S. O. DANYILDIZ

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ

2019

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SICAK DALDIRMA YÖNTEMİYLE GALVANİZ KAPLAMA SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLARIN SEBEP OLDUĞU RİSKLERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

S. Oğuzhan DANYILDIZ

İŞ GÜVENLİĞİ VE SAĞLIĞI ANA BİLİM DALI

HAZİRAN 2019

İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SICAK DALDIRMA YÖNTEMİYLE GALVANİZ KAPLAMA SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLARIN SEBEP OLDUĞU RİSKLERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

S. Oğuzhan DANYILDIZ
(601115019)

İş Güvenliği ve Sağlığı Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Elif ALYAMAÇ SEYDİBEYOĞLU

HAZİRAN 2019

İKÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsünün 601115019 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Seyda Oğuzhan DANYILDIZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "SICAK DALDIRMA YÖNTEMİYLE GALVANİZ KAPLAMA SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLARIN SEBEP OLDUĞU RİSKLERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :

Dr. Öğr. Üyesi Elif ALYAMAÇ SEYDİBEYOĞLU .....
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Jüri Üyeleri :

Doç. Dr. Femin YALÇIN .....
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Canan URAZ .....
Ege Üniversitesi

Teslim Tarihi : .09.2019
Savunma Tarihi : 19.06.2019

ÖNSÖZ

Bana bu tezi tamamlama imkanı veren herkese şükranlarımı sunarım. Bu tezin araştırma ve yazımında her zaman tecrübesi ve önerileri ile beni teşvik eden Dr. Öğr. Üyesi Elif ALYAMAÇ SEYDİBEYOĞLU'na, her türlü destek ve yardımları için Doç. Dr. Femin YALÇIN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Canan URAZ'a, bu süreçte bana destek veren ve yardımcı olan idari kadro çalışanları Emre YILMAZ'a ve Nurşen ŞAN'a sevgisi, güveni ve sürekli desteğinden dolayı Cansu ÖNERCAN'a ve son olarak koşulsuz destek ve sevgilerinden dolayı babam Oruç DANYILDAZ'a ve annem Hamail DANYILDIZ'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
TABLO LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xii**
ÖZET ..... **xv**
ABSTRACT ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BİLGİLER **2**
2.1. Galvaniz Kaplama Sektörüne İlişkin Bilgiler 2
2.1.1. Galvaniz nedir? 2
2.1.2. Yurtdışında galvaniz sektörü 3
2.1.3. Ülkemizde galvaniz sektörü 4
2.2. Tercih Edilen Yöntem ve Teknolojiler 6
2.2.1. Sıcak daldırma metodu ile galvanizleme (SDG) 6
2.2.1.1. Sıcak daldırma ile galvaniz kaplama prosesi 8
2.2.2. Elektrolitik yöntem ile galvaniz kaplama 14
2.2.2.1. Çinko ile elektrolitik galvaniz kaplama prosesi 15
2.2.3. Püskürtme yöntemi ile galvaniz kaplama 18
2.3. Galvaniz Sektöründe Tercih Edilen Ana ve Yardımcı Kimyasalların Olası Zararları 20
2.4. Sıcak Daldırma Galvaniz Sektöründe Oluşan Atıklar 30
2.4.1. Proses atıkları 32
2.4.2. Yan proses atıkları 33
2.4.3. Proses dışı atıklar 35
3. MATERYAL-YÖNTEM **38**
3.1. Çalışmanın Bütünsel Değerlendirilmesi 38
3.2. Araştırma ve Gözlemin Yapıldığı Faaliyete İlişkin Bilgi 39
3.3. Sıcak Daldırma Galvaniz Sektöründe Oluşan Atıklara İlişkin Risk Tespiti 40
4. ÖLÇÜM VE TESPİT **41**
4.1. Sıcak Daldırma Yöntemiyle Galvaniz Kaplamada Kimyasal Etki Değerleri 41
4.2. Sıcak Daldırma Yöntemiyle Galvaniz Kaplama Tesisinde Atık Yönetimi Kapsamında Tespit Edilen İSG Riskleri ve Önlemleri 47
4.2.1. Proses atıklarına yönelik tespiti gerçekleştirilen riskler 47
4.2.2. Yan proses atıklarına yönelik tespiti gerçekleştirilen riskler 54
4.2.3. Proses dışı atıklara yönelik tespiti gerçekleştirilen riskler 59
5. SONUÇ VE ÖNLEMLER **63**
REFERANSLAR **69**
ÖZGEÇMİŞ **73**

KISALTMALAR

SDG : Sıcak Daldırma Yöntemiyle Galvaniz Kaplama
İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği
M.Ö : Milattan Önce
USD : United States Dollar (Birleşmiş Milletler Doları)
IZA : International Zinc Association (Uluslararası Çinko Birliği)
LC50 : Lethal Concentration (Öldürücü Konsantrasyon)
LD50 : Lethal Dose (Öldürücü Doz)
ATP : Adenozin Trifosfat
KMÇSGHY : Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
OSHA : Occupational Safety and Health Administration (Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi)
NIOSH : The National Institute for Occupational Safety and Health (Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
TWA : Time-Weighted Average (Zaman Ağırlıklı Ortalama Değer)
Ö.D : Ölçülen Değer
S.D : Sınır Değer
ppm : Parts Per Milion (Milyonda Bir)
ST : Kısa Süreli Maruz Kalma Sınırı
KKD : Kişisel Koruyucu Donanım
TOC : Total Organic Carbon (Toplam Organik Karbon)
TDS : Total Dissolved Substance (Toplam Çözünmüş Madde)
DOC : Dissolved Organic Carbon (Çözünmüş Organik Karbon)
MSDS : Material Safety Data Sheet (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu)
ADR :Accord Européen Relatif Au Transport International Des Marchandises Dangereuses Par Rout (Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Uluslararası Taşınmasına İlişkin Avrupa Anlaşması)
APAC : Asia Pacific (Asya Pasifik)
EMEA : Europe, Middle-East and Africa (Avrupa, Orta Doğu ve Afrika)

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 : SDG sektörü muhtemel tehlikeli atıkları 32
Tablo 2.2 : SDG sektöründe muhtemel tehlikesiz atıkları 33
Tablo 2.3 : SDG sektörü tehlikeli yan proses atıkları 33
Tablo 2.4 : SDG sektörü tehlikesiz yan proses atıkları 35
Tablo 2.5 : SDG sektörü tehlikeli proses dışı atıkları 36
Tablo 2.6 : SDG sektörü tehlikesiz proses dışı atıkları 37
Tablo 4.1 : KMÇASGTHY kapsamında ağır metal konsatrasyonunun etki değerleri ve sınır değerlerinin karşılaştırılması 43
Tablo 4.2 : OSHA kapsamında ağır metal konsatrasyonunun etki değerleri ve sınır değerlerinin karşılaştırılması..... 43
Tablo 4.3 : NIOSH kapsamında ağır metal konsatrasyonunun etki değerleri ve sınır değerlerinin karşılaştırılması..... 43
Tablo 4.4 : Asit Maruziyet Etki Değerleri İle Sınır Değerlerin Karşılaştırılması. 44
Tablo 4.5 : İç ortam gaz ölçümlerinin karşılaştırılması. 46

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : SDG tesislerinin bölgesel dağılım haritası 5
Şekil 2.2 : Galvaniz sektöründeki yapılan satışların sektörel dağılımları 6
Şekil 2.3 : Sıcak daldırma galvaniz iş akım şeması..... 9
Şekil 2.4 : Ürün uygunluk kontrolü 10
Şekil 2.5 : Askıya almaya işlemini gösterir bir görsel..... 10
Şekil 2.6 : Metalik malzemelerin çinko ile kaplanması..... 12
Şekil 2.7 : Kromat kaplı malzemenin durulanması 14
Şekil 2.8 : Düşük karbonlu çeliğin elektrolitik yöntem ile kaplanması iş akım şeması 16
Şekil 2.9 : Yüksek karbon içeren çeliğin elektrolitik kaplanmasına ilişkin iş akım şeması..... 16
Şekil 2.10 : Asidik elektrolitik çinko kaplama 17
Şekil 2.11 : Çinko maruziyetinin vücut sistemlerine etkisi 22
Şekil 2.12 : Kadmiyum maruziyetinin vücut sistemlerine etkisi..... 23
Şekil 2.13 : Aluminyum maruziyetinin vücut sistemlerine etkisi..... 25
Şekil 4.1 : Katı çinko atığı.....48
Şekil 4.2 : Çürük asit (sıyırma asidi) 49
Şekil 4.3 : Kromat havuzu, a) Atık kromatın AAT'ye aktarımını yapan boru, b) tahrip olmuş atık kromat havuzu yüzeyi 51
Şekil 4.4 : Iskarta flaks malzemeler..... 52
Şekil 4.5 : Toz çinko külü ve çinko drosu 53
Şekil 4.6 : Mekanik işlem atıkları..... 54
Şekil 4.7 : Mekanik işlemlerden kaynaklanan işleme tozları 55
Şekil 4.8 : Mekanik işlemlerden kaynaklanan metal tozları..... 55
Şekil 4.9 : Atık metal hurdalar..... 56
Şekil 4.10 : Arıtma çamuru..... 57
Şekil 4.11 : Endüstriyel nitelikli atıksu arıtma tesisi 58
Şekil 4.12 : Kimyasalların ve atıkların biriktirilmesi 59
Şekil 4.13 : Atık motor yağı 60
Şekil 4.14 : Dökülmüş motor yağı..... 61
Şekil 4.15 : Tıbbi atık 62

SICAK DALDIRMA YÖNTEMİYLE GALVANİZ KAPLAMA SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLARIN SEBEP OLDUĞU RİSKLERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Sıcak daldırma yöntemiyle galvanizleme işlemi ülkemizde ve ülkemiz dışındaki yerlerde kaplama için en çok tercih edilen yöntemdir. Bu yöntemin diğer kaplama çeşitlerine göre daha fazla tercih edilmesi, kullanılan hammaddelerin ve yardımcı kimyasalların miktarındaki artışı da doğru orantılı şekilde etkilemektedir. Kimyasal madde ve atıklardan kaynaklı maruziyet etkenlerinin ve risk faktörlerinin fazla olması, sektörün iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının hayata geçirilmesinde önemlidir. Sektörden kaynaklanan atık miktarının satın alınan hammadde ve kimyasal miktarına yakın olması maruziyet ve risk tespitinin bu sektör atıklarına ilişkin olarak yapılması gerekliliğini doğurmaktadır.

EVALUATION OF THE RISKS CAUSED BY WASTES FROM THE GALVANIZED COATING INDUSTRY BY USING HOT-DIPPING METHOD IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

ABSTRACT

Hot-dipping galvanizing is the most common method for coating in our country and abroad. This method is more preferred than other coating types. This also affects the increase in the amount of raw materials and auxiliary chemicals used. Excessive exposure factors and risk factors are important in implementing occupational health and safety practices in the sector. Exposure and risk assesments of the waste related to this sector is a neccessity because of the fact that the amount of waste arising from the sector is close to the amount of raw materials and chemicals.

1. GİRİŞ

Sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama (SDG), metalik malzemelerin yüzeylerinin korozyona karşı korunması işlemidir. Bu malzemelerin kaplanmasında genellikle eriyik halde bulunan çinkodan yararlanılmaktadır.

Sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama, metal malzemelerin atmosferik koşullardan, sanayi ve kıyı şeridinde bulunan yıpratıcı etkilerden koruyuculuğu bakımdan kaplamada en çok tercih edilen yöntem olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca öngörülebilir ekonomik ömrünün belirlenebilmesinden, metal ürün ve ürün gruplarının muhafazasyonunu sağlamasıyla hammadde tüketiminin önüne geçmesi ve geri kazanıma tabi tutulabilmesi nedeniyle hem ekonomik hem de çevreci bir yapı sergilemektedir.

SDG'nin ekonomik ve çevreci yaklaşımına karşılık, proseste yüksek miktarda yüzey kaplama ürünü ve yüzey temizleme kimyasalının kullanılması SDG'nin iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk oluşum potansiyeli yüksek bir iş kolu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, SDG'de kullanılan yüzey kaplama ve yüzey temizleme işlemleri sonrasında ortaya çıkan atık miktarının, üretime kabul edilen hammadde ile kimyasal madde miktarına yakın olması çıkan atıkların İSG çerçevesince değerlendirilmesinin kabul edilebilir olduğu kanaatine varılmıştır.

Söz konusu bu tez çalışması ile sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama uygulamalarında ortaya çıkan proses, yan proses ve proses dışı atıkların İSG kapsamındaki olası risklere karşı tespitler yapılmış, iyileştirme ve bilinçlendirme çalışmalarında kullanılabilmek üzere düzeltici ve önleyici faaliyetlere ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Galvaniz Kaplama Sektörüne İlişkin Bilgiler

2.1.1. Galvaniz nedir?

Galvaniz, metalik malzemelerin yüzeyine çinko ve çinko bileşiklerinin uygulanması işlemidir. Galvaniz kaplama yönteminin tarihsel akışında ilk olarak sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama işleminin denendiği görülmektedir [1].

18.yy'da P.J. Melouin eriyik halde bulunan çinko içerisine demirin daldırılmasıyla kaplama işleminin yapılabileceğini tecrübe etmiştir. Yapılan bu deneysel uygulamayı konu alan makaleyi Royal Fransız Akademisi'ne sunarak, bu keşfin ev eşyalarına uygulanmasındaki ilk öncüsü olmuştur. Bu gelişmenin ardından geçen yaklaşık yarım asırlık süre zarfı içerisinde Luigi Galvani kaplama alanında çalışmalarda bulunmuş ve 18.yy'ın sonlarında kaplama endüstrisinin temellerini atmıştır. 1836 yılında kimyager S.T.M Sorel, seyreltik sülfürik asit çözeltisi ve amonyum klorür çözeltisi kullanarak yüzey temizleme işlemi yapmış olduğu metalik malzeme üzerine çinko kaplayarak bu konuda ki ilk patentin alınmasını sağlamıştır.

Kaplama endüstrisine yön veren çinko ise dilimize İtalyanca "Zinko" gelimesinden geçmiştir. Çinkonun M.Ö 200 yıllarında Romalılar tarafından, pirinç alaşımını elde etmek amacıyla açılan bakır madenlerinde elde edilen cevherler arasında da yer aldığı bilinmektedir. Fakat çinko elementinin başlı başına keşfi, 1526 senesinde "Paracelcus" adındaki alşimist tarafından yapılmıştır. Bu metalin elektriksel depolama yapan ekipmanlarda, saç ve güzellik malzemeleri ile demir ve çeliğin oksitlenmesini önleyici olarak kullanılması çinkonun keşfine nazaran daha yakın tarihlerde meydana gelmiştir [2; 3].

2.1.2. Yurtdışında galvaniz sektörü

Küresel galvanizli çelik piyasası uygulamaya, son ürünlere ve coğrafyaya göre farklılık göstermektedir.

Galvaniz kaplama faaliyeti kullanım açısından değerlendirildiğinde, galvanizli çelik pazarı inşaat, otomotiv, dayanıklı tüketim malları, yüksek gerilim elektrik teçhizatı, platformlar, merdivenler, tırabzanlar, boru ekleme parçaları ve benzeri mühendislik bölümlerine ayrılmaktadır. Nihai ürünlere göre galvanizli çelik pazarı, cıvatalar, somunlar, çelik konstrüksiyonlar ve kablo destek sistemlerine ayrılmaktadır. Ayrıca, coğrafya açısından ele alındığında sektör Asya Pasifik (APAC), Avrupa, Kuzey Amerika, Orta Doğu ve Afrika (MEA) ile Güney Amerika'da yayılım göstermektedir.

Dünyada galvanizli çeliğin korozyona dayanıklı, paslanmayan ve yüksek güvenilirlikli olması, çinko kaplama piyasasının genişlemesini tetikleyen önemli faktörlerden olmuştur. Ayrıca galvanizli çeliğin bu ülkelerde ucuz olması, konut ve ticari binalar gibi çeşitli inşaat amaçları için oldukça tercih edilmektedir.

Dünya üzerinde endüstri çeliğine kıyasla çeşitli sanayi tabanlı uygulamalarda maliyet etkinliği ve galvanizli çeliğin arttırılmış kullanımı, galvanizli çelik pazarının genişlemesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca yurtdışındaki düşük çinko fiyatı, galvanizli çelik piyasasının genişlemesinde hayati bir rol oynamaktadır.

Mühendislik endüstrisi, galvanizli çeliğin çok sayıda uygulama bulduğu, hızla genişleyen bir son kullanıcı pazarı olmaktadır. Gelişmekte olan Asya Pasifik pazarlarındaki galvanizli çelik talebinin artması, çeşitli teknolojik ihtiyaçların yanı sıra galvanizli çelik piyasasının olanaklarının arttırılmasını da sağlamaktadır.

Coğrafi olarak ele alındığında APAC galvanizli çelik üretiminde öncü konumdadır. Ardından Kuzey Amerika ve Avrupa galvanizli çelik için hızla genişleyen bir Pazar olarak görülmektedir. Çin ve Japonya, Asya Pasifik'in önde gelen katılımcıları arasındadır. Bölgedeki galvanizli çelik pazarındaki bu önemli genişlemenin ardındaki asıl sebep, gelişmekte olan ülkelerdeki hükümetler tarafından inşaat ve altyapı projelerine yapılan önemli yatırımlardır. Bu da APAC'ın gelişmekte olan ülkelerindeki galvanizli çelik talebini arttırmaktadır.

Dünya üzerinde hali hazırda mevcudiyetini koruyan küresel galvanizli çelik pazarı, birçok katılımcı tarafından işleyişini sürdürmektedir . Galvaniz sektöründe kendini

kanıtlamış öncü ülkeler öncelikle Malezya, Japonya, Tayland, Çin ve ABD'dir. Piyasadaki kilit oyuncular JFE Steel, Arcelor Mittal, Baosteel, Gerdau, NSSMC ve POSCO Nucor'dur. Piyasada öne çıkan diğer satıcılar Hebei Steel, Ansteel, USSC , Shagang Group ve Tata Steel'dir [4].

2.1.3. Ülkemizde galvaniz sektörü

Sanayi devrimi ile birlikte dünyada endüstriyel gelişimi sağlayan çelik ve benzeri metaller, çeşitli kullanım alanları ve delme, esnetme, bükme gibi teknik kabiliyetleri sayesinde 21. yy'da bile hala kabul gören ve kullanılan cevherlerdir.

Tüm bunlarla birlikte yapılan şekil verme işlemleri sonrasında geri dönüşümü imkan vermesi de bu metallerin çevreci yapısının kanıtı niteliğindedir. Bunların bu özellikte olması hem doğal kaynak tüketiminin, hem de enerji ve finansal kayıpların önüne geçmektedir.

Çelik gibi metallerin yapısı itibariyle dış ortam etkilerine dayanımının az olması nedeniyle koruyucu özellikte yer alan metaller ile kaplanması, bu ürün gruplarının ekonomik ömrünün arttırılmasında önemli bir gelişmedir [5].

Galvaniz, tüm dünya üzerinde yaklaşık üç asırdır gün geçtikçe ilgi ve talep gören, dayanımı yüksek ve uzun ömürlü bir kaplama metodu olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise bu yöntemin kullanılması 20.yy'ın ikinci yarısına dayanmaktadır [6].

Bakım ve onarım maliyetleri, kurulmaları ve sökülmeleri bakımdan zor olan, aynı zamanda dış ortam koşullarına uygun olmayan ürün ve ürün gruplarının galvaniz ile kaplanması ekonomik ömrün korunması için önem arz etmektedir [6].

Seçilebilir diğer kaplama yöntemlerine bakıldığında, yaklaşık %20 daha fazla maliyetli olan çinko kaplama yöntemi, üç yıl sonraki bakım ve onarım harcamaları ile mali açıdan diğer kaplamalara göre eşitlik sağlamaktadır. Bu kaplama metodu ile her bir ürün kaplama kalınlığına ve kalitesine bağlı olarak 50 veya 60 sene oksidasyona karşı dayanım sergilemektedir [6].

Diri fay hatları ile deprem kuşağında yer alan ülkemizde demir-çelik kullanımının arttırılması büyük önem arz etmektedir. Demir ve çelik ürünlerin, fiziki ve kimyevi yapısal kabiliyetlerinden kaynaklı olarak bu muhteviyatlı malzemelerin kullanılması ülkemiz açısından bir kat daha fazla önemlidir. Buna rağmen ülkemizde kişi başına düşen demir-çelik tüketim miktarı 2007 yılında 359 kg iken, ekonomik gelişmelerle

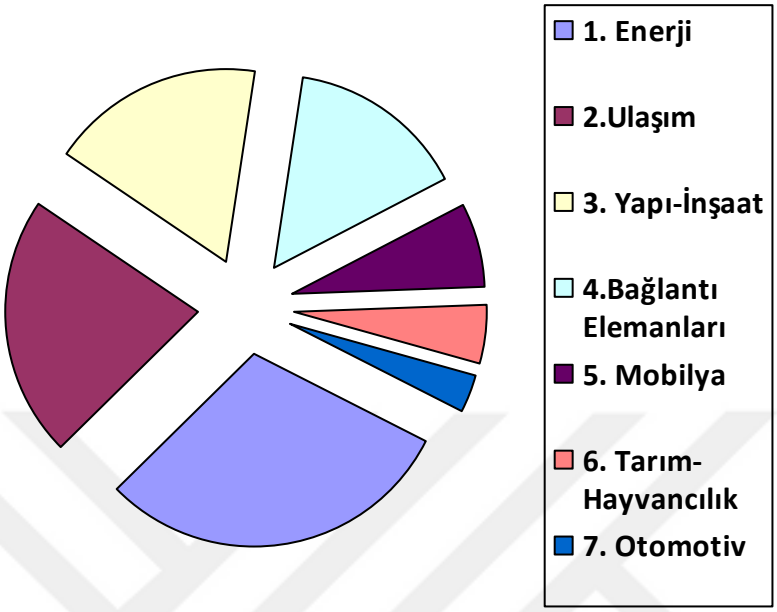
2015 senesinde fiili olarak 464 kg seviyesindeki kişi başına ham çelik tüketimi ile İngiltere, İspanya, Hollanda gibi pek çok Avrupa Birliği ülkesi ve AB ortalamasının üzerinde bir seviyede yer almıştır [6-8].

