bulunmaz.

TİP B: Bu sistemde deşarj enerjisi **2 ile 350 mJ** arası sınırlanmıştır ve akım da 0,7 mA den düşüktür. Bu sistemde elektrik şokları dolayısı ile bir tehlike oluşmaz. Fakat içsel enerji boşalması dolayısı ile bir tehlike oluşma ihtimali bulunmaktadır.

TİP C: Bu sistemde enerji sınırlaması **350 mJ üzerindedir** ve akım sınırlaması da 0,7mA'i aşmaktadır. Bu sistemde elektrik şok (çarpılma) ve içsel enerji boşalması dolayısı ile tehlike mevcuttur.

Tablo-02: Elektrostatik toz boya püskürtme tabancalarının enerji sınırlama seviyeleri.

	Tip A		Tip B	Tip C
Enerji sınırlaması, mJ	E < 0,24 mJ	E < 2 mJ	2 mJ < E < 350 mJ	E > 350 mJ
Akım sınırlaması	Sıvı sprej	Toz sprej	I < 0,7 mA	>0,7 mA
Sok, çarpılma	yok	yok	yok	var
İçsel boşalma olasılığı	yok	yok	var	var

Tablo-03 e benzer şekilde toz boyaların "malzeme güvenli bilgi formlarına" (MSDS) bakarak Tablo-04 deki gibi bir veri özeti oluşturduğumuzda tozların patlaması için 5-20 mJ bir enerjinin yeterli olduğu görülmektedir. Güvenli çalışmak için elektro statik enerji boşalmasının bu seviyeleri aşmaması gerekir. Tablo-02 de verilen tabanca tiplerinden yalnızca Tip A bu şartı karşılamaktadır. Tip B ve C fazla enerji verdiklerinden tehlike yaratma olasılığı yüksektir. Bu nedenle patlayıcı toz boya işlerinde kullanılacak tabancalar Tip A özelliğine sahip olmak zorundadırlar.

Tablo-03: Gazların minimum patlama enerji miktarları ve azami deneysel açıklıkları.

	I	IIA	IIB	IIC
Tipik gaz	Metan	Propan	Etilen	Hidrojen
Ateşleme enerjisi μJ	200	260 (>180)	>60	>20
MESG		> 0,9 mm	0,55 < 0,9mm	< 0,50 mm
MIC oranı		> 0,8	0,45<0,8	< 0,45

Tablo-04: Toz boyaların minimum alevlenme enerjileri

	Patlama sınırı [gr/m ³]	Minimum alevlenme Enerjisi, [mJ]	Tutuşma sıcaklığı [°C]
Pulver Kimya, Article number: 09298.K5015, 09098.03002	20-70	5-20	450-600
PCS Powder Ltd. SDS20, termosetting coating powder	20-70	5-20	400
AkzoNobel, PC010. interpon powder coating	20-70	5-20	450-600
Jotun, Corro-coat EP-F EP-R epoxy resin Cas No: 25036-25-3	>30		>400
Paramount powder SDS024 Version 03	20-70	5-20	400

El ile tutulan boya tabancalarında Tip A dışında ayrıca aşağıdaki özellikler de istenmektedir.

- T6 sıcaklık grubu olacak. Yani alet hiç bir şekilde 85 °C üzerine ısınacak kadar enerji yaymayacaktır.

- **El tutamağında en az 20 cm² bir iletken yüzey bulunacaktır. Ayrıca plastik yüzeyler anti statik olacak ve yüzey direnci 1 MΩ'u aşmayacaktır.**

- Parlayıcı sıvı sprej boya kaplama tabancalarında, sprej tabancasının, (yüksek gerilim bölümündeki parçalar hariç olmak üzere) tüm elektrikli aletleri ve elektrikli parçaları, dış kap dahil IEC 60079-0 de belirtilen koruma tiplerinden (yöntemlerinden) birine sahip olmak zorundadır. Bunun anlamı yüksek gerilim ünitesi hariç tüm parçaların exproof aletlerle ilgili standartlara uygun olarak imal edilmiş olmak zorundadır. Bunun dışında patlayıcı ortamdaki güvenliği sağlayan ve ortamın dışında bulunan aletler var ise bu aletler de aynı şekilde IEC 60079-0 standardına uygun olacaklardır.

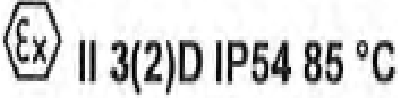

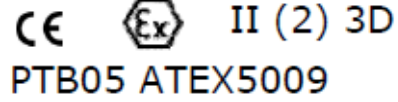

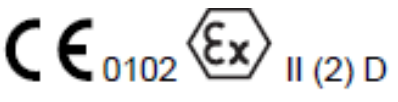
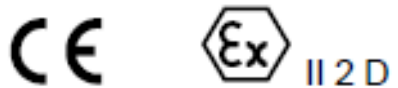
- Patlayıcı ortamda kullanılan ilgili (bağlı) aletlerin tamamı aynı şekilde EN 50014= IEC 60079-0 da listelenen koruma metotlarından biri ile korunmuş olmalıdırlar ve ayrıca en az IP54 düzeyinde yabancı madde girişine karşı korumaya sahip olmak zorundadırlar.

- Parlayıcı toz boya malzemelerinde kullanılan el sprey tabancalarında da yukarıdaki gibi yüksek gerilim bölümündeki parçaları hariç, dış gövde dahil olmak üzere tüm elektrikli aletler ve bu aletlerin parçaları IEC 60079-0 standardında belirtilen koruma metotlarından biri ile korunmuş olmaları gerekmektedir. Ayrıca yabancı cisim girişine karşı en az IP 54 seviyesinde korumaya sahip olmalıdırlar. Kısaca elektrostatik toz boya tabancalarının tüm parçaları alev sızmaz (exproof) olacak ve sertifikaları bulunacaktır. Yalnızca yüksek gerilim kısmı IEC 60079-0 da listelenen koruma yöntemlerine sahip olmayabilir. Yine bu aletlerde patlayıcı ortam dışında bulunan fakat tabancanın güvenli çalışması ile ilgili olan aletler de IEC 60079-11 e uygun olacaklardır. Tozlarda T6 sıcaklık grubu şart koşulmamaktadır. Dış gövdenin en fazla 200 °C ye kadar ısınması kabul edilmektedir.

Flock. pelte atan tabancalarda istenen özellikler toz ile aynıdır.

Sprey tabancaları IEC 60079 serisi standartlarda ön görülen, gerilim, sıcaklık, darba, düşürme, kablo çekme ve ateşleme gibi bir seri testlere tabi tutulurlar. Bu testler içerisinde bizce en önemli olan ateşleme deneyidir. Bu deney tabancanın elektrostatik deşarj esnasında güvenli olup olmadığı belirlemek için yapılır ve sıvı ve pelte püskürten tabancalarda 0,24 mJ e, toz tabancalarında ise 2 mJ enerji seviyesine göre test edilir. Deneyler propan gazı ortamında yapılmaktadır. %99 saflıkta propan gazının %5,25 hava karışımı ile elde edilen ortamın minimum patlama enerjisi 0,24 mJ dür. Aynı gaz %12 hava ile karıştırıldığında gerekli olan minimum ateşleme enerjisi 2 mJ dür. Buna göre hazırlana özel test kazanlarında boya tabancaları çalıştırılıp gazlı deney ortamını patlatıp patlatmadıkları tespit edilir. Test sonunda gaz ortamı ateş almamalıdır.

ATEX Yönetmeliğine uygun olarak imal edilmiş ve buna göre sertifikalandırılmış olan toz boya tabanca ve kontrol ünitelerinin etiketinde aşağıdaki tablodaki örneklere benzer bilgiler okunmalıdır.

Alet	Exproof sertifikası	IP koruma düzeyi	Sıcaklık sınıfı	Kullanılabileceği tehlikeli bölge
Sprey Tabancası Tip A		IP 64	T6	Kuşak 21
Sprey tabancası		IP 64	T6	Kuşak 21
Kontrol ünitesi		IP 54	T6	Kuşak 22
Sprey tabancası Tip A, GM02		IP 64	T6	Kuşak 21
Kontrol ünitesi CG07P		IP 54	T6	Kuşak 22
Sprey pompası DPP01		IP 54	T4	Kuşak 22

3.0 ÖRNEK BİR TOZ BOYA TESİSİNE PATLAMADAN KORUMA DOKÜMANI HAZIRLANMASI

A) FİRMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Kuruluşun Adı ve Adresi: A.... Boya ve Kaplama Sanayi Ld. Şti. Ahi Evran Caddesi ANKARA

Yetkili Kişi: İşletme müdürü ve iş güvenliğinden sorumlu kişilerin isim ve telefonları

İnceleme Yapılan Yerin Adresi : Şirketi adresi ile PKD hazırlanan yerin adresi farklı ise yazılır.

İNCELEME KONUSU: AA.... firması yukarıdaki adreste bulunan toz boya tesisinin ATEX 137 rumuzu ile anılan 30 Nisan 2013 tarih ve 28633 sayılı Resmî Gazetede yayınlanan “Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik” şartlarına uygun olup olmadığının incelenmesini istemektedir. Diğer bir söz ile Firma Yetkilisi adı geçen Yönetmeliğin 10.maddesine göre, AA... toz boya tesisleri için bir Patlamadan Koruma Dokümanı (PKD) hazırlanmasını istemektedir. İnceleme konumuz yalnızca ATEX 137 yönetmeliğini kapsamaktadır.

