

GEDİZ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Zn-Ni KAPLAMA TESİSLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Anıl AYDIN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İş Güvenliği ve Sağlık Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İbrahim GÜRLER

ŞUBAT 2015

GEDİZ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Zn-Ni KAPLAMA TESİSLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Anıl AYDIN
601113013**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İş Güvenliği ve Sağlığı Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İbrahim GÜRLER

ŞUBAT 2015

GÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 601113013 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Anıl AYDIN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**Zn-Ni Kaplama Tesislerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. İbrahim GÜRLER**
Gediz Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. İbrahim GÜRLER**
Gediz Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Şerife DEMİROĞLU
Gediz Üniversitesi

Prof. Dr. Hakan KESER
Dokuz Eylül Üniversitesi

Teslim Tarihi : **24 Şubat 2015**

Savunma Tarihi : **27 Şubat 2015**

Anneme ve babama,

ÖNSÖZ

Tez Danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim GÜRLER'e tüm çalışmalarım süresince bana ayırmış olduğu değerli zaman ve başarıya ulaşmamı sağlayan teşvikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmam için olanak sağlayan Solvent Kimya Makine ve Mümessillik Ltd. Şti'ne ve sahibi Osman MUSLUOĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmam esnasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Türker İlyas KILIÇ ve Mehmet Taygun EFE'ye teşekkür ederim.

Şubat 2015

Anıl Aydın
Kaplama Tesis Sorumlusu

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. METAL KAPLAMA	3
2.1 Metal Kaplama Yöntemleri	7
2.1.1 Elektrolit.....	10
2.1.2 Akım Yoğunluğu.....	13
2.1.3 Katot.....	14
2.1.4 Anot.....	15
2.2 Ön Hazırlık	16
2.2.1 Sıcak Yağ Alma	16
2.2.2 Asidik Yağ Alma	17
2.2.3 Elektrolitik Yağ Alma	17
2.2.4 Durulamalar	18
3. Zn-Ni KAPLAMA PROSES İNCELEME	19
3.1 Detaylı Proses İnceleme	19
3.1.1 Ön Hazırlık.....	20
3.1.1.1 Sıcak Yağ Alma ve Durulamaları	21
3.1.1.2 Asidik Yağ Alma ve Durulamaları	22
3.1.1.3 Elektrolitik Yağ Alma ve Durulamaları.....	23
3.1.1.4 Alkali Ortam Hazırlık	24
3.1.2 Zn-Ni Kaplama Prosesi ve Durulamaları.....	24
3.1.3 Kaplama Sonrası Proses.....	25
3.1.3.1 Pasivasyon.....	25
3.1.3.2 Sıcak Yıkama	26
3.1.3.3 Kurutma	27
4. Zn-Ni KAPLAMA TESİSLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	28
4.1 Banyo Kurulum ve İlaveleri	29
4.2 Laboratuvar Çalışmaları	30
4.3 Ergonomi	30
4.4 Kişisel Koruyucu Donanımlar.....	32
4.5 Gürültü	33
4.6 Çalışma Ortam Gözetici	36
4.7 Makine Güvenliği ve Kaplama Tesis Robotları	39
4.8 Meslek Hastalıkları	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43

KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ.....	45

KISALTMALAR

Zn	: Çinko
Ni	: Nikel
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanımlar
L	: Litre
g	: gram
ml	: mililitre
Fe	: Demir
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
OHSAS	: İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Çesitli metallerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması	5
Çizelge 2.2 : Çeşitli metallerin kullanıldığı sektörler	6

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Ray gövdesi.....	5
Şekil 3.1 : Bara.....	20
Şekil 3.2 : Ön hazırlık prosesi iş akış şeması.....	21
Şekil 3.3 : Sıcak yağ alma tankı.....	21
Şekil 3.4 : Sıcak yağ alma sonrası durulama tankları.....	22
Şekil 3.5 : Asidik yağ alma tankı.....	22
Şekil 3.6 : Asidik yağ alma sonrası durulama tankları.....	22
Şekil 3.7 : Elektrolitik yağ alma tankı.....	23
Şekil 3.8 : Elektrolitik yağ alma sonrası durulama tankları.....	23
Şekil 3.9 : Alkali ortam hazırlık tankı.....	24
Şekil 3.10 : Zn-Ni kaplama tankları.....	25
Şekil 3.11 : Zn-Ni kaplama sonrası durulama tankları.....	25
Şekil 3.12 : Pasivasyon tankı.....	26
Şekil 3.13 : Pasivasyon sonrası durulama tankları.....	26
Şekil 3.14 : Sıcak yıkama tankı.....	26
Şekil 4.1 : Robot acil durdurma butonları.....	36
Şekil 4.2 : Gürültü haritası.....	39

Zn-Ni KAPLAMA TESİSLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

ÖZET

Bu çalışmada otomotiv sektörüne parça üreten bir işletmedeki Zn-Ni Kaplama prosesi detaylı bir şekilde incelenmiş ve bu tesis için gerekli iş sağlığı ve güvenliği konuları tespit edilmiştir. İş sağlığı ve Güvenliği konuları kullanılan kimyasallar, operatörler ve sorumlu kişiler, havalandırma, ergonomi, kişisel koruyucu donanımlar, gürültü maruziyet değerleri, makine güvenliği ve robotlar, meslek hastalıkları başlıkları altında açıklanmıştır.

Dünya üzerinde tehlikeli çalışma gündemde olduğu tarihten bu yana sağlık ve güvenlik tehlikeleri konuşulmaya ve bu konuda çeşitli hukuki düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. Milattan önceki dönemlere kadar uzanan bu süreç içerisinde iş sağlığı ve güvenliği konusunda önemli adımlar atılmıştır. Thomas Moore 16.yüzyılda, “insan hayatına eşit bir zenginlik yoktur” diyerek o dönemde konunun ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Yüzyılımızda hızla gelişen sanayi, çalışan kişilerin sağlığını tehdit edecek sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Sanayide çalışan çeşitli iş kollarının gelişen teknolojiye uyum sağlayamaması ve gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle, ülkemizde iş kazaları ve meslek hastalıkları meydana gelmekte, bunların bir kısmı sürekli iş görmezlik ve ölümle sonuçlanmaktadır.

Bu çalışmada hedef, Zn-Ni kaplama tesislerinde uygulanması gereken iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları incelenmesi ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre eksiklikler ve iyileştirme yapılması gereken konular tespit etmektir.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY in Zn -Ni COATING PLANT

SUMMARY

An establishment who provides components to automotive sector articulately examined in this study in terms of its Zn-Ni coating processes. And the related factors about health and safety at work have been detected for further. Occupational health and safety issues explained by following main domains in the study; uses of chemicals, operators and responsible person, ventilation, ergonomics, personal protect equipment, noise exposure values, machine safety and robots, and occupational-vocational diseases.

Since increment of the hazard level at the work place, health and security issues have been spoken and more accurate legislation have been take in a consideration upon on the subject. There are important steps hold in occupational health and safety starting from the period laid BC. Thomas Moore have said in the 16th century, "there is no equal richness of life to a man life," he revealed how important the issue at that time.

In 21th century, rapid grow of industry, resulted in threaten the health of labor on serious level at work place. Technology adapting failure to a variety of ongoing businesses in the industry and the lack of developing the necessary caution measures, occur in our country, accidents at work and occupational diseases lead to permanent damages or even death in people life's.

The objective of the study is to determine Zn-Ni examining in terms of occupational health and safety practices need be applied in the coating plantation and to make improvement and discard the issues have had a lack in accordance to No. 6331 Occupational Health and Safety Act.

1. GİRİŞ

18. Yüzyılda başlamış olan sanayileşme hareketleri bir yandan toplumların yapılarını değiştirirken, diğer yandan da teknolojik ilerlemelerin hızlanmasında öncü olmuştur. İnsan emeğine ve çalışma koşullarına ilişkin büyük ve köklü değişmeler yaratan sanayi devrimi ile birlikte işçi kesiminin çalışma ve yaşama koşulları da değişmiş ve ağırlaşmıştır. İşyerlerinde üretken faktör olan çalışan kişilerin sağlığı ve güvenliği ile ilgili sorunlar, başlangıçta fazla önemsenmemekle birlikte, çalışma hayatını, emek başına düşen hasılayı ve işletmeyi tehlikeye sokmasıyla önem kazanmıştır. Bu çerçevede endüstrileşme çabalarının bir sonucu olarak ortaya çıkan bu konu çalışan tüm kesimi ilgilendiren bir sorun haline gelmiştir. İşgörenleri ve işverenleri ekonomik, sosyal ve psikolojik yönlerden etkileyen bu sorun tüm dünyada olduğu gibi endüstrileşme aşamasında bulunan ölkemiz için de önemli derecede işgücü, iş günü kayıpları ve büyük boyutlarda ekonomik zararlara yol açan bir problem olmuştur ve olmaktadır.

Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği örgütlenmesi yeni yeni oluşmuştur. Bu doğrultuda Türkiye Cumhuriyeti, Uluslararası alışma Örgütü (ILO) ile birlikte çalışma yapmıştır. En son olarak ise ölkemizde ilk defa müstakil bir İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ıkarılmıştır. Kamu ve özel sektör ayrımı gözetmeksizin tüm çalışanlar kanun kapsamına alınmıştır.

Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) alışmaları ilk olarak reaktif yaklaşıma göre yapılmıştır. Reaktif yaklaşım, bir olayın meydana gelmesinden sonra alınan önlemleri kapsamaktadır. Bu yaklaşım maalesef birçok yaralanmalı ve hatta ölümlü iş kazalarının azalmasına faydası olmamıştır. Fakat 6331 sayılı İSG Kanunu bu kavramı tamamen değiştirerek Reaktif yaklaşımdan Proaktif (Kaza olmadan önce alınması gereken tedbirler) yaklaşıma geçilmesini sağlamıştır. Böylelikle kaza olmadan önlemlerin alınmasını sağlayarak iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesini sağlamıştır.