Kullanılan demir-çeliğin kaplamasına bakıldığında, tüketime giren bu malzemelerin yüzde 7,5 civarında yer aldığı görülmektedir. Bu durum gayri safi milli hasılanın gizli kayıplarından biri olarak kendini göstermektedir. Bu tür ürün ve ürün gruplarının galvanize tabi tutulmaması neticesiyle her yıl azımsanmayacak miktardaki milyonlarca ton demir ve çelik kullanılamaz hale gelmektedir. Bu durumun ekonomik olarak sayısal ifadesi onlarca milyar dolar olarak ifade edilmektedir [6].

Türkiye'de galvaniz kaplama sektörüne hizmet eden yaklaşık 58 tane tesis işleyişini sürdürmektedir. Bu tesislerin yıllık üretim kapasiteleri 3 milyon tona yaklaşmaktadır. Teknolojik iyileştirmelerin entegrasyonu, yetersizliği veya uygulanamayışı nedeniyle %30 etkisiz bir kapasite bulunmaktadır. Sektörde en fazla tercih edilen yöntem sıcak daldırma galvaniz (SDG) yöntemi olup Şekil 2.1'de SDG tesislerinin bölgesel olarak dağılımlarını içeren harita yer almaktadır [9].

Şekil 2.1 : SDG tesislerinin bölgesel dağılım haritası, 2016. [9]

Büyümekte olan galvaniz sektörü, 2016 yılında 1,2 milyon ton galvanizli çelik üretmiş ve ülke ekonomisine 3,6 milyar USD katkı sağlamıştır [9]. Sektörel payları gösterir dağılımlar Şekil 2.2'de yer almaktadır.



Şekil 2.2 : Galvaniz sektöründeki yapılan satışların sektörel dağılımları. [9]

2.2. Tercih Edilen Yöntem ve Teknolojiler

Metal parçaların dış etkenlerden ve oksidasyondan korunmasını sağlamak amacıyla 3 adet kaplama yönteminden yararlanıldığı görülmektedir. Tercih edilme durumlarına göre hiyerarşik bir sıralama yapıldığında;

a) Sıcak daldırma ile galvaniz kaplama,
b) Elektrolitik yöntem ile galvaniz kaplama,
c) Püskürtme ile galvaniz kaplama,

olarak sıralanmaktadır [2].

2.2.1. Sıcak daldırma metodu ile galvanizleme (SDG)

Sıcak daldırma galvaniz, çelik parçaların atmosferik korozyona karşı korunma yöntemidir [10]. Bu işlemde, galvanizlenecek çelik bileşen erimiş çinko içine yaklaşık 450°C'de daldırılır. İşlemler dizisinde ilerlemeler kaydedilmesine rağmen, operasyonların sırası yıllarca aynı kalmıştır [11]. Son birkaç yılda, sürecin ucuzluğu ve elde edilen kaplamaların kalitesi sıcak daldırma metodu ile galvanizleme pazarının önünü açmıştır [10]. Birçok sektörel faaliyetlerde SDG maliyeti, diğer

yöntemlerin maliyetleri ile kıyaslandığında daha düşüktür. Çünkü SDG, büyük partiler halinde birçok parçanın az bir süre içerisinde iş gücü ve maliyet bakımından az ihtiyaç gerektirecek bir uygulamadır [12].

SDG'de "Kalite ve Maliyet" oranında iyileştirme yaparken düşük çevresel etki teknolojisini bulmak için de çeşitli çalışmalara girişilmiştir. Süreç içerisinde yer alan "Kalite", kontrollü kalınlığa, iyi mekanik özelliklere, korozyon direncine ve kabul edilebilir yüzeysel görünüme sahip kaplama anlamlarını karşılarken; "Maliyet", temel olarak çinko tüketimindeki mali ödemeyi yansıtmaktadır. Sıcak daldırma galvanizlemede kaplama kalitesi ve çinko tüketimi temel olarak çinko-çelik reaktivitesine bağlıdır [10].

Metaller elde edilmiş ürünlerin koruyucu özelliğe sahip metaller ile kaplanması prosesinde en yaygın kullanılan yöntem olan SDG'de kullanılan çinko kaplama üst üste yapılan uygulamalar sonrasında oluşmaktadır. Ürüne yakın olan bölge, demir-çinko bileşiklerini içermektedir. Üst üste yer alan bu tabakaların en dışında tamamen çinkodan meydana gelen bir tabaka yer almaktadır [1].

SDG, dış etmenlere göre ortalama 25 yıl bakıma veya onarıma ihtiyaç duymamasından dolayı büyük çaplı maliyetlerin azalmasına neden olmuştur. Aynı zamanda, yapısı itibari zor ve müdahale erişimi kısıtlı olan yapılarda, işleyişin devam etmesi gereken faaliyetlerdeki onarım sorunlarını bertaraf etmektedir.

Ağır sanayide, kıyıya yakın yerlerde ortalama 15 yıl, bu yerlere göre doğal şartları bakımından daha avantajlı bölgelerde 25 yıldan daha uzun sürelerde bakıma ve onarıma gerek duymamaktadır. Bakım ihtiyacının gün yüzüne çıktığı durumlarda, yapılacak işlemler diğer yöntemlerin onarımı ile kıyaslandığında kolay ve maliyetsizdir.

Kolay ve uygulanış süreci itibariyle çözümlenebilir bir proses olan sıcak daldırma yöntemi ile galvanizlemede elde edilen kaplamanın boyutsal analizi yapılabilir. Bu durum galvaniz kaplı bir ürün veya ürün grubunun dayanımının önceden tahmin edilmesinde yardımcı olmaktadır.

SDG, demir ve çinkonun metalürjik bağ oluşturduğu tek prosesdir. Bu nedenle bütün alanlarda eşdeğer muhafaza oluşturacak şekildedir. Bundan dolayı galvaniz kaplı malzeme, transfer, depolama, montaj ve nihai kullanıcıya ulaşım sıralamasında

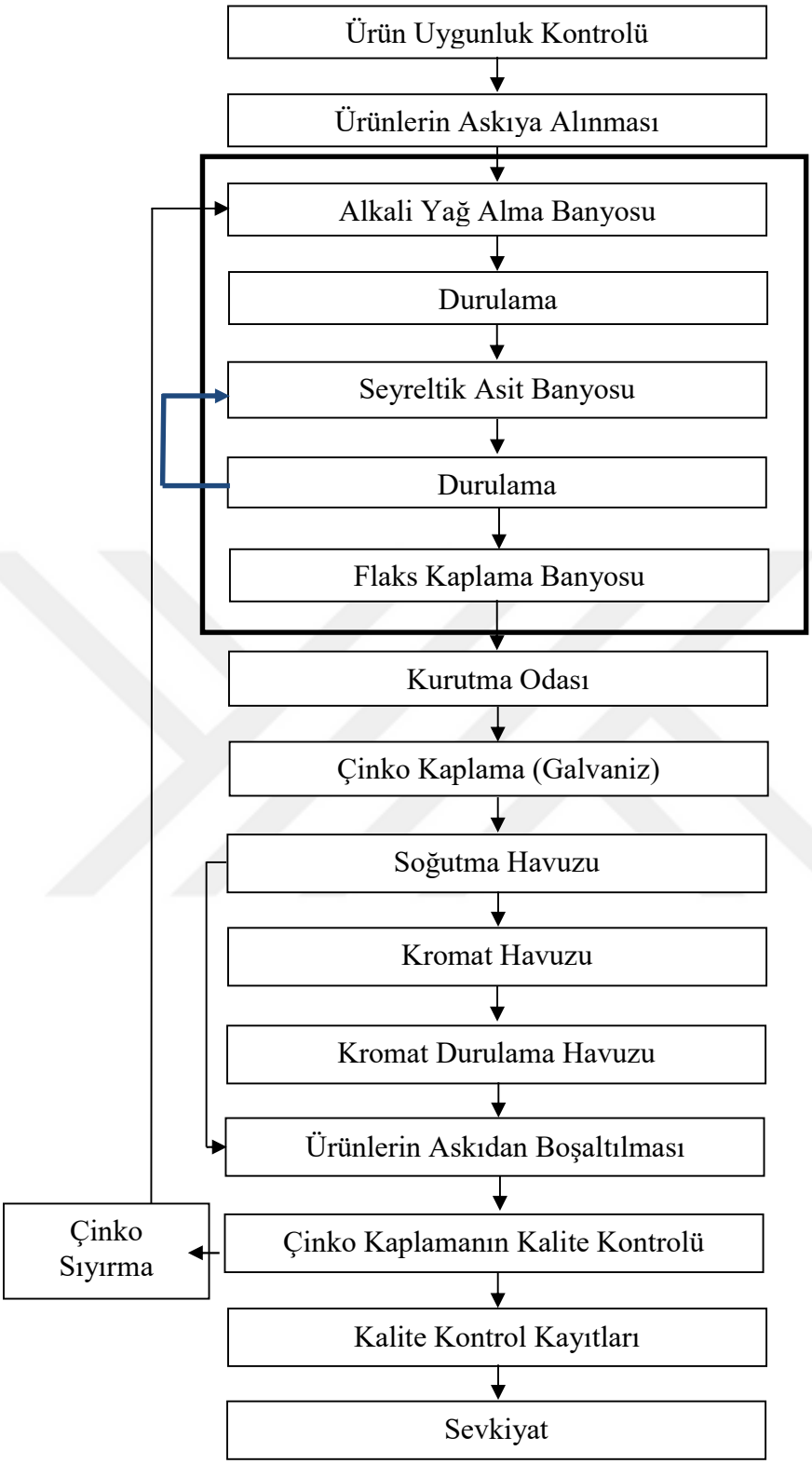
ürünün çeşitli maruziyetlere karşı korunmasını ve ürünün uluslararası nakliyesinde sorunsuz sevkiyatını sağlamaktadır.

SDG'de, metalik malzeme veya ürün sıvı çinko havuzuna daldırıldığında oksidasyona karşı, ulaşılması mümkün olmayan tüm noktalar çinko ile kaplanabilmektedir.

SDG, metalik malzemeyi üç ayrı şekilde korumaktadır. Bunlar; 1) Kaplama kalınlığına göre korozyonun etkileri tahmin edilerek ürüne bir dayanım ömrü biçilebilmektedir. 2) Darbeye maruz kalan yüzeyde oluşan çizikler çinko tarafından oluşturulan korozyon ürünleri tarafından kapatılarak korunur. 3) Darbe alan bölge daha geniş bir alanı kaplıyorsa, çinkonun elektronegatif olmasından dolayı çelikten önce oksidasyona maruz kalarak ürünü muhafaza etmeye devam eder [1].

2.2.1.1. Sıcak daldırma ile galvaniz kaplama prosesi

Sıcak daldırma yöntemi ile galvaniz kaplamaya ilişkin süreçler Şekil 2.3'de verilmektedir.



Şekil 2.3 : Sıcak daldırma galvaniz iş akım şeması.

Ürün uygunluk kontrolü

Proses, mekanik üretim işlemi tamamlanarak galvaniz kaplama yapılacak ürünlerin operasyona uygunluk açısından gözle kontrol edilmesini içermektedir. (Şekil 2.4) Ürünler, galvaniz kaplama operasyonuna uygun değilse ilgili kişi veya bölüm ile temasa geçilerek ürünlerde uygunluğun sağlanmasına çalışılmaktadır. Uygunluk sağlanamıyorsa malzeme reddedilmektedir [15].

Şekil 2.4 : Ürün uygunluk kontrolü.

Ürünlerin askıya alınması

Ürünler, galvaniz kaplamaya uygun ise benzer boy ve ebatlardaki diğer ürünlerle "sal" olarak adlandırılan ekipmanlarda askıya alınmaktadır. (Şekil 2.5) Sal, galvaniz kaplamanın yapılacağı tesiste kullanılan banyoların ebatlarına uygun olarak dizayn edilmiş ve içindeki ve/veya üzerine asılmış olan ürünlerin banyoların içine daldırılıp çıkarılmalarını sağlayacak şekilde imal edilmesi gerekmektedir. Salın tamamen dolması ve askıya alma işleminin tamamlanmasının ardından sal yüzey işlem ünitesine gönderilir [15]. Askıya alınma işlemini gösterir fotoğraf Şekil 2.5'te verilmektedir.

Şekil 2.5 : Askıya alma işlemini gösterir bir görsel.

Yağ alma banyosu

Yağ alma işlemleri genellikle daldırma yöntemiyle yapılmaktadır. Tamamen kapalı ve kendisine ait aspiratör sistemi, havalandırma bacası ve ıslak filtre (wet scrubber) sisteminin tercih edilmesi gereken Yüzey İşlem ünitesine giren sal ve üzerinde asılı bulunan malzemeler öncelikle asidik yağ alma banyosuna daldırılmaktadır. Bu işlemde malzemelerin üzerinde kalmış olabilecek ve galvaniz kalitesini etkileyebilecek makine yağı gibi maddelerin malzemenin yüzeyinden uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Asidik yağ alma banyolarının belirli periyotlarda boşaltılması sonucu atıksu oluşmaktadır [15].

Seyreltik asit banyosu

Seyreltik asit banyosunun amacı malzemelerin üzerinde oluşan pas ve hadde tufalini kaldırıp yüzeyi temizlemektir. Seyreltik asit banyolarında %30-35 oranında seyreltilmiş hidroklorik asit kullanılmaktadır. Banyolarda yenileme işlemi asit banyosunun özelliğini yitirmesi neticesinde tamamen boşaltılarak yapılmaktadır. Bu işlem esnasında, asit banyosunun boşaltılması sonucunda çürük asit (sıyırma asiti) tehlikeli atık olarak oluşmaktadır [15].

Durulama

Seyreltik asit banyosundan gelen ürünler durulama banyosuna daldırılmaktadır. Durulama banyolarında sadece su bulunmaktadır. Durulama banyolarının belirli periyotlarda boşaltılması sonucu atıksu oluşmaktadır [15].

Flaks kaplama banyosu

Durulama banyolarından gelen parçalar Flask Kaplama Banyosuna alınmaktadır. Bu işlemin amacı hem malzemelerin yüzeyinde kalabilecek oksit tabakalarını kaldırmak hem de ürünler üzerinde çinko kaplama (galvaniz) işlemi öncesi koruyucu bir tabaka oluşturmak ve esas olarak da çinko-demir reaksiyonunun daha iyi gerçekleşmesini sağlamaktır.

Flaks kaplama banyosunun çalışma sıcaklığı 40°C'dir. Banyo bileşiminde seyreltilmiş çinko amonyum klorür konulmaktadır. Parçalar, yüzeylerine 1,5-2 mikron çinko kaplanmasına yetecek bir süre kadar banyoda tutulduktan sonra bir sonraki aşama olan kurutma aşamasına geçmektedir. Flaks kaplama banyosu yenileme işlemi tesiste bulunan özel filtre sistemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Flaks banyosunda kullanılan kimyasalların boşalan kapları kontamine tehlikeli atık olarak oluşmaktadır [15].

Kurutma odası

Flaks banyosunda çok ince bir film halinde çinko kaplaması yapılan ürünler, bir sonraki aşamada çinko kaplama (galvaniz) işlemi sırasında çinko havuzuna daldırılmaları esnasında oluşabilecek metal sıçramalarını önlemek amacı ile kurutma işlemine tabi tutulmaktadırlar.
Bu amaçla taşıyıcı sallarda bulunan ürünler, çalışma sıcaklığı yaklaşık 80°C olan kapalı kurutma odalarından geçmektedir [15].

Çinko kaplama (Galvaniz kaplama)

Metal ürünlerin çoğunlukla dış ortamda kullanılmaları nedeni ile paslanmasını önlemek ve paslanmaya karşı direnç kazandırabilmek amacı ile çinko kaplama işlemine de tabi tutulması gerekmektedir.
Sıcak Daldırma Galvaniz, metalik esaslı bir kaplama olup proses esnasında, yaklaşık 450°C sıcaklıkta demir ile çinko metalleri arasında oluşan difüzyon sonucu meydana gelen alaşım sayesinde gerçekleşen bir kaplama yöntemidir. Kaplama işlemini gösterir fotoğraf Şekil 2.6'da yer almaktadır.

Şekil 2.6 : Metalik malzemelerin çinko ile kaplanması.

Çinko kaplama işlemi, belirli hacimleri sahip çinko ergitme havuzunda gerçekleştirilmektedir. Malzemenin özelliğine ve kaplanacak galvaniz kalınlığına

göre sistem tarafından belirlenen süre kadar havuzda tutulacak sal, sonrasında çinko kazanından çıkarılmakta ve soğutma ünitesine gönderilmektedir.

Çinko kaplama işlemi sırasında çinko kazanında gerçekleşen reaksiyon sonucu oluşan çinko oksitin toplanması amacı ile toz tutucu filtre kullanılmaktadır. Toplanan hava, filtre kullanılarak arıtıldıktan sonra bir baca ile atmosfere verilmektedir. Değiştirilen filtreler burada, tehlikeli katı atık olarak değerlendirilmektedir.

Ayrıca çinko kazanında reaksiyon sonucunda kazanda bulunan ergimiş çinko yüzeyinde "kül" olarak adlandırılan tehlikesiz çinko oksit oluşmaktadır.

Çinko oksite ek olarak çinko kazanı dibinde Fe-Zn karışımından tehlikesiz çinko çamuru (katı çinko, dros, çinko çamuru) oluşan bir başka atıktır.

Soğutma havuzu

Yaklaşık 450-480 °C arasında yapılan çinko kaplama işlemi sonrasında, ürünlerin bir sonraki prosese olan adaptasyonunu ve böylelikle iş akışındaki rahatlamayı sağlamak amacıyla ürünler soğutma havuzuna alınmaktadır [13].

Kromat havuzu

Çinko kaplama işleminin ardından malzemeler kromat havuzuna alınmaktadır. Ürünlerin kromat havuzuna alınmasının en temel sebepleri; çinko kaplama işlemi sonrasında oluşan beyaz pası ve lekeleri önlemek, ayrıca boya ve cila gibi işlemler için kaliteli bir alan oluşturmaktır [14].

Kromat durulama havuzu

Kromat havuzuna maruz bırakılan ürünler, yüzeyindeki kromatın bölgesel homojenizasyonunu sağlamak ve fazla kromattan arındırmak amacıyla havuz içerisinde durulanmaktadır [15]. Kromat durulama havuzuna ilişkin fotoğraf Şekil 2.7'de gösterilmektedir.

Ürünlerin askıdan alınması

SDG kapsamında gerekli muamelelere tabi tutulan ürünler, taşıyıcı sallardan indirilmekte ve görsel analizi yapılmaktadır [15].

Şekil 2.7 : Kromat kaplı malzemenin durulanması.

Kalite kontrol

Galvaniz kaplamasının üretim ve kalite standartlarına uygunluğu ilgili kişi/birim tarafından kontrol edilmektedir. Ürünlerin kalitesinin uygun olmaması durumunda, malzeme tekrar kullanılmak amacıyla sıyırma havuzuna alınmakta ve SDG sürecinin en başına gönderilmektedir. Ürünün tekrardan kullanımı mümkün değil ise atıl veya atık malzeme olarak ayrılmaktadır [15].

Sevkiyat

Çinko kaplanmış malzemenin uygun olduğunun ilgili birimlerce verilen onayı sonrasında ürünler istiflenmekte ve müşteriye sevk olmak üzere transferi gerçekleştirilmektedir [15].

2.2.2. Elektrolitik yöntem ile galvaniz kaplama

Elektrolitik kelime anlamı itibariyle serbest iyon içeren ve elektriksel iletkenliğe sahip ortam anlamına gelmektedir [16]. Elektrolitik galvanizleme ise elektriksel iletkenliğe sahip çinko çözeltisi içerisinde, metal veya metal dışı parçaların yüzeyinin elektro-kimyasal yöntemler ile kaplanması olarak tanımlanmaktadır [17]. Kaplanacak metalin anot ve üzerine kaplaması yapılacak diğer metalin katot olması üzerine iki elektrot mevcuttur. Prosese elektrik akımı verildiğinde, pozitif kutuptaki anotun çözdüğü metaller diğer kutuptaki katot üzerine yığılmakta böylece kaplama

meydana gelmektedir [18]. Farklı çeşitlemelerle farklı tür ve nitelikteli ürünler bu proses altında kaplanabilmektedir [19].

Elektrolitik kaplama, otomotiv ve havacılık sektöründe, takı, kişisel aksesuar, aydınlatma, ev eşyası gibi çeşitli büyük ve küçük hacme sahip parçaların imalatı sonrasında, korozyonun önlenmesi, estetik görüntü, elektrik iletkenliğinin sağlanması ve benzeri amaçlarla kullanılmaktadır [20].