İNCELEME DIŞI KONULAR: Hazırladığımız işbu PKD içeriği yalnızca ATEX 137 Yönetmeliğini kapsamakta olup, genel işçi sağlığı ve iş güvenliği yönetmeliğini, (29.12.2012 tarih ve 28512sayılı RG'de yayınlanan) yangın yönetmeliğini ve yangınla ilgili alınması gereken önlemleri ve ayrıca toz boya ve doğal gaz gibi tesiste bulunan parlayıcı patlayıcı maddelerin çalışanların sağlığı açısından teneffüs edilen havadaki bulunma miktarları ve maruziyet seviyeleri ve bu gibi konular ile ilgili olarak alınması gereken önlemleri kapsamamaktadır.

B) TESİS BİLGİLERİ

1) İŞ AKIŞI ve KULLANILAN ALETLER:

Tesisin çalışma şekli Ek-01' de görülmekte olup, boyanacak parçalar önce hazırlanmakta ve boya kabine girene kadar bir seri işlemlerden geçirilmektedir. Fosfatlama da yapılmakta olup, temizlik için arıtılmış özel su kullanılmaktadır. Boya için gelen malzemelerin temizliğinde tiner ve benzeri gibi parlayıcı malzeme kullanılmamaktadır. Bu işlemlerin hiç birinde (toz boya püskürtme kabini hariç) ATEX 137 kapsamına giren parlayıcı ve patlayıcı malzeme kullanılmamaktadır. Boya kabini ELSİ... firması yapımı olup, teknik resmi Ek-02 de görülmektedir. Boya tabancası ve kontrol ünitesi İsviçre ITW GEMA firması yapımı olup etiketinde aşağıdaki bilgiler okunmaktadır:

TABANCA

Type: OptiSelect

Seri No: 17302.25987

CE 0102 Ex II 2D EEx 2 mJ T6

PTB 05ATEX 5007

Kontrol Ünitesi

Type: Optiflex, CG07

Seri No: 1700108189

CE 0102

OptiFlex B toz kutulu tip

Tesisin panoramik görünüşü Resim-05'de ve detay görünüşler de Ek-03de verilmiştir. Tesisin önemli bölümleri, hazırlık (temizleme, yıkama, fosfatlama, yağlardan arındırma), kurutma, boyama (boya kabini) ve sertleştirme (fırın) bölümleri olup, tesis karosel şeklinde ardışık çalışmaktadır. Fosfatlamadan sonra kurutulan parçalar elektrostatik toz boya kabinine gelmektedir. Toz boya kabininden çıkan malzeme boyanın sertleştirilmesi ve kurutulması için fırın bölümüne sevk edilmektedir. Fırından çıkan malzemeler askıdan indirilip geldiği yere (müşteriye) gönderilmek üzere nakliyeye hazır hale getirilmektedir.



Resim-05: AA. Firması elektrostatik toz boya tesisi panoramik görünüşü

Firma yetkililerinin elinde boya tabancası ve kontrol ünitesi hakkında yeteri bilgi bulunmadığından, gerekli bilgiler imalatçı GEMA firmasının internet sitesinden temin edilmiştir. Tabanca ve kontrol ünitesinin yapısı ve çalışma şekli Resim 06'de görülmektedir. Toz boya maddesi, 6 nolu titreşim şasesi üzerinde bulunan 7 nolu kutu içersine boşatılmaktadır. Basınçlı hava ile akışkan hale getirilen toz boya, tabancanın hortumu ile emilmekte ve yine basınçlı hava vasıtası ile elektrostatik tabanca içersinden geçirilerek boyanacak nesne üzerine püskürtülmektedir. Tabanca ve kontrol ünitesinin önemli verileri Tablo 05 ve Tablo 06'da özetlenmiştir.

Tablo 05 : OptiFleks B Manuel boya teçhizatı özellikleri:			
Elektrik verileri		Pinomatik. basınçlı hava verileri	
Gerilim	230-240 VAC	Basınçlı hava bağlantısı	G "1/4" içten dişli
Frekans	50 Hz	Maksimum giriş basıncı	10 bar
Giriş gücü	150 VA	Minimum giriş basıncı	6 bar
Anma çıkış gerilimi	12 V, max	Azami su buharı oranı	1,3 mg/m ³
Tabanca anma çıkış akımı	1 A	Azami yağ oranı	0,1 mg/m ³
Yabancı madde girişi koruması	IP 54	Azami basınçlı hava tüketimi	8 m ³ /h
Çalışma ortamı sıcaklığı	0-40 °C		
Patlayıcı ortamda çalıştırma müsaadesi, sertifikası			YOK

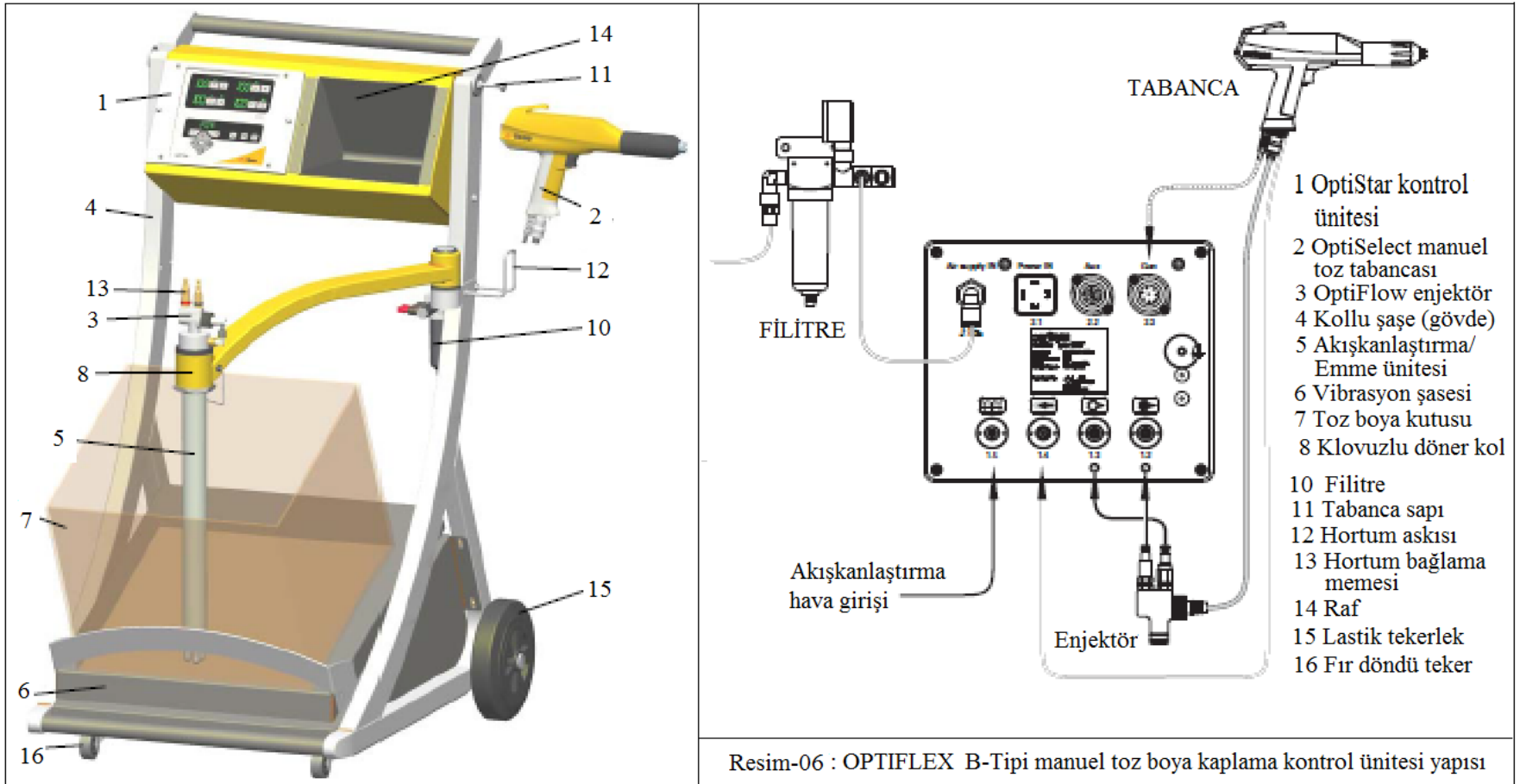
ELEKTROSTATİK BOYA TABANCASI ÖZELLİKLERİ:

Tablo 06: OptiSelect manuel toz boya tabancası elektrik verileri:	
Giriş gerilimi	10 V
Frekans	Yaklaşık 18 kHz
Maksimum çıkış gerilimi	100 kV
Polarite	Negatif (pozitifi isteğe göre)
Maksimum çıkış akımı	100 μ A
Yüksek gerilim göstergesi	LED ışık
Ateşleme koruması	Ex 2 mJ T6
Çalışma ortamı sıcaklığı	0 $^{\circ}$ C \pm 40 $^{\circ}$ C
Azami çalışma sıcaklığı (tabancanın kendi sıcaklığı)	85 $^{\circ}$ C
Patlayıcı ortamda çalıştırma müsaadesi. sertifikası	CE 0102 Ex II2D PTB05 ATEX 5007



KONTROL ÜNİTESİ ÖZELLİKLERİ:

Toz boya sistemine istenilen ayarın verildiği cihazdır. Atılan toz miktarı bu cihaz vasıtası ile belirlenmektedir.