Günümüzde metal kaplama; otomotiv sektöründen, sıhhi tesisat, armatür ve inşaat sektörüne, madeni eşyadan makina sanayine, elektrik elektronik sanayinden

mücevharat, bujiteri ve hediyeelik eşya sanayine, savunma sanayinden uzay sanayi proseslerine Kadar birçok sanayi iş kolunda kullanılmaktadır. İstenilen özelliklerin kazandırılması ve çeşitliliğin sağlanması açısından farklı yöntemler ve kimyasalların kullanımı ile çeşitli risk faktörleri ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, işletmede üretilen malzemelerin Zn-Ni kaplama sürecinde iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında; çevre mevzuatı ve iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili mevzuatların uygulanmasına yönelik olarak, her aşamada oluşabilecek tehlikelerin tespiti ve çalışma ortamlarında alınması gerekli olan İSG önlemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışmasında, birinci kısımda metal kaplama ile ilgili genel bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında Zn-Ni kaplama tesisinin ve prosesinin detaylı olarak ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise Zn-Ni kaplama tesisinde uygulanan iş sağlığı ve güvenliği yöntemleri incelendi ve ulusal mevzuatımız, uymakla yükümlü olduğumuz uluslararası belge ve yasal düzenlemeler, güncel mevzuat ve yönetmelikler temel alarak değerlendirilmiştir.

2. METAL KAPLAMA

Bir İtalyan asilzadesi olan Giovanni GALVANI 18 y.y' da elektrik akımı ile iyonların hareket ettiğini bulmuş ve bu yolla metal iyonlarını iki elektrot arasında transfer etmiştir. Bu nedenle metal kaplamanın temelini bulduğu kabul edilmiş ve bir çok yerde kullanılan galvaniz kelimesi bu bilim adamının soyadından gelmiştir. Doğa koşulları ve benzeri oksitleyici ortamda kullanılan bir çok metallerin (elementlerin) aşınmaya uğramasını önlemek için üstüne, bu ortamdan etkilenmeyen başka elementle kaplanmasına "Galvanoteknik" denmiştir [1].

Daha sonra bu konuda bir çok bilim adamı çalışmış ancak temel teorisini Faraday bulmuştur. Faraday uygulanan akım değeri ile transfer edilen iyonlar arasındaki bağıntıları formüle etmiştir. Kendi adıyla anılan bu kanunlar ile artık tüm kaplama işlemleri günümüzde teorik olarak hesaplanabilmektedir. Ancak metal kaplama işleminin kullanılmaya başlanması sanayi devriminden sonra 20 yy'da olmuştur. Fakat 20. yüzyılın üçüncü çeyreğinde ve özellikle de son çeyreğinde çok hızlı bir gelişim sağlanmıştır ve hala üzerinde çok yoğun bir biçimde çalışılmaktadır. Metallerin elektrokimyasal birikim ve çözünmesi, birçok sayıda metal işleme yöntemlerinde kullanılır. Bunlardan en yaygın kullanım alanı bulan ve en iyi bilineni, elektrolitik kaplamadır. İletken bir yüzey tabakası sağlanmak koşuluyla, kaplanan yüzey metal ya da metal olmayan bir maddedir [2]. Metal kaplama önemli ve çok yaygın bir yüzey işlemdir ve genellikle son işlem olarak uygulanır.

Metal kaplama üç amaç için uygulanır:

1. Korozyon ya da dış etkenlerden korumak
2. Dekoratif görünüm
3. Mühendislik (fonksiyonel)

Metal kaplama bu üç amaçtan birine ya da daha fazlasına hizmet etmek amacıyla uygulanır. Özellikle otomotiv sanayi korozyondan korumak bazen de dekoratif görünüm kazandırmak amacıyla elektrolitik çinko kaplamayı yoğun biçimde kullanmaktadır.

Dekoratif görünüm kazandırmak amacıyla en yaygın kaplama nikeldir, ancak korozyondan koruma amacıyla da uygulanmaktadır. Birçok sanayi kolunda

kullanılmasına karşı, nikelin dermatolojik zararı nedeniyle Avrupa’da nikel kaplama yasaklanmıştır. Fakat ülkemizde kullanılmaktadır.

Diğer bütün malzemelerde olduğu gibi demir esaslı metal parçalarda da korozyon önemli problemlerin başında gelmektedir. Metal parçaların sahip oldukları gözenekli yapıları bu problemi daha da önemli hale getirmektedir [3,4].

Korozyon; metallerin ortamla teması sonucu, metal-ara yüzey-ortam üçlüsünün etkileşimi ile yüzeyde oluşan bozulmadır. Korozyondan korunma önlemlerinin temelinde de bu üç faktörün özelliklerini ve birbirleri ile ilişkilerini iyi bilmek ve gerekli değişiklikleri gerçekleştirmek yatar [5]. Metallerin ortama daha dayanıklı kılınması için, korozyon yapıcı etkenlerin kontrol altına alınması yanında, ara yüzeyi değişik malzemelerle kaplamak bu tür önlemlerin başında gelmektedir [6].

Metal parçalarda korozyon problemini çözmeye birkaç metot kullanılmaktadır. Bunların önemli bir bölümünü elektrolitik kaplamalar almaktadır [3].

Bu çalışmada korozyondan koruma amaçlı uygulanan çinko-nikel alaşım kaplama prosesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından etkileri incelenecektir.

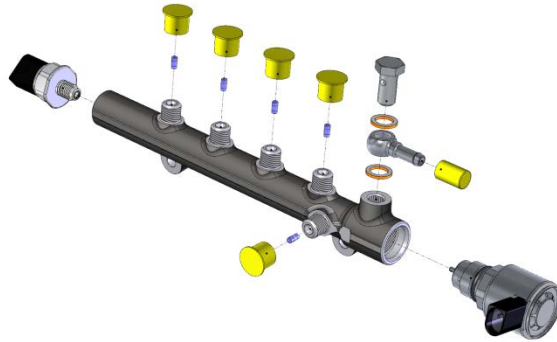
Kaplama, koruma, dekoratif ya da her iki nedenin var olduğu durumlarda kullanılan bir prosestir. Kullanım alanlarına göre hemen hemen tüm metaller kapsamaktadır.

Uzun yıllardan beri, çelik ve demir esaslı malzemeleri korozyona karşı korumada çinko kullanılır. Çinko metali düşük maliyetli olup, etkili ve verimli bir koruma sağlar [7]. Çinko kaplamanın dayanımı artırmaya yönelik bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Bunların içinde, bazı elementlerle (Fe, Co, Ni v.s.) yapılan alaşımlama işlemi sonucu çinkonun korozyon dayanımının belirgin şekilde arttığı ortaya çıkmıştır [8-10]. Alaşımli kaplamalar mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip yeni malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır [11-13]. Malzemelerden daha verimli bir şekilde faydalanmamızı sağlayan ve malzeme yüzeyine elektrolitik yöntemle tatbik edilen alaşımli kaplamaların kendine özgü bir korozyon ve mekanik dayanımı vardır. Zn-Co, Zn-Ni ve Zn-Fe gibi çinko alaşımli kaplamaların saf çinko kaplamaya göre daha iyi yüzey dayanımı göstermesi, son yıllarda bu tür alaşımli kaplamaların endüstriyel uygulamalarda ki kullanımının yaygınlaşmasına sebep olmuştur [14-17]. Delphi Dizel Sistemleri kaplama tesisinde Zn-Ni kaplamanın normal Zn kaplamaya göre beş kat daha etkili olduğu bilinmektedir. Tesiste kaplama yapılan ürün ray gövdeleridir (Bkz şekil 2.1). Son

teknoloji kimyasallar ile homojen çinko ve nikel dağılımlı kaplama yapılır. Ray gövdeleri işleme operasyonlarından gelip montaj operasyonlarına gönderilir ve oradan sonra satış için depolanır.

Kaplama kalitesi ve kalınlığı; kaplama öncesi yüzeyde yapılan ön işlemler, kullanılan banyonun kimyasal bileşimi, anot, banyo donanımı, düzeni ve hareketi, akım yoğunluğu, banyo sıcaklığı, banyonun pH'ı gibi pek çok faktöre bağlıdır [18].

Metalik kaplamalar korozyondan koruma, bakım, onarım harcamalarının azaltılması, ürün kalitesinin yükseltilmesi ve malzeme tasarrufu açısından büyük önem taşırlar. Çinko kaplama diğer kaplama türlerine göre işlem maliyeti ve kolaylığı açısından özellikle tercih edilmektedir. Ürün geliştirmenin ana hedeflerinden birinin korozyondan koruma olduğu düşünülürse, endüstride sürekli artan çinko ve çinko alaşımli kaplamaların kullanımının sebebi ortaya çıkmaktadır. Bu sayede makine, malzeme, enerji ve iş gücü kayıpları önlendiği gibi dekoratif bir görünüm de elde edilmektedir [6].



Şekil 2.1 : Ray Gövdesi

Çizelge 2.1 : Çeşitli metallerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması [36].

METAL ADI	KULLANIM AMACI
Çinko	Koruma, dekoratif
Nikel	Koruma, dekoratif, mühendislik
Gümüş	Dekoratif, koruma, mühendislik
Krom	Dekoratif, mühendislik

Rodyum	Dekoratif, mühendislik
Paladyum	Dekoratif, mühendislik
Bakır	Dekoratif, mühendislik
Rutenyum	Dekoratif, mühendislik
Kalay	Koruma, dekoratif
Platin	Mühendislik

Çizelge 2.2 : Çeşitli metallerin kullanıldığı sektörler [36].

METAL ADI	Makine	İnşaat	Otomotiv	Silah	Havacılık	Promosyon	Elektronik
Çinko	+	+	+		+	+	+
Nikel	+	+	+	+	+	+	
Gümüş	+			+		+	+
Krom	+	+	+	+	+	+	+
Rodyum	+					+	+
Paladyum						+	+
Bakır	+	+	+	+		+	+
Rutenyum						+	+
Kalay	+						+
Platin						+	+

2.1 Metal Kaplama Yöntemleri

Yüzey kaplama tekniklerinin sınıflandırılması, genellikle kaplanacak malzemenin fiziksel durumuna bağlı olarak yapılabilir. Ayrıca farklı kaplama ve yüzey işlem teknikleri kullanılarak elde edilebilecek kaplama kalınlığına ve kaplama prosesinin sıcaklık aralığına göre de çeşitli sınıflandırmalar yapılır [19]. Kaplama işlemi, elektrolitik, sıcak daldırma, sıvı metal püskürtme, metal giydirme yöntemleriyle yapılmaktadır [20]. Endüstride kullanılan parçalar başta krom ve çinko olmak üzere alüminyum, bakır, kobalt, nikel, kadmiyum, kalay ve kurşun gibi saf metallerle ya da bunların alaşımları ile kaplanır [21]. Tez çalışmasında Zn-Ni elektrokaplama kullanılması nedeniyle elektrolitik kaplama dışındaki tekniklerin kısa tanımları aşağıda verilmiştir.