Elektrolitik kaplama korozyondan korunma, estetik görünüm, sertlik ve aşınma direnci, ısıl işlem uygulamaları, nihailendirme işlemleri, elektriksel iletkenlik ve benzeri uygulamalarda kullanabilmek adına farklı metallerle yapılmaktadır [20]. Elektrolitik kaplamada kullanılan metallere göre uygulanan yöntemler şunlardır;

-Bakır Kaplama
-Kadmiyum Kaplama
-Nikel Kaplama
-Çinko Kaplama [17]

Galvaniz kaplama sektörünün, SDG dışında en çok tercih edilen yöntemi Çinko ile Elektrolitik kaplama olmasından ötürü bu kaplama metoduna ilişkin akım şeması ve prosese ait açıklamalar 2.2.2.1 başlığı altında verilmiştir.

2.2.2.1. Çinko ile elektrolitik galvaniz kaplama prosesi

Elektrolitik yöntem kullanılarak yapılan çinko kaplama işlemleri kaplaması yapılacak malzemenin düşük ve yüksek karbon ihtiva etme oranı ile asidik veya bazik çinko çözeltisi içermesine göre değişkenlik göstermektedir.

Çinko kullanılarak yapılan elektrolitik galvaniz kaplamanın süreçlerine ilişkin ilerleyişi gösterir akım diyagramı Şekil 2.8, 2.9 ve 2.10'da verilmektedir [17].

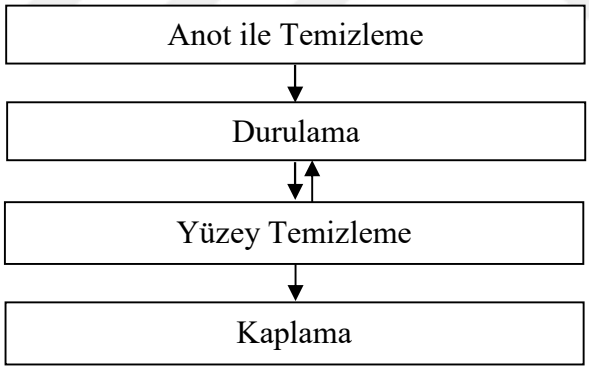
Düşük karbon içeren çeliğin çinko ile elektrolitik kaplanması

Katot olarak davranan çelik mamulün, anot olarak davranan çinko ile kaplanması en fazla tercih edilen yöntemdir [21]. Şekil 2.8'de düşük karbonlu çeliğin elektrolitik kullanımına ilişkin iş akış diyagramı yer almaktadır. Yüzey temizleme işleminde % 4-10 arası H_2SO_4 veya % 5-25 arası HCl kullanılmaktadır [21; 23].

Şekil 2.8 : Düşük karbonlu çeliğin elektrolitik yöntem ile kaplanması iş akım şeması.

Yüksek karbon içeren çeliğin çinko ile elektrolitik kaplanması

Yüksek karbon içeren düşük alaşımlı çeliklerin çinko ile kaplanması öncesinde siyanür veya stannat (kalayhidrür, SnH_4) havuzuna daldırılarak ön işlem uygulanmaktadır. Bu işlemler çinkonun uygulanabilirliğini arttırmaktadır. Yüksek karbon içeren çeliğin elektrolitik kaplanmasına ilişkin olarak iş akış diyagramı Şekil 2.9'da yer almaktadır [24].

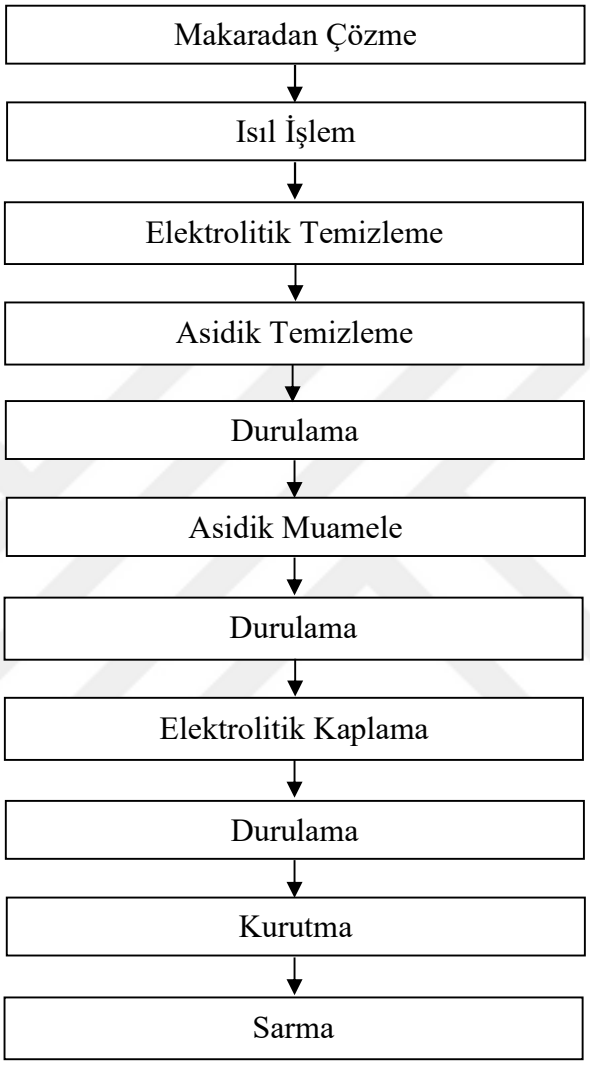


Şekil 2.9 : Yüksek karbon içeren çeliğin elektrolitik kaplanmasına ilişkin iş akım şeması.

Asit özellikli çinko kaplama

Asidik çinko kaplamalarda, asidik çinko havuzlarının kullanılması, kaplama yapılacak yüzeydeki elektriksel iletkenliğin ve akım veriminin fazla olması nedenleriyle 1967 yılından beri tercih edilen bir yöntem olmuştur. Kaplanması zor olan alanların homojenizasyon sağlanamadan kaplanması, asidik havuza daldırılan bu ürünlerin maruziyet dayanımlarının yüksek olması gerekliliği sistemin avantaj dışı yöntemleri olarak sıralanabilmektedir [21; 23]. Asit banyolarının kullanıldığı yerler

çok fazla girinti ve spesifik derinlik ve boşluklara sahip olmayan malzemelere uygulanmaktadır. Bunlar çelik tel ve halatlar ile levhalar olarak örneklendirilmektedir [24]. Asidik Elektrolitik Kaplamaya ilişkin verilen iş akım şeması Şekil 2.10'da verilmektedir.



Şekil 2.10 : Asidik elektrolitik çinko kaplama.

Baz özellikli çinko kaplama

Baz özellikli çinko kaplamalar iki gruba ayrılmaktadır. Bu iki grup, Siyanürlü ve siyanürsüz olarak incelenebilmektedir.

Siyanür içeren çinko kaplama banyoları, asit özellikli kaplamaya göre pürüzsüz, parlak ve kaplama içeriğinin her yerde aynı özelliği taşıması ve kaplaması yapılacak ürünün yüzey özelliklerinin standart dışı olsa dahi kaplama yapılabilmesi nedenleriyle tercih görmektedir. Fakat çıkan atıkların, zararsızlaştırılması için

harcanacak yatırım ve girdi maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle yerini farklı alternatiflere bırakmaktadır [22].

Baz özellikli çinko kaplama, asidik kaplama yöntemi gibi kaplanacak malzemenin yüzeyinde oksidasyona sebep olmamaktadır. Fakat kullanılan siyanür banyolarının toksik etkisi nedeniyle, arıtma maliyeti yüksek ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının yürütülmesi için riskli bir uygulama bölgesidir [25].

Siyanürsüz çinko kaplama, oksidasyona karşı yüksek dayanım ile hammadde temininde ve arıtma maliyeti göz önüne alındığında, siyanürlü kaplama yöntemine göre daha avantajlıdır. Ayrıca bu özellikleri nedeniyle daha çevreci ve iş güvenliği ile işçi sağlığı açısından uygulanabilirliği daha makul görülen bir sistem olarak değerlendirilmektedir [26].

2.2.3. Püskürtme yöntemi ile galvaniz kaplama

Püskürtme yöntemiyle galvanizleme, bir kaplamanın çelik yüzeye, erimiş çinko atomize parçacıklarının püskürtülmesiyle uygulanmaktadır. Tabanca aplikatörü veya özel bir alev kullanarak parçacıkları aşındırıcı yüzeye yansıtmak suretiyle püskürtme yapılarak uygulanmaktadır. Püskürtme yaparak çinko kaplama, çelik ve demir nesnelerin endüstriyel veya transfer esnasında meydana gelen olumsuz atmosferik koşullar gibi çeşitli ortamlarda kullanılan yapılar için korozyon direnci sağlamaktadır.

Püskürtme yöntemiyle galvaniz kaplama, büyük ebatlar nedeniyle galvanizleme banyosuna daldırılamayan yapısal bileşenler ve sıcak daldırma galvanizleme işlemi sırasında bozulabilecek malzemeler için uygun görülmektedir.

Çinko sprey kullanarak yapılan galvanizleme işlemi, pas, istenmeyen yüzey kaplamaları, yağ ve diğer kirleticilerin giderilmesiyle yapının yüzeyinin hazırlanması ile başlamaktadır. Temizleme, yüzeyi pürüzlendiren yüksek basınçlı aşındırıcı raspa kullanılarak yapılır. Bu, yüzey alanını arttırır ve çinko kaplamanın başarılı bir şekilde yapışmasını sağlar.

Atomize metal parçacıklar daha sonra yüzeye bağlandıkları ve katılaştıkları pürüzlü yüzeye püskürtülür. Kaplama kalınlığının arttırılması için, 80 mikron ila 300 mikron arasında değişen tipik değerlere sahip birkaç katman uygulanması, ancak 50 ila 500 mikron kalınlıklı malzemelerde mümkün olmaktadır.

Nihai nesnelerin korunmasında yaygın olarak kullanılan çinko kaplamalar hafif, düşük alaşımlı ve yüksek karbonlu çeliklerden yapılır. Korozyon koruması, atmosferik koşullarda ve doğal veya sentetik aşındırıcı maddelerle temas etmesiyle de muhafazasyonunu sürdürmektedir.

Püskürtme yöntemiyle galvanizleme Yel değirmeni kuleleri, kimya, çimento ve gübre endüstrisi, rafineriler, enerji santralleri, boru hatları, köprüler ve diğer denizcilik uygulamaları, trafo tankları ve radyatörler için kullanılmaktadır. [27]

Püskürtme ve sıcak daldırma ile galvanizleme yöntemi karşılaştırılması yapıldığında;

• Sıcak daldırma galvanizleme (SDG), çeliğin tüm şekillerini, boyutlarını ve ağırlıklarını verimli ve uygun maliyetli bir şekilde barındırır. Bağlantı elemanları dahil olmak üzere birçok küçük parça aynı anda galvanize edilebilir ve büyük yapı elemanlarının tüm SDG sürecini yürütmesi birkaç dakika sürebilir. İlk maliyet, metalleştirme maliyetinden önemli ölçüde daha düşüktür ve çoğu projenin ömrü boyunca bakım maliyeti olmadığı göz önüne alındığında, SDG çeliğinin yaşam döngüsü maliyeti, ilk maliyetle aynıdır.

• Çinko püskürtme ile galvanizleme başlangıçta büyük yapısal elemanlar için pahalıdır ve bunlarla ilişkili malzeme kullanımı arttıkça daha küçük parçalardaki uygulama için harcanacak işçilik ve malzeme giderleri daha fazla olacaktır. Püskürtme ile kaplama, bir SDG kaplama kadar dayanıklı olmadığından, periyodik olarak bakım gerektirir bu nedenle yaşam döngüsü maliyetleri önemli ölçüde daha yüksektir.

• SDG, ulaşılması zor köşelere ve yarıklara uygulanabilir.

• Püskürtme yöntemi boru şeklindeki parçaların içine ulaşmaz ve gizli köşelere, girintilere, boşluklara ve deliklere ulaşmak için uygun değildir.

• SDG, bakım gerektirmez ve çoğu atmosferik ortamda (endüstriyel, kentsel, denizcilik ve kırsal) 50-75 yıl boyunca çeliğinin korozyona uğramasını önleyerek milyonlarca veri noktasını destekler.

• Püskürtme ile galvaniz kaplamada çevresel etmenlere bağlı olarak, ilk bakım aralığı 17-22 yıl arasındadır.

• Sıcak daldırma galvaniz ile kaplanacak malzeme, erimiş çinko kazanının boyutuyla sınırlıdır.

• Püskürtme ile galvanizlemede çelik parçaların kaplanması için ebat sınırı bulunmamaktadır [28].

2.3. Galvaniz Sektöründe Tercih Edilen Ana ve Yardımcı Kimyasalların Olası Zararları

Ülkemizde galvaniz kaplama sektöründe en çok kullanılan yöntem şüphesiz sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama prosesidir. SDG'nin ülkemizde kaplama alanında en çok tercih edilen yöntem olması, bu yöntemin uygulanması aşamalarında kullanılan kimyasalların kullanımlarını ve kullanımlar sonucunda oluşan maruziyetin irdelenmesi gerekliliğini doğurmaktadır. SDG'ye göre daha az tercih gören kaplama yöntemlerinin uygulanmasında da kullanılan kimyasallar, maruziyet ve risk tespitlerine konu edilecek düzeydedir. Bu nedenle her türlü kaplama yönteminin uygulanmasında çeşitli tür, nitelik ve miktarlarda kullanılan, kaplama yapılan malzemelerin ekonomik ömürlerini yakından ilgilendiren ana ve yardımcı bu kimyasalların olası zararlarının irdelenmesi gerekmektedir.

Sektörde kullanılan kimyasalların isimleri ve kullanıldığı prosesler şöyle sıralanabilmektedir;

- Galvaniz Kaplama → Çinko, Kadmiyum, Nikel, Alüminyum
- Yüzey Temizleme → Hidroklorik asit (HCl), Sülfürik asit (H_2SO_4)
- Flaks Kaplama → Çinko klorür ($ZnCl_2$), Amonyum klorür (NH_4Cl)
- Kromat Havuzu → Kromik asit (H_2CrO_4), Sodyum dikromat ($Na_2Cr_2O_7$)
- Elektrolitik Ön İşlemi → Siyanür (CN-), Stannat (Kalayhidrür (SnH_4))

Yukarıda sıralanan proseslerde kullanılan kimyasalların, kimyasal özellikleri ve maruziyeti sonrasında kişilerde oluşturabileceği etkiler aşağıda açıklamalar şeklinde sunulmaktadır.

Çinko: Kaplama endüstrisine yön veren çinko dilimize İtalyanca "Zinko" gelimesinden geçmiştir. Çinkonun M.Ö 200 yıllarında Romalılar tarafından, pirinç alaşımını elde etmek amacıyla açılan bakır madenlerinde elde edilen cevherler arasında da yer aldığı bilinmektedir. Fakat çinko elementinin başlı başına keşfi, 1526 senesinde "Paracelcus" adındaki alşimist tarafından yapılmıştır [3].

Bu metal, 30 atomlu elementlerin periyodik cetvelinde bulunur ve Kraliyet Kimya Cemiyeti'ne göre eski zamanlarda Yunanlılar ve Romalılar tarafından kullanılmıştır .

Ancak açık erişim dergisinin Eski Asya dergisindeki 2006 tarihli bir makaleye göre çinkonun, bakır ya da demir kadar popüler olmadığı da görülmektedir.

Bununla birlikte, arkeologlar, Atina'dan M.Ö. 300'e kadar uzanan bir çinko levhası da dahil olmak üzere bir avuç çinko eser bulmuşlardır. Bugün, metal çoğunlukla çinko kaplama denilen bir işlem olarak paslanmayı önlemek için çelik ve demir kaplama olarak kullanılmaktadır.

Uluslararası Çinko Birliği'ne (IZA) göre çinko Hindistan'da 1374 itibariyla kendi başına bir metal olarak tanınmıştır. Yine IZA'ya göre yılda üretilen 12 milyon tonun yaklaşık yarısı galvanizlemeye gitmektedir. Çinko yıllık üretiminin yüzde %17'si pirinç ve bronz kullanımına dahil edilmekte ve yine %17'si kalıpların kullanıldığı metal parçaların üretiminde kalıp dökümünde kullanılmaktadır. Gerisi çatı kaplama malzemeleri oluşturma gibi diğer imalat kullanımlarına veya çinko oksit gibi kimyasal bileşiklere ayrılmaktadır. Ayrıca çinko tozu, kozmetikten nükleer reaktörlere kadar korozyonun önlenmesine yardımcı olarak kullanılan her türlü ürün içerisine dahil edilmektedir.

Çinko sağlıkta da rol oynamaktadır. Vücudun enzimlerinin salınımını sağlayan temel minerallerden bir tanesidir. Ulusal Sağlık Enstitüleri'ne göre çinko eksikliği büyümeyi yavaşlatabilmekte ve bağışıklık sisteminin düzenli çalışmasını engelleyebilmektedir. Çinko eksikliğinin en garip yan etkilerinden bazıları, koku ve tat duyusunun düzgün çalışmamasıdır [29]. Bununla birlikte insan fizyolojisinde çinkonun rolü, sadece insanlar için değil, tüm organizmalar için önemli bir eser elementtir. 300'den fazla enzimin ve daha fazla sayıda diğer proteinin bir bileşenidir ve bu özelliği nedeniyle insan sağlığı için vazgeçilmez rolünü vurgulamaktadır. Optimal nükleik asit ve protein metabolizmasının yanı sıra hücre büyümesi, bölünmesi ve işlevi, yeterli miktarda çinko bulunmasını gerektirmektedir [30].

Çinkonun bilinen yararları haricinde çinkoya aşırı maruz kalınması veya alınması sonucu oluşan zehirlenme, farklı organ sistemleri üzerinde zararlı etkilere neden olmaktadır [31].

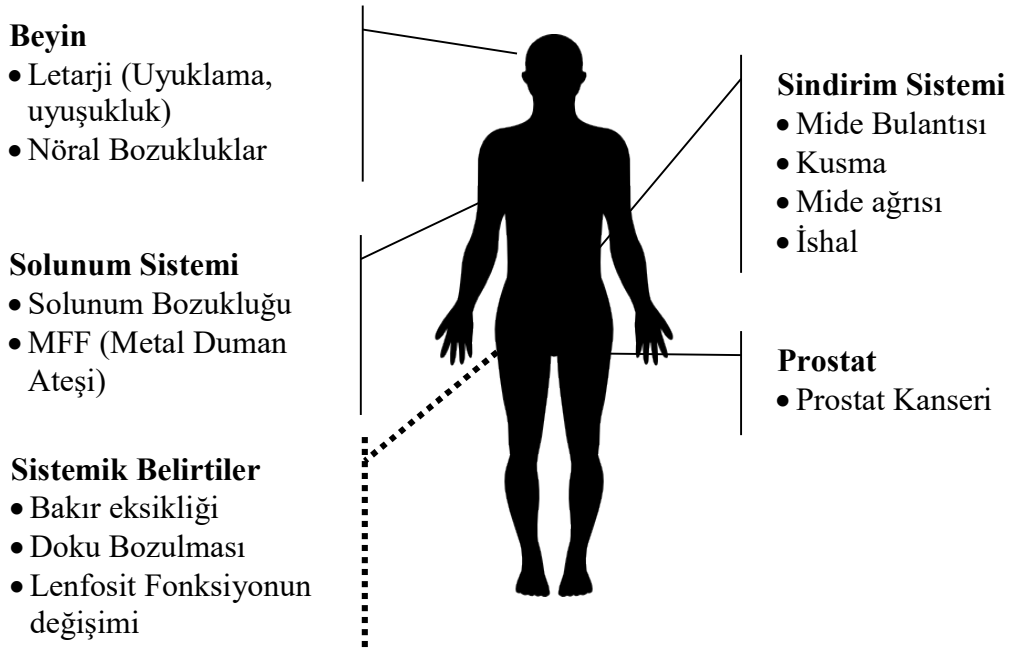
Çinko içeren dumanın solunması genellikle imalat işçilerini etkileyen galvanizleme gibi endüstriyel işlemlerden kaynaklanmaktadır. Ek olarak, askeri duman bombaları çinko oksit veya çinko klorür içermektedir. Homma ve arkadaşları, çinko klorür

içeren duman bombasına maruz kaldıklarında erişkin solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) geliştiren iki asker vakasını bildirmişlerdir [32].

Çinko içeren dumanın solunmasının en yaygın bilinen etkisi, çoğunlukla çinko oksidin solunmasından kaynaklanan metal duman ateşidir (MFF). Bu akut sendrom, çoğunlukla çinko eritme veya kaynaklama gibi meslek durumlarında <1µm partikül büyüklüğüne sahip taze metal dumanlarının solunması ile oluşan endüstriyel bir hastalıktır [33]. Bu hastalığın belirtileri genellikle akut maruz kalmadan birkaç saat sonra başlar ve ateş, kas ağrısı, bulantı, yorgunluk ve göğüs ağrısı, öksürük ve nefes darlığı gibi solunum etkilerini içermektedir [34].

Galvanizleme sektörü sonrasında çinko havuzuna daldırılan metallerin kimyasal etkileşimleri sonrasında çinkodan kaynaklı, çinko oksit diye tabir edilen çinko külü ve çinko drosu açığa çıkmaktadır. Çıkan bu atıkların kapalı alanda bekletilmesi ile taşınımı sırasında dermatolojik olarak teması da sık karşılaşılan durumlardandır. Fakat Lansdown tarafından, çinko oksitin cilt üzerinde tahriş edici etkisinin olmadığı yapılan çalışmalarda görülmektedir [35].

Şekil 2.11'de yer alan görselde aşırı çinko maruziyeti sonucunda oluşan zararın vücudun belirli kısımlarına olan etkisi gösterilmektedir [31].