Resim-06 : OPTIFLEX B-Tipi manuel toz boya kaplama kontrol ünitesi yapısı

2) BOYA HAZIRLANMASI ve BOYAMA İŞLEMİ:

Toz boya maddesi özel paketler ile getirilerek Resim-06 de görülen 7 nolu kutu içersine boşaltılmakta ve basınçlı hava ile akışkanlaştırılıp boya tabancasının hortumuna iletilmektedir. Boya hazırlığı sıvı boyalarda olduğu gibi karışık değildir ve boya hazırlık ortamı tehlikeli olacak kadar tozlanmamaktadır.

Tabanca ile boya atma işlemi (boya püskürtme) operatör marifeti ile manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Boyanacak nesne operatörün önünden geçmektedir. Birinci operatör bir yüzünü boyarken ters tarafta duran ikinci operatör de nesnenin diğer yüzünü boyamaktadır. Nesnenin yapısına göre, tabanca uzak veya yakın tutulmakta, eğilmekte veya dik tutulmaktadır. Kılavuza göre tabancanın 15 cm den fazla yanaştırılmayacağı yazılı ise de girintili ve kıvrık malzemelerde tabanca çok daha yakın tutulmaktadır.

3) KULLANILAN TOZ MİKTARI:

Hesaplarımız için saatte veya dakikada kullanılan (tabanca ile atılan) azami toz miktarı önemli ve gereklidir. İşyeri yetkililerinin ifadesine göre, kullanılan toz miktarı gelen malzemeye ve iş miktarına göre değişmektedir. En iyi halde, vardiyada azami 80 kg toz kullanılabildiği ifade edilmiştir. Bir vardiyayı 8 saat kabul eder ise saatte 10 kg toz kullanılıyor anlamı çıkmaktadır. Bizim en kötü ihtimale göre hesap yapmamız ve tabancanın teorik olarak saatte ne kadar boya atabilecek kapasitede olduğunu bilmemiz gerekir. GEMA firması broşürleri incelendiğinde tabancanın atabildiği azami toz boya miktarı hakkında bir bilgiye tarafımızdan rastlanamamıştır. Kontrol ünitesi kullanma kılavuzunda, toz miktarı oranlarının hava miktarı ayarları ile sağlandığı ve yüzde olarak kontrol ünitesi ekranında gözüktüğünden söz edilmektedir. Yani operatör, kontrol ünitesi üzerindeki düğmeler ile hava miktarlarını ayarlayarak atılacak boya miktarını belirlemektedir. Kullanılan toz miktarı basınçlı havanın yanı sıra tabanca ucuna takılan memeye (nozul'a), hortum boyu, çapı ve ayrıca kullanılan tozun özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. DEMA firmasının "OptiSpray F" isimli broşüründe (OptiFlex B'ye çok benzeyen bir sistem) toz boya miktarı olarak, 20 m uzunluğunda 8 mm hortum çaplı bir sistem için 700 g/dakika toz boya sarfiyat miktarı verilmektedir.

Benzeri tabanca üreten WAGNER firması tabanca broşürlerinde en fazla toz tüketimi olarak 450 ve 200 g/dakika değerleri verilmektedir. ATEX uyumlu bir tabancada püskürtülen azami toz miktarı 200 g/dakika olarak yazılıdır. Basınca bağlı olarak verilen toz boya sarfiyatları aşağıda tablo 07 deki gibidir.

Tablo 07: Basınca bağlı olarak tüketilen yaklaşık toz boya miktarları:

Toz hortumu: 12 m boyunda ve 11 mm çapındadır.

Kullanılan toz: PES 31.9010 S. Hava miktarı: Taşıyıcı ve ilave hava dahil toplam: 4 m³/h

Toz miktarı	g/min	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
Basınçlı hava ayarı	bar	0,8	1,0	1,15	1,35	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	3,1

Elde kesin veriler bulunmadığına göre hesaplar değişik alternatif toz miktarları için yapılarak güvenli tarafta bulunup bulunmadığımızı tespit edilecektir.

4) HAVALANDIRMA:

Boya kabini cebri olarak havalandırılmaktadır ve 2 adet her biri 7.500 m³/h kapasiteli hava emen aspiratör bulunmaktadır. Her aspiratör bir tabancaya çalışmaktadır. Hangi taraftan boya atılıyor ise o bölümün aspiratörü çalıştırılmaktadır. Aspiratörlerin ikisinin aynı anda çalıştırılması zorunlu değildir. Tek çalıştırıldıkları da olmaktadır. İyi bir havalandırma tespiti için aspiratörler çalışırken kabin açıklıklarından akan hava hızlarının anemometre ile ölçülmesi ile yapılabilmekte ise de, hesaplarımız hem 7,500 m³/h etiket ve hem de etiketin altındaki 5.000 m³/h emme kapasitesi ile yapılarak emniyetli tarafta olup olmadığımız belirlenecektir. Her ne kadar filtrelerin temiz tutulması ön görülüyor ve mevcut sistem kendi kendini temizliyor ise de hava emiş kanallarının kısmen kapalı olabileceği var sayımı ile etiketin altındaki değerler ile de hesap yapmak doğru olacaktır.

Tesiste toz boya geri kazanım ünitesi bulunmamaktadır. Boya kabini içersinde boyanan malzemeye yapışmayan toz zerrelere aspiratör ile emilerek toz boya kabini içersi temiz tutulmaktadır.

5) KULLANILAN TOZ BOYA ÖZELLİKLERİ MALZEME GÜVENLİK BİLGİLERİ

AA.. toz boya tesislerinde JOTUN firması yapımı epoksi-polyester toz boyalar kullanılmaktadır. Kullanılan toz boyaların etiketlerinde aşağıdaki yazılar okunmuştur:

JOTUN Corro-Coat PE Series 7 (B002)

JOTUN Corro-Coat I-PE Series 35 (E001)

JOTUN Corro-Coat MX Series S (C001)

Toz boya güvenlik bilgileri Ek-04 de görülmekte olup, JOTUN firması kaynakları pek doyurucu bilgiler içermemekle birlikte değişik kaynaklardan derlenen konumuz ile ilgili bilgiler Tablo 08'de özetlenmiştir.

Tablo 08: Corro-Coat EP-F, EP-R Özellikleri			
Fiziksel durum	Toz	Alt ve üst patlama sınırları	> 30 g/m ³
Renk	Değişik	Ayrışma, bozulma sıcaklığı	> 230 °C
Ergime noktası, erime aralığı	85-115°C	Minimum alevlenme enerjisi	5-20 mJ
Yoğunluk	1,2-1,9 kg/dm ³	Sıcaklık sınıfı, Alet grubu	T2, III B
Patlama tahribat katsayısı, Kst [bar.m/s]= 70-250 Dust deflagration index (Kst) 70 - 250 bar.m/s		Ateşlenme, tutuşma sıcaklığı Auto ignition temperature	> 400 °C
Maruziyet sınırları			
İnce Toz	<5µm	Toplam Toz	<10µm
İzin verilen azami miktar	5 mg/m ³	İzin verilen azami Miktar	10mg/m ³

C) TEHLİKELİ KUŞAKLARIN BELİRLENMESİ (IEC 60079-10-2)

6) KULLANILAN STANDART ve KAYNAKLAR

Konu patlayıcı toz olduğuna göre, tehlikeli bölge (ZONE) belirlemede dikkate alınması gereken IEC 60079-10-2 standardıdır. Bununla birlikte toz boya kabinleri ile ilgili aşağıdaki standartlar ve sanayi tavsiyeleri de incelenmek zorundadır.

- 1) TS EN 12981: 2005+A1 2009: Kaplama tesisleri - Organik toz kaplama malzemeleri için spreylenmiş banyoları- Güvenlik şartları.
EN 12981+A1, 2010: Coating plants - Spray booths for application of organic powder coating material - Safety requirements.

- 3) TS EN 50177/A1, 2013: Alev alabilir kaplama tozları için sabit elektrostatik uygulama cihazı-Güvenlik Kuralları. Direktif:94/9/EC
EN 50177/A1, 2013: Stationary electrostatic application equipment for ignitable coating powders – Safety requirements.
- 4) TS EN 50176, 2010: Alev alabilir sıvıları püskürtme malzemeleri için otomatik olarak çalışan elektrostatik püskürtme tesisleri. Direktif:94/9/E
EN 50176, 2010: Stationary electrostatic application equipment for ignitable liquid coating material – Safety requirements.
- 5) NFPA 33, 2007 Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials
National Fire Protection Assosiation, USA
- 6) BGI 764, 2014 Elektrostatisches Beschichten
Berufgenossenschaft Holz und Metal, Mainz-Germany www.bghm.de

7) MUHTEMEL RİSK SENARYOLARI, MUHTEMEL BOŞALMA KAYNAKLARI:

Senaryo 1: IEC 60079-10-2'ye göre her akla gelen risk muhtemel boşalma kaynağı olarak alınmamaktadır. Örneğin tamir ve bakım anındaki riskler boşalma kaynağı kabul edilmemekte ve tehlikeli bölge tayininde kullanılmamaktadır. Yazımızda söz konusu standardın detaylarına girilmeyecek olup, doğrudan muhtemel boşalma kaynakları ele alınacaktır. İncelediğimiz AA... firması toz boya tesisinde muhtemel risk: boya tozlarının etrafa yayılıp patlama riski oluşturma ihtimalidir. Petrol veya gaz tesisi gibi karmaşık proses aletleri ve boru tesisleri mevcut değildir. Toz boya maddesi basınçlı hava marifeti ile özel bir tabanca üzerinden bir kabin içerisinde boyanacak nesne üzerine püskürtülmektedir. **Bu püskürtme olayı riskin kendisidir.** Sızma veya buharlaşma gibi kendiliğinden havaya yayılma olayı bulunmamaktadır. Operatör kendisi kabin içerisinde toz boya maddesini atmosfere püskürterek gerçek riski oluşturmaktadır. Ayrıca elektrostatik prensibe göre çalışan toz boya tabancası kendisi doğrudan ateşleme kaynağını oluşturmakta ve ortamı tehdit etmektedir. Tesisin buna rağmen güvenli olduğunu ispatlamamız gerekmektedir. Bölüm 8'de gerekli hesaplar yapılmıştır.