- **Termokimyasal Kaplama** : Termokimyasal işlemler veya termokimyasal difüzyon işlemleri kavramı; karbürleme, dekarbürizasyon, nitrürleme, borlama, vanadyumlama veya niobyumlama gibi farklı yöntemleri kapsar. Bu yöntemlerin amacı, yabancı element atomlarının iş parçasına difüzyonuyla malzemenin yüzeyini değiştirmektir.
- **Galvanizleme** : Demir esaslı bir malzemenin sıvı çinko banyosu içersine daldırılarak yüzeyinin koruyucu bir çinko tabakasıyla kaplanması işlemidir. Bu yöntemle; uzun daldırma süreleri yada alaşımlama tavı sırasında demir ve çinko arasında gelişen reaksiyonlar sonucunda kaplama içerisinde Fe-Zn faz diyagramında görülen fazlar oluşmaktadır.
- **Emaye kaplama** : Kaplanan yüzeyin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile uygulanan proses açısından diğer kaplama yöntemlerinden farklı özellikler gösterir. Emayenin mükemmel yapışması, dekoratif görünümü, fiziksel ve kimyasal açıdan dış etkilere dayanımı ve yüksek korozyon direnci sağlaması nedeniyle özellikle çeliğin emaye kaplanması alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Özellikle emaye kaplama, emaye tekniklerinin son yıllarda geliştirilmesi ile sadece dekoratif amaçlı eşyalar, endüstriyel kazan ve kaplar, mutfak eşya ve cihazlarının kaplanması uygulanan yöntem olarak kalmamış; ulaşım, nakliye ve iş merkezlerinin bina ve yapı dış yüzeyinde kullanılan çelik esaslı malzemelerin kaplanması yönünde de uygulama alanı bulmaya başlamıştır.

• **Termal sprej kaplama** : Mevcut kaplama teknolojileri arasında en yaygın endüstriyel kullanım alanı bulmuş ve çok sayıda farklı yöntemin oluşturduğu bir kaplama teknolojisi ailesinin genel adıdır. Termal sprej kaplama teknolojisinde ana düşünce, metal ve alaşım yüzeylerinde ince ve koruyucu değeri yüksek aşınmaya dayanıklı bir kaplama tabakası meydana getirmektir. Böylece kaplanmış malzeme aynı anda metallerin tokluk ve şekillendirilebilme ile seramiklerin aşınma, korozyon ve yüksek sıcaklık dayanımı gibi üstün özelliklerine bir arada sahip olmaktadır.

• **Sol-jel kaplama** : Bir sıvı içerisinde bulunan katı taneciklerden oluşan koloidal süspansiyonların (sol) oluşması ve sonrasında sürekli bir sıvı faz içerisinde üç boyutlu katı inorganik ağ yapılarının (jel) oluşmasını içerir. Sol-jel teknolojisi, çözelti formundan yola çıkılarak çok farklı uygulama alanına yönelik olarak seramik, cam veya kompozit malzemeler üretim tekniğine verilen genel isimdir.

• **Kimyasal buhar çökeltme (CVD)** : Isıtılmış ana malzeme yüzeyinde ısı destekli kimyasal reaksiyonları içeren bir yöntemdir. Kapalı bir sistem içinde ısıtılmış malzeme yüzeyinin buhar halindeki bir taşıyıcı gazın kimyasal reaksiyonu sonucu oluşan katı bir malzeme ile kaplanmasıdır. Kimyasal buhar çökeltme yönteminin en önemli avantajı tungsten, tantal, karbon gibi yüksek ergime noktasına sahip elementlerin kaplanabilmesine olanak sağlamasıdır.

• **Fiziksel buhar çökeltme (PVD)** : Katı haldeki bir malzemenin buharlaştırılıp veya sıçratılıp başka bir malzeme üzerinde biriktirilmesi anlamına gelmektedir. Fiziksel buhar çökeltme yönteminde fizikokimya kurallarının geçerli olduğu katılaşma mekanizmalarının geçerli olmaması dikkat çekicidir. Bu yüzden bu yöntemler denge dışı işlemler olarak bilinmektedir ve her türlü katı malzeme üzerine hemen hemen her malzemeyi kaplamaya olanak sağlayabilmektedir.

• **Elektrolitik Metal Kaplama**

Elektrolitik metal kaplama, genel olarak bir elektrolit içinde metal iyonlarını elektrik akımı ile katot üzerine çöktürmektir. Çöktürülen metal iyonları, anot olarak kullanılan metal plakadan indirgenerek elektrolite geçebilir (çözünen anotlu), ya da elektrolit içine dışarıdan bu metalin tuzu olarak ilave edilirler (çözünmez anot). Bir metal kaplama banyosunun (elektrolit) solventi sudur. Elektrolit içinde kaplanacak metal iyonları, iletkenlik sağlayan tuzlar ve kaplanacak metal ile kompleks yapan tuzlar bulunur. Bazen iletkenliği sağlayan tuzlar aynı zamanda metal ile kompleks

yapabilirler. Ayrıca değişik amaçlara hizmet eden bazı organik kimyasallar bulunur. Bu organik katkıları, kaplanacak metalin kristal büyüklüğünü düzenler, yüzeyde akım yoğunluğu dağılımını düzenler, metalin örtücülüğünü artırır, kaplama sırasında çıkabilecek hidrojen gazını yüzeyden uzaklaştırarak yüzeyin elektrolit ile temasının kesilmesini önler. Bu organikler daha birçok özel amaca hizmet ederler. Bunun yanında bazı ek araçlara da gereksinim duyulur, bunlar elektrolitin karıştırılması ve saflaştırılması için gerekli olan ve herhangi bir otomatik kontrol için gerekli olan araçlardır. Elektriksel araçlar ise ana güç kaynağından gerekli düşük gerilim (doğru akım) sağlamak amacıyla bir azaltıcı dönüştürücü (transformer) ve rektifiye edici araçlardır. Bazı hallerde motor jeneratörler de kullanılmaktadır. Bu arada kaplama hücrelerine gerekli gücün istenen oranda verilmesini sağlayacak kontrol sistemlerine gereksinim duyulabilir [22].

Elektrolitik şekillendirme, metal birikiminin kullanıldığı bir başka yöntemdir. Bu yöntemle biriken tabakanın kalınlığı, normal kaplamada uygulanandan çok daha fazladır ve yüzeyde biriken metal birikim tamamlandıktan sonra yüzeyden ayrılabilir. Metalin kalınlığı kendi başına yetecek ve dayanıklı olacak şekilde biriktiği yüzeyin geometrik şeklini alacak ölçüde olmalıdır.

Elektrolitik parlatma ise, parlatılacak yüzeyden metalin çözündürülmesi ile sağlanır. Eğer koşullar tam olarak sağlanırsa, çözünme hızı tüm yüzey boyunca uniform değildir ve bu nedenle işlem ilerledikçe düzensiz kısımlar giderilmiş olur. Yakın zamanlarda elektrokimyasal yolla metal işleme yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde elektrolitik parlatmadaki gibi metalin çözündürülmesi ilkesine dayanır, ancak çözündürülen metal miktarı elektrolitik parlatmadan çok daha fazladır ve işlem metalin belirli bir tarafından diğerine göre daha fazla metal çözündürmek yoluyla, yüzeyde düzensizliğin artırılmasına göre düzenlenmiştir. Bu yolla bazı istenen tip yüzey geometrisi elde edilebilmektedir [23].

Kaplama sonucunda oluşan metal kristal haldedir. Kristal boyutu ve kristallerin birikim şekli, birikimin adhezyon, süreklilik, görünüş, sağlamlık ve diğer özelliklerini belirler. Birikimin kristal yapısı kaplama hücresinin özellikleri tarafından belirlenir. Bunlardan en önemlisi elektrolitin kimyasal bileşimi diğer akım yoğunluğudur. Hücrenin fiziksel özellikleri de önemlidir. Özellikle sıcaklık, karıştırma, elektrotların büyüklüğü, şekli ve birbirine yakınlığı büyük önem taşır. Anodun kimyasal özellikleri önem taşırken bunun yanında katodun yüzey özellikleri

de önemlidir. Bu değişkenin kontrolü, istenen standartta birikimin elde edilmesini sağlar [2].

2.1.1 Elektrolit

Elektrolit, normal olarak kaplanacak metali iyonik halde içeren sulu bir çözeltilidir. Bazı metaller yüksek değerde negatif yük bırakma potansiyeline sahip olduklarından sulu çözeltileri kullanılarak kaplanamazlar, bu tür metallerin sulu çözeltileri kullanılarak birikimleri için yapılacak denemede katotda hidrojen çıkışı olacaktır.

Bir hücreye bir gerilim uygulandığında, hücrede geçerli koşullar altında en az negatif değerde yük bırakma potansiyeli için katotda reaksiyon olur. Yük bırakma potansiyelleri iyonik derişim, akım yoğunluğu, sıcaklık vs. gibi etkenlerle değişir. Bu değişimin büyüklüğü farklı türler için farklı değerdedir. Katotta istenen birikimin sağlanabilmesi için elektrolitin durumu önceden düzenlenmelidir. İki prosesin yük bırakma potansiyelleri birbirine çok yakın değerde ise, her ikisi birden oluşur. İki metalin birlikte birikimi alaşım kaplamada kullanılır. Hidrojenin yük bırakma potansiyeli metalinkine yakınsa kaplama ile birlikte hidrojen gazı çıkışı da söz konusu olur. Bu durumla, uygulamada birçok sistem için karşılaşılr, ve bu ise akım veriminin düşmesine neden olur. Hidrojen çıkışı birikimde delik ve gözeneklerin oluşumuna ve bunun sonucu toz halindeki birikimlerin oluşumuna neden olur. Kaplanan metal tarafından hidrojen absorpsiyonu kırılğanlığa neden olur. Öte yandan hidrojen kabarcıkları, çözeltide etkili bir karışmayı sağlar [26].

Elektrolitte metali iyonik halde bulundurmanın en basit yolu, o metalin basit bir tuzunun çözeltilisini kullanmaktır. Uygulamada ekonomik yönden başlıca istenen şey birikim hızıdır. Bu ise yüksek akım yoğunluğu demektir. Katotda derişim polarizasyonunun etkisini azaltmak için çözeltideki metal iyonu derişiminin yüksek olması gerekir. Aynı zamanda çözeltiye iyi bir iletkenlik sağlamak ve dirençsel kayıpları azaltmak için, çözeltideki toplam iyonik derişimin de yüksek olması gerekir. Bu durum ise yüksek çözünürlükteki metal tuzları kullanımını sınırlandırır. Metal tuzu seçiminde diğer bir sınırlayıcı etken ise, metal tuzu anyonunun anotta yükünü bırakmamasıdır. Nitrat, klorür ve sülfat genellikle kullanılan anyonlardır ve aynı zamanda bunların tuzlarının karışımı da kullanılır. Bazı sistemlerde ise fluoroboratlara ve bazı organik asitlerin tuzları kullanılmaktadır. Bazı durumlarda metal bir kompleks iyon halinde bulunuyorsa, daha iyi bir kaplamanın elde edildiği

saptanmıştır. Bir kompleks iyon; bir basit metal iyonu ile bazı asit anyonların birleşmesi sonucu verdikleri yeni bir negatif yüklü iyondur. Örneğin gümüş iyonları ve siyanür iyonları birleşerek gümüş siyanür iyonunu oluştururlar. Sözü edilen bu kompleks tuzlar, kaplamada genellikle kullanılan kompleks tuz türleridir [24].