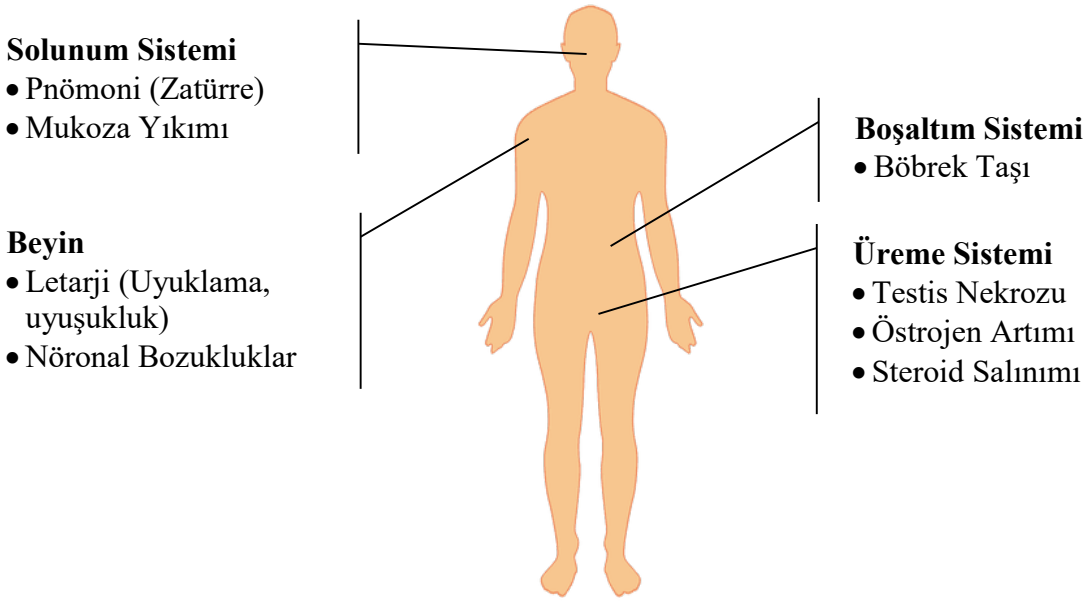
Şekil 2.11 : Çinko maruziyetinin vücut sistemlerine etkisi.

Kadmiyum: Kadmiyum (Cd) periyodik cetvelin IIB grubunda yer alan, gümüşi beyaz renkteki bir elementtir. Doğada kadmiyum sülfür (CdS) biçiminde ve çinko cevherleri arasında bulunmakta ayrıca çinkonun üretiminde yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır.

Endüstriyel anlamda çeşitli kullanımları bulunan kadmiyum, akümülatör üretiminde, ve çinko kaplama sektöründe oksidasyon oluşumunu engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, nükleer enerji sağlayan reaktörlerde soğurucu olarak kullanılmaktadır [36].

Kadmiyum, zehirli ve kanserojen etkileri bulunan ve vücutta birikim yapan bir elementtir. Vücuda alınımı sindirim ve solunum olmak üzere iki yolla yapılan kadmiyum elementi, kalsiyumun vücuda giriş yaptığı küçük porlardan geçerek hücre içerisinde stoklanmaktadır. Birikim yapan Cd^{+2} vücudun bağışıklık sistemine oluşturduğu ciddi zararlar nedeniyle akciğer ve prostat kanseri ile diğer kanser türlerinin açığa çıkmasına neden olmakta, gebeliğin oluşumundan doğuma kadarki ana rahminde oluşan yavrunun gelişimini etkilemektedir [37].

Kadmiyumun insan vücudunun belirli kısımlarına olan diğer zararlarını gösteren görsel Şekil 2.12'de yer almaktadır [56].



Şekil 2.12 : Kadmiyum maruziyetinin vücut sistemlerine etkisi.

Nikel: Nikel, gümüşe yakın renkte, parlak bir görünümde olan oluşumu doğal sebeplere dayanan bir elementtir. Yeryüzünde en çok bulunan 5'inci elementtir. Nikel, demir ile birlikte, meteorlarda da yaygın bir element olarak bulunmaktadır.

Yerkabuğunda nikel konsantrasyonu milyonda 80 kısım iken, dünyanın çekirdeği temel olarak bir nikel-demir alaşımından meydana gelmiştir.

Nikel, yüz binlerce üründe ihtiyaç duyulan fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması nedeniyle elverişli bir metal elementi olarak kullanılmaktadır. En büyük kullanım alanı alaşımlardır. Ayrıca korozyona karşı dayanımı ve krom ile birlikte kullanılmasıyla ısıya karşı dirençli bir çeliğin üretimi için son derece kullanışlı olmaktadır [38].

Nikel, bitkiler için temel bir element olma özelliği göstermektedir. Birçok sebze, meyve, fındık ve çikolata ve şarapta az miktarda bulunmaktadır. Ancak metallerin çoğunda olduğu gibi, insan vücudunda eşik değerlerin aşılmasıyla oluşan birikme nedeniyle kanserojen bir etki yaratmaktadır. Galvaniz kaplama ve kaynak işlerinde çalışan insanlar, nikel emisyonları nedeniyle akciğer kanseri, fibroz ve diğer rahatsızlıklara yakalanma açısından risk altındadır.

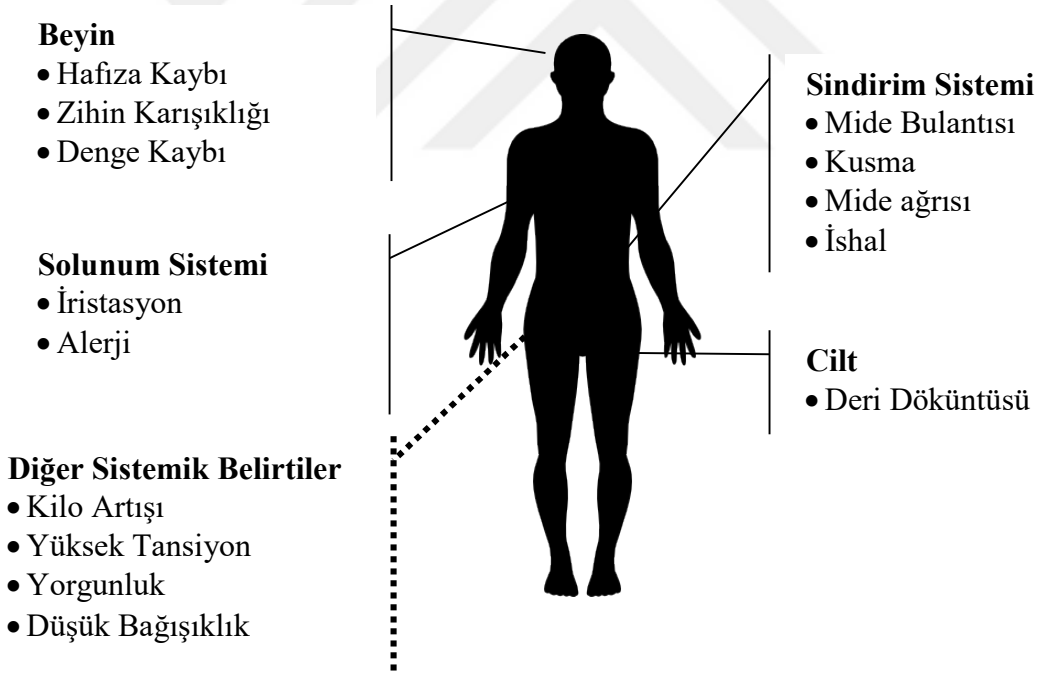
2012 yılında Mısır'da, 25 adet nikel kaplama işçisine karaciğer fonksiyon testleri uygulanmış ve sonuçların karaciğerin doğal yapısındaki değişimleri nedeniyle zayıf karaciğer fonksiyonu gösterdiği tespit edilmiştir. Suudi Arabistan'da yapılan bir başka çalışma da nikel maruziyetinin akciğerlere ve solunum yoluna zarar verdiğini göstermektedir. Ancak aynı araştırmacılar zerdeçal içerisinde bulunan aktif madde olan kurkumininin alınmasının toksisitede ve oksidatifte belirgin bir azalmaya işaret ettiğini göstermektedir [39].

Alüminyum: Alüminyum, periyodik tablodaki 13 elementtir. Alüminyum, dünyadaki çekirdek kütlesinin %8'inden fazlasını oluşturan en yaygın metaldir. Alüminyum adını, Latincede alümen adı verilen alüminyum sülfatlardan almıştır. Aluminyumun üretimi endüstriyel ölçekte ilk defa 19. yy'ın sonlarına doğru olmuştur. Doğada bulunan en yaygın alüminyum şekli alüminyum sülfatlardır. Bunlar, iki sülfürik asidi birleştiren minerallerdir: biri bir alkalin metali (lityum, sodyum, potasyum rubidyum veya sezyum) bazlı, diğeri ise periyodik tablonun üçüncü grubunda yer alan alüminyumdur.

Günümüzde alüminyum sülfatlar su arıtımında, tıpta, kozmetikte, kimya endüstrisinde ve diğer birçok sektörlerde kullanılmaktadır.

Alüminyuma maruz kalma, alüminyumun rafinesinde ve alüminyum ürünleri kullanan ikincil endüstrilerde ortaya çıkmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda alüminyumu proseslerinde kullanan faaliyetlerde çalışan kişilerin solunum yolu rahatsızlıkları çektiği görülmüştür. Potroom astımı olarak bilinen astım benzeri semptomlar, en yoğun araştırılan solunum yolu etkisi olmuştur. Hışıltı, nefes darlığı ve bozulmuş akciğer fonksiyonu ve zorlanmış hacim kapasitesi bu hastalığın temel özellikleridir.

Oluşan maruziyet sonucu nörolojik sonuçlar da açığa çıkmıştır. Oluşan nörolojik semptomlar koordinasyon ve hafıza kaybı ve denge sorunlarıdır. Bununla birlikte sektörde yer alan işçilerde akciğer veya mesane kanserinin tetiklendiği belirtilmiştir [40]. Alüminyumun insan vücudunun belirli kısımlarına olan diğer zararlarını gösteren görsel Şekil 2.13'de yer almaktadır.



Şekil 2.13 : Alüminyum maruziyetinin vücut sistemlerine etkisi.

Hidroklorik Asit: Hidroklorik asit, çeşitli cevherlerin (kalay, tantal vb.) rafinesinde, galvaniz kaplama endüstrisinde galvaniz kaplanacak malzemenin yüzey temizleme işlemlerinde, $CaCO_3$ gideriminde kullanılmaktadır. Hidroklorik asit giysi ve lastik endüstrisinde nişasta ve proteinlerin hidrolizasyonunu katalize etmek için kullanılmaktadır.

Hidroklorik asitin buharlaşması durumunda kısa vadede oluşturacağı etkiler; Gözler, cilt ve mukoza zarlarında oluşturacağı tahriştir. Maruz kalma etkisine bağlı olarak, öksürme, seste kısıklık, iritasyon ve akciğer ödemine neden olabilir. Asit ile temasın olması durumu ciltte yanık, tahriş ve yaraya neden olmaktadır.

Hidroklorik asidin uzun vadede oluşturacağı etkilerde gastrit ve kronik bronşit gibi etkiler gözlemlenmiştir. Hidroklorik aside alt seviyelerde fakat uzun süreli maruz kalmak diş minesindeki hasara da neden olmaktadır [41; 45].

Sülfürik Asit: Sülfürik asit, korozif özelliği yüksek olan berrak, renkli olmayan, yağlı bir sıvıdır. Havadaki sülfürik asit buharı, bir m^3 hava içerisinde 1 mg'dır. Sülfürik asit buharına maruz kalınması, üst solunum yollarını tahriş eden bir durumdur.

Konsantre haldeki sülfürik asit, aseton, alkoller ve kalın olmayan metaller gibi birçok ürün veya kimyasal madde ile temas ettiğinde alevlenebilir veya patlama oluşturabilir. Sülfürik asidin ısıtılması durumunda, kükürt trioksit bulunduran zehirli bir duman açığa çıkmaktadır [46].

Sülfürik asit, pek çok alanda kullanılan bir mineral asididir. Sülfürik asit gübre, amonyum sülfat, boyar madde ve patlayıcı üretimi ile petro kimya faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Elektrolitik galvaniz kaplama sektöründe yüzey işlem banyolarında, kaplama yapılacak ürün ve ürün gruplarının yüzeylerinin temizlenmesi işlemlerinde kullanılmaktadır [47].

Sülfürik asit zerreciklerinin solunum yolunda birikeceği yer, nefes alım hacminin büyüklüğüne ve derin nefes alımına bağlı olarak değişmektedir. Sülfürik asit zerreleri ağızdan derin nefes alınmasıyla akciğerin derinlerine yerleşebilme imkanı bulmaktadır. Bu da akciğerde bulunan bronşların tahribatına neden olabilmektedir.

Sülfürik asidin başlı başına kanseri tetikleyici bir etken madde olduğuna dair net bir bilgi bulunmamaktadır. Sülfürik asidin kanserojenliği EPA ve ABD Patolojik Sağlık ve İnsan Hizmetleri Bölümü (DHHS). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC). IARC, kanserojen etkileri nedeniyle sınıflandırılmamıştır.

Buna rağmen Sülfürik asidin kullanımının ya da üretiminin yapıldığı yerlerde diğer asitlere ve diğer kimyasallara maruz kalan ve kansere yakalanan kişilerin sigara içen insanlar olduğu yapılan araştırmayla görülmüştür [46].

Çinko Klorür: Çinko klorür, çinko ve klordan oluşan bir bileşiktir. Sıvı birçok maddede çözünebilmektedir. Çinko klorür, sağlık sektöründe, imalat sektöründe, kişisel bakım ürünlerinde, diş eti ve diş bakım ürünlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca sıcak daldırma ile galvaniz kaplama yönteminde, metalik malzemenin yüzeyine yapılan maruziyet sonucunda, çinkonun metalik yüzeyle daha iyi bir reaksiyona girmesini sağlamaktadır [48; 49].

Çinko klorür, üst solunum yolu tahrişi, pulmoner ödem, akciğer fibrozu/ pnömokonyoz, konjonktivit gibi etkilerin oluşumuna neden olmaktadır [50].

Amonyum Klorür: Amonyum klorür, beyaz renkte olan, kalın veya ince boyutlarda olan bir tozdur. Amonyum klorid (amonyum klorür) çinko ve kalay kaplamada kaplama öncesi bir ürün olarak işlev vermektedir. Amonyum klorür çinko ile kaplamada, levhalar üzerinden aşındırma kimyasalı olarak, Leclanche bataryalarında, alev bastırıcı ürün içeriğinde kullanılmaktadır.

Amonyum klorüre maruz kalan kişilerde, solukluk, terleme, düzensiz solunum, kusma, kalp ritimindeki düşüklük, aritmi, seğirti, nöbet ve koma gibi belirtiler ve semptomlar göstermişlerdir [51].

Kromik Asit: Kromik asit çok güçlü ve aşındırıcı bir asittir. Malzemelerin üzerindeki giderilemeyen organik kirleticilerin temizlenmesinde kullanılmaktadır. Galvaniz sektöründe kullanılan kromat havuzlarında kullanılan kromik asit, kaplamada +6 ve +3 değerliğe sahip kroma bağlanmakta ve +6 değerlikli kromun çözünen bölümü, metalin korozyona maruziyeti sonrasında kendi kendisini onarmasına fırsat vermesi açısından sektör için önemli bir yardımcı kimyasal olarak görev almaktadır [52].

Kromik aside tozuna veya buharına uzun süreli maruz kalma, burun septumunun ülserleşmesine ve perforasyonuna neden olabilmektedir. Solunum tahrişi astıma benzeyen semptomlarla ortaya çıkmakta olup bunun yanında sarı sarılık ile karaciğer hasarının denekler üzerinde rapor edildiği bildirilmiştir. Cildin uzun süre veya tekrarlanan maruz kalması ciltte döküntüye neden olmakta ve alerjik cilt döküntüleri oluşturmaktadır [53].

İnsanlarda, kromat üretiminde, kromat pigment üretiminde ve krom kaplama endüstrisinde rastlanan krom (VI) bileşiklerinin kanserojen etki yarattığı bilinmektedir [54].

Sodyum Dikromat: Sodyum dikromat, ısıya maruz kaldığında zehirli krom emisyonu açığa çıkaran hafif kızılımsı renkte inorganik bir bileşiktir . Sodyum dikromat oldukça korozif ve okside edicidir.

Endüstriyel kimyasalların üretiminde krom bileşiklerinden yararlanmak için tercih edilmektedir. Sodyum dikromatın kullanım alanlarına bakıldığında aynı zamanda sondaj faaliyetlerinde, metallerin yüzey kaplama işlemlerinde, ahşap ürünlerin muhafazasında ve çeşitli kimyasalların üretiminde aşınmayı önleyici veya reaksiyonu geciktirici olarak tercih edilmektedir.

Sodyum dikromat kullanımının tercih edildiği proseslerde açığa çıkardığı toksik buhar nedeniyle öncelikle deri ve mukoza sistemindeki tahrişe, bronşit, zatürree ve astıma neden olan solunum sistemini etkilemektedir. Bununla birlikte ayrıca çiğneme, sindirim, emilim ve boşaltım süreçlerinde görev alan organları, karaciğeri, böbrekleri ve bağışıklık sistemini de toksit etkisi altına alabilmektedir. Bu madde bilinen bir insan kanserojeni olmakla birlikte akciğer kanseri, burun ve sinüs kanseri gelişim riskinin artışıyla pozitif ilerlemektedir [55].

Stannat (Kalay Hidrür): Kalay, lehim, saç kalay ve çeşitli alaşımların oluşturulmasında kullanılmaktadır. Bununla birlikte yüksek karbon içeren düşük alaşımlı çeliklerin Elektrolitik yöntem ile çinko kaplanması öncesinde de siyanür stannat (kalayhidrür, S_nH_4) havuzuna daldırılarak ön işleme maruz bırakılmaktadır. Yüksek miktarda inorganik kalay bileşikleri, karın ağrısına, anemiye, karaciğer ve böbrek sorunlarına neden olabilmektedir. Kalay hibridin inorganik gazı, solunduğunda nörotoksik etkilere sebep olmaktadır. Tetra hidrojene kalayının (S_nH_4) hemolitik bir zehir olduğu gösterilmiştir. Yüksek düzeyde kalay, ciltte döküntü, mide şikayetleri, bulantı, kusma, ishal, karın ağrısı, baş ağrısı ve çarpıntıya neden olabilmektedir. Düşük kalay maruziyeti, yorgunluk, depresyon, düşük kalp debisi, nefes darlığı, astım, baş ağrısı ve uykusuzluk yapabilmektedir. Kalay maruziyetleri iskemik kalp hastalığı ve kolesterolün metabolizması ile edpiemiyolojik bir ilişki göstermektedir [57].

Siyanür: Siyanür, bir azot atomuna ve üç moleküler bağla bağlanan bir karbon atomunun oluşturduğu gruptur. Siyanürler hem doğal olarak hem de yapay olarak oluşabilmektedirler.

Hidrojen siyanür (HCN) ve basit siyanür tuzları olarak tanımlanabilen sodyum siyanür ve potasyum siyanid, siyanür bileşiklerine verilebilecek örneklerdendir.

Siyanürün çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Siyanür tuzları elektroliz, yüzey temizleme ve cevherden arındırma işlemlerinde kullanılır.

Siyanür gazı, çeşitli zararlıları ve haşaratları yok etmek için de kullanılmakta, bununla birlikte siyanür barındıran farklı bileşikler kağıt üretimi, tekstil ve plastik sektöründe tercih edilmekte aynı zamanda fotoğrafçılık sektöründe baskı kalitesini geliştirmek amacıyla da kullanılmaktadır [58].

Galvaniz kaplama sektöründe en fazla tercih edilen elektrolitik yöntem ile galvaniz kaplama prosesinde kullanılan siyanür, kaplanacak malzemenin kaplama sıvısıyla kimyasal bir oluşturmasında öncelikli işlem olarak uygulanabilmektedir. Fakat kullanımı sonrasında siyanür ihtiva eden buharın kişisel maruziyet noktasında çok toksik bir etki bırakabilmesi nedeniyle hem İş Sağlığı ve Güvenliği mevzuatı kapsamında, arıtım basamaklarında ise siyanür gideriminin maliyetli ve çevresel anlamda kısa ve uzun vadede risk skalasının geniş olmasıyla hem de Çevre mevzuatı kapsamında dezavantaj oluşturmaktadır [22].

Siyanür insanlar için akut toksiktir. Sıvı veya gaz halindeki hidrojen siyanür ve siyanürün alkali tuzları vücuda soluma, yutma veya emilim özelliği göstererek giriş yapabilir. Siyanürün vücuda en kolay girişi kesik, tahriş veya nemli cilt ile olmakta olup bu tür durumlar siyanürün vucutta daha etkili bir şekilde girmesinin yolunu açmaktadır. Buharlaşan siyanür tuzlarının solunması durumunda mukozanın nemli olması, mukoza zarları içerisinden siyanür tuzlarının geçmesine örnek olarak verilebilir.

Hidrojen siyanürün zararlılık etkisi, maruziyetin etkisine göre değişmektedir. Bir kimyasal maddenin toksisitesi, maruz bırakılan popülasyonun % 50'sine uygulanması sonrasında ölümcül olan konsantrasyon veya doz olarak ifade edilir (LC50 veya LD50). Gaz fazda bulunan hidrojen siyanürün solunması durumunda ortalama 10-60 dakika aralığında ölüme sebebiyet vereceği LC50 değeri, milyonda 100-300 aralığındadır. Konsantrasyon miktarında yapılacak artış ölümün daha kısa sürede gerçekleşmesine sebebiyet vermektedir.