Senaryo 2: Filtrelerin iç kısımları sürekli toz barındıran ortamlardır. Aynı zamanda kabinin havalandırmanın tam olarak ulaşamadığı köşeleri de zaman içerisinde toz toplamaktadırlar. Bu gibi bölümler için hesap yapma imkanı bulunmamaktadır. IEC 60079-10-2 madde 6 da belirtildiği gibi temizlik çalışmaları ile söz konusu sahalar tozdan arındırılmak zorundadır. Bu konu ile ilgili temizlik talimatları ile yönetsel tedbirler alınacaktır.

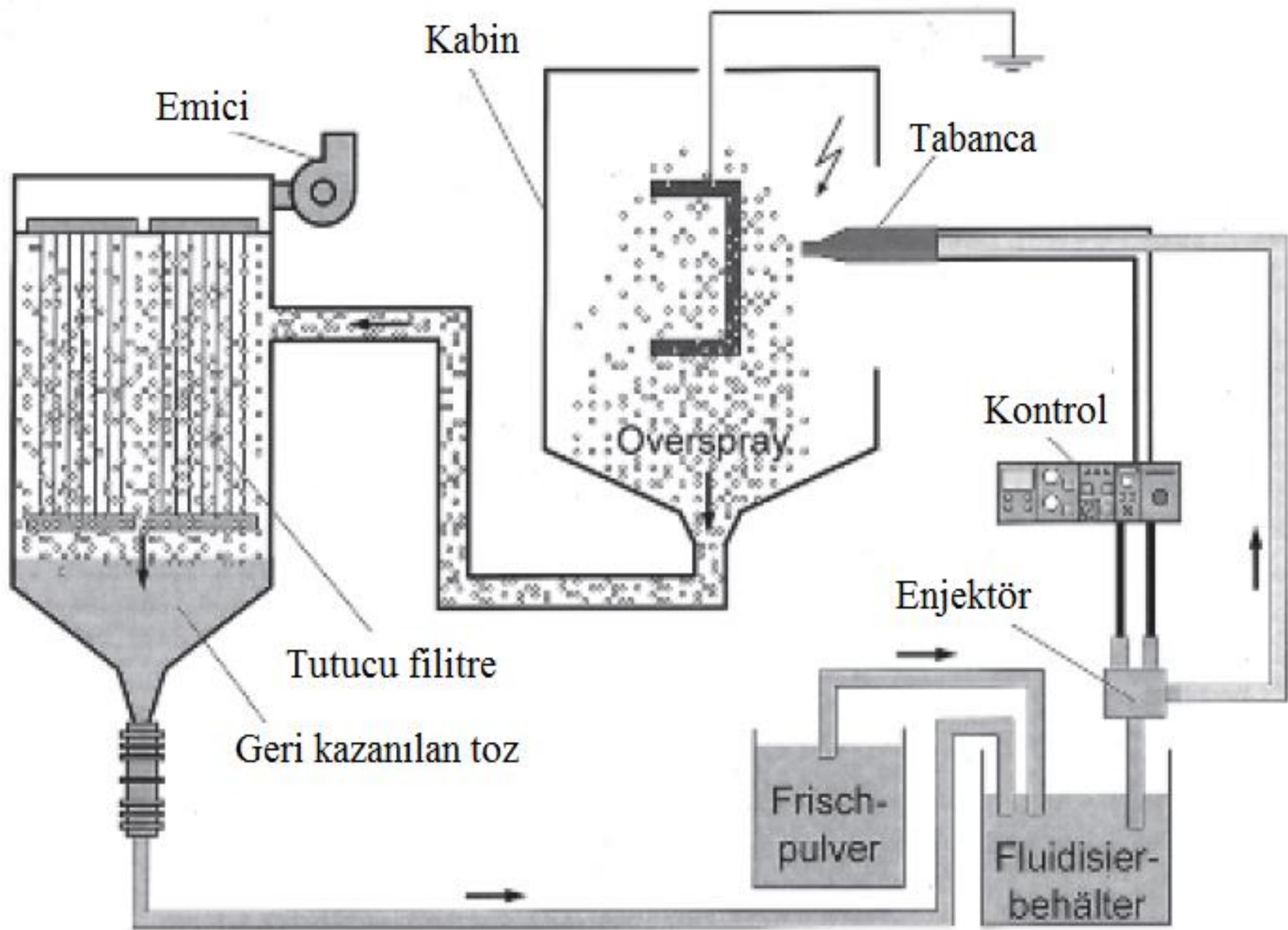
Senaryo 3: Toz boya torbalarının açılıp "akışkanlaştırma kutusu" içersine aktarılması esnasında etrafa toz dökülme riski mevcuttur. Bu gibi durumlarda tozun anında temizlenmesi gerekmektedir. Raporumuz Bölüm 12 de belirtilen yönetsel tedbirlere uyulması zorunludur.

Senaryo 4: Ambarda bekleyen toz paketlerinde bir risk görülmemektedir. Çünkü toz boya maddeleri sağlam paketlerde nakledilmektedir ve delinip etrafa yayılma olasılıkları çok azdır. Buna rağmen Bölüm 12 de belirttiğimiz yönetsel tedbirlere uyulmalıdır.

8) BOYA KABİNİ PROSES GÜVENLİĞİNİN HESABI

Ortama boşalan toz miktarı boyacının tabancası ile püskürttüğü toz miktarı olup, bu miktar Bölüm 3'de açıklanmıştır ve 200 gr/min kadardır. Hesaplarda değişik değerler alınarak güvenli tarafta bulunup bulunulmadığı irdelenecektir.

Hesaplarımız, TS EN 12981 standardı Ek-B' de verilen örnek ve formüller esas alınarak yapılmış olup, bu formüller aşağıda açıklanmıştır.



Sembo l	Birim	İzahat	İlgili Formüller
LEL	[g/m ³]	Tozun minimum patlama sınırı	
C _{LEL}	[%]	Toz boyanın alt patlama sınırı	$C_{LEL}=100 \times C / L_{EL}$
C	[g/m ³]	Toz boyanın havadaki ortalama yoğunluğu	
M _{max}	[g/h]	Püskürtülen maksimum organik toz boya miktarı, tabancadan çıkan azami toz miktarı	
Q _{min}	[m ³ /h]	Boya kabini içersindeki toz yoğunluğunu düşüren minimum hava akışı miktarı, kabin içersindeki minimum hava emiş miktarı.	$Q_{min}=3600 \cdot V \cdot A$
V	[m/s]	Kabin içersinde boya atılan yerdeki minimum hava akış hızı	
A	[m ²]	Kabin içersindeki kalıcı açıklıklar kesiti toplamı. Emici aspiratörün emiş yolları kesiti. Hava akışı ölçülebilen yerlerde yandaki formül ile minimum hava akış miktarı hesaplanmaktadır.	$C = M_{max} / Q_{min}$ $= [g/m^3]$