Metal tuzunun ve elektrolitin diğer bileşenlerinin bulunduğu kaplama, en uygun birikim veren kaplamadır. pH değeri bazı kaplama banyolarında çok büyük önem taşır. Basit metal tuzlarının kullanımı halinde çözelti asidik olmalıdır, aksi takdirde alkali çözeltide kaplama metali hidroksit halinde çöker.

Öte yandan siyanür banyoları bazik olmalıdır, bunun nedeni kompleks iyonların çoğu asidik çözeltide kararsız halde bulunur. Hidrojen ya da hidroksil iyonlarının çözeltide bulunması iletkenliği artırır ve bu amaçla bazen asidin aşırısı çözeltiliye eklenir. Hidrojen iyonu derişimindeki artış yük bırakma potansiyelinin değişmesine, bu ise katotta hidrojen çıkışına neden olur. pH aynı zamanda kompleks iyonunu yapısını ve basit iyonun hidrasyon derecesini etkileyerek birikimin özelliğini etkilemiş olur. Eğer katotda hidrojen ya da anotta oksijen yükünü bırakmışsa sistem pH'daki değişimleri karşılayacak şekilde düzenlenmelidir. Bazı kaplama banyolarında en uygun pH değerini korumak amacıyla tampon çözeltiler kullanılır.

Birikimin özelliklerini iyileştirmek amacıyla elektrolite katkı maddeleri de eklenir. Bunlar etkileri deneysel gözlemler sonucu saptanan, genellikle organik maddeler, bazen de kolloidal maddelerdir. Bu maddeler birikimin içinde çok azalarak kalır (%0.01). Ancak bu miktar bile birikimin özelliğinde büyük değişimlere yetecek kadardır [25].

Katkı maddelerinin kullanımındaki ilk uygulamalarda büyük boyuttaki düzensizliklerin giderilmesi amaçlanmıştır. Yakın geçmişte, çok daha küçük boyuttaki düzensizlikleri giderici katkı maddeleri bulunmuştur [2].

Büyük boyutlu (makroskopik) düzensizliklerin giderilmesi, düzgün fakat donuk bir yüzey verir. Küçük boyutlu (mikroskopik) düzensizliklerin giderilmesi, daha sonra parlatmaya gereksinim göstermeyen parlak yüzey elde edilmesini sağlar. Herhangi bir proseste kullanılan katkı maddelerin özelliği ve miktarı deneysel olarak saptanmıştır, öte yandan mekanizma çalışmaları bu tür maddelerin birikim prosesinde de etkili olduğunu göstermiştir. Katkı maddeleri birikim yüzeyi tarafından absorplanır, daha ince birikimin oluşmasını ve kristalin büyümesini önler. Katkı

maddeleri birikimin görünümünde olduğu kadar mekanik özellikler üzerinde de etkilidir. Parlak birikimler, diğerlerine oranla daha ince tanecikli birikimlerdir.

Elektrolitteki safsızlıklar istenmeyen özellikte birikimlerin oluşumuna neden olur. Kaplanacak metalin dışındaki iyonlar, yük bırakma potansiyeline bağlı olarak ya katotda birikebilirler ya da çözültide kalırlar. Katotda birikmeseler bile, birikimin kalitesi üzerinde etkili olurlar. Toz ve metal tanecikleri gibi çözünmeyen safsızlıklar fiziksel olarak katoda etki eder ve kaplamada çukur ve deliklerin oluşumuna neden olur. Bu durum özellikle elektrolitin karıştırılması ve çözünmeyen maddelerin dipte çökmesine olanak verilmediği durumlar için söz konusu olur.

Endüstriyel sistemlerin çoğunda çözünmeyen taneciklerin elektrolitten sürekli olarak filtre edilmesi gerekir. Organik safsızlıklar katkı maddelerin davrandığı biçimde, aynı mekanizma ile birikimin iyileştirilmesine yardımcı olabilir. Bazı hallerde istenmeyen sonuçları önlemek amacıyla filtrasyonun yanısıra elektrolitin hazırlanması sırasında saflığının sağlanması yeterli olabilir, fakat elektrolitin sürekli sirküle edilmesi ve saflaştırılması gereken durumlarda sözkonusudur [27].

Kaplama banyosundaki sıcaklığın yükseltilmesi genellikle metal tuzunun çözünürlüğünü ve çözeltinin iletkenliğini artırır, bu ise daha büyük kaplama hızı sağlayan yüksek akım yoğunluklarının kullanılabilmesi anlamına gelmektedir. Sıcaklık birikimin özelliğini etkiler ve sıcaklıktaki artış yetersiz kaplamanın oluşumuna yol açar. Yüksek sıcaklıklar suyun buharlaşması ve duman problemlerini artırır. Kaplama banyolarındaki yüksek asit derişimi veya siyanürün vs. ortamda bulunması nedeniyle oluşan duman tehlikeli durumlar yaratır ve bazen kesin önlemlerin alınmasını gerektirir [23].

Diğer değişkenler de gözönüne alınarak, en uygun sıcaklık; kaplama hızı ve birikim kalitesi, arasında en iyi ortak noktayı sağlayan ve genellikle deneysel olarak saptanan sıcaklıktır. Uygulamada kaplama sıcaklıkları oda sıcaklığından hemen hemen kaynama noktasına kadar değişebilen bir aralığı kapsar.

Termal konveksiyon akımları kaplama banyolarında bir miktar karıştırma sağlar. Karıştırmanın herhangi bir türü metal iyonlarının katoda ulaşma hızını artırır ve derişim polarizasyonunu azaltır.

Hidrojen katotda metalin birikmesi yanısıra açığa çıkıyorsa, yüzeyi terkeden kabarcıklar çok etkili bir karışma sağlar. Diğer bazı sistemlerde bu etki tankın

dibinden hava kabarcıkları göndererek sağlanabilir. Endüstriyel proseslerin çoğunda kaplanan metalin hareketi ve elektrolitin filtreler boyunca dolaşımı bir karıştırma görevi görür.

Eğer elektrolit filtre edilmemişse, katı taneciklerin çözeltide süspansiyon halde kalması problemler doğurur. Mekanik karıştırma pek yaygın değildir, fakat bazı durumlarda katodun kendisi çevresinde döndürülerek karışma sağlanabilir.

Bir kaplama birimi başlıca bir katot, bir anot, bir elektrolit ve uygun bir kaplama banyosundan oluşur. Bunun yanında bazı ek araçlara da gereksinim duyulur. Bunlar elektrolitin karıştırılması ve saflaştırılması için gerekli olan ve herhangi bir otomatik kontrol için gerekli olan araçlardır. Elektriksel araçlar ise ana güç kaynağından gerekli düşük gerilimi (doğru akım) sağlamak amacıyla bir azaltıcı dönüştürücü (transformer) ve rektifiye edici araçlardır. Bazı hallerde motor jeneratörler'de kullanılmaktadır. Bu arada kaplama hücrelerine gerekli gücün istenen oranda verilmesini sağlayacak kontrol sistemlerine gereksinim vardır [28].

2.1.2 Akım yoğunluğu

Hücre koşullarında katot tepkimesi en düşük negatif değere sahip yük bırakma potansiyelindeki tepkimedir. Benzer şekilde anot tepkimesi en küçük potansiyele sahip tepkimedir. Herhangi bir tepkimenin gerçekleşmesi için uygulanan gerilimin bu iki değer farkından büyük olması gerekir.

Elektrotların polarizasyonu akımla değiştiğinden, akım ve gerilim arasındaki ilişki doğrusal değildir, fakat gerilimdeki artış akımda da bir artışa neden olur.

Kaplanan yüzeyin gözönüne alması nedeniyle katotdaki akım yoğunluğu önemli bir değişkendir. Belirli bir sürede akım yoğunluğundaki artış, biriken metal miktarındaki artışa neden olur ya da belirli kalınlıktaki birikim için daha hızlı kaplama prosesini sağlar. Elektrolitik kaplamada limit akım yoğunluğu terimi, yeterli birikimin elde edilmediği değerin üzerindeki değeri ifade eder. Bu değerin üzerinde birikim, koyu ve pudramsı ya da süngerimsi görüntüde olabilir.

Limit akım yoğunluğu değeri hücre koşullarına ve metal iyonlarının derişimine bağlıdır. Kaplama hızının büyük olması için yüksek derişimler gereklidir. Uygulamada birçok kaplama sistemlerinde katot akım yoğunluğu 1-10 A/dm² aralığındadır. Birikim kalınlığının yüzeyin her bölgesinde aynı olması için, akım

yoğunluğunun katodun bütün noktalarında aynı olması gerekir. Bu ancak anodun en yakın noktası ile katodun her noktası arasındaki uzaklık aynı ise olasıdır. Uygulamada ise durum bundan farklıdır ki; anot ve katodun değişik noktaları arasındaki akımla ilgili direnç farklı, bu yüzden de bu noktalardaki akım yoğunluğu farklıdır. Bu tür durumlarda birikimin yoğunluğu her noktada aynı değildir [22].

2.1.3 Katot

Kaplama banyosunda kaplanacak metal katot olarak bağlanır. Kaplamadan önce kaplanacak metale bir ön işlem uygulanması daima gereklidir ve bu işlem için gerekli araç ve gereçler kaplama tesisini tamamlayan parçalardır. Bir metal yüzeyinin kaplamadan önce sadece yağ ve pislikten değil aynı zamanda yüzeydeki diğer tabakalardan da arındırılması gerekmektedir. Temizlemedeki ilk adım yağ ve pisliğin uygun bir organik çözücü kullanılarak temizlenmesidir. Parça daha sonra su ile tamamen yıkanır ve temizlemenin tamamlanması için alkali bir çözelti ile temas ettirilir. Bu çözeltinin cinsi temizlenen metalin türüne göre değişir, fakat genellikle kullanılanlar sodyum hidroksit, sodyum karbonat, sodyum fosfat, sodyum metasilikat ve sodyum siyanürdür. Genellikle çözelti deterjan ya da sabun içerir ve ısıtılır. Büyük parçalar el ile, çok sayıda küçük parça ise bir varilde temizleyici çözelti ile temizlenir. Normal olarak temizleme, parçanın temizleme çözeltisine daldırılması ya da püskürtme ile yıkama şeklinde tarif edilir.