Havada serbest halde bulunan hidrojen siyanürün, milyonda ikibininin solunması yaklaşık 60 saniye içerisinde ölümle sonuçlandırmaktadır.

Maruz kalma süresi, konsantrasyonu veya maruziyet şekli değişkenlik gösterse de, siyanürün vücutta ki biyokimyasal işleyişi aynıdır. Siyanürün kan dolaşımına girmesiyle, ATP'nin salınımı sırasında elektron transferini destekleyen sitokrom oksidaz formuyla kompleks bir yapı oluşturmaktadır. ATP'nin salınımının yapılmasında görev alan sitokrom oksidazın uygun fonksiyonu sağlanamadığı için hücreler kan akışında mevcut olan oksijeni kullanamadığıdan hücresel boğulma meydana gelmektedir. Düzenli bir oksijenin sağlanamamış olmasından ve mevcut oksijenin bulunamamasından anaerobik metabolizmaya geçiş nedeniyle kanda laktat birikmesi yaşanmaktadır. Hücresel boğulma ve laktat asidozunun birleşik etkisi, solunumun sonlanması ve ölümü beraberinde getirmektedir [59].

2.4. Sıcak Daldırma Galvaniz Sektöründe Oluşan Atıklar

Ülkemizde galvaniz kaplama sektöründe en çok kullanılan yöntem şüphesiz sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama prosesidir [9]. SDG'nin ülkemizde kaplama alanında en çok tercih edilen yöntem olması, bu yöntemin uygulanması sonrasında açığa çıkan proses, yan proses ve proses dışı atıkların neler olduğu sorusunu akla getirmektedir. SDG'nin metodolojisi kapsamında oluşan 3 ana atık sınıfı aşağıda alt başlıklar halinde ele alınmaktadır.

SDG'nin ülkemizde tercih edilme yüzdesinin diğer kaplama yöntemlerine göre çok daha yüksek olması nedeniyle, kullanılan hammadde ile prosese dahil edilen kimyasalların miktarının da diğer kaplama metodlarına göre yüksek olması öngörülebilmektedir. Hammadde ve kimyasalların diğer yöntemlere göre yüksek olması, açığa çıkan atık miktarlarının teknolojik yenilenme, uygulama metodları ve kullanılabilirlik kıstaslarının değişmeyeceği varsayımıyla daha fazla olacağı görülebilmektedir. Bu nedenle SDG kaplama neticesinde ortaya çıkan tehlikeli ve tehlikesiz atık ile bu atıkların neden olduğu riskler, toksik maruziyet ve potansiyel etkilerin aynı paralelde ilerlemesi bu kaplama metoduna ait atıkların başlı başına irdelenmesi gerekliliğini doğurmaktadır.

SDG kaplama metodu kaynaklı atıkların tehlikeli veya tehlikesiz olarak değerlendirilmesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, 02/04/2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin, Ek-4 listesi temel alınarak verilmektedir.

İlgili yönetmeliğin ekinde verilen ve yıldız (*) işareti ile tanımlı olan atıklar tehlikeli atıkları ifade etmekte olup bu tehlikeli atıkların karşılığında yer alan açıklamalar kısmında belirtilen harf ataması bir tehlikeli atığın kesin veya muhtemel tehlikelilik özelliğinde yer aldığını ifade etmektedir. "A" harfi ile gösterilen tehlikeli atıkların kesin tehlikeli atık olduğunu, bu şekilde harf ataması yapılmış olan atıkların analiz yapılmaksızın kesin tehlikeli olarak sınıflandırıldığına değinilmiştir. Tehlikeli atığın tanımlamasının yapıldığı sütunun yanında yer alan açıklama sütununda "M" harfi kullanılarak atama yapılmış tehlikeli atıkların muhtemel tehlikeli atık olduğu, bu şekilde işaretlenmiş olan atıkların tehlikeli olup olmadığının belirlenmesi için ilgili Yönetmelik hükümlerinden 11 inci maddede öngörülen atığın tehlikelilik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışma yapılması sonrasında tehlikeli veya tehlikesiz atık olma durumunun belirleneceğine ilişkin bilgi verilmektedir.

SDG prosesi kapsamında Atık Yönetimi Yönetmeliği, Ek-4 listesinde yer alan katı veya sıvı atıklar haricinde, tesisin ana işleyişinde yardımcı sistemleri oluşturan yakma veya sıcak su kazanından kaynaklanan veya yüzey hazırlama, filtreleme, aspirasyon ünitelerinden oluşan buhar emisyonlarının içerisinde çeşitli tür ve nitelikte, maruziyet sınırlarının aşılması durumunda öldürücü etkisi bulunan, aynı zamanda insan vücudunda sistemi oluşturan organların zarar görmesine neden olabilecek türde zararlıların yer aldığına ilişkin bilgiler 2.3 alt başlığında altında verilmiş olduğundan, SDG aşamasında oluşan emisyonlar da atık olarak değerlendirilmelidir.

Ana, yan veya proses dışı atıkların tehlikelilik özelliği çevresel açıdan ilgili yönetmelik hükümlerine istinaden irdelenerek belirlenmiş fakat 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında yer alan hükümlere istinaden, sektöre yön veren firmalarla görüşmeler yapıldığında oluşan bu tehlikeli veya tehlikesiz atıkların oluşturabileceği etkileri gözlemlemek amacıyla ölçüme, acil durum planlarına, sektörel kontrol listelerine ve eğitime konu edilmediği tesis bünyesinde görev alan İSG hizmetini gerçekleştiren kişilerle yapılan görüşme itibariyle beyan edilmiştir. Fakat yine aynı firmalarla yapılan görüşmede belirli bir koku veya konsantre haldeki buhar çıkışlarının görsel ve duyusal tespitinin aşikar olduğu, çalışanların birebir etkileşim içerisinde yer alan alanlarda ölçümlerin 24/01/2017 tarih ve 29958 sayılı İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik kapsamında yapıldığı beyan edilen bir başka husustur.

2.4.1. Proses atıkları

Sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama metodundan kaynaklanan tehlikeli proses atıkları ile tehlikesiz proses atıkları Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de yer almaktadır.

Tablo 2.1 : SDG sektörünün muhtemel tehlikeli atıkları.

Atık Kodu	Atık Tanımlaması	Açıklama
11 01 05*	Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)	A
11 01 06*	Başka bir şekilde tanımlanmamış asitler	A
11 01 07*	Sıyırma bazları	A
11 01 11*	Tehlikeli maddeler içeren sulu durulama sıvıları	M
11 01 13*	Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları	M
11 05 04*	Iskarta flaks malzemeler	A

11 01 05*- Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)" ve 11 01 07*- Sıyırma bazları sıcak daldırma yapılacak ürünlerin yüzeylerinde barındırdığı organik veya inorganik kalıntıların (yağ, pas, kir vb.), sülfürik asit ve hidroklorik asit ile temizlenmesi sonrasında konsantrasyonlarının azalmasından kaynaklanmaktadır. Konsantrasyon oranı azalan asit veya baz özellikteli kimyasalın yüzey temizleme özelliğini yitirmesi nedeniyle atık olarak muamele görmekte ve sektörde "çürük asit" olarak da adlandırılmaktadır.

11 01 11*-Tehlikeli maddeler içeren sulu durulama sıvıları, metal ve metal bileşiklerini, yağ, pas ve kirin arındırılmasında görev alan asidik veya bazik kimyasalları ve çeşitli türde ki ağır metalleri içermektedir. Proses kaynaklı durulama sıvılarını nötrali etmek ve durulama sıvısı içerisindeki zararlıların giderimini sağlamak amacıyla çökeltme/floklaştırma ve filtreleme işlemi uygulanabilmektedir [60].

11 01 13*-Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları, yağ gidermek amacıyla asit ve baz kimyasalı ile doldurulmuş havuzların yanı sıra, yağ giderme işlemlerinden sonraki yüksek asidik veya bazik konsantrasyon içeren durulama sıvıları için de kullanılmaktadır.

Kaplaması yapılacak ürünlerin yüzeylerinin temizlenmesinin sürdürüldüğü basamaklarından biri de flakslama işlemidir. Flaks kaplama işleminin amacı, SDG

yöntemi ile kaplanacak malzemenin kaplama yapılacak metalik eriyik ile bağ kurmasını sağlayarak kaplama kalitesini arttırmaktır.

11 05 04*-Iskarta flaks malzemeler, flaks havuzlarında kullanılan kimyasalların zamanla işlevini yitirmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 2.2 : SDG sektörünün muhtemel tehlikesiz atıkları.

Atık Kodu	Atık Tanımlaması	Açıklama
11 01 12	11 01 11 dışındaki sulu durulama sıvıları	-
11 01 14	11 01 13 dışındaki yağ alma atıkları	-
11 05 01	Katı çinko	-
11 05 02	Çinko külü	-

11 01 12-11 01 11 dışındaki sulu durulama sıvıları, 11 01 14-11 01 13 dışındaki tehlikeli muhteviyat içermeyen yağ alma atıkları, 11 05 01-Katı çinko ve 11 05 02-Çinko külleri Atık Yönetimi Yönetmeliğinin, Ek-3B'si kapsamında tehlikesiz atık olarak değerlendirilmektedir. Kül, galvaniz kaplama amacıyla daldırılan metalin, yüksek sıcaklıktaki eriyik çinkoya maruz bırakılması sonrasında oluşan içerisinde çinko, demir, alüminyum ve çinko oksit bulunan bileşiktir. Dros ise aynı kimyasal tepkime sonucu oluşan fakat havuz dibinde varlığını gösteren bir metal bileşiktir. Kül, galvanizleme esnasında yüzeyten alınmakta olup dros ise havuzların bakım veya onarım faaliyetlerine tabi tutulması esnasında bulunduğu dipten alınmaktadır.

2.4.2. Yan proses atıkları

Sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama sektöründe ana faaliyet kapsamında oluşan atıkların yanında, ana faaliyetin yürütülmesinde görev alan yardımcı faaliyetlerden kaynaklı olarak tehlikeli ve tehlikesiz atıklar oluşmaktadır. Bu atıklar Tablo 2.3 ve Tablo 2.4'de yer almaktadır.

Tablo 2.3 : SDG sektörünün tehlikeli yan proses atıkları.

Atık Kodu	Atık Tanımlaması	Açıklama
11 01 09*	Tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri	M
11 05 03*	Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar	A
12 01 06*	Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A

Tablo 2.3 (devam): SDG sektörünün tehlikeli yan proses atıkları.

12 01 07*	Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
12 01 08*	Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları	A
12 01 09*	Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları	A
12 01 10*	Sentetik işleme yağları	A
12 01 12*	Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar	A
12 01 14*	Tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları	M
12 01 18*	Yağ içeren metalik çamurlar (öğütme, bileme ve freze tortuları)	M
12 01 19*	Biyolojik olarak kolay bozunur işleme yağı	A
12 01 20*	Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	M

11 01 09*-tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri" flaksın yenileme kaynaklı bir atık türüdür. Flaks işlemi sonrasında ağır metal giderimi kaynaklı çamurlar ya da çamurun filtrelenmesi için kullanılan preslerden kaynaklanan çamurlar oluşmaktadır. Bu kalıntıların içerisinde, metal ve metal bileşikleri, yağ arındırıcı kimyasallar ile asit ve bazik nitelikte çeşitli kalıntılar bulunmaktadır.

11 05 03*-Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar, çinko havuzunda oluşan gazın arıtılması sonrasında, arıtım mekanizmaları içerisinde bulanacak katı tehlikeli atıklardır.

12 01 14*-Tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları, yağ ile çalışan ekipmanların, yağın dolaştığı sistem içerisinde oluşan partiküllerin meydana getireceği aşınmayı engellemek amacıyla yapılan filreleme işlemi sonrasında oluşan atıklardır.

12 01 18*-Yağ içeren metalik çamurlar (öğütme, bileme ve freze tortuları) kaplamaya tabi tutulacak metallerin öğütme, bileme vb. faaliyetlerinden kaynaklı ortaya çıkan atıklardır.

12 01 19*-Biyolojik olarak kolay bozunur işleme yağı, kaplama yapılacak ürünlerin yüzey işlemlerinde kullanılan, biyolojik olarak parçalanıp bozunabilen işleme yağlarının kullanımı sonrasında ortaya çıkmaktadır.

12 01 20*-Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri, 12 01 18 atık kodu ile benzerlik göstermekte olup 12 01 20 atık koduyla tanımlanacak atıklar, çok daha küçük boyutlarda oluşan kıymıklardır.

Tablo 2.4 : SDG sektörü tehlikesiz yan proses atıkları.

Atık Kodu	Atık Tanımlaması	Açıklama
11 01 10	11 01 09 dışındaki çamurlar ve filtre kekleri	-
12 01 01	Demir metal çapakları ve talaşları	-
12 01 02	Demir metal toz ve parçacıklar	-
12 01 03	Demir dışı metal çapakları ve talaşları	-
12 01 04	Demir dışı metal toz ve parçacıklar	-
12 01 13	Kaynak atıkları	-
12 01 15	12 01 14 dışındaki işleme çamurları	-
12 01 17	12 01 16 dışındaki kumlama maddeler atıkları	-
12 01 21	12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	-

11 01 10-11 01 09 dışındaki çamurlar ve filtre kekleri, 12 01 15-12 01 14 dışındaki işleme çamurları, 12 01 17-12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları, 12 01 21-12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin Ek 3-B çerçevesinde yapılan değerlendirme çalışmaları kapsamında tehlikesiz olarak değerlendirilen atık olarak yer almaktadır.

12 01 01-Demir çapakları ve talaşları, 12 01 02-Demir metal toz ve parçacıklar, 12 01 03-Demir dışı metal çapakları ve talaşları ile 12 01 04-Demir dışı toz ve parçacıklar, kaplamaya tabi tutulacak ürünlere uygulanan fiziksel işlemlerden kaynaklı ortaya çıkmaktadır.

12 01 13-Kaynak atıkları, bakım ve onarım kapsamında yapılacak çalışmalar sonrasında oluşan elektrod parçaları ile eriyik haldeki elektrodu barındıran işlevsiz parçalar olarak değerlendirilmektedir.

2.4.3. Proses dışı atıklar

SDG kaplama faaliyetinin bütününe bakıldığında, ana faaliyetin yapıldığı alanların dışında veya faaliyetin ana kaynağında, proses dışında değerlendirilen tehlikeli ve

tehlikesiz nitelikte atıklar oluşabilmektedir. Bu atıkların oluştuğu alanları kısımlara ayırdığımızda; idari bina, yardımcı yan faaliyetler,yemekhane, revir tuvalet, duş vb. alanlar olduğu görülmektedir. Bu alanlarda yapılan faaliyet, kullanım ve müdehaleler neticesinde tehlikeli ve tehlikesiz atıklar oluşmaktadır. Tablo 2.5'de SDG'de oluşan proses dışı tehlikeli atıklar, Tablo 2.6'da ise tehlikesiz atıklar listelenmektedir [61].

Tablo 2.5 : SDG sektörü tehlikeli proses dışı atıkları.

Atık Kodu	Atık Tanımlaması	Açıklama
08 03 17*	Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri	M
13 01 13*	Diğer hidrolik yağlar	A
13 02 05*	Mineral esaslı klor içermeyen motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 08*	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 03 07*	Mineral esaslı klor içermeyen yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 07 01*	Fuel-oil ve mazot	A
15 01 10*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	A
15 02 02*	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	M
16 01 07*	Yağ filtreleri	A
16 02 13*	16 02 09'dan 16 02 12'ye kadar olanların dışındaki tehlikeli parçalar içeren ıskarta ekipmanlar	A
16 06 01*	Kurşunlu piller ve akümülatörler	A
16 06 02*	Nikel kadmiyum piller	A
16 07 08*	Yağ içeren atıklar	M

Tablo 2.6 : SDG sektörü tehlikesiz proses dışı atıkları.

Atık Kodu	Atık Tanımlaması	Açıklama
08 03 18	08 03 17 dışındaki atık baskı tonerleri	-
15 01 01	Kağıt ve karton ambalaj	-
15 01 02	Plastik ambalaj	-
15 01 07	Cam ambalaj	-
15 02 03	15 02 02 dışındaki emiciler, filtre malzemeleri, temizleme bezleri, koruyucu giysiler	-
16 01 03	Ömrünü tamamlamış lastikler	-
16 01 17	Demir metaller	-
16 01 18	Demir olmayan metaller	-
16 02 14	16 02 09'dan 16 02 12'ye kadar olanların dışındaki ıskarta ekipmanlar	-
18 01 04	Enfeksiyon önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olmayan atıklar (örneğin sargılar, vücut alçıları, tek kullanımlık giysiler, alt bezleri)	-
20 01 01	Kağıt ve karton	-
20 01 40	Metaller	-

3. MATERYAL-YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Bütünsel Değerlendirilmesi

Galvaniz kaplama sektöründe, kaplaması yapılacak malzemelerin atmosferik şartlardan ve korozyondan korunmasını sağlamak amacıyla genel anlamda 3 adet kaplama yönteminden yararlanıldığı görülmektedir. SDG'nin ağır sanayi ve atmosferik şartlara elverişli parçaların kaplanması, yöntem ve uygulanış açısından kolay olması, malzemenin yüzeyinin tamamına nüfuz etmesi ve diğer yöntemlere kıyasla ekonomik ömrünün tahmin edilebilir olması SDG'yi yöntem olarak öne geçiren nedenler arasında sıralanabilmektedir.

SDG, diğer yöntemler için yapılan uygulamalara ne kadar benzerlik göstersede, iç ve dış piyasaya sürülen kaplamalı ürünlerin çoğunun tonaj olarak SDG prosesinden çıkarılması ve yukarıda yer verilen avantajlara sahip olması ülkemizde SDG'nin aktif olarak kullanıldığını göstermektedir.

Bu tez çalışmasında, sıcak daldırma yönteminin uygulanış biçimlerini oluşturan proseslerde kullanılan hammadde ve kimyasallar ile bunların sebep olduğu atıkların ara ve geçici depolanması ile tesisten uzaklaştırılmasında, 29.12.2012 tarih ve 28512 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İş Şağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği hükümlerine istinaden risk tespitleri yapılmış, tespiti gerçekleştirilen risklere karşı alınabilecek önlemlere değinilmiştir.

Tez çalışmasının öncelikli basamağını, kaplama sektörü ve sektörde kullanılan yöntemler hakkında ilgili kişi, kurum ve kuruluşların yazınsal tutumlarının ele alındığı makale, yazı, kitap vb. yayımların incelenmesi oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar sonrasında SDG'nin sektörde aktif olarak kullanılması nedeniyle bu kapsamda hizmet veren kuruluşların değerlendirmeye uygun olacağı kararlaştırılmıştır. Araştırma ve çalışmanın yapılabileceği, her an düzenli bilgi ve belgenin toplanabileceği mesafede bulunan sıcak daldırma galvaniz kaplama sektöründe faaliyet gösteren firmalarla iletişime geçilmiş, görsel tespit ve analizlerin

hedef gözetildiği bu firmalardan, yıllık üretim kapasitesi bakımından Ege bölgesinde birinci ve Türkiyede ikinci sırada yer alan X firması ile çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan ilk çalışmalarda, SDG hizmeti veren tesiste kullanılan kimyasallar ve hammadde kaynaklarının neden olduğu ağır metal ve asit maruziyetleri ile yüzey sıyırma, galvaniz kaplama ve diğer yan proseslerde kullanılan kimyasalların oluşturduğu gaz emisyonlarının tespitine yönelik ölçüm ve analizlerin yapıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte yine aynı kuruluşta yapılan inceleme ve değerlendirmede fiziksel, kimyasal, patlayıcı ve yanıcı etki oluşturacak risklere istinaden bir değerlendirme yapıldığı fakat sayılan risklerin içerisinde oluşan atıkların irdelenmeksizin yüzeysel ele alındığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışma ile görsel değerlendirme ve dokümansal tespitlerin sonucunda proses, yan proses ve proses dışı atıkların İş Sağlığı ve Güvenliği yönünden kısa ve uzun vade de oluşturabileceği etkiler göz önüne alınarak risk tanımlamaları yapılmış ve tespiti yapılan risklere karşı korucuyu güvenlik tedbirlerine yer verilmiştir.

3.2. Araştırma ve Gözlemin Yapıldığı Faaliyete İlişkin Bilgi

Galvaniz kaplama alanında faaliyet gösteren X firması, Ege Bölgesinin kuzey batısında yer almaktadır. Tesis, SDG kapsamında aktif hizmet vermeye 2008 yılının ortalarında başlamıştır ve yaklaşık 100.000 ton/yıl'lık kapasite ile hali hazırda çalışmalarını sürdürmektedir.

Tesis iki ayrı faaliyetten oluşmaktadır. Kaplaması yapılacak ürünlerin mekanik işlemlere tabi tutulduğu kısım ilk faaliyeti, ana üretim konusunu oluşturur galvaniz kaplama prosesi ise ikinci faaliyeti oluşturmaktadır.

Tesis bünyesinde yaklaşık 180 kişi çalışmakta olup galvaniz bölümünde hizmet veren çalışan sayısı yaklaşık 90 kişidir.

Sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama faaliyeti, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından 26/12/2012 tarih ve 28509 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği Ek-1 listesine göre değerlendirildiğinde 25.61.01 NACE koduna göre "Çok Tehlikeli" sınıfta yer aldığı tespit edilmektedir.

Tesis, İSG hizmet alımını, İş Sağlığı ve Güvenliği Kayıt, Takip ve İzleme Programı olan İSG-KATİP üzerinden ataması yapılmış tam zamanlı B sınıfı uzman tarafından gerçekleştirmektedir.