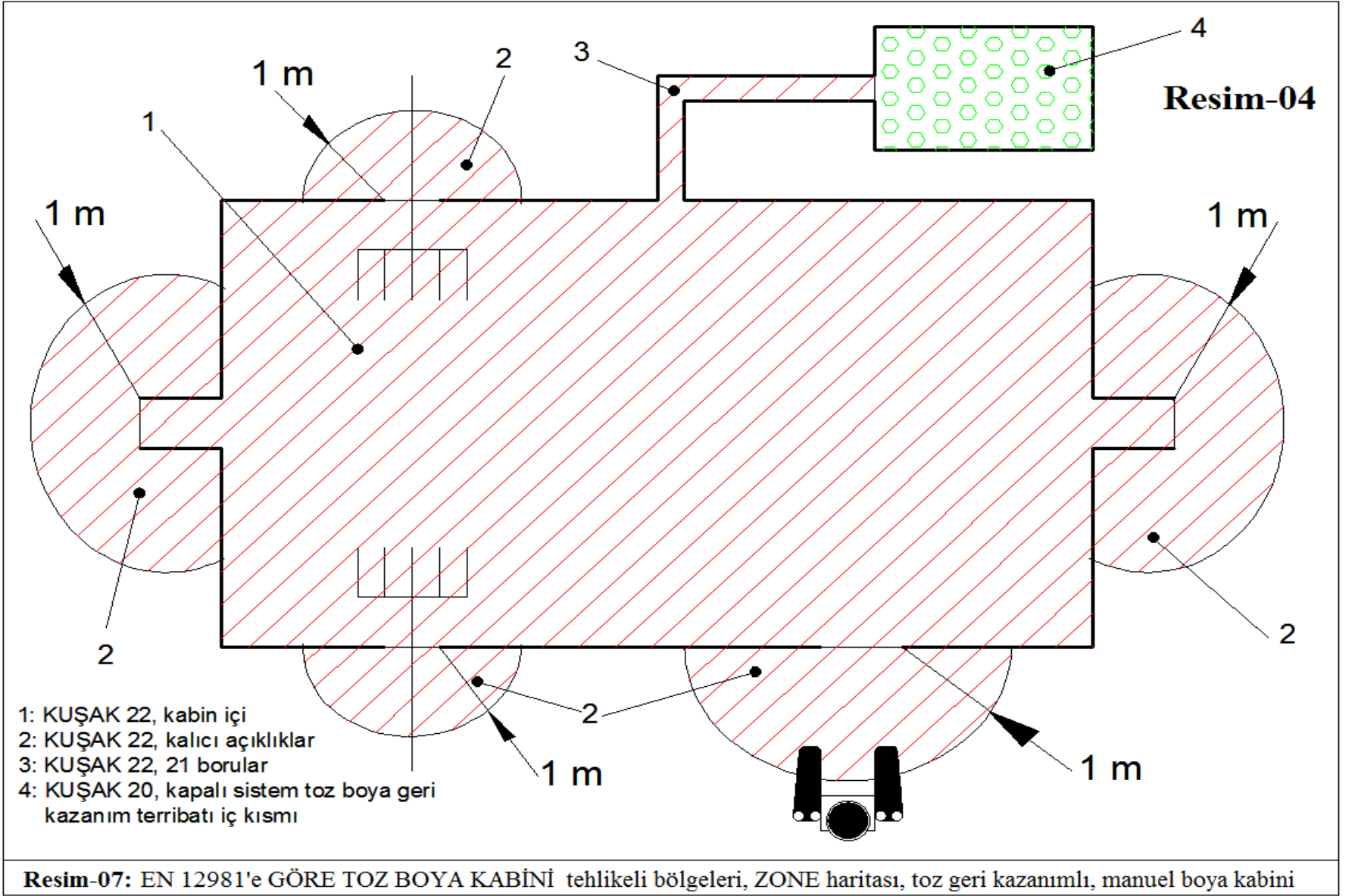
AA... toz boya kabiniinde açıklıklardaki hava hızlarını ölçmeye gerek yoktur. Çünkü minimum hava emiş miktarı Q_{min} bilinmektedir. Aspiratörün emme gücü $Q_{min} = 7.500$ m³/h dir.

$C = M_{max} / Q_{min}$ [g/m³] kabin içersindeki ortalama toz yoğunluğunu vermektedir. Bir yandan kabin içersine toz boya püskürtülürken, diğer yandan hava emilerek toz yoğunluğunun düşürülmesi sağlanmaktadır. Bu formül ile bulunan değer, tozun LEL (alt patlama sınırı) değerinin altında olmalıdır. EN 12981'de eğer LEL kesin olarak bilinemiyor ise bu değer 10 g/m³ olarak olması istenmektedir ki, önümüzdeki olayda LEL değeri tablo 08 de görüleceği gibi kesin olarak verilmemektedir.

$M_{\max} = C \times Q_{\min} = 10 \times 7500 \text{ [g/m}^3 \cdot \text{m}^3/\text{h}] = 75.000 \text{ g/h} = 75 \text{ kg/h} = 1.250 \text{ [g/dak]}$ azami püskürtme miktarı. Tabancadan bu miktar üzerinde boya atıldığı takdirde riskli olma olasılığı mevcuttur ki, tabancadan 200 g/dak toz boya çıktığına göre, tehlikeli ortam oluşmamaktadır. Aşağıda Tablo 09 de değişik toz miktarları için alternatif hesaplar yapılmış olup, sonucun ancak saatte 60 kg toz kullanılması ve emiş gücünün de %30 düşük olduğu 5.000 m³/h durumunda yaşanabileceği sonucuna varılmaktadır ki, AA... toz boya tesislerinde böyle bir durumun yaşanma olasılığı yoktur. Tesis yetkililerinin ifadesine göre saatte kullanılan toz miktarı 10 kg/h seviyesini aşmamaktadır ki, tablo-09 de görüleceği gibi 200g/dak miktarına dahi ulaşmamaktadır. Bu durumda AA... toz boya tesislerindeki kabin içersindeki emniyet sağlanmış olmaktadır. Diğer bir ifade ile senaryo 1 deki riskler havalandırma sayesinde bertaraf edilmektedir.

Tablo 09: BOYA KABİNİ PROSES GÜVENLİĞİNİN HESABI

Normal Havalandırma				Düşük havalandırma			
Mmax		Qmin	C	Mmax		Qmin	C
g/dak	kg/h	m ³ /h	g/m ³	g/dak	kg/h	m ³ /h	g/m ³
200	12	7500	1,60	200	12	5000	2,40
400	24	7500	3,20	400	24	5000	4,80
600	36	7500	4,80	600	36	5000	7,20
1000	60	7500	8,00	1000	60	5000	12,00
1200	72	7500	9,60	1200	72	5000	14,40



9) TEHLİKELİ BÖLGE HARİTASININ ÇİZİLMESİ:

Tehlikeli bölge haritası belirlemede aşağıdaki kaynaklar esas alınmıştır:

- 1) IEC 60079-10-2 2009, 2009
- 2) tasarı halindeki 226 CDV IEC 60079-10-2 2014
- 3) TS EN 12981, 2005+A1 2009

Senaryo 1'e göre kabin içersinde püskürtülen toz boya 1.derecede (primer) boşalma kaynağıdır ve IEC 60079-10-2, 2009 madde 5.3 Tablo-1'e göre bize Kuşak 0 ortamını işaret etmektedir. Kabin içersinde iyi bir havalandırma mevcut olduğuna göre kuşak seviyesini 21 veya 22 ye düşürmemiz mümkündür. Bu konuda EN 12981 iyi bir kaynak teşkil etmektedir. TS EN 12981 Ek-B de elektrostatik toz boya kabinleri ile ilgili örnek verilmiş olup, tehlikeli bölgeler resim 07'de görülen bu örnek esas alınarak çizilmiştir. Bu örneğe bakılarak AA... firması toz boya kabininin gerçek ölçüleri ile çizilen tehlikeli bölge haritası Ek-04 de görülmektedir. EN 12981 de ön görüldüğü gibi, kabinin boya atılan kısımları ile sabit açıklıkları etrafındaki 1 metre saha kuşak 22 olarak alınmıştır. Filtre ünitelerinin bulunduğu bölüm kuşak 21 ve kapalı bölümler ise kuşak 20 olarak kabul edilmiştir. Kabinin üst kısmındaki hareket rayı açıklığı 15-20 cm genişliğinde olup, bu açıklık etrafına 1 m yerine 50 cm yarı çapındaki bir alan kuşak 22 olarak ön görülmüştür. Çünkü bu kesimden dışarı toz sızma ve uzun mesafeler yayılma ihtimali çok düşüktür.

Yeni hazırlanmakta olan tasarı halindeki CDV 226 IEC 60079-10-2 de kuşak mesafeleri 1 metre yerine 3 m olarak önerilmekte ise de, AA... firması toz boya tesislerinde bu kadar geniş mesafeleri tehlikeli bölge olarak deklere etmenin anlamı yoktur. Çünkü toz boya kıymetli bir malzemedir, dışarıya savrulması ve kabinin 3 m etrafında tozuması gibi bir duruma asla müsaade edilmez. Hazırlanmakta olan standartta ön görülen 3 m mesafesi genel maksatludur ve elimizdeki örnekte uygulamanın teknik olarak anlamı yoktur.

Normal operasyon dolayısı ile belirlenen tehlike kuşakları EK-03 deki gibidir. Anormal çalışma, boyaya başlama ve boyamanın sonlandırılması gibi hallerde operatör hatası ile etrafa toz saçılma ihtimali bulunmaktadır. Ayrıca toz torbalarının açılması ve boşaltılması esnasında (senaryo 3) ve yine filtrelerde toplanan tozların alınması esnasında da etrafa toz dağılma olasılığı mevcuttur. Bu gibi olaylarda dökülen ve dağılan tozlar anında temizlenecektir. Bu nedenle yönetsel önlem olarak toz boya kabininin operatör bulunan her iki tarafına aşağıdaki ikaz yazısı yazılacaktır:

DİKKAT 1: Toz boya hazırlama esnasında yere dökülen tozlar anında silinip temizlenecek, kabin dışında kısa süreli de olsa boya tozu oluşmasına izin verilmeyecektir.

DİKKAT 2: Kabin içi her vardiya bitiminde temizlenecek ve kabin içi ve dışı tozsuz halde, gelen vardiyaya tertemiz teslim edilecektir.

DİKKAT 3: Toz boya işlemine başlamadan kabinin içi ve dışı, aletlerin üzerleri temizlenecek, tozlar silinip alınacaktır.

Firmanın kullanma kılavuzunda ve kabin üzerindeki elektrik panosu üzerinde yazılı ikazlara uyulacaktır.