Temizleme işlemlerinde elektroliz sık sık başvurulan bir yoldur. Bir elektrolitik hücrede parça katot yada anot haline getirilir, hidrojen ya da oksijen çıkışı ile temizleme işlemi olur. Çözeltiyi içinde bulunduran kap genellikle diğer elektrotur, ve en fazla gaz çıkışını sağlamak amacıyla yüksek akım yoğunluğu uygulanır.

Katodik ve anodik temizlemenin her ikisinin de bazı yararlı ve sakıncalı tarafları vardır. Bazı birikimlerde polarite belirli süre aralıklarıyla değiştirilir. Alkali işlemde sonra parça yıkanır ve asit içerisine daldırılır.

Asit içerisine daldırma alkali ile yıkama sırasında oluşan herhangi bir oksit tabakasının giderilmesini ve kaplama için daha uygun bir yüzeyin oluşmasını sağlar.

Eğer kaplanacak yüzey metalik değilse kaplamadan önce yüzey üzerinde uygun bir iletken tabakanın oluşturulması gereklidir. Bu işlemde sonra elektrolitik kaplama, kalınlığın artırılması için uygulanır.

2.1.4 Anot

Genel olarak uygulamada kaplanacak metalin çözünebilen türü de anot olarak kullanılabilir. Bu yolla metal iyonu derişimi sürekli olarak sabit tutulur. Elektrolitte sabit bir metal iyonu derişiminin sağlanması, anottaki akım veriminin katotdaki ile aynı olmasına bağlıdır. Eğer böyle bir durum söz konusu değilse, belirli aralıklarla derişimde düzeltme yapmak gerekir. Anodun pasifleşmesi önlenmesi gereken bir durumdur. Bazı koşullar altında anodik tepkime metal üzerinde çözünmeyen ince bir tabakanın oluşumuna neden olur. Klorür çözeltisinde bulunan bakır anot, yüksek akım yoğunluklarında ince bir oksit tabakası tarafından pasif hale gelir.

Alkali banyoda demir, ince bir oksit tabakası ile kaplanır. Nikel de ince bir oksit tabakası ile kaplanmaya yatkındır. Eğer pasifleşme gerçekleşmişse elektrot potansiyeli değişir ve oksijen açığa çıkar. Kaplama biriminde koşullar pasifleşme olmayacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu ise elektrolit ve akım yoğunluğunun doğru olarak seçimi ile mümkündür. Kullanılacak anodun cinsi çok önemli bir etkidir. Diğer elementlerden eser miktarda bulunması genellikle pasifleşme şansını azaltır (Örneğin nikel anoda % 0.1 oranında sülfür katılması gibi) [2].

Diğer önemli bir etken anot polarizasyonunun büyüklüğüdür, bu ise toplam gerilimi etkiler. Anodik polarizasyon bazen anotta kontrol edilebilecek miktarlarda diğer maddelerin bulunması ve bunların fiziksel halleri ile azaltılabilir.

Aynı zamanda anodun çözünme biçimi de bu yolla kontrol edilebilir. Eğer çözünme düzensiz biçimde ise, anot yüzeyinde kırılmalara ve metal taneciklerinin ayrılmasına neden olur. Kaplama üzerindeki etkisi bir yana bırakılsa bile, bu tanecikler boşa gidecektir. Bu tanecikler anodun çözünmesi sırasında, serbest hale geçen diğer çözünmeyen maddelerle birlikte filtrasyon prosesinde ayrılırlar. Filtrasyon yerine kullanılabilir diğer bir yöntem ise, gözenekli torba ya da uygun bir diyafram kullanılarak anodun, birimin diğer bölgelerinden ayrılmasını sağlamaktır. Bu amaçla sentetik iplikten dokunmuş dokuma bezi kullanılır ve bu ise elektrolitten daha az etkilenir.

Birkaç kaplama işlemi için çözünmeyen türden anot kullanılır. Bunlar için tanecik oluşması problemi söz konusu değildir, ancak metal iyonu derişiminin başka bir kaynaktan beslenerek sabit bir oranda tutulması gerekir. Çözünmeyen türden anot kullanılması halinde anot tepkimesi oksijen gazının açığa çıkmasıdır ve bunun

sonucu olarak çözeltinin asitliğinde önemli bir artış söz konusudur. pH'ın önemli olduğu birikimlerde bu durumu düzeltici önlemlere gerek vardır [26].

2.2 Ön (yüzey) İşlemleri

İyi bir kaplama elde edebilmek için kaplanacak maddenin temizlenmesi gerekir. Bu işlem kaplama işlemi kadar önemlidir. Metal yüzeylere yapışabilecek yabancı maddeler, oksitler veya aşındırıcı etkiler sonucunda oluşan pas, leke, pul gibi ürünler veya organik maddeler, yağlar ve çeşitli pislikler olabilir.

Yağlar ve korozyon ürünlerinin giderilmesi sırasında diğer yabancı maddeler de bunlarla birlikte uzaklaştırılmış olur. Korozyon ürünleri mekanik temizleme veya pikling ile uzaklaştırılabilir. Piklaj esnasında asit banyosunun düzenli etki göstermesi için yağlar önceden temizlenmelidir. Bu işlemler yapılırken kaplanacak maddenin malzemesi, bileşimi, şekli, büyüklüğü gibi faktörlerin göz önüne alınması gerekir.

Yüzey temizleme işlem basamakları genellikle aşağıda verilen sırayı izler;

1. Parça yüzünün düzeltilmesi ve temizlenmesi,
2. Yağ giderme,
3. Oksit tabakasının giderilmesi
4. Yüzey aktivasyonu

Kaplanacak metal yüzeyinde yapılan her işlemde sonra durulama yapılması gerekir. Aksi takdirde taşınma ile banyolar kirlenecektir. En etkin durulama akar suyla yapılır. Bu durumda yıkama suyu hep taze olur ve kullanılan su atılmış olur. Böylece bir sonraki banyoya kimyasal yerine sadece su taşınmış olur.

2.2.1 Sıcak yağ alma

Kaplanacak parça yağ, kir ve oksitlerden tamamen arındırılmış olmalıdır. Bu nedenle parça kaplanmadan önce temizlenmelidir.

Bu amaçla önce alkali ortamda sıcak yağ alma işlemi uygulanır. Parçalar kaplamaya gelmeden önce bir çok fiziksel işlemde geçerler. Örneğin kesme, preslerde şekillendirme gibi işlemler yapılır. Bu tür işlemlerin parçaya hasar vermeden ve hatasız yapılabilmesi için parçalar yağlanır. Ayrıca parçalar fiziksel işleme tabi

tutulmadan önce metal parçalar üreticiler tarafınca paslanmaya karşı yağlanırlar, bu türden yağlar sıcak yağ alma banyolarında temizlenirler.

2.2.2 Asidik piklaj

Parçalar her ne kadar yağlansa da, ortam koşullarının çok farklı olması nedeniyle çoğu zaman paslanırlar. Kaplamanın iyi yapışmasını sağlamak amacıyla bu pasın giderilmesi gerekir. Bu amaçla 20 – 50 % asit içeren banyolar kullanılır. Bu banyolara piklaj (pickling) banyosu adı verilir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi piklaj banyosunun en yoğun metal kirliliği demirdir. Demir kirliliği, parça üzerindeki temizlenen pas ve aşınan demirin bir sonucudur. Banyodaki demir kirliliğini azaltmanın tek yolu, demir parçanın aşınmasını engellemektir. Bu amaçla banyoda asitle birlikte uygun bir inhibitör kullanılmalıdır. İnhibitör demir parçanın asitle aşınmasını engelleyerek hem banyonun kirlenmesini geciktirir, hem de asit sarfiyatının azalmasını sağlar.

İnhibitör demir parça üzerinde geçici bir tabaka oluşturarak asidin demirle temasını keser, böylece asit sadece parça üzerindeki pası söker. Burada önemli olan inhibitörün parça yüzeyine yapışarak asidin metalle temasını kesmektir, ancak pas üzerine yapışmamalıdır, aksi takdirde temizlik gerçekleşmeyecektir.

2.2.3 Elektrolitik yağ alma

Gözle bakıldığında tam düz gibi görülen parçalar aslında düz değildir. Mikroskop altında incelendiğinde düz sanılan parçaların yüzeyinde mikro çukurcukların olduğu gözükür. Sıcak yağ alma banyolarının kompozisyonunda kullanılan kimyasallar genellikle büyük moleküler yapıya olmaları ve yağ tuttuktan sonra daha da şişmeleri sonucu, bu banyolarda mikro çukurcuklar tam temizlenemeyebilirler. Bu amaçla parçalar elektrolitik yağ alma işlemine alınır. Bu banyolar alkali karakterdedir. Bu banyoda işi yapan aslında sudur. Burada su elektroliz olarak katot üzerinde hidrojen gazı çıkar. Hidrojen gazı tüm en küçük molekül olup bu mikro çukurcuklar içinde de oluşur. Oluşan hidrojen gazı yukarı doğru çıkarken yüzeyi yalar ve varsa yağı da sürükler. Ortamdaki az miktarda kimyasal da bu yağı çözer ve emülsifiye eder.