3.3. Sıcak Daldırma Galvaniz Sektöründe Oluşan Atıklara İlişkin Risk Tespiti

SDG alanında hizmet veren tesisin hammaddenin kabulünden, ürünün oluşumuna kadar ki geçen sürede oluşturduğu atıklar tespit edilmiştir. SDG kapsamında çalışmalarını yürüten personelin, proses, yan proses ve proses dışı atıklarla direkt ne şekilde etkileşimde oldukları veya dolaylı olarak ne şekilde etkileşimde olacakları gözlemlenmiştir.

Tesisten çıkan her türlü tehlikeli ve tehlikesiz atığın kısa veya uzun süreli depolamasının yapıldığı atık alanlarında, ara depolama noktalarında veya atıkların transfer edilmesinde görev alan personelin karşılaşabileceği risklerin kontrolü ve emniyet önlemlerinin planlaması yapılmıştır.

Görsel inceleme neticesinde atıkların sebep olabileceği durumlar tanılanmış, buna ilişkin risklerin tespitinde bulunulmuş ve güvenlik tedbirlerinin alınmasıyla karşılaşılması öngörülen risklerin bertarafı ve önlenmesi yoluna gidilmiştir.

Tesiste yüzey temizleme işlemleri ile galvaniz kaplama prosesinde ortaya çıkan emisyonların iç ortama salınımı sonrasında oluşan ağır metal ve asit konsantrasyonu ile tehlikeli gazların kişisel maruziyet sınır değerlerinin yapılan ölçümlerle kayıt altına alındığı görülmüştür. Bununla birlikte atıkların oluşturabileceği fiziksel ve kimyasal etkenlerin ölçüme konu edilmemesi nedeniyle elde edilen sonuçların iş sağlığı ve güvenliği mevzuatındaki veya ilgili standartlardaki sınır değerler ile karşılaştırılmasına imkan sağlayan bir değer tespit edilememiştir.

4. ÖLÇÜM VE TESPİT

4.1. Sıcak Daldırma Yöntemiyle Galvaniz Kaplamada Kimyasal Etki Değerleri

Tesisin, 12.08.2013 tarih ve 28733 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik ile 24.01.2017 tarih ve 29958 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik kapsamında, SDG prosesi ve yüzey temizleme işlemleri sonrasında açığa çıkan gazların maruziyetine ilişkin veriler ve sınır değerleri içeren ortam ölçümlerinin raporlandığı fakat bu ortam ölçümlerinin katı ve sıvı nitelikteki tehlikeli ve tehlikesiz atıkların depolandığı alanlarda uygulanmamış olması nedeniyle şu zamana kadar yapılan ölçümlerde atıkların sebep olduğu maruziyet değerlerinin, sınır değerler ile karşılaştırılmasının yapılmadığı görülmektedir.

Bununla birlikte toksik gazların ve ağır metallerin kaynağı olan galvaniz kaplama, yüzey temizleme ve flakslama işlemlerinin yapıldığı havuzların yakınında yer alan ara depolama üniteleri ile açıkta depolanan kül ve dros, tehlikeli atık niteliği gösterir kontamine atıklar ve ağzı kapalı olmayan kimyasalların ortam ölçümlerinde ne denli rol oynadığı, şu ana kadar başlı başına bir ölçüme tabi tutulmadığı için bilinememektedir.

İlgili Yönetmeliğin, Madde 4'ünde tanımlar başlığı altında yer alan kimyasal maddenin tanımı, ***"...herhangi bir işlem sırasında kullanılan veya atıklar da dâhil olmak üzere ortaya çıkan..."*** olarak yapılmıştır. Yine tanımlar başlığı altında mesleki maruziyet sınır değeri; ***"...havada bulunan <u>kimyasal madde</u> konsantrasyonunun zaman ağırlıklı ortalamasının üst sınırı"*** olarak ifade edilmiştir [62]. Netice itibariyle ilgili yönetmelik kapsamında kimyasal maddenin atıkları kapsaması ve maruziyet sınır değerlerinde havada bulunan kimyasal madde konsantrasyonunun ölçüme konu edilmesi atıklar içinde bu ölçümlerin yapılmasında

yasal bir dayanak olarak göze çarpmakta olup atık yönetimi kapsamında oluşabilecek risklerin belirlenmesi ve önüne geçilmesinde fırsat niteliği taşımaktadır.

Tesis içerisinde ilgili ölçümler periyodik olarak veya iç izlemeye esas olarak yapılmakta olup sadece prosese konu gazların ölçümünün yapıldığı, atık niteliği taşıyan kimyasal maddeler ile tehlikeli ve tehlikesiz atıkların depolamasının yapıldığı alanlara yönelik herhangi bir ölçümün bulunmadığı veya gündeme getirilmediği tespit edilmiştir. Bu alanlarda ortam ölçümlerinin yapılmaması, değerlendirmeye konu olacak bir maruziyetin gündeme gelmesinin önüne geçtiğinden, bu alanlarda mesai harcayacak çalışanların kısa ve uzun vadede yaşayacağı etkileşimin meydana getirdiği etkilerin gözlemlenmesi adına bir eksiklik olarak görülmüştür.

Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de, tesiste yapılan galvaniz kaplama işinin doğasında bulunan çinko havuzlarından ve diğer kimyasal maddelerin yer aldığı havuzlardan kaynaklanan ağır metallerin, asit konsantrasyonlarının ve gaz ölçümlerinin kişisel maruziyet değerleri ile ilgili yönetmeliğin Ek-1'inde yer alan mesleki maruziyet sınır değerleri, Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) ve Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) değerleriyle karşılaştırılmaktadır.

Tablo 4.1 : KMÇASGTHY kapsamında ağır metal konsatrasyonunun etki değerleri ve sınır değerlerinin karşılaştırılması [62].

Firma	Faaliyet	Maruziyet, TWA(1), mg/m³							
		Alüminyum		Çinko		Demir		Kurşun	
		Ö.D	S.D	Ö.D	S.D	Ö.D	S.D	Ö.D	S.D
X	SDG	0,0001	-	0,0101	-	0,0063	-	0,0097	0,15

Tablo 4.2 : OSHA kapsamında ağır metal konsatrasyonunun etki değerleri ve sınır değerlerinin karşılaştırılması [63].

Firma	Faaliyet	Maruziyet, TWA(1), mg/m³							
		Alüminyum		Çinko		Demir		Kurşun	
		Ö.D	S.D	Ö.D	S.D	Ö.D	S.D	Ö.D	S.D
X	SDG	0,0001	5	0,0101	5	0,0063	10	0,0097	0,05

Tablo 4.3 : NIOSH Kapsamında Ağır Metal Konsatrasyonunun Etki Değerleri ve Sınır Değerlerinin Karşılaştırılması [64].

Firma	Faaliyet	Maruziyet, TWA(1), mg/m³							
		Alüminyum		Çinko		Demir		Kurşun	
		Ö.D	S.D	Ö.D	S.D	Ö.D	S.D	Ö.D	S.D
X	SDG	0,0001	5	0,0101	5	0,0063	5	0,0097	0,05

Tablo 4.4 : Asit maruziyet etki değerleri ile sınır değerlerin karşılaştırılması.

Firma	Faaliyet	Maruziyet, TWA[1], mg/m^3					
		Hidroklorik Asit					
		Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Alınacak Sağlık Güvenlik Tedbirleri Hakkında Yönetmelik,		Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi		Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü	
		Ö.D	S.D	Ö.D	S.D	Ö.D	S.D
X	SDG	0,936	8	0,936	7	0,936	7

[1] **TWA:** 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama

Tablo 4.1'den Tablo 4.4'e kadar olan asit ve ağır metal maruziyetlerine ilişkin ölçümlerin, ülkemiz ve ülkemiz dışındaki yer alan mevzuatlara göre değerlendirilmesi yapıldığında, ölçüme konu her bir parametrenin belirlenen sınır değerlerin altında yer aldığı görülmektedir. Fakat yapılan ölçümlerin yer aldığı alanlara bakıldığında bu alanlar arasında tehlikeli ve tehlikesiz atıkların ara ve nihai depolamasının yapıldığı yerlerin ölçüm noktaları arasında yerini almadığı hem de mekanik ve fiziksel anlamda değerlendirmeye tabii tutulmadığı görülmüştür. Ölçüme ve tespite konu edilmeyen bu alanlarda meydana gelecek maruziyetin ne denli şiddetli veya etken seviyede olduğunun bilinemediği görülmektedir.

Tesiste yapılan iç ortam gaz ölçümleri incelendiğinde, prosese konu işlemlerin yürütüldüğü alanlarda ölçümlerin bölümlere göre ayrıldığı tespit edilmektedir. Yapılan ölçümlerinin çinko kaplamanın yapıldığı alan olan ocak alanı ve yüzey sıyırma işlemlerinin yapıldığı açıkta yer alan havuzlar ile kapalı alanda yer alan yüzey işlem havuzlarından kaynaklı açığa çıkan gazlara yönelik olarak yapılmaktadır. Yapılan ortam ölçümleri amonyak, hidroklorik asit, klor, hidrojen ve karbondioksit gazlarına yönelik olarak yapıldığı tespit edilmiştir. Yapılan ortam ölçümlerinde belirlenen sonuçların ulusal ve uluslararası kabul görmüş değerlere göre kıyaslaması Tablo 4.5'de yer almaktadır.

Tablo 4.5 : İç ortam gaz ölçümlerinin karşılaştırılması.

Firma	Faaliyet Bölüm	Maruziyet (ppm[1])				
		Ölçülen Gaz	Ölçüm Sonucu	Sınır Değer		
				KMÇSGHY[2]	NOISH[3]	OSHO[4]
X	SDG Kaplama	Amonyak	0,3	50	35	35 (ST)[6]
		Hidroklorik Asit	0	1	-	-
		Klor	0,2	0,5	1	1
		CO_2	600	5000	5000	5000
	SDG Asit	Amonyak	4	50	35	35 (ST)[6]
		Hidroklorik Asit	0	1	-	-
		Klor	0,2	0,5	1	1
		Hidrojen	0,01	4 (LEL)[5]	-	-
	SDG Pasivizasyon	Amonyak	4	50	35	35 (ST)[6]
		Hidroklorik Asit	0	1	-	-
		Klor	0	0,5	1	1
		Hidrojen	0,03	4 (LEL)[5]	-	-

[1]**ppm:** Parts per million (milyon başına düşen parça)
[2]**KMÇSGYH:** Kimyasal maddelerde çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik
[3]**NIOSH:** The national institute for occupational safety and health (amerikan ulusal iş sağlığı ve güvenliği enstitüsü)
[4]**OSHA:** Occupational safety and health administration (amerikan iş sağlığı ve güvenliği idaresi)
[5]**LEL:** Lower explosion limit (patlama alt limiti)
[6]**ST:** Short-Time Exposure Limit (Kısa Süreli Maruziyet Limiti)

4.2. Sıcak Daldırma Yöntemiyle Galvaniz Kaplama Tesisinde Atık Yönetimi Kapsamında Tespit Edilen İSG Riskleri ve Önlemleri

Tesiste, ağır metal ve asit maruziyetine ilişkin yapılan ölçümlerin, atıkların sebep olabileceği kirletici ve zararlı hususlara karşı İSG kapsamında yapılmış bir ölçüme konu edilmediği görülmüştür. Atıkların sebep olacağı organik veya inorganik tehlikelilik seviyelerine ilişkin maruziyet değerlerinin tespitinin şu zamana kadar gerçekleştirilmemesi, bu atıkların sebep olduğu fiziksel etkilerin daha az önemsenmesine ve göz ardı edilmesine neden olduğu görülmektedir. Bu duruma ilişkin olarak, tesis yetkilileri ve İSG uzmanlarından alınan izinler dahilinde konuya ilişkin fotoğraflama çalışmaları yapılmış, bu kişilerle ve tesis çalışanlarıyla yapılan görüşmelerde atık yönetiminin İSG kapsamındaki entegrasyonu konusunda düşünceleri alınmış ve sahada tespiti gerçekleştirilen atıkların oluşturabileceği risklerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirme çalışmaları sonrasında proses, yan proses ve proses dışı atıkların oluşumundan, ara ve nihai depolamasına geçen süre zarfındaki uygunsuz durumlar fotoğraflanmış ve alt başlıklar dahilinde verilmiştir.

4.2.1. Proses atıklarına yönelik tespiti gerçekleştirilen riskler

Çinko kazanında reaksiyon sonucunda kazanda bulunan ergimiş çinko yüzeyinde "kül" olarak adlandırılan tehlikesiz çinko oksit oluşmaktadır. Çinko oksite ek olarak çinko kazanı dibinde Fe-Zn karışımından tehlikesiz Çinko Çamuru (Katı Çinko, Dros, Çinko Çamuru) oluşan bir başka atık olarak dikkat çekmektedir. Oluşan bu çinko atığının biriktirildiği yere ilişkin yapılan fotoğraflama çalışması Şekil 4.1'de verilmektedir.

Şekil 4.1'de de görüldüğü üzere proses kaynaklı katı çinko atığının düzensiz bir istifleme yapılarak araç geçiş güzergahına yakın bir alanda depolamasının yapıldığı görülmektedir. 04.12.1973 tarih ve 7/7583 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla yürürlüğe alınan ve 23.07.2014 tarih ve 29069 sayılı Resmi Gazete'de verilen karar ile yürürlükten kaldırılan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğünün 489'uncu maddesinde, "***İş yerlerinde malzemeler, aydınlatmayı engellemeyecek, makine ve tesisatın çalışmasını güçleştirmeyecek, geçitlerde gidiş ve gelişi aksatmayacak ve yangın söndürme tesisatının kullanılma ve çalışmasını engellemeyecek ve***

devrilmeyecek şekilde ve ağırlıklarına dayanacak taban üzerine ve ancak 3 metre yükseklikte yerleştirilecektir.” denmektedir [65].

Şekil 4.1 : Katı çinko atığı.

İlgili tüzük maddesine göre bir bakış açısı kazanıldığında, çinko atığının araç geçiş yolunun bir kısmını gasp edecek şekilde konumlandırıldığı, ayrıca devrilme riskiyle karşı karşıya bırakılacak şekilde düzensiz istiflendiği, dikey silindirik sıvı oksijen tankı ile ısıl işlem için sıkıştırılmış doğal gaz (Compressed Natural Gas) bulunan manifoldlu tüp demetlerinin bulunduğu alanın yakınında yer alması nedeniyle olası bir acil durum anında müdehaleyi zorlaştırıcı bir biçimde depolandığı görülmektedir. Bununla birlikte 19.12.2007 tarih ve 26735 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin, 119’uncu maddesinin, 3’üncü bendinin, a alt bendinde, “***Yerüstü tanklarında yapılan depolamada, tankların çevresinde koruyucu uzaklık bırakılması gerekir. Bu uzaklıklar, Ek-12/C’de verilen değerlere göre belirlenir***.” denmektedir [66]. Yapılan değerlendirme çalışmasında oksijen tankının mevcut kapasitesine göre atölyelere ve idari hizmet binalarına olan uzaklığının 1,5 m’yi sağladığı görülmekte fakat olası bir patlama, parlama ve sızıntı sonrasında müdehaleler için burada yapılan uygunsuz atık

depolamasının alınan tedbirlerin uygulanmasında veya yapılacak müdahalelerde engelleyici bir husus olacağı görülmektedir.

Şekil 4.2'de sıyırma asitlerinin depolandığı açıkta yer alan 20 tonluk polietilen (PE) bir tank dikkat çekmektedir. Sıyırma asitleri (parlatma asitleri) ürünlerin yüzeylerinde barındırdığı organik veya inorganik kalıntıların (yağ, pas, kir vb.), hidroklorik asit ile temizlenmesi sonrasında konsantrasyonlarının azalmasından kaynaklanmakta ve sektörde "çürük asit" olarak da adlandırılmaktadır.

Şekil 4.2 : Çürük asit (sıyırma asidi).

Sıyırma havuzlarında yapılan çeşitli kontrol basamaklarından sonra yüzey sıyırma kabiliyetini yitirdiği anlaşılan asitler, otomatik dolum ünitesi ile Şekil 4.2'de yer alan PE tankların üst noktasından giriş yapılarak tanka doldurulmaktadır. Çürük asidin biriktirildiği tanktan yapılacak atık uzaklaştırma işlemi için basınçlı hazneye sahip tankerler, sürücüsünün ve aracının yeterlik belgeleri ile sigorta dökümleri kapsamında tesise kabul edilmektedir.

Aracın olası bir manevrasında korumasız durumda bulunan tankın delinmesi veya patlaması sonrasında ortaya çıkacak yaklaşık 20 tonluk %3-4 konsantrasyonlu ve 1-3 pH skalası arasında yer alan çürük (atık) asidin, korozif yönünün dominesinden kaynaklı olarak tank yakınında bulunan çalışanlara, çevreye ve makine-ekipman ile taşınmazlara zarar verebilmesinin mümkün olduğu görülmektedir. Bununla birlikte atıkların tankere aktarılmasında yapılacak bağlantının tankerin üst yüzeyinde kalması nedeniyle, çalışan kişinin tırabzanlı yükleme yeri olmadan asidin aktarımını yaptığı görülmüştür.

Tank tahribatının yaşanması sonrasında hidroklorik asidin ortama yayılmasını engelleyecek döküntü havuzunun bulunmaması, yağmur suyu hattına karışacak bir dökülme için risk faktörü olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, yemekhane yakınında yer alan bu tankın tahribi ile yemekhaneye şebeke suyu iletimi sağlayan isale hatlarının ani zarar görmesi, içme ve kullanım amacıyla ihtiyaç duyulacak su iletim hattının işlevini kaybetmesine neden olabileceği öngörülmüştür.

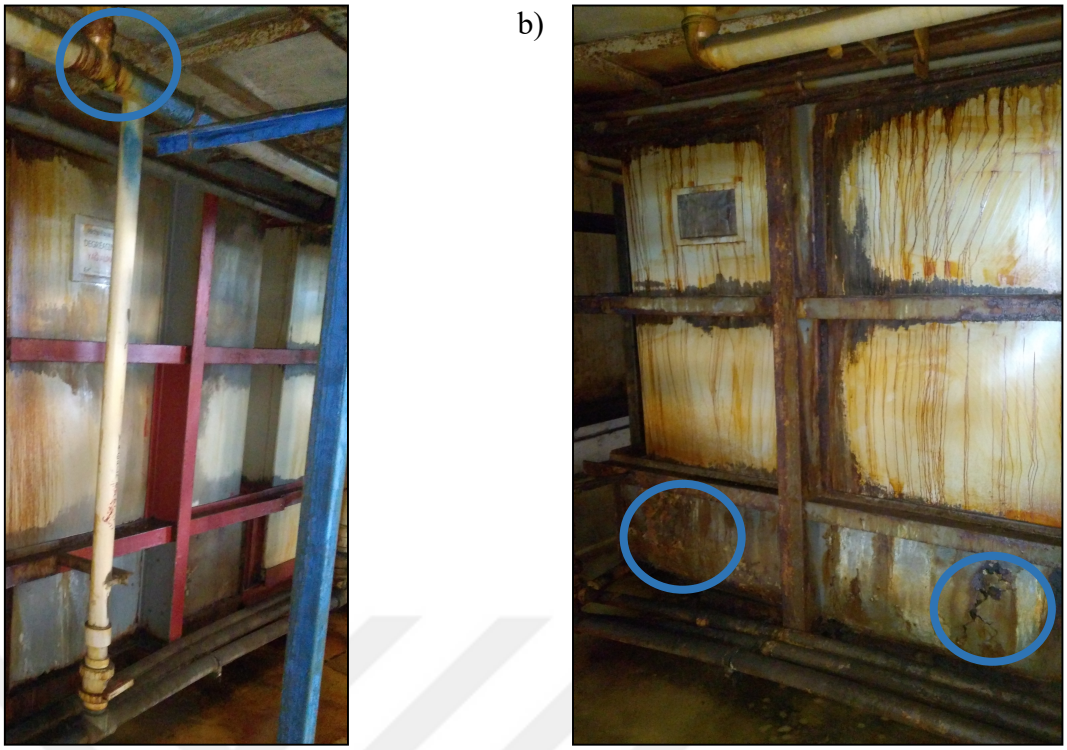
Asidin tanktan, tankere aktarılmasında görev alan taşeron firmaların bünyesinde çalışan bazı personelin, asidin aktarımı esnasında korozif etkilere dayanım gösteren nitril veya lastik eldiven, yüz siperliği, iş elbisesi ve iş ayakkabısı kullanmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.3'te çinko oksit ve çinko hidroksit (beyaz pas) oluşumunu engellemek amacıyla yapılan pasivasyon işleminin yer aldığı kromat havuzları ve bu havuzlarda kullanılan sodyum dikromatın yüzey işlem yeteneğini kaybetmesi sonrasında oluşan atık kimyasalın biriktirilmesinde ve atıksu arıtma tesisine (AAT) aktarımında görev yapan tank ve borular gösterilmektedir.

Şekil 4.3.a'da ve b'de yer alan PE aktarım boruları ile havuz çeperinin, atık sodyumdikromatın vermiş olduğu zararlılık derecesinin tespiti için belirli bir kontrole tabi tutulmadığını göstermektedir.

Bakım ve onarım çalışmaları kapsamında ilgili birim tarafından, herhangi bir sızıntı veya aktarım problemleri sonrasında ilgili borulara müdahalede bulunulduğu beyan edilmiştir. Ayrıca söz konusu bakım ve onarım personelinin, borulara yapılacak müdahalede ne tür önlemlerin alınması gerektiği veya önlem alınamayan şartlarda ne tür KKD'leri kullanacağını bilmediği görülmektedir.

a) b)



Şekil 4.3 : Kromat havuzu, a) Atık kromatın AAT'ye aktarımını yapan boru, b) Tahrip olmuş atık kromat havuzu yüzeyi.