D) KULLANILACAK ALETLERİN ÖZELLİKLERİ

10) ALET KATEGORİLERİ ve SICAKLIK GRUPLARI

Kuşak haritalarında belirlenen tehlikeli sahalara yerleştirilecek aletler (mekanik veya elektrik) ATEX Yönetmeliği açısından en az aşağıdaki özelliklere sahip olacaklardır.

ALET GRUBU: IIIB veya IIB olacaktır.

SICAKLIK GRUBU: Tablo-08 de verilen 400⁰C patlama sıcaklığına göre T2 yeterli olmaktadır. Fakat EN 50050-2 de tabancalar için T6 ve kontrol ünitesi için de T4 sıcaklık grubu ön görülmektedir ki, bu durumda patlayıcı ortamlarda bulunan diğer aletleri de T4 sıcaklık grubunda seçmemizde yarar vardır.

KUŞAK 22 de kullanılan aletler kategori 3 veya uluslar arası işaretlemeye göre “patlamadan koruma düzeyi” (EPL) c olacaktır. Kategori 1, 2 veya EPL-a, -b olmalarının bir mahsuru yoktur.

KUŞAK 21 de kullanılan aletler kategori 2 veya uluslar arası işaretlemeye göre EPL-b düzeyinde korumaya sahip olacaktır. Bu sahada kategori 1 ve 2 ekipmanlar ile EPL-a ve -b seviyesinde cihazlar kullanılabilir. Yalnız kategori 3 veya EPL-c ekipmanlar kullanılamaz.

KUŞAK 20 da her hangi bir elektrikli alet kullanılması tavsiye edilmez. Eğer kullanılacak ise kategori 1 veya uluslararası işaretlemeye göre EPL-a koruma düzeyine sahip olmalıdırlar. Ayrıca zon 20 sahaya alet yerleştirilmesi durumunda IEC 60079-26 şartlarına dikkat edilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

11) MUHTEME ATEŞLEME KAYNAKLARI ve STATİK ELEKTRİKLENMEYE KARŞI ALINACAK TEDBİRLER

Tesisteki muhtemel ateşleme kaynaklarının başında elektrikli aletler gelmektedir. Elektrikli aletler yapıları icabı hem ısınmakta ve hem de ark çıkarmaktadırlar. Mevcut durum Denetleme bۆlümünde incelenmiŐtir. Cep telefonu ve elektrikli kol saatleri de aynı Şekilde ateşleme kaynağı oluŐurmaktadırlar.

Elektrostatik toz boyanın kendi bۆnyesinde statik elektrik zaten mevcuttur. Fakat kullanılan tabancanın yۆklediđi boya dۆŐuk enerjili olduğu için (2 mJ) tozlu ortamı ateŐleyebilecek kabiliyette değildir.

Tesiste metal parçalar boyanmakta olup. bu parçalar boya prosesi dolayısı ile topraklanmaktadırlar. Çalışanların giysileri elektrostatik yۆklenmeye neden olmamalıdır. Bu maksatla ۆzel bir elbise taŐınmasına gerek yoktur. Çünkü metal parçalarla çalıŐılmaktadır. Yalnız, suni maddeden yapılı kazak, yelek ve anorak gibi kolay elektriklenen giysiler yerine pamuklu ve keten giysiler kullanılması tavsiye edilir. Ayaklarda ucu demirli iŐ ayakkabıları kullanılması yeterli olacaktır.

E) ATEX YÖNETMELİĞİ GEREĞİ YAPILMASI GEREKEN DİĞER İŞLER

12) YÖNETSEL TEDBİRLER

1) Atölye girişi ön kapısına, boya kabininin yan yüzlerine ve boya paketlerinin depolandığı deponun önüne (4 noktaya) ATEX 137 Yönetmeliği Ek-4 gereği aşağıdaki üçgen işaret levhasından yerleştirilecek veya yapıştırılacaktır.



2) Bölüm 9 de bahsedilen aşağıdaki ikazlar kabin üzerine veya uygun bir yere yazılacaktır.

DİKKAT 1: Toz boya hazırlama esnasında yere dökülen tozlar anında silinip temizlenecek, kabin dışında kısa süreli de olsa boya tozu oluşmasına izin verilmeyecektir.

DİKKAT 2: Kabin içi her vardiya bitiminde temizlenecek ve kabin içi ve dışı tozsuz halde, gelen vardiyaya tertemiz teslim edilecektir.

DİKKAT 3: Toz boya işlemine başlamadan kabinin içi ve dışı, aletlerin üzerleri temizlenecek, tozlar silinip alınacaktır.

3) Toz boya işinde çalışanlar eğitimden geçirilmeli ve konu ile ilgili eğitildiklerine dair belge verilmelidir. Bu belgede çalışanların yerlere dökülen tozların temizlenmesi ile ilgili olarak bilgilendirildikleri vurgulanmalıdır. Çünkü IEC 60079-10-2 Ek-C de bu konu özellikle ele alınmış olup, toz tehlikesi ile mücadelenin başında temizlik olayı gelmektedir.

4) Elektrostatik toz boya tabancasını kullanan operatörler tabancayı kullanmaya başlamadan önce kol saatlerini çıkaracaklar ve cep telefonlarını kabinden 3 metre uzakta bir yere koyacaklardır.

13) DENETLEME

Ek-3 deki Kuşak haritasına göre mevcut tesisin uygun olup olmadığının denetlenmesi gerekmektedir. Tesis 2007 de kurulduğuna göre ATEX Yönetmeliklerinin geçerli olduğu tarihlere rastlamaktadır ve Yönetmeliğe eksiksiz uygun olmak zorundadır. Toz boya kabini EE... firması tarafından üretilmiş olup, üretici firma tarafından hazırlanıp kullanıcıya teslim edilmiş bir PKD ve zon haritasına rastlanmamıştır. Denetleme bölüm 9 de açıklanan kuşak haritasına göre yapıлып aşağıdaki tablo-04 de özetlenmiştir.

Tablo-10: DENETLEME TABLOSU				
Sıra No:	Tehlikeli sahada bulunan aletin ismi ve özelliği	Etiketindeki ATEX işareti	Uygun olup olmadığı	Açıklama
01	Toz toplama filtreleri	yok	Uygun değil	
02	Emiş aspiratörü mekanik aksamı	yok	Uygun değil	
03	Emiş aspiratörü elektrik motoru	yok	Uygun	Elektrik motoru temiz bölgede.
04	Elektrik tablosu.	yok	Uygun değil	
05	Acil stop butonu	yok	Uygun değil	
06	Floresan aydınlatma armatürü	yok	Uygun değil	
07	Toz boya tabancası	Ex II 2D	Uygun	
08	Toz boya kontrol ünitesi	yok	Uygun değil	
09	Kabin içersindeki tüm elektrik tesisat kabloları yanmayı ilerletmeyen tipten olacaktır.			
10	Kabinin metal aksamları, alüminyum gibi yumuşak malzemedden yapılmış olmamalıdır. Plastik aksam var ise anti statik özellikte olmalıdır.			

Denetleme tablosunda görüleceği gibi yalnızca elektrostatik toz boya tabancasının kendisi ATEX yönetmeliğine göre parlayıcı patlayıcı ortam şartlarına uygundur. Diğer aksamların tamamının ya patlayıcı ortam dışına alınması veya yukarıda bölüm 10)'da açıkladığımız şartlara göre exproof özellikte olanlarının temin edilmesi gerekmektedir.

14) ATEX YÖNETMELİĞİNİN MADDE MADDE CEVAPLANMASI

İncelediğimiz AA... toz boya tesisi, kısa adı ile ATEX 137 olarak bilinen ve en son şekli ile Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından 30 Nisan 2013 tarih ve 28633 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik” kapsamındadır. Aşağıda adı geçen tesisin Yönetmeliğe uyumluluğu madde madde ele alınmıştır.

15) KURUTMA FIRINI ve DOĞAL GAZ RİSKLERİ:

Kurutma fırınında kurutulmuş boyalı parçalar her hangi bir patlama riski oluşturmamaktadır. Çünkü toz boya maddesinin otomatik patlama sıcaklığı 400-450 °C dir. Fırın ise azami 230 °C ye kadar ısıtılmaktadır. Fırının aşırı ısınması da söz konusu değildir. Çünkü sıcaklık otomatik kontrol edilmekte ve 230 °C de sabit tutulmaktadır. Fırın doğal gaz ile ısıtılmaktadır. Düşük basınçlı olan doğal gaz risk oluşturmamakla birlikte, brülörün üst kısmına bir doğal gaz dedektörü konulması gerekmektedir. Fırına gelen doğal gaz boruları kaynakla bağlı olup her hangi bir gaz kaçırma kaynağı oluşturmamaktadır. Brülörün bağlandığı noktada bir vana mevcut olup, yalnızca bu vananın bir arıza veya contaların yıpranması durumunda gaz kaçırma ihtimali vardır. Brülörün ateşlememesi dolayısıyla yanmamış doğal gazın fırın içersine dolma ihtimali bulunmamaktadır. Muhtemel yanmamış doğal gazın mevcut baca sistemi içersinden dışarı atılma imkanı mevcuttur. Bu maksatla yaptırılmış baca ve havalandırma sistemi mevcuttur. Doğal gaz ile ilgili hesaplar da yapılabilir. Fakat bunlar bizce gereksizdir. Çünkü, İngiliz Doğal Gaz Mühendisleri Kuruluşunun (IGEM) tavsiyelerine göre, elde edilecek tehlikeli bölge mesafesi çok küçüktür ve ihmal edilebilecek düzeydedir. Ayrıca hazırlanmakta olan tasarı halindeki IEC standardı "IEC 60079-10-2, CDV 234" madde 1-f de Gaz Dağıtım kuruluşları şartnamelerine göre yapılan ve bu kuruluşlarca onaylanan düşük basıncı ısıtma gayesi ile kullanılan tesisler IEC 60079-10-2 kapsamı dışında tutulması ön görülmektedir. Bu bakımdan AA... firması toz boya tesislerindeki doğal gaz sistemi için her hangi bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur ve herhangi bir tehlikeli bölge mevcut değildir.