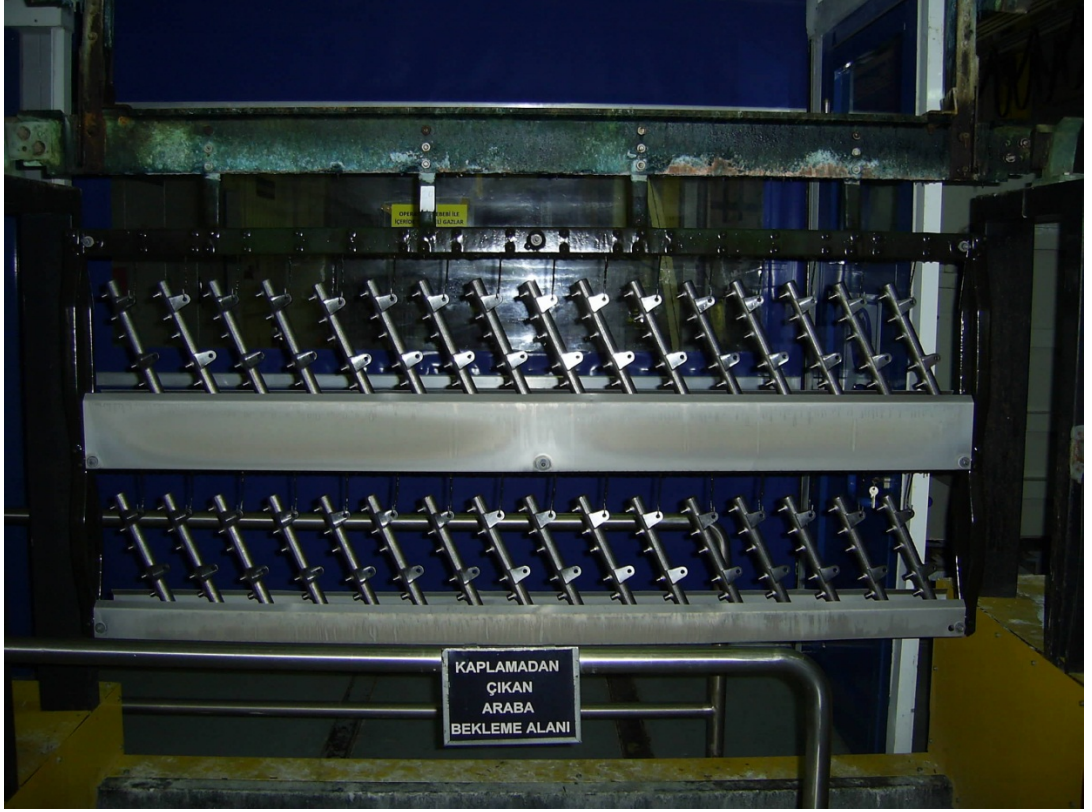
2.2.4 Durulamalar

Banyolar arasında durulamanın iyi yapılması gerekir. Aksi takdirde taşınma ile banyolar kirlenecektir. En etkin durulama akar suyla yapılır. Bu durumda yıkama suyu hep taze olur ve kullanılan su atılmış olur. Böylece bir sonraki banyoya kimyasal yerine sadece su taşınmış olur.

3. Zn-Ni Kaplama Detaylı Proses İncelemesi

3.1 Detaylı Proses İncelemesi

Elektro kaplama prosesi ön hazırlık, kaplama ve kaplama sonrası işlemler olmak üzere üç temel aşamadan meydana gelmektedir. Ön hazırlık aşaması kaplama işlemine başlamadan önce metallerin üzerindeki kaplamanın kalitesini bozabilecek maddelerin temizlenmesini sağlamayı amaçlayan işlemleri içermektedir. İkinci aşama ise kaplama için hazır olan metallerin Zn-Ni ile kaplanması için uygulanan işlemleri içermektedir. Üçüncü aşama ise pasivasyon, sıcak yıkama ve kurutma işlemidir. Bu çalışmada incelenmekte olan Delphi Dizel Sistemleri Zn-Ni kaplama tesisi üretim miktarı 2014 verilerine göre yıllık olarak 38.960 m²'dir. Tesis 2014 yılında 303 gün çalışmıştır. Hattın üretim hızı 3,25 dk/ürün şeklindedir. İlk ürünün hattı terk etmesi için geçen süre 104 dk'dır. Ürünler baralara (kaplama yapılacak parçaların asılarak banyolara taşınmasını ve parçaların akım almasını sağlayan askılar) asılarak kaplama yapılır ve bir baraya 32 ürün asılır (bkz şekil 3). Hatta banyolardan çıkarılan ürünler bir süre banyolar üzerinde bekletilerek süzülmenin gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Bekletilme süresi kaplama tankları üzerinde 5 sn, durulama tankları üzerinde 2 sn'dir.



Şekil 3.1 : Bara

3.1.1 Ön hazırlık

Ön hazırlık aşaması kaplamanın kaliteli bir şekilde yapılmasını sağlamak için metallerin üzerindeki yağ, kir, pas gibi kirleticilerden temizlenmesini kapsamaktadır. Metal yüzeyinin temiz olması kaplama kalitesi artacaktır. Ön hazırlık proses şeması Şekil 3.2’de gösterilmektedir. Ön hazırlık aşaması sıcak yağ alma, ultrasonik, asidik yağ alma, elektrolit yağ alma ve alkali ortam hazırlık proseslerinden oluşmaktadır. Şekil 3.2’den görüleceği üzere bu prosesler arasında durulama tankları yer almaktadır. Aşağıda bu prosesler ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Sıcak Yağ Alma	Durulama 1	Durulama 2	Asidik Yağ Alma	Durulama 3	Durulama 4	Elektrolitik Yağ Alma	Durulama 5	Durulama 6	Alkali Ortam Hazırlık
----------------	------------	------------	-----------------	------------	------------	-----------------------	------------	------------	-----------------------

Şekil 3.2 : Ön hazırlık prosesi iş akışı şeması.

3.1.1.1 Sıcak Yağ Alma ve Durulamaları

İncelenen Zn-Ni kaplama tesisinde 1 adet sıcak yağ alma ünitesi bulunmakta olup, tankın hacmi 1750 L'dir (Şekil 3.3). Sıcak yağ alma ünitesi 60°C sıcaklıkta çalışmaktadır. Tank ısıtması fabrikanın sıcak su hattından gelen serpantin sistemi ile yapılmaktadır. Tanklarda bekleme süresi yaklaşık 600 sn'dir.

Hacim : 1750 L	Sıcaklık : 60oC	Süre : 600 sn
Kimyasal : 75 kg Enprep 238 NW	Su : Şebeke Suyu	Konsantrasyon : 30-50 g/L

Şekil 3.3 : Sıcak yağ alma tankı.

Sıcak yağ alma sonrası durulama, seri bağlı şekilde 1.100 L hacme sahip 2 adet yumuşak su ile kurulmuş ısıtma bulunmayan ortam şartları sıcaklığındaki yumuşak su tanklarında daldırma yöntemi ile yapılmaktadır (şekil 3.4).

Hacim : 2 adet 1100 L	Sıcaklık : Ortam Koşulları	Süre : 2 sn
Kimyasal : -	Su : Şebeke Suyu 135 L/h	

Şekil 3.4 : Sıcak yağ alma durulama tankları.

3.1.1.2 Asidik Yağ Alma ve Durulamalar

Zn-Ni kaplama tesisinde asidik yağ alma prosesi 2000 L hacminde tankta (Şekil 3.5) hidroklorik asit (HCl) ve inhibitör bulunan ortamda yağ almak için geliştirilen özel kimyasallar ile yapılmaktadır. Tanklarda bekleme süresi yaklaşık 390 sn'dir.

Hacim : 2000 L	Sıcaklık : Ortam Koşulları	Süre : 390 sn
Kimyasal : 1200 L HCl ve 20 lt Actane K	Su : Şebeke Suyu	Konsantrasyon : HCl 300-500 ml/L, Actane K 5-20 ml/L

Şekil 3.5 : Asidik yağ alma tankı.

Asidik yağ alma işlemi sonrası durulama işlemi seri bağlı şekilde iki yumuşak su tankı ile ısıtma olmayan tanklarında daldırma yöntemi ile yapılmaktadır (Şekil 3.6).

Hacim : 2 adet 1100 L	Sıcaklık : Ortam Koşulları	Süre : 2 sn
Kimyasal : -	Su : Şebeke Suyu 135 L/h	

Şekil 3.6 : Asidik yağ alma sonrası durulama tankları.

3.1.1.3 Elektrolitik Yağ Alma (Katodik) ve Durulamalar

Zn-Ni kaplama tesisinde elektrolitik yağ alma prosesi tesisimizde katodik yağ alma şeklinde yapılmaktadır. Katodik yağ alma işlemi 1400 L hacme sahip 50°C sıcaklıktaki tankta özel yağ alma kimyasalları ile yapılmaktadır (Şekil 3.7). Tank ısıtması fabrikanın sıcak su hattından gelen serpantin sistemi ile yapılmaktadır. Katodik yağ alma işleminde kaplanacak malzeme 5.6 V, 10 A redresör yardımı ile katot olarak yüklenir ve yağ alma işlemi gerçekleştirilir. Tanklarda bekleme süresi yaklaşık 150 sn'dir.

Hacim : 1400 L	Sıcaklık : 50°C	Süre : 150 sn
Kimyasal : 250 kg Enprep G	Su : Şebeke Suyu	Konsantrasyon : 150-300 g/L

Şekil 3.7 : Elektrolitik yağ alma tankı.

Elektrolitik yağ alma işleminden sonra kaplanacak malzeme yumuşak su ile durulama işlemine tabi tutulur. Elektrolitik yağ alma işlemi sonrası seri bağlı şekilde 2576 L hacminde iki adet durulama tankı vardır (Şekil 3.8). Durulamalarda sadece yumuşak su kullanılmakta olup, ısıtma bulunmamaktadır.

Hacim : 2 adet 1100 L	Sıcaklık : Ortam Koşulları	Süre : 2 sn
Kimyasal : -	Su : Şebeke Suyu 135 L/h	

Şekil 3.8 : Elektrolitik yağ alma sonrası durulama tankları.

3.1.1.4 Alkali Ortama Hazırlık

Zn-Ni kaplama tesisinde parçaların kaplama banyosuna doğrudan girmesini engellemek ve parça yüzeyinin Zn-Ni çözeltisine alışmasını sağlamak amacıyla bir adet 900 L tankta seyreltilmiş Zn-Ni kaplama le bu işlem yapılır (şekil 3.9). Tanklarda bekleme süresi yaklaşık 5 sn'dir.

Hacim : 900 L	Sıcaklık : Ortam Koşulları	Süre : 5 sn
Kimyasal : Seyreltilmiş Kaplama Çözeltisi	Su : Şebeke Suyu	

Şekil 3.9 : Alkali ortam hazırlık tankı.

3.1.2 Zn-Ni Kaplama Prosesi ve Durulamalar

İncelenen Zn-Ni kaplama tesisinde iki adet Zn-Ni banyosu (Şekil 3.10) mevcuttur. 4.600 L'lik Zn-Ni banyolarında ürünün tipine ve alanına göre 1800-3000 sn ve 1-1.5 amper arasında elektrolitik olarak banyoda bulunan anotlar ile kaplanır. Zn-Ni banyoları 25°C çalışmaktadırlar ve bu banyolar alkalidir. Ph 14 civarında olmalıdır. Bu havuzlarda da ısıtma ve soğutma işlemi fabrikanın sıcak ve soğuk hattından gelen serpantin sistemi ile yapılmaktadır.