Sodyumdikromatın korozif etkisi nedeniyle, ilgili görsele (Şekil 4.3a) göre bir değerlendirme yapıldığında PE borularda yaşanan yıpranma, boru kenarında oluşan sızma olarak kendini göstermektedir. Sızmanın yaşandığı bu boşlukların, uzun vadede aşınım dayanımına bağlı olarak genişlemesi veya aktarım mekanizmasının daha riskli bir etkiye maruz kalması sonrasında oluşturacağı kırılma, iletimi yapılan kimyasal atığın yayılmasına neden olacaktır. Atık sodyumdikromat çözeltisinin bulunduğu havuzların, göz önünde olmaması ve kapalı bir alanda gömme olarak bulunması, atık yayılımının geç farkedilmesine neden olabileceği için buna uygun müdahaleninde gecikmesine neden olacaktır.

Olası bir yayılım anında havuzun gömme olarak zeminde yer alması, oluşacak toksik buharın difüzyon hızı ve hava akımına bağlı olarak havuzlara girişin yapıldığı ilk alanda oluşacağı değerlendirilmiş ve ilk maruziyetin bu alanda başlayacağı öngörülmüştür. Bu öngörü dahilinde bu alanda yapılacak bakım, onarım veya acil işlemler için, teknik önlemlerin sağlanamamış olması nedeniyle, ilgili kimyasalın özelliklerine yönelik kullanılması gereken KKD'lerin alanda hazır bir biçimde bulundurulmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte havuzların bulunduğu alandaki iletim borularının akış yönü, havuz çeperinin ve boruların zarar görmesi sonrasında

yayılacak atık kimyasalın etkileri ile sağlık ve güvenlik önlemlerine uygun piktogramların, bilgilendirmelerin ve talimatların bulunmadığı tespit edilen başka bir hususdur.

Şekil 4.4'de ıskarta flaks malzemelerin depolamasının yapıldığı orta büyüklükteki konteynerler (IBC) bulunmaktadır.

Şekil 4.4 : Iskarta flaks malzemeler.

Şekil 4.4'de yer alan görselde ıskarta flaks malzemelerin, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı veya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri tarafından yetkilendirilmiş lisanslı firmalarca alınması ve tesisten uzaklaştırılmasını sağlamak için boş bir alanda bekletildiği görülmektedir.

Bekletilen IBC'lerde yapılan görsel değerlendirmede, IBC içindeki kimyasalın fiziksel ve kimyasal özelliklerini yansıtan tanımlayıcılara veya kimyasal bilgilendirme kartlarına yer verilmediği görülmüştür. Buna ek olarak ıskarta flaks malzemelerin depolamasının yapıldığı IBC'lerin üst üste konulmasında uyulacak istif adedi ile istif ağırlığına ilişkin bir tanımlama da yer almamaktadır.

Tez çalışmasına konu olan tesisin, risk tespitleri incelendiğinde oluşacak tehlikeli atıklar ile tehlikeli kimyasallara yönelik yapılan değerlendirmede, atık niteliği taşıyan malzemelere ve bu atıkların depolandığı ambalaja göre ayrı ayrı yapılmış bir değerlendirmenin olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle oluşacak risklerin tespiti ve

tespiti gerçekleştirilen risklere karşı önleyici tedbirin bulunmaması, bu hususta olası bir riskin başlı başına kaynağını oluşturmaktadır.

Şekil 4.5'de sıcak daldırma yöntemiyle galvaniz kaplama prosesinden kaynaklı toz çinko külünün ve toz drosun, kaplama prosesinin gerçekleştirildiği çinko havuzunun yanında ve kapalı alanda yer aldığını gösterir fotoğraf Şekil 4.5'te yer almaktadır.

Şekil 4.5 : Toz çinko külü ve çinko drosu.

Şekil 4.5'te kaplaması yapılacak malzemelerin sallar ile çinko havuzuna daldırılması sonrasında çıkan çinko oksit ile havuz zemininde yer alan demir-çinko karışımının sıyrılması sonrasında ortaya çıkan çinko tozu ve drosu yer almaktadır. Toz çinko ve toz drosun biriktirildiği metal hazneler, çinko kaplama faaliyetinin yapıldığı alanın yakınında yer almaktadır. İSG uzmanı ile yapılan görüşmelerde, 450°C'lik galvaniz kaplama ünitesinin yaymış olduğu sıcaklıktan dolayı, yaz aylarında sıcaklığı alt seviyelere çekmek maksadıyla içerideki çalışanların termal konforu için tır yükleme alanlarındaki kapılar ile tesis girişindeki kapıların açıldığı ifade edilmiştir. Verilen bu bilgiye göre, ilgili alanda bir termal konfor yaratmak amacıyla yapılan işlemin bir hava akımı yarattığı bilinmektedir. Bu hava akımının ağzı kapalı olmayan metal haznelerin yüzeyindeki çinko ve dros tozlarını ortama yayacağı, böylelikle tozdan kaynaklı maruziyet değerlerinin artmasına neden olacağı öngörülmektedir.

Kaplama işleminden kaynaklanan atıkların biriktirildiği alanda yer alan bir su sebilinin bulunması, ilgili alanın aktif olarak kullanıldığı gösteren bir başka detaydır.

Metal haznelerin yönetildiği yanlış istif uygulamaları sonrasında yaşanabilecek bir devrilme, ilgili alanda yer alan bir kişi için risk potansiyeli yüksek bir durum oluşturmaktadır. Ayrıca alanda herhangi bir tanımlama, talimat ve bilginin yer almaması, iş sağlığı ve güvenliği yönünden herhangi bir işaret ve işaretçinin bu alanda bulunmaması, olası bir kazayı önlemeyi veya kaza anında yapılacak müdahaleyi etkisiz kılabilecektir.

4.2.2. Yan proses atıklarına yönelik tespiti gerçekleştirilen riskler

Şekil 4.6'da mekanik işlemin yürütüldüğü alandan kaynaklanan metal aksamların toprak zemin üzerinde ve vinç rayına yakın bir alanda yapıldığı biriktirme gösterilmektedir.

Şekil 4.6 : Mekanik işlem atıkları.

Tesiste yapılan bu türdeki (Şekil 4.6) bir atık depolaması, kısıtlı hareket alanı içerisinde yer alan bu atıkların yüklenmesinde ve boşaltılmasında çeşitli zorluklar ile karşılaşılmasına neden olacaktır. Bunların başında yer alan en önemli sorun; Metal atıkların yüklenmesinde, ahtopat ağızlı bir yükleyicinin tesisin sahip olduğu makine ve ekipman portföyünün içinde yer almaması nedeniyle insan gücü kullanılarak hurda alımı yapan araçlara yüklenmesidir. Hurdanın kaldırılması ve araca aktarılmasında yapılan itme hareketinin ergonomik koşulları sağlayacak bir alanda ve uygun bir makine ekipman kullanılmadan yapılması bel veya sırt incinmelerine neden olabilecektir. Ayrıca biriktirme yapılan bu alanda, konuya ilişkin yüklemenin

iş sağlığı ve güvenliği yönünden gerekliliklerini ele alır bir talimatın bulundurulmadığı ve konum itibariyle buna müsait bir alanın cıvarda yer almadığı görülmüştür.

Hurda metallerin yüklemesini yapan ilgili çalışanlarla yapılan görüşmelerde, atığın uzaklaştırılmasında karşılaşılabilecek riskleri (kesik, çizik, batma, delme vb.) bertaraf etmek amacıyla günlük faaliyetlerinde kullanmış oldukları iş elbiseleri ile KKD'leri kullandıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, bu tür bir alandan yapılan yükleme sonrasında oluşabilecek yaralanmada, en yakın tıbbi müdahalenin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacak ecza dolabının ise ortalama 230 adım uzaklıkta bulunduğu görülmüştür.

Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de mekanik işlem faaliyetleri sonrasında oluşan metal tozları gösterilmiştir.

Şekil 4.7 : Mekanik işlemlerden kaynaklanan işleme tozları.

Şekil 4.8 : Mekanik işlemlerden kaynaklanan metal tozları.

Görsel olarak yapılan değerlendirmede, çıkan tozların yaptığı birikmenin yoğunluğu dikkate alındığında uzun süreden beri zımparalama işlemleri sonrasında çıkan tozların ortamdan uzaklaştırılmadığı tespit edilebilmektedir. Hareket alanı dahilinde bulunan bu alanda yapılan yer değiştirmeler, tozun havalanmasına ve iç ortama yayılarak buradan soluma ile insan vücuduna nüfuz edeceği öngörülmektedir.

Zımparalama işlemi sonrasında atığın kaynağında biriktirilmesine imkan verecek bir biriktirme haznesinin işlemin yapıldığı alanda yer almaması bu konuda teknik bir önlemin alınmadığını göstermektedir.

Şekil 4.9'da depolamanın yapılacağı yerin belirlenmiş olduğu metal hurda alanının yakının da yer alan düzensiz atık depolaması ile yaya geçiş yolunun bu atıklar ile kapatıldığı görülmektedir.

Şekil 4.9 : Atık metal hurdalar.

Şekil 4.6'da verilen mekanik işlemler sonrasında oluşan atıkların biriktirilme durumundan farklı olarak, Şekil 4.9'da yer alan metal hurdalar, belirli biriktirme konteynerleri bulunmasına rağmen açıkta depolanmıştır.

Metal hurdaların bir kısmının, ahtopat ağızlı bir yükleyicinin bulunmaması nedeniyle insan gücü kullanılarak hurda alımı yapan araçlara yükleneceği bilinmektedir. Ayrıca ahşap nakliye paletleri üzerinde yapılan atık depolamalarının, forklift kullanımına olanak tanıdığı için hurda çıkışlarında daha kolay ve emniyetli yükleme imkanı tanıması açısından önemlidir. Fakat palet üzerindeki çarpık ve gelişigüzel yapılan yerleştirmeler forkliftin yükü kaldırma ve ileriye dönük hareketi sonrasında

oluşturacağı sarsıntıya bağlı olarak taşıdığı yükün kaymasına böylece devrilmesine neden olacaktır. Bu durum hem iş güvenliği alanında yaşanacak riskli bir etkiyi meydana getirecek hem de efektif çalışma süresinin kısalmasına neden olacaktır.

Hurda metallerin biriktirildiği yerin yaya geçiş yolunu kapattığı, fotoğrafta yer aldığı üzere dikkat çeken başka bir husustur. Yayalar tarafından kullanılacak yolun bu tür hurda malzemelerle kapatılması, araçların hareket sınırları için belirlenen alana yayaların zorla dahil edilmesine neden olmaktadır. Bu durum hem yayalar hem de araçlar için güvenli hareket edebileceği alanın kısıtlanmasına neden olmaktadır.

Şekil 4.10'da sıcak galvaniz yöntemiyle çinko kaplama tesisinden kaynaklanan atıksuyun arıtılması sonrasında ortaya çıkan arıtma çamuru ile Şekil 4.11'de atıksuyun arıtıldığı endüstriyel nitelikli atıksu arıtma sistemi gösterilmektedir.

Şekil 4.10 : Arıtma çamuru.

Şekil 4.10'da, kimyasal çamur flokülasyon tankının konik tabanından çamur yoğunlaştırma tankına alınan çamurun, pres pompası ile filtre prese basılarak elde edilen çamur keki yer almaktadır.

Şekil 4.11 : Endüstriyel nitelikli atıksu arıtma tesisi.

Galvaniz kaplama sektöründe çıkan atıksuya ilişkin yapılan arıtma, altı değerli kromun (Cr^{+6}), sodyum metabisülfit kullanılarak üç değerlikli kroma (Cr^{+6}) indirgenmesi işlemiyle kimyasal olarak başlamaktadır. Suyun içerisindeki krom muhteviyatını, atıksuyun içerisinden uzaklaştırmak için yapılacak çöktürmeyi kalsiyum klorür ($CaCl_2$) ve Aluminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) üstlenmektedir. Anyonik veya katyonik polielektrolit ile tam yumuklaştırma ve çöktürme işlemi meydana geldiğinde konik yapıdaki çamur yoğunlaştırma tankında gravimetrik olarak çöken çamur, filtre prese aktarılarak nem oranı düşürülmekte ve çamur keki elde edilmektedir.

Atıksudan krom ve ağır metal giderimi olarak dikkat çeken bu yöntem sonrasında açığa çıkan çamurun içerisinde bulunan parametrelere yönelik olarak, 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümlerine istinaden analiz yapıldığı tespit edilmiştir. Yapılan analiz çalışmasında, eluat kriterleri kapsamında 10 L suya 1 kg arıtma çamuru ilave edilmiş ve bunun sonucunda 18 parametreye bakıldığı görülmüştür. Bakılan parametreler, Arsenik (As), Baryum (Ba), Kadmiyum (Cd), Toplam Krom (Cr), Bakır (Cu), Cıva (Hg), Molibden (Mo), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Antimon (Sb), Selenyum (Se), Çinko (Zn), Florür, Klorür, Sülfat, Çözünmüş Organik Karbon (DOC), Toplam Çözünmüş Madde (TDS) ve Toplam Organik Karbon (TOC)'dur. Bu parametrelere yönelik yapılan analiz çalışmalarında, her bir parametrenin belirli sayısal bir sonuca sahip olduğu, ölçümü yapılamayan veya tespiti gerçekleştirilmeyen bir değerin bulunmadığı görülmüştür.

Arıtma çamurunun kek haline getirildiği alanın kapalı olduğu ve tüm arıtım mekanizmalarının bu kapalı alanda yürütüldüğü tespit edilmiştir. Arıtma çamurunda bulunan her nevi kimyasal ve ağır metalin, çevre mevzuatına göre yapılan analiz sonucuna göre belirli bir değere sahip olması, ilgili birimde görev alan personelin İSG mevzuatı kapsamında da maruziyet riskinin değerlendirilmesi gerekliliğini oluşturduğu öngörülmektedir. Bununla birlikte Şekil 4.11'de yer alan atıksu arıtma tesisine kabulü yapılan ham suyun arıtılmasında görev alan tanklar ile bu tankların işlevselliğini sağlayan kimyasalların aynı kapalı ortamda yer alması, bu alan için maruziyet risklerini belirleyen ilgili ölçümlere konu edilmesi gerekliliğini bir kere daha güçlendirmektedir.

4.2.3. Proses dışı atıklara yönelik tespiti gerçekleştirilen riskler

Şekil 4.12'de çeşitli kimyasallar ile kontamine olmuş atık ambalajların ve basınçlı kapların aynı alan içerisinde yer alan çürük asit tanklarıyla bir arada biriktirildiği tespit edilmiştir.

Şekil 4.12 : Kimyasalların ve atıkların biriktirilmesi.

Yukarıda yer alan görselde yanıcılık özelliği yüksek tiner ve boya kimyasalları ile bu kimyasallara ait boş kontamine ambalajların ve basıçlı sprey kutuların bir arada depolandığı görülmektedir. Bununla birlikte alanın yaklaşık 1,5 m uzaklığında hidroklorik asit birikiminin yer aldığı 20 tonluk PE tanklar bulunmaktadır.

Tiner ve boya kimyasallarının, boş kontamine atık ambalajlar ile basınçlı atık sprey kutularının ve hidroklorik asidin aynı kapalı alanda bir arada tutulduğu fakat bu kimyasal maddelerin ve atıkların depolama alanı koşulları ile bunların birbirleriyle etkileşimi göz önüne alınmadan depolamalarının yapıldığı tespit edilmiştir.

Bununla birlikte kimyasal malzemelerin ve bunlara ilişkin atıkların raf ömürlerinin yer aldığı bilgilerin, Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarının (MSDS), uyarıcı veya bilgilendirici piktogramların alanda yer almadığı da tespit edilen başka bir eksiklik olarak görülmektedir.

Kimyasalların ve kimyasal içerikli atıkların depolandığı alanda yapılan inceleme de, depolaması yapılan alanın hemen yanında bir kişinin yararlanabileceği büyüklükte bir soyunma kabinin yer aldığı fakat kimyasalların olası bir buharlaşma durumu gözetilmediği için emiş sistemine sahip bir havalandırmanın bu alana koyulmadığı görülmektedir. Ayrıca bu alandaki kimyasalların atıklardan ayrılmasını sağlayacak bir raf sistemi olmadan gelişigüzel depolandığı görülmektedir.

Şekil 4.13'de iş makinesinin, rutin bakımı sonrasında değiştirilmiş atık motor yağı ile Şekil 4.14'de atık kesme yağının döküldüğü zeminin fotoğrafı yer almaktadır.

Şekil 4.13 : Atık motor yağı.

Endüstriyel nitelikli yağlar, parçalar arasındaki sürtünmeyi engelleyici veya azaltı bir kaygan tabaka yaratmak amacıyla kullanılmaktadır. Yapılan çeşitli faaliyetler

sonrasında ekonomik ömrünü yitirdiği tespit edilen yağların herhangi bir önlem alınmadan değiştirilmesi veya değişimi yapılmış yağların uygun metodlarda biriktirilmemesi hem çevre hem de güvenlik açısından çeşitli riskler barındırmaktadır.

Şekil 4.14 : Dökülmüş kesme yağı.

Şekil 4.13'de görüldüğü üzere yağların ağzı açık kaplarda biriktirilmesi nedeniyle hem araçların hem de yayaların geçiş güzergahı üzerindeki alanlara dökülme riski bulunmaktadır. Motor yağının veya kesme/soğutma yağlarının etrafa yayılması sonrasında araçların tekerleklerine veya yayaların ayakkabılarına bulaşma durumu oluşabilecektir. Yağların yapısal olarak kayganlığı sebebiyle, iş makinelerinin tekerleklerine bulaşan yağlar güvenli duruş mesafesini etkileyebileceği gibi yayaların hareket ve yürüyüş güvenliğini de azaltabileceği öngörülmektedir.

Dökülmenin yaşandığı durumda, çalışanların dökülmenin verdiği zararın giderilmesinde kullanacağı absorbanları temin etmede yaşadığı sıkıntı da tespit edilen başka bir husustur.

Şekil 4.15'de tıbbi atıkların diğer atıklarla karışık bir şekilde biriktirildiği görülmektedir.

Faaliyet içerisinde yapılan tıbbi müdahale veya rutin sağlık taramaları sonrasında ortaya çıkan tıbbi atıkların, uluslararası biyotehlike ambleminin bulunduğu, üzerinde

dikkat tıbbi atık yazan polietilen çift katmanlı ve kat kalınlığı 100 mikron olan torbaya konulduğu tespit edilmiştir. Fakat fotoğrafta yer aldığı üzere tıbbi atıklar, herhangi bir tıbbi atık geçici depolamasının yapıldığı konteyner veya kovaya konulmadan diğer atıklarla etkileşim içerisinde yer alarak depolandığı görülmektedir.

Şekil 4.15 : Tıbbi atık.

Tıbbi atıkların içerisinde çeşitli tür ve nitelikte kullanılmış tıbbi ekipmanlar ile vücut ifrazının bulunmasından ötürü, bu tür atıklar biyolojik açıdan yaşanabilecek potansiyel risklerin ana kaynağını oluşturabilmektedir.

Nihai depolamanın yapıldığı atık alanı içerisinde ve revirde, tıbbi atıkların depolamasının yapılacak olduğu bir konteyner veya soğutmalı bir haznenin bulunmadığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNLEMLER

Yapılan tez çalışması, kurulu tesis kapasitesi bakımından Ege Bölgesinde aktif rol oynayan faaliyetin galvaniz kaplama uygulamaları yürütürken ortaya çıkardığı atıklarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi ve bu konuda oluşan risklere karşı önlemlerin geliştirilmesini hedef almıştır.

SDG'yi oluşturan ana ve yardımcı faaliyetlerden kaynaklı ortaya çıkan proses, yan proses ve proses dışı atıklar tehlikeli ve tehlikesiz olma durumlarını da ele alacak şekilde üç sınıfta irdelenmiştir. Tesiste değerlendirme ve görsel inceleme neticesinde atıkların sebep olabileceği durumlar tanılanmış, buna ilişkin risklerin tespitinde bulunulmuş ve güvenlik tedbirlerinin alınmasıyla karşılaşılması öngörülen risklerin bertarafı ve önlenmesi yoluna gidilmiştir.

Yapılan ilk çalışmada, SDG hizmeti veren tesiste kullanılan kimyasallar ve hammadde kaynaklarının neden olduğu ağır metal ve asit maruziyetleri ile yüzey sıyırma, galvaniz kaplama ve diğer yan proseslerde kullanılan kimyasalların oluşturduğu gaz emisyonlarının tespitine yönelik ölçüm ve analizlerin yapıldığı ve bunların limit değerleri sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte yine aynı kuruluşta yapılan inceleme ve değerlendirmede fiziksel, kimyasal, patlayıcı ve yanıcı etki oluşturacak risklere istinaden bir değerlendirme yapıldığı fakat sayılan risklerin içerisinde oluşan atıkların irdelenmeksizin yüzeysel ele alındığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışma ile görsel değerlendirme ve dokümansal tespitlerin sonucunda proses, yan proses ve proses dışı atıkların iş sağlığı ve güvenliği yönünden kısa ve uzun vadede oluşturabileceği etkiler göz önüne alınarak risk tanımlamaları yapılmış ve tespiti yapılan risklere karşı korucuyu güvenlik tedbirlerine yer verilmiştir.

Tesiste yüzey temizleme işlemleri ile galvaniz kaplama prosesinde ortaya çıkan emisyonların iç ortama salınımı sonrasında oluşan ağır metal ve asit konsantrasyonu ile tehlikeli gazların kişisel maruziyet sınır değerlerinin yapılan ölçümlerle kayıt altına alındığı fakat atıkların oluşturabileceği fiziksel ve kimyasal etkenlerin ölçüme

konu edilmemesi nedeniyle elde edilen sonuçların iş sağlığı ve güvenliği mevzuatındaki veya ilgili standartlardaki sınır değerler ile karşılaştırılmasına imkan sağlayan bir değer tespit edilememiştir.