F) SONUÇ ve ÖNERİLER:

Tarafımızdan yerinde incelenen AA... toz boya tesisinde ATEX yönetmeliğine uymayan aşağıdaki hususlar tespit edilmiş olup, bu eksiklikler giderildiği takdirde söz konusu toz boya tesisi ATEX Yönetmeliğine uygun hale gelecektir.

- 1) Floresan lambalar exproof değildir, bölüm 10) belirtilen özellikte lambalar ile değiştirilecektir.
- 2) Ek-2 deki 2 nolu tabanca kontrol ünitesi ve yine 6 nolu elektrik tablosu Ek-03 de çizilen tehlikeli bölgenin dışına alınacaktır. Bu işlemi yaparken kabloları yenileme sorunu ile karşılaşılacaktır. Kablo olarak IEC 60079-14 standardı ve Yangın Yönetmeliği gereği yanmayı iletmemeyen halojensiz tip kablo kullanılmasının zorunlu olduğu unutulmamalıdır.
- 3) Acil stop butonu bulunduğu yerde kalacak, fakat exproof olanı ve bölüm 10) daki özellikteki stop butonu ile değiştirilecektir.

- 4) Toz emiş aspiratörünün elektrik motoru temiz bölgededir. Her hangi bir deęiřime gerek yoktur.
- 5) Toz toplayıcı filtrelerin anti statik özellikte olmaları yeterlidir. Filtreyi satan üreticiden gerekli belgenin temin edilmesi yeterli olacaktır.
- 6) ATEX 94/9 Yönetmeliği gereği mekanik aksamlar için Onanmış Kuruluřtan bir sertifika istenmediği için emiş aspiratörünün mekanik kısmını imal eden firmadan bir deklerasyon temin edilmesi yeterli olacaktır.
- 7) Bölüm 12 de bahsi geçen ikaz levha ve yazıları yenlerine konulacaktır.
- 8) Çalışanlar kısa süreli bir eğitimden geçirilip belgelendirilecek ve bu belgeler iř güvenliğinden sorumlu birimde muhafaza edilecektir.
- 9) Fırındaki brülör üzerine uygun bir yere alarmlı doğal gaz algılama dedektörü bağlanacaktır.

Ekler:

EK-00: Toz boya kabini görünüşü.

EK-01: Elektrostatik toz boya tesisi yapısı ve iş akış planı.

EK-02: Elektrostatik toz boya kabini teknik resmi.

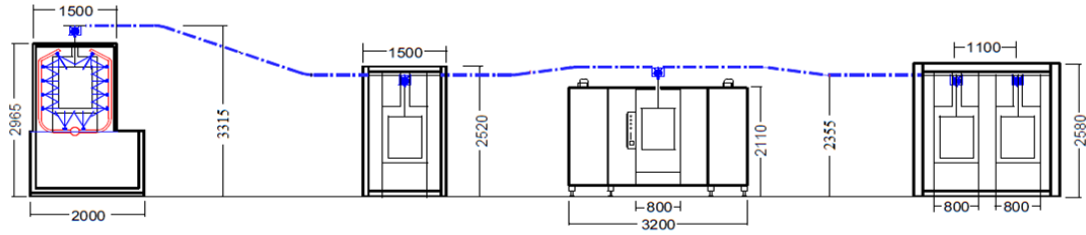
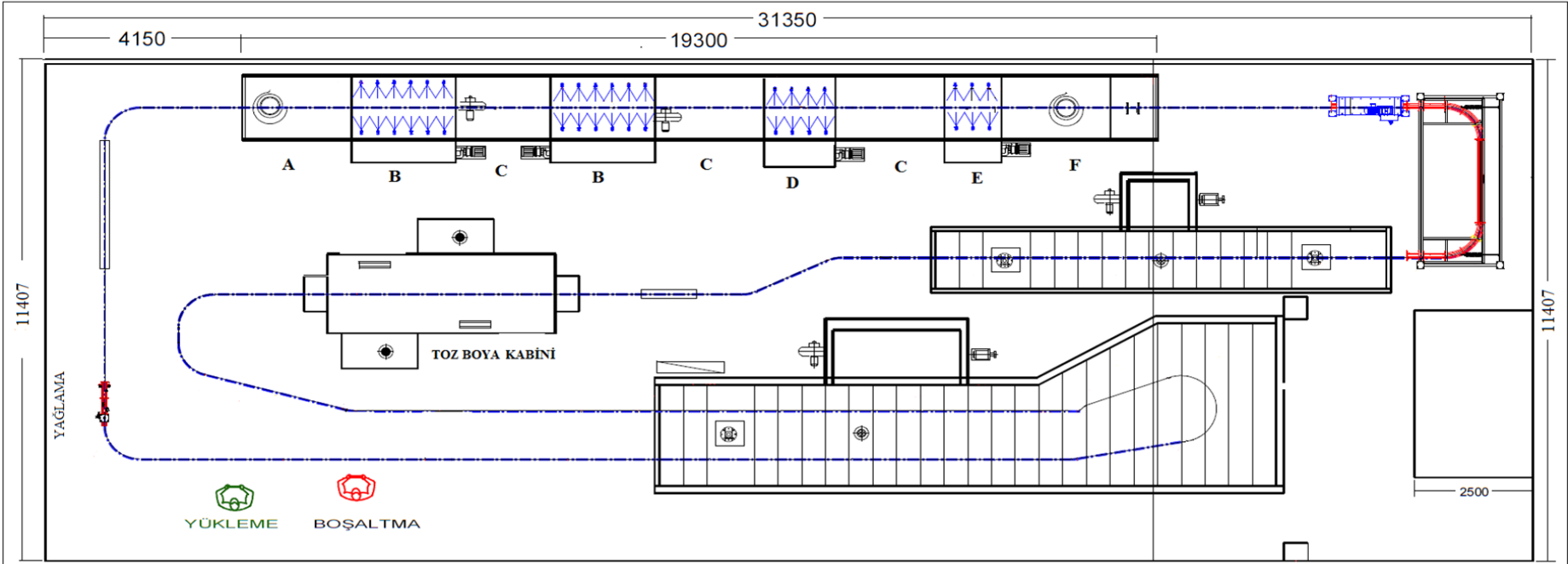
EK-03: Toz boya kabini detay görünüşleri.

EK-04: Toz boya kabini tehlikeli bölge (ZONE) haritası.

EK-05: Toz boya maddesi güvenlik bilgileri.