Hacim : 4600 L	Sıcaklık : 25°C	Süre : 1800-3000 sn
Kimyasal : Çinkooksit : 40 kg Solvay kostik : 600kg Zincrolyte NCZ 315 D : 350 L Zincrolyte NCZ 315 C-Ni : 50 L Zincrolyte NCZ 315 A Plus : 3,7 L	Su : 3200-3500 L Saf Su	Konsantrasyon : Zn: 7-10 g/L Ni: 1-1,8g/L NaOH : 120-140 g/L Na ₂ CO ₃ : 40-60 g/L

Şekil 3.10 : Zn-Ni kaplama tankları.

Zn-Ni kaplama işleminden sonra ürün saf su ile durulama işlemine tabi tutulur. Zn-Ni kaplama işleminden sonrası seri bağlı şekilde 1100 L hacminde beş adet durulama tankı vardır (Şekil 3.11). Durulamalarda sadece saf su kullanılmakta olup, ısıtma bulunmamaktadır. Durulama işlemi daldır çıkar yöntemi ile yapılır.

Hacim : 5 adet 1100 L	Sıcaklık : Ortam Koşulları	Süre : 2 sn
Kimyasal : -	Su : Saf Su 135 L/h	

Şekil 3.11 : Zn-Ni kaplama sonrası durulama tankları.

3.1.3 Zn-Ni Kaplama Sonrası İşlemler

3.1.3.1 Pasivasyon Banyosu ve Durulamalar

Kaplama sonrasında yüzeyde kalan gözle görülmeyen pürüzleri gidermek, kaplamanın malzemeye kazandırdığı korozyon direncini yükseltmek ve kaplamaya daha güzel bir görünüm kazandırmak için uygulanır. Tesiste bir adet pasivasyon tankı bulunup, hacmi 950 lt dir (şekil 3.12). Pasivasyon banyosu 28°C de kullanılmaktadır ve pH sı 3.2 te tutulmalıdır. İşlem süresi 25 sn'dir.

Hacim : 950 L	Sıcaklık : 28°C	Süre : 25 sn
Kimyasal : 75 L Permapass Ultra IV	Su : Saf su pH aralığı: 2.8-3.4	Konsantrasyon : 80-120 ml/L

Şekil 3.12 : Pasivasyon tankı.

Pasivasyon sonrası durulama, seri bağlı şekilde 1.100 L hacme sahip 2 adet saf su ile kurulmuş ısıtma bulunmayan ortam şartları sıcaklığındaki yumuşak su tanklarında daldırma yöntemi ile yapılmaktadır (şekil 3.13).

Hacim : 2 adet 1100 L	Sıcaklık : Ortam Koşulları	Süre : 2 sn
Kimyasal : -	Su : Saf Su 135 L/h	

Şekil 3.13 : Pasivasyon sonrası durulama tankları.

3.1.3.2 Sıcak Yıkama

Tesiste bir adet sıcak yıkama tankı bulunmaktadır ve hacmi 60 sn 900 L 60°C sıcaklıkta (şekil 3.14).

Hacim : 900 L	Sıcaklık : 60oC	Süre : 60 sn
Kimyasal : 8.5 L Entek FNE	Su : Saf su pH aralığı: 8-8.5	Konsantrasyon : 10 ml/L

Şekil 3.14 : Sıcak yıkama tankı

3.1.3.3 Kurutma

Tesiste bir adet 900 L hacminde 3 fanlı bir kurutma sistemi mevcuttur. 90°C de yapılan kurutma işlemi 480 sn'dir.

4. Zn-Ni KAPLAMA TESİSLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Otomobil parçalarının paslanmaması, aşınmaması, çürümemesi daha iyi görünmesi ya da parlaması için yüzeyleri bazı işlemlere tabi tutulur. Çeşitli kimyasalların elektrik, ısı ve basınç kullanmak yoluyla metal yüzeylere uygulanması; dayanıklılığı artırmakta, kullanımı kolaylaştırmakta ve görüntüyü estetik hale getirmektedir. Kaplama işlemleri, yapılacak kaplama ve boya prosesine bağlı olarak ön temizleme ve tutunmayı artırıcı işlemlerle birlikte İSG açısından aşağıda belirtilen tehlikeleri içermektedir:

Elektrolitik cilalama: Kaustik ve koroziv kimyasallardan kaynaklanan yanıklar ve tahrişler.

Asitle aşındırma: Hidroflorik asite maruz kalma, yüksek sıcaklığa sahip sıvılardan ötürü yanma riski, yakıcı kimyasalara maruz kalma.

Elektrokaplama: Kanseri yaratma riski olan krom ve nikel maruz kalma, yakıcı kimyasalara maruz kalma, siyanüre maruz kalma ile patlama potansiyeli bulunan tozlar, ergonomik tehlikeler.

Galvanizleme: Metal duman ateşi hastalığı riski, kurşuna maruz kalma, yüksek sıcaklığa sahip sıvılardan ötürü yanma riski, yakıcı kimyasalara maruz kalma.

Fosfatlama: Yakıcı kimyasallara maruz kalma.

Astar boyama: Toksik ve yanıcı çözücülere maruz kalma, kanserojen kroma maruz kalma. Kullanılan kimyasalların buharları, dumanları, kokuları ve bunlarla birlikte tozlar, solunum yollarını son derece olumsuz etkileyerek daha önce sayılan birçok hastalığa neden olmaktadır. Akciğer kanseri, astım, alerjik reaksiyonlar uzun vadede ise kanser ve kurşun zehirlenmesi bu hastalıkların başında gelmektedir. Bu risklere karşı son derece iyi çalışan havalandırma sistemlerine gereksinim vardır. Bunlarla birlikte, solunum koruyucu ve maruz kalabilecek cildi koruyucu donanımlar olan maskeler, solunum cihazları ve eldivenler ile koruyucu ayakkabılar kullanılmalıdır. Kişisel koruyucu donanımların kullanılması, bu sektörde çalışanların sağlık ve güvenliği için son derece önemlidir. Üretim sırasında, genellikle bu kimyasalların buharlarını ortamdaki çekmek konusunda havalandırma sistemleri yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle kişisel koruyucu donanımların kullanımı çok önemlidir. Çünkü çalışanlar, ortamda bulunan havalandırma teçhizatlarına güvenerek bazen

umarsız davranmakta ve bu da insan sağlığına çok ağır zararlar verebilen maddelere karşı iřđrenleri korumasız bırakmaktadır.

4.1 Banyo Kurulum ve İlaveleri

Sıcak yağ alma ve elektrolitik yağ alma banyoları sırası ile ENPREP 238 NW ve ENPREP G kimyasalları ile kurulmaktadır. Toz halinde çuvallarda gelen bu kimyasallar ilk banyo kurulumlarında ve yapılan analizler sonucu ekleme yapılması gerektiği zamanlarda banyolara eklenmektedir. Bu kimyasallar sodyumhidrokside (NaOH) içerir ve kostiktir. Kurulum esnasında kişisel güvenlik kurallarına uyulması gerekmektedir. Toz ekleme esnasında sıçrama veya buhardan etkilenmemek için, koruyucu gözlük ve hatta siperlik, maske ve koruyucu elbise giyilmelidir. Banyolardan çıkan gazdan, buhardan, dumandan dolayı sağlığını tehlikeye sokmayacak Şekilde dizayn edilmiş havandırma sistemi bulunmalıdır. Buna ilaveten, zararlı madde içeren dumanın çıkış noktasında herhangi bir çevresel zarara yol amamalıdır. Asidik yağ alma banyosu HCl asit ve ACTANE K kimyasalları ile kurulmaktadır. Sıvı halinde büyük tanklarda gelen HCl asit pnömatik pompanın yardımı ile asidik yağ alma banyosuna aktarılır. Asit zerine su dökülürse, asit ve su karışımı aşırı derecede ısınabilir, sıçrama yapabilir veya bulunduğu kabı aşındırabilir. Bu sebeple önce banyo yarısına kadar su ile doldurulur. Daha sonra 20 lt ACTANE K eklenir ve HCl asit banyo içine yavaşça eklenir. HCl asit dolumu esnasında kişisel güvenlik kurallarına uyulmalıdır. Ekleme esnasında asit buharından ve sıçramalardan etkilenmemek için koruyucu gözlük, uygun eldiven, maske ve koruyucu elbise giyilmelidir. Zn-Ni banyosunun ilk kurulumu uzun işlem süresi gerektirir. inkooksit, kostik çözeltisinde 1/10 oranında en iyi Şekilde znr. 600 kg solvay kostik 100 kg' lık 6 partide karıştırıcılı kostik çözme tankında saf su yardımı ile çözülür. Bu zme işlemi sırasında ısı oluşur (60-70 C°). inkooksit ise 10 ar kglık 4 partide çözünen kostik çözeltisi içinde çözülür. Isı bu işlemde (80-90 C°) ye kadar çıkar ve ek olarak H gazı açığa çıkar. Karışan inkooksit-kostik zeltisi 35 C° ye düşmesi beklenir ve pnömatik pompa yardımı ile içinde hesaplamara göre su ilavesi yapılan Zn-Ni kaplama tankına aktarılır. Soğuma işlemi Zn-Kaplama tanklarının delinmemesi ve zarar görmemesi içindir. Daha sonra yavaşça 350 L Zincrolyte NCZ 315 D, 50 L Zincrolyte NCZ 315 C-Ni ve 3,7 L Zincrolyte NCZ 315 A Plus eklenir.

Bu işlemler sırasında çıkan tehlikeli gazlar ve kostikin korozyif yapısından dolayı zehirlenmelere ve yanmaların oluşmaması için gerekli olan kişisel koruyucu ekipmanların giyilmesi gerekli ve zorunludur. Bunlar çalışma için uygun yeterlilikte gaz maskesi, çizme, uygun eldiven, koruyucu gözlük ve koruyucu tulum giyilmelidir. Pasivasyon banyosu kurulumu için pasivasyon tankı 2/3 oranında saf su ile doldurulur ve 75 L Permapass Ultra IV kimyasalı yavaşça tanka eklenir ve daha sonra su seviyesi tamamlanır. Pasivasyon banyosunun pH kontrolleri yapılır ve uygun seviyede tutulması için nitrik asit ilavesi yapılır. Bu işlemler sırasında gerekli tüm kişisel koruyucu ekipmanlar giyilmelidir.