Tesiste, ağır metal ve asit maruziyetine ilişkin yapılan ölçümlerin, atıkların sebep olabileceği kirletici ve zararlı hususlara karşı İSG kapsamında yapılmış bir ölçüme konu edilmediği bilinmektedir. Atıkların sebep olacağı organik veya inorganik tehlikelilik seviyelerine ilişkin maruziyet değerlerinin tespitinin şu zamana kadar gerçekleştirilmemesi, bu atıkların sebep olduğu veya olacağı iş sağlığı ve güvenliği yönünden risklerin daha az önemsenmesine ve göz ardı edilmesine neden olduğu görülmektedir.

Tesiste iş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılan tespitlerin değerlendirilmesi sonucunda, tespiti gerçekleştirilen hususlara ilişkin çeşitli önlem ve önerilerde bulunulmuştur.

- Proses kaynaklı ortaya çıkan atık çinko külü veya atık çinko drosunun, istifleme metodu veya raf sistemi kullanılarak düzenli bir şekilde depolaması yapılmalıdır.
- Tesis içerisinde, İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik hükümleri kapsamında ayrılmış yaya ve araç yollarının, bu yolları kullanacak çalışanların geçiş rahatlığını engelleyecek herhangi bir atık ile markajlanmaması gerekmektedir.
- Tesis sınırları içerisinde yapılan atık depolamalarının olası bir acil durum anında müdahaleyi zorlaştırıcı bir şekilde depolanmamasına dikkat edilmelidir.
- Atık depolama faaliyetlerinin, tespiti gerçekleştirilen risklere karşı uygulanacak tedbirleri engellememesi sağlanmalıdır.
- Çürük asit tanklarının, tank kapasitesine bağlı olarak yapılacak döküntü veya taşkan havuzu içerisine alınması sağlanmalıdır.
- Çürük asit alımında görev alan personelin tırabzanlı yükleme yeri kullanarak asit aktarımını yapacağı bir eklentinin temin edilmesi sağlanmalıdır. Yükleme yerinin, aktarım personelinin fiziksel ve kimyasal etkileri önleyecek şekilde dizaynı sağlanmalıdır.
- Büyük tonajlı araçların yapmış olduğu manevralar sonrasında, çürük asit tanklarında oluşabilecek hasara bağlı olarak sızıntıların veya yayılmaların

meydana gelebileceği görülmektedir. Bu nedenle tanklardan, tankere yapılacak yükleme alanının önünde bariyerleme çalışması yapılmalıdır.

- PE tankların zarar görmesi durumunda, ortaya çıkacak korozif kimyasalın etkilerini minimize edecek bazik bir nötrleyicinin tank yakınında bulundurulması sağlanmalıdır.
- Çürük asit tanklarının yakınında bulunan içme ve kullanma suları ile yeraltı kuyularına ait iletim hatlarının geçtiği kapakların etrafına perde beton atılarak olası bir dökülme anında bu iletim borularının zarar görmesi engellenmektedir. Bu konuya başka bir alternatif olarak, boruların açıkta kalan kısımlarına korozif etkileri baskılayacak veya bunlardan etkilenmeyecek izolasyon malzemeleri uygulanabilir.
- Atık asit tanklarından, tankerlere yapılan aktarım işleminin güvenliğini sağlayacak KKD kullanım ve atık uzaklaştırma talimatının oluşturularak, alanın yakınında görülebilecek bir biçimde yer alması gerekmektedir.
- Çürük asit alımının yapıldığı firmalara ait personelin, düzenli periyotlarla eğitime ve eğitimin etkinliğini ölçecek sınava tabi tutulması olası risklerin önlenmesini ve odak noktası haline gelmesi gereken noktaların belirlenmesini sağlayacaktır.
- Atıksu arıtma tesisine otomatik sistemle beslemesi yapılan atıksuların geçtiği boruların düzenli periyotlarla kontrolünün sağlanması gerekmektedir.
- Kromat kimyasalının aşındırıcı etkisi nedeniyle borularda yaşanacak hasarın olası bir kazaya neden olmaması için yedek aktarım hattının dizayn edilmesi ve sisteme uygulanması önerilmektedir.
- Kromat havuzlarının gömme yapıda olması nedeniyle olası bir yayılma anında hemen farkedilmeyeceği bilinmektedir. Dökülmenin hemen farkedilmemesi daha büyük bir riskin oluşmasına sebep olabilecektir. Bu nedenle kromat havuzlarının yüzeyinde seviye belirleme cetveli kullanılarak, ani bir azalmanın takibi yapılmalıdır.
- Olası bir yayılma esnasında gömme kromat havuzlarının olduğu bölgede kirliliğin giderilmesinde yaşanabilecek maruziyeti engellemek için dökülmeden kaynaklı toksik gazın havadaki ağırlığı gözetilerek emiş sistemi tasarlanmalı ve sisteme uygulanmalıdır.
- Gömme alanda yer alan aydınlatma sisteminin korozif etkilere dayanıklı olduğu malzemeden seçilmiş olmasına ve bu alandaki işaret ve işaretçilerin

şehir hattından olacak beslemesinin yanında harici bir batarya ve sensör ile desteklenmesi gerekmektedir.

- Tesis içerisinde satın alımı yapılmış kimyasalların veya yapılan faaliyetten kaynaklanan kimyasal atıkların tanımlamalarının yapılması ve görülebilir olması amacıyla yükleme cephesine bağlı olarak en az bir yüzeyde ilgili tanımlamanın sabitlenmesi gerekmektedir.
- IBC'lerde yapılacak istif adedi ile istif yükü, kullanılan kimyasalların ve muhafazalı IBC'nin durumuna göre seçilmeli ve ADR kapsamında belirlenmiş IBC tiplerine göre işaretlemelere dikkat edilmelidir.
- Tesiste, çinko külü ve çinko drosunun soluma ile kazanılacak maruziyetin giderilmesi amacıyla kapaklarla kapatılması sağlanmalıdır.
- Çinko külü ve çinko drosu atıklarının, yanlış ve düzensiz bir şekilde istiflenmesi sonrasında yaşanabilecek devrilme ve bunun getirisi olarak meydana gelecek kazanın engellenmesi amacıyla, metal haznelerin kapasitesini taşıyacak raf sisteminin oluşturulması veya bu haznelerin her birinin tesis zemininde temas edecek şekilde teker teker depolanması gerekmektedir.
- Çalışanın ve aracın hareket alanının kısıtlı olduğu alanlarda yapılan atık depolama işlemlerinde, herhangi bir yükleyiciden yararlanılmaması ergonomik ve güvenlik açısından çeşitli riskleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle yapılacak depolama işlemlerinin manevra kabiliyetinin üst seviyede kullanılabildiği alanlarda yapılması, hurda alımının vinç sistemli kamyon veya tırlar ile sağlanması ve elle yapılan taşımalarda taşımanın ne şekilde yapılacağına ilişkin eğitimlerin uygulanabilirliğinin kontrol edilmesi gerekmektedir.
- Elle taşıma işlemlerinin yapıldığı alanlarda doğru kaldırma, indirme, çekme ve itme eylemlerine ilişkin piktogramların ve doğru yükleme talimatlarının bu alanlara sabitlenmesi gerekmektedir.
- Metal hurdaların içerisinde çeşitli büyüklükte keskin kenarlı ve delici olabilecek nitelikte malzemeler yer almaktadır. Bu nedenle olası bir yaralanmada ani bir tıbbi müdahalenin sağlanabilmesi için cıvarda ecza dolabının olması ve yaralanmayı baskılayacak ilgili tıbbi malzemelerin bulundurulması sağlanmalıdır. Bununla birlikte biyolojik risk etmenlerine bağlı olarak ilgili alanda yer alan çalışanlara aşı yapılması sağlanmalıdır.

- Mekanik işlemler sonrasında ortaya çıkan tozun azaltılmasına yönelik olarak noktasal aspirasyon ünitelerinin kurulması sağlanmalıdır. Bu ünitelerin teknik anlamda sağlanamadığı durumlarda, zımparalama sonrasında çıkan tozun düzenli biriktirildiği alt bir haznenin eklenmesi ve bu haznenin doluluk oranına bağlı olarak boşaltılması sağlanmalıdır. İlgili ünitedeki teknik önlemlere ek olarak maskenin kullanılması gerekmektedir.
- Proses atıksularının arıtıldığı atıksu arıtma tesisinde yer alan çeşitli kimyasallar ile arıtıma konu atıksuyun içerisinde yer alan ağır metal ve çeşitli toksik içeriğin olması nedeniyle bu alanlarda da ortam ölçümlerinin, kişisel maruziyetin izlenmesi için gerekli olduğu düşünülmektedir.
- Tesiste bulunan atıklar ile kimyasal maddelerin bir arada depolamasının yapılmasının uygunluğu değerlendirilerek, bu atık ve ürünlerin depolama alanı koşulları ile birlikte depolama yasaklarına uyularak bir arada tutulmasına özen gösterilmelidir.
- Kapalı alanda açık olarak biriktirilen kimyasal ürünlerin ve atıkların yer alması, maruziyet konusunda ilgili ölçümlerin yapılması gerekliliğini doğurmaktadır.
- Kimyasal deposunda atıkların raf ömürlerinin gösterildiği, MSDS'lerin yer aldığı ve kimyasallara ilişkin bilgilendirmelerin bulunduğu bir raf sisteminin tesis edilmesi ve bu kimyasalların atık niteliği gösterir diğer malzemelerden ayrılarak münferit bir şekilde depolamasının yapılması sağlanmalıdır.
- Tesiste yapılan yağ değişimlerinde döküntü tavaları veya drenaj hunileri kullanılarak, atık yağlar varillere veya ağzı kapatılabilir ambalajlara konulmalıdır. Değişimi yapılmış yağların biriktirilmesinde ağzı kapalı ambalajların kullanılmasına, dökülme, devrilme ve delinme riski barındırmayan yerlerde depolamanın yapılmasına ve her türlü durum öngörülerek absorbanların depolamanın yapıldığı alanda bulundurulmasına özen gösterilmelidir.
- Tesiste yapılan tıbbi uygulamalar neticesinde oluşan tıbbi atıkların Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri kapsamında tanımlanmış torbalara konulması gerekmektedir. Ayrıca oluşan bu atıkların yine ilgili yönetmelikte ki verilen muhafaza yöntemleri dikkate alınarak depolamasının yapılması gerekmektedir. Tıbbi atıkların torbalara aktarılmasında enjektör, kesici ve delici tıbbi ekipmanların olması durumuna göre dikkatli bir şekilde aktarma

yapılmalı, torbanın hacmini azaltmak amacıyla el veya ayakla presleme yapılmamalıdır. Tıbbi atıkların aktarılmasında ve taşınmasında bulaşıcılığı azaltıcı KKD'lerin kullanılmasına özen gösterilmelidir.

Sıcak daldırma yöntemiyle galvanizleme işlemi ülkemizde ve ülkemiz dışındaki yerlerde kaplama için en çok tercih edilen yöntemdir. Bu yöntemin diğer kaplama çeşitlerine göre daha fazla tercih edilmesi, kullanılan hammaddelerin ve yardımcı kimyasalların miktarındaki artışı da doğru orantılı şekilde etkilemektedir. Kimyasal madde ve atıklardan kaynaklı maruziyet etkenlerinin ve risk faktörlerinin fazla olması, sektörün iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının hayata geçirilmesinde önemlidir. Sektörden kaynaklanan atık miktarının satın alınan hammadde ve kimyasal miktarına yakın olması maruziyet ve risk tespitinin bu sektör atıklarına ilişkin olarak yapılması gerekliliğini doğurmaktadır.

yapılmalı, torbanın hacmini azaltmak amacıyla el veya ayakla presleme yapılmamalıdır. Tıbbi atıkların aktarılmasında ve taşınmasında bulaşıcılığı azaltıcı KKD'lerin kullanılmasına özen gösterilmelidir.

REFERANSLAR

[1] Karadoğan, E. T. (2016). *Galvaniz Kaplama Yapan İşyerlerinde İş Sağliği ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Kimyasal Maruziyetin Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

[2] http://www.mustafadeliceoglu.com/2017/01/galvanizlemenin-tarihi-ve-galvaniz-nedir/

[3] Dıraz, T. (2018). Sıcak Daldırma Galvaniz ve Diğer Çinko Esaslı Kaplamalar. *Metalsan, 6,* 24-30.

[4] https://www.transparencymarketresearch.com/galvanized-steel-market.html

[5] http://www.insaatdergisi.com

[6] Halaç, B. (2009). Galvanizleme ve Ülkemizde Galvaniz Sektörü. *Subconturkey, 62*(6).

[7] https://www.igeme.com.tr/pazar-arastirma-raporlari/

[8] https://www.tobb.org.tr-/Documents/yayinlar

[9] http://www.turkchem.net/sicak-daldirma-galvaniz-sektorunun-guncel-durumu-2017-degerlendirmesi-2018-ongorusu.html

[10] Fratesi, R., Ruffini, N., Malavolta, M., & Bellezze, T. (2002). Contemporary use of Ni and Bi in hot-dip galvanizing. *Surface and Coatings Technology, 157*(1), 34–39.

[11] Chen, Z. W., Kennon, N. F., See, J. B., & Barter, M. A. (1992). Technigalva and other developments in batch hot-dip galvanizing. *JOM, 44*(1), 22–26.

[12] http://www.galder.org.tr

[13] http://www.gulmelet.com/sicak-daldirma-galvaniz

[14] Pektaş, İ. (2018). *Galvanizcinin El Kitabı*. Ankara, Türkiye.

[15] http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ZlQJ5QF3ZUUJ:-eced.csb.gov.tr/ced/jsp/dosya/dosyaGoster.htm%3FtempAd%3Dsign6601541218384598657.pdf%26orjinalAd%3DGalva%2520nihai%2520ptd%2520son.pdf%26yuklemeTarihi%3D2018-02-02+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr

[16] http://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik/elektrolit-nedir-13363)

[17] https://docplayer.biz.tr/18034369

[18] Baudrand, D. (1997). Günümüzün önde gelen teknolojilerinden birisi haline gelen eski bir sanat, elektrolitik kaplama. *Yüzey İşlemler, 1*(1), 32-34.

[19] Aydın, A. O., Sevinç, V. S. & Şengil, İ. A. (2001). Temel Kimya-yüzey kaplamaları, *Aşiyan Yayınları*, Adapazarı, 359-367.

[20] Laçin, M. K. (2003). Elektrolitik kaplamanın günlük hayatımızdaki yeri. *Yüzey İşlemler, 36*(6), 4-6.

[21] Ye, M., Delplancke, J. L., Berton, G., Segers, L. & Winand, R. (1998). Characterization and adhesion strength study of Zn coatings electrodeposited on steel substrates, *Surface and Coatings Technology, 105*, 184-188.

[22] Akarçay, İ. (2000). Elektrolitik çinko kaplama, *Yüzey işlemler, 19*(4), 204-207.

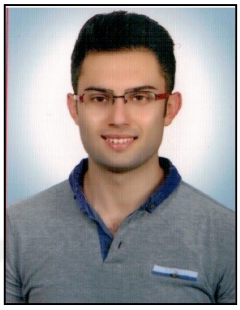
[23] Dede, M. (2001). Alkali siyanürsüz çinko kaplama banyolarının operasyon parametreleri, *Yüzey işlemler, 22*(1), 4-8.

[24] Saraç, S. (1995). *Metal Kaplanma ve Elektrokimyasal Teknolojiler*. İstanbul, İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi: Çağlayan Kitapevi.
[25] Dede, M. (2003). Siyanürlü çinko kaplama, standart ve orta siyanürlü çinko kaplama banyolarının operasyon parametreleri, *Yüzey işlemler, 32*(1), 4-7.
[26] Uncuoğlu, N. & Tellioğlu, C. (1998). Siyanürsüz-alkali çinko kaplama prosesi, *Yüzey işlemler, 8*(4), 216-218.
[27] https://www.corrosionpedia.com/definition/1421/zinc-spray-galvanizing
[28] https://galvanizeit.org/uploads/publications-GalvanizedSteelvsZincSpray
[29] http://www.livescience.com/2937zinc.html
[30] Vallee, B. L. & Falchuk, K. H. (1993). The biochemical basis of zinc physiology. *Physiol. Rev., 73*, 79–118.
[31] Plum, L. M., Rink, L., & Haase, H. (2010). The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *Int J Environ Res Public Health*, 7(4), 1342–1365.
[32] Homma, S., Jones, R., Qvist, J., Zapol, W. M., & Reid, L. (1992). Pulmonary vascular lesions in the adult respiratory distress syndrome caused by inhalation of zinc chloride smoke: a morphometric study. *Hum. Pathol., 23*, 45–50.
[33] Vogelmeier, C., Konig, G., Bencze, K., & Fruhmann, G.(1987). Pulmonary involvement in zinc fume fever. *Chest., 92*, 946–948.
[34] Rohrs, L.C. (1957). Metal-fume fever from inhaling zinc oxide. *AMA Arch. Ind. Health., 16*, 42–47.
[35] Lansdown, A. B. (1991). Interspecies variations in response to topical application of selected zinc compounds. *Food. Chem. Toxicol., 29*, 57–64.
[36] http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kadmiyum
[37] Aydın, H. K, & Ersöz, B. (1999). Kadmiyum ve Biyokimyası. *Biyokimya Dergisi, 24*(4), 53-60.
[38] https://www.nickelinstitute.org/about-nickel/
[39] https://www.livescience.com/29327-nickel.html
[40] Krewski, D., Yokel, R. A., Nieboer, E., Borchelt, D., Cohen, J., Harry, J., & Rondeau, V. (2007). Human Health Risk Assessment for Aluminium, Aluminium Oxide, and Aluminium Hydroxide. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 10*(1), 1–269.
[41] https://catalog.data.gov/dataset/hazardous-substances-data-bank-hsdb
[42] Sittig, M. (1985). *Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens (2nd edition)*. Park Ridge, NJ: Noyes Publications.
[43] The Merck Index. (1989). *An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals (11th ed.)* Rahway, NJ: Ed. S. Budavari. Merck and Co. Inc.
[44] https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0396_-summary.pdf
[45] Lewis, D. C., et al. (1999). *Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines Part III Technical Support Document for the Determination of Noncancer Chronic Reference Exposure Levels*. Oakland, California.
[46] https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=254&tid=47
[47] http://www.askimya.com/urunler/sulfurik-asit-123.html
[48] http://www.acarchemicals.com/sayfalar.asp?LanguageID=1&cid=11&id2=
[49] http://www.mitasgalvanising.com/tr/galvanizprosesi
[50] Kimbrough, R. D., Grandjean, P., & Rutstein, D. D. (1989). *Clinical Effects of Environmental Chemicals.* New York, NY: Hemisphere Publishing Corp.

[51] Krumholz, H. M. (2014). Big Data And New Knowledge In Medicine: The Thinking, Training, And Tools Needed For A Learning Health System. *Health Affairs, 33*(7), 1163–1170.
[52] https://galvanizeit.org/knowledgebase/article/chemical-reaction-between chromates-and-galvanized-steel
[53] Mackison, F. W., Stricoff, R. S. & Partridge, L. J. (1980). NIOSH/OSHA pocket guide to chemical hazards. *DHHS(NIOSH) Publication*, 81-123.
[54] http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php
[55] Grant, W. M. (1986). *Toxicology of the Eye. 3rd ed. Springfield*, IL: Charles C. Thomas Publisher.
[56] Godt, J., Scheidig, F., Grosse-Siestrup, C., Esche, V., Brandenburg, P., Reich, A., & Groneberg, D. A. (2006). The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology, 1*(1), 22.
[57] Nordberg, M., Nordberg, G. F., Fowler, B. A., Friberg, L. (2011). *Handbook on the Toxicology of Metals.* İsviçre: Elsevier
[58] https://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=70&tid=19
[59] https://www.cyanidecode.org/cyanide-facts
[60] https://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_2- 03_04_2012.pdf)
[61] https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Galvaniz_Kaplama_Kilavuzu.pdf
[62] http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.18709&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=
[63] https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html
[64] http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgsyn- a.html#a
[65] https://www.bilgit.com/mevzuat/ykm/ykm-ISIG- Tuzugu.pdf
[66] http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=3.5.200712937&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=

ÖZGEÇMİŞ

SEYDA OĞUZHAN DANYILDIZ



1.1 Kişisel Bilgiler

Telefon : 0553 514 21 95

E-posta : oguzhandanyildiz1@gmail.com

Doğum Tarihi : 01.04.1993

Uyruğu : T.C.

Medeni Hali : Bekar

1.2 Eğitim Bilgileri

2016-(Devam) **İzmir Katip Çelebi Üniversitesi**
İş Güvenliği ve Sağlığı Anabilim Dalı

2011-2015 **Süleyman Demirel Üniversitesi**
Çevre Mühendisliği

2007-2011 **İTO Vakfı Süleyman Taştekin Anadolu Teknik Lisesi**
Elektrik-Elektronik Haberleşme

1.3 İş Deneyimleri

2016- **Mare Çevre Danışmanlık Mühendislik Ltd. Şti**
Çevre Mühendisi/Çevre Görevlisi/TMGD/ÇED(5a)

2015-2016 **Alkım Çevre İnş. Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti**
Çevre Mühendisi/Çevre Görevlisi

1.4 Mesleki İlgi Alanları

Çevre ve Atık Yönetimi, ÇED