Ek-00: Toz boya kabini görünüşü





ÖLÇEK

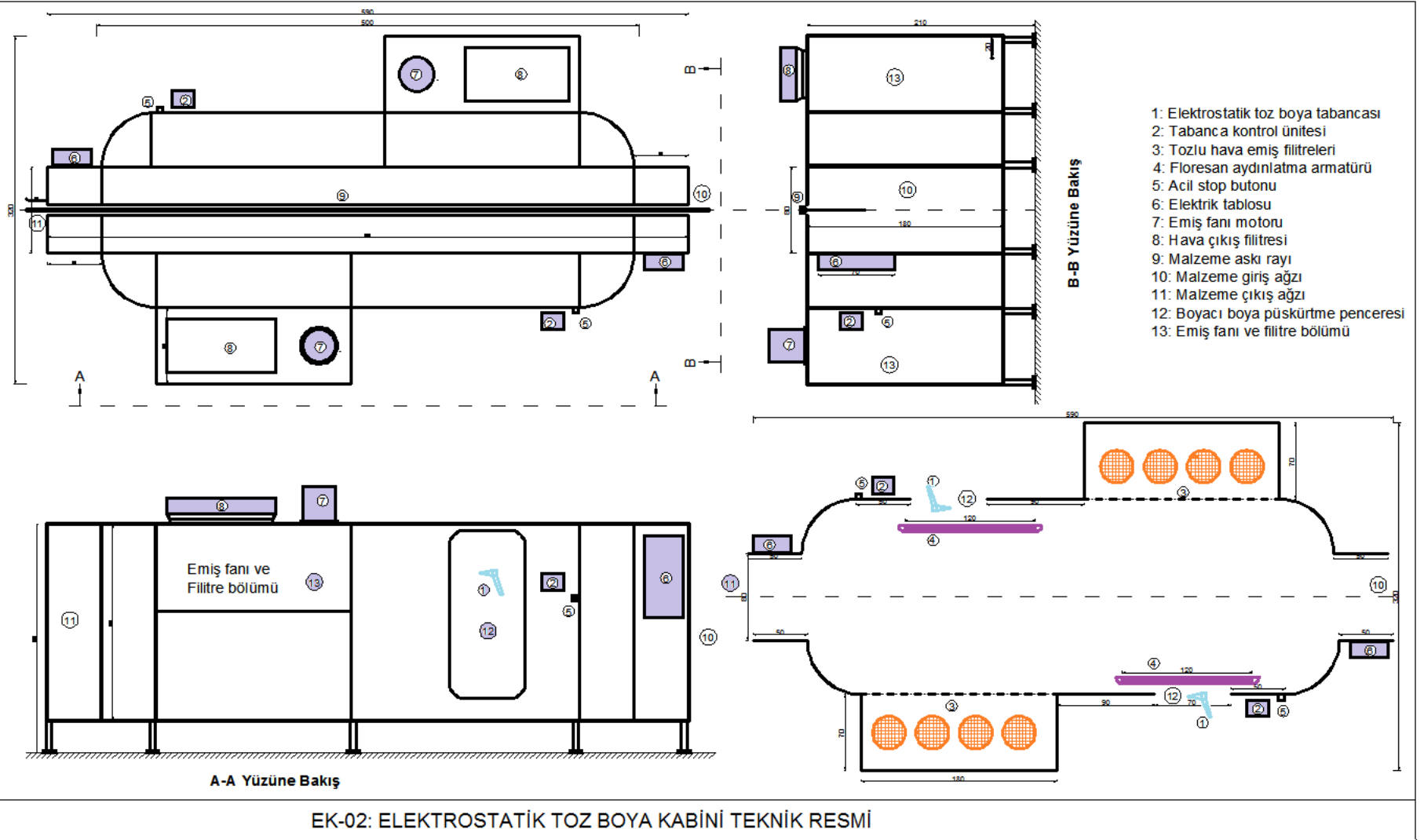
2000 mm

01 SPREY TEMİZLİK HATTI
 A GİRİŞ HOLÜ
 B YAĞLAMA DEMİR FOSFAT
 C DAMLAMA
 D DURULAMA
 E PASİVASYON
 F ÇIKIŞ HOLÜ
 G HAVA DUŞU
 02 EGZOST FANI
 03 KURUTMA FIRINI
 04 HAVA PERDESİ

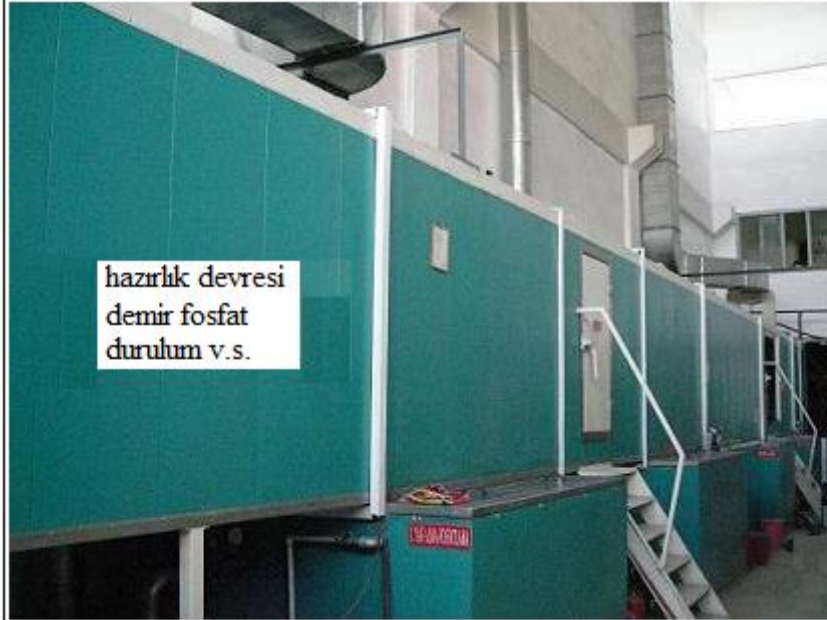
05 KURUTMA FIRINI termo sloğu
 06 SİRKÜLASYON FAN MOTORU
 07 BRÜLÖR
 08 KK-8 TOZ BOYA KABİNİ
 09 FİLTRE GRUBU
 10 AYDINLATMA
 11 EGZOST FAN MOTORU
 12 TOZ SOYA PIŞIRME FIRINI
 13 HAVA PERDESİ
 14 FIRIN TERMOBLOĞU
 15 SİRKÜLASYON FAN MOTORU

16 BRÜLÖR
 17 ATIK GAZ FANI
 18 SİSTEM KONTROL PANOSU
 19 KARDAN KONVEYÖR HATTI
 20 TAHRİK MEKANİZMASI
 21 GERDİRME MEKANİZMASI
 22 YAĞLAMA ÜNİTESİ
 23 NOZUL
 24 POMPA

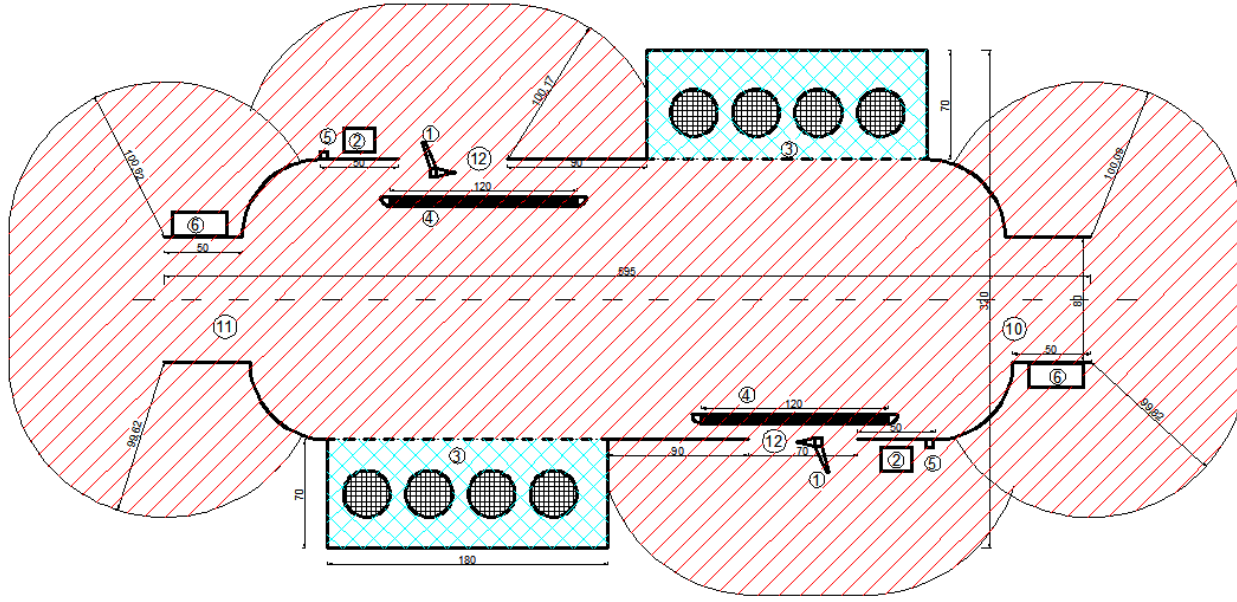
EK-01: TOZ BOYA TESİS KROKİSİ



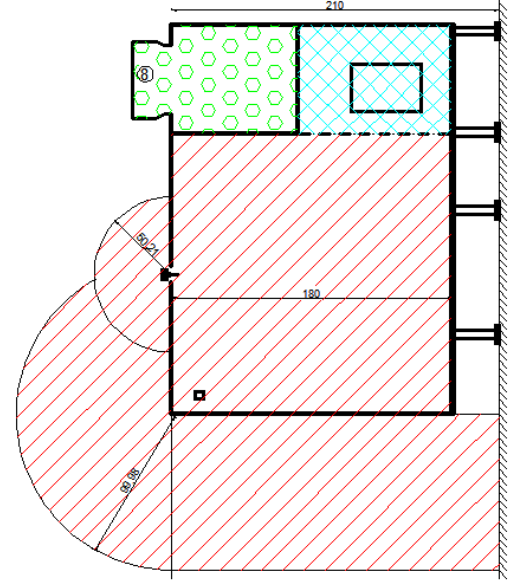
EK-02: ELEKTROSTATİK TOZ BOYA KABİNİ TEKNİK RESMİ



Ek-03: AA... firması toz boya tesisi detay resimleri



C-C KESİTİ: Kabinin ortadan yatay kesit görünüşü



D-D KESİTİ: Kabinin dikey kesit görünüşü

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1: Elektrostatik toz boya tabancası | 8: Hava çıkış filtresi |
| 2: Tabanca kontrol ünitesi | 9: Malzeme askı rayı |
| 3: Tozlu hava emiş filtreleri | 10: Malzeme giriş ağızı |
| 4: Floresan aydınlatma armatürü | 11: Malzeme çıkış ağızı |
| 5: Acil stop butonu | 12: Boyacı boya püskürtme penceresi |
| 6: Elektrik tablosu | 13: Emiş fanı ve filtre bölümü |
| 7: Emiş fanı motoru | |

- | | |
|----------|--|
| KUŞAK 20 | |
| KUŞAK 21 | |
| KUŞAK 22 | |

**EK-04 : AA... ELEKTROSTATİK TOZ BOYA TESİSİ ZON HARİTASI
TEHLİKELİ BÖLGELER, KUŞAK HARİTASI**

Revizyon No: 0		İmza	Tarih
İsveren Onay			
Onay: Ali Turan			
Kontrol: Murat Selvi			
Çizen: M. Kemal SARI			01.04.2015
Resim No:			

**DİNLEDİĞİNİZ İÇİN
TEŞEKKÜRLER**