4.2 Laboratuvar Çalışmaları

Zn- Ni kaplama proseslerinin sorunsuz çalışması ve kaliteli bir kaplama yapılması için laboratuvar çalışmaları çok önemlidir. Laboratuvar çalışmaları için tesisten numune alınması gereklidir. Dikkat edilmesi gereken tesise girişlerde ve laboratuvar alanına girişte zorunlu giyilmesi gereken kişisel koruyucu ekipmanlar olmasıdır. Bu kurallara kesinlikle uyulmalıdır. Tesiste akım olduğu için kaplama banyosu ve elektrolit yağ alma banyolarına müdahale esnasında yalıtkan eldiven kullanılmalıdır. Bu tesiste banyolarda yüksek özellikle asidik ve bazik kimyasallar kullanılmaktadır. Yetkili kişilerin dışında banyolarda bulunduğu bölüme kimse çıkmamalıdır. Yapılan analizler ve deneylerde kullanılan kimyasalların güvenlik bilgi kartlarının mutlaka okunması ve yetkili kişiler haricinde kimsenin bu alanda bir işlem yapmaması gerekmektedir.

4.3 Ergonomi

Ergonomi; “İnsana ilişkin ve en fazla rahatlık, güvenlik ve etkinlikle kullanılacak araç, makine ve donanım anlaşılması için gerekli bilgilerin tümü şeklinde tanımlanabilir [29].

Ergonomi çalışanla iş arasında uyumlu bir ilişki kurmak için, çalışma süresince iş ile ilgili bilgilerin hızlı, açık ve anlaşılabilir biçimde alınmasını, algılanmasını, tatmin edici biçimde yargıya varılmasını, en uygun kararların alınmasını ve alınan bilgi ile yapılacak kontrolün, doğru ve kolay uygulanabilir olmasını sağlamak amacını güder. Nitekim ergonomi:

a. Üretim verimliliğini en yüksek seviyeye çıkarmaya çalışır.

b. Uyumlu ilişki sonucunda, gereksiz aşırı zorlanmalardan kaçınılarak, çalışanın fiziksel ve

Ruhsal sağlığını korur, zarar görmesini önler.

Ergonomi, insan-makine verimini ve iş güvenliğini artırma amacını güderken aşağıda belirtilen hususların uygulanmasında işletme yöneticisine yardımcı olur:

a. İnsan-makine sisteminin, birim zamandaki üretimini artırarak dolaysız işçilik maliyetinin düşürülmesi,

b. Yanlış çalışma, hatalar, iş kazaları yüzünden doğan zararı azaltarak dolaylı işçilik maliyetlerinin düşürülmesi,

c. İş yorgunluğunun azaltılması,

d. İşten duyulan doyumun yükseltilmesi [30].

Ergonomi ile ilgili olası iş sağlığı ve güvenliği problemleri şunlardan kaynaklanabilir;

1. Yük

a. Çok ağır, çok büyük, kavramak çok zor ve sabit değil ise,

b. Ulaşılabilir değil ise,

c. Kısıtlı görüş alanı var ise,

2. Aktivitenin Yürütümü

a. Çok sık veya uzun bir süre boyunca yürütülüyor ise,

b. Elverişsiz veya yanlış vücut duruşu veya hareketler var ise,

3. Çalışma Ortamı

a. Alanın darlığı söz konusu ise,

b. Elverişsiz ve kaygan zemin var ise,

c. Çok yüksek veya çok düşük sıcaklıkta çalışılıyor ise,

d. Yetersiz aydınlatma mevcut ise [31].

İncelenen tesiste uzun yıllar çalışmış personelin en çok şikayetçi olduğu konuların

başında sırt , bel , omuz ağrıları , el, kol ,dirseklerde ağrı yanma ,boyun düzleşmesi ,iskelet – kas sistemi sorunları, ayak ve bacaklarda ağrı , göz sorunları gelmektedir. Üretim çalışmaları izlendiğinde personelin normal çalışma süresince sürekli ayakta çalıştığı gözlenmektedir. Genelde ayakta çalışan göz kotrolcü, parça asma, yıkama ve zımpara yapan işçileri mesai saatleri süresince sürekli aynı pozisyonda, postürde el, kol ve gözleri ile çalışmakta ve çalışma alanlarının ve işin gerektirdiği durumlar nedeni ile iş tezgahlarında sandalye kullanılamamaktadır. Parça asmada görevli kişiler eğilip bu işlemi yapmasında risk oluşturmaktadır. Yükseklik sorunları, ortamdaki aydınlatma yetersizlikleri, termal konfor koşullarının olumsuzluğu, işin sürekliliği ve üretim programına göre işin yetişme zorunluluğu gibi nedenlerden dolayı çalışanlarda kas iskelet sistemi şikayetleri görülmektedir. Ayakta çalışan işçilerin elleri ile sürekli bir işlemi üretim hızına göre yetiştirmek zorunda olan çalışanın uzun mesai saatleri ve yılları sonucunda el, kol, göz, boyun, sırt, bel sorunları yaşaması kaçınılmaz olmaktadır.

İncelenen tesiste termal konfor için işçilerin çalıştığı alana ısıtma sistemi kurulmuştur. Uzun süre ayakta çalışan işçiler içinse bir vardiyada iki kere çay ve bir kere yemek molası verilmesiyle bu problem azaltılmaya çalışılmıştır. Tesiste kaplama için gelen ürünler yağlı olduğu için yerler kaygan olabiliyor. Bu nedenle tesiste çalışan kişilerin ayakkabıları buna uygundur ve tesiste temizlik ve hijyen için sürekli olarak çalışan işçiler bulunmaktadır.

4.4 Kişisel Koruyucu Donanımlar

Kişisel Koruyucu Donanım (KKD), risklerin, toplu korunmayı sağlayacak teknik önlemlerle veya iş organizasyonu ve çalışma yöntemleriyle önlenemediği, tam olarak sınırlandırılmadığı durumlarda kullanılır. Kişisel koruyucu donanım, iş kazası ya da meslek hastalığının önlenmesi, çalışanların sağlık ve güvenlik risklerinden korunması, sağlık ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesi amacıyla kullanılır. İşveren, toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik verir.

Tüm kişisel koruyucu donanımlar;

- 1) Kendisi ek risk oluşturmadan ilgili riski önlemeye uygun olur.
- 2) İşyerinde var olan koşullara uygun olur.
- 3) Kullananın ergonomik gereksinimlerine ve sağlık durumuna uygun olur.

4) Gerekli ayarlamalar yapıldığında kullanana tam uyar.

5) Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği kapsamına giren ürünlerde uygun şekilde CE işareti ve Türkçe kullanım kılavuzu bulundurur.

KKD, tehlike içeren iş yapılırken, öngörülebilir koşullarda ve amaçlanan doğrultuda kullanımı sırasında kullanıcıyı mümkün olan en yüksek düzeyde koruyacak şekilde tasarlanarak imal edilmelidir.

Metal kaplama yapılan tesislerde prosese uygun olarak; korunacak vücut bölümünü örten KKD'ler ve yüz, göz ve solunum yolları KKD'leri kullanılmalıdır.

İncelenen tesiste KKD lerin temini sağlamak ve bu donanımların daha iyi ve daha kullanışlı olabilecekleriyle ilgili gelişmeleri takip etmektedir. KKD lerin periyodik bakımları ve periyodik olarak değişmesi gerekenlerin değişimi, kullanım yoğunluğuna göre değiştirilmesi gereklerin değişimi ivedilikle sağlanmaktadır.

Özellikle kullanılan gaz maskelerinin filtreleri periyodik olarak değişmeli ve bu gaz maskelerinin kullanılmadığı koşullarda uygun bir hava almayan poşetlerde kullanılmaya hazır şekilde tutulması sağlanmalıdır.

4.5 Gürültü

Gürültü; istenmeyen, hoş gitmeyen, insan sağlığı ve psikolojisini olumsuz yönde etkileyen ses ya da sesler olarak tanımlanabilir. Bu tanımla gürültü öznel bir kavram olarak nitelendirilebilir. Diğer bir ifadeyle, sesin gürültü niteliği taşıması için mutlaka yüksek düzeyde olması gerekmemektedir. Bir kişinin müzik olarak algıladığı bir ses, diğer bir kişi tarafından gürültü olarak tanımlanabilir. Örneğin klasik müzik, bir kişi için hoş bir müzik çeşidi olarak algılanırken, bu müzikten hoşlanmayan diğer bir kişi için gürültü olarak tanımlanabilir. Ancak endüstriyel gürültü vb. Gürültü türleri kişilerin beğenmesine bağlı olmaksızın her koşulda gürültü olarak değerlendirilir [32]. Endüstride gürültü üç temel nedenle önemlidir; çalışanlar gürültüden rahatsız olurlar ve hoşlanmazlar, gürültü işitme kayıplarına neden olur ve son olarak gürültü, iş verimliliği üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Aslında işçilerin rahatsız oldukları bir gürültü düzeyi onların işitme organlarını zedeleyecek kadar tehlikeli olmayabilir. Belli bir düzeydeki gürültü, işçilerin veriminde de aksatma yaratmayabilir. Hatta, bazı gürültülü işyerlerinde işçilerin bundan pek şikayetçi olmadıklarını da gözlemleyebiliriz. Fakat bütün bu

düşüncelerle, endüstri ortamındaki gürültü sorununu göz ardı edemeyiz. Gürültünün etkileri hemen görülmez. Psikolojik etkilerin gürültüye bağlı olup olmadığını anlamak güçtür. Gürültüye bağlı işitme kayıpları ise, oldukça karmaşık ve incelenmesi zaman alan bir durum yaratır. İnsanların gürültüye duyarlılığı da çok farklı ölçülerle olmaktadır [33].

İşyerindeki çevre koşulları içinde gürültü, işgörenin iş yükünü etkileyen en önemli faktördür. Kulağımıza gelen ses, müzik, konuşma uyarı sinyali veya karmaşık bir gürültü olabilir. Dünyamızdaki teknolojik gelişme, yaşamımızın pek çok alanında, özellikle de işyerlerinde, üretim ve hatta yönetim birimlerinde gürültünün artmasını beraberinde getirmiştir. Bu gerçek iş görenlerde rahatsız olmaktan başlayıp, işin zorlaşmasına hatta sağlık yönünden kalıcı kayıplara kadar artan olumsuz etkiler oluşturmuştur. Yaşlılık ya da kulağa zarar verici düzeyde gürültülü ortamlarda çalışma nedeniyle duyma yeteneği az veya çok kaybolmuş kişiler, çevreleri ile olan sosyal ilişkilerinde zorlanmaya başlarlar, bu durum bazı hallerde psikolojik şikayetlere yol açar [34].

Gürültülü ortamda çalışan iş görenlerin, reaksiyon zamanlarının daha kısa olduğu saptanmıştır. Ancak incelikli ve çok dikkat isteyen işlerde çalışanlar, gürültünün kendilerini rahatsız ettiğinden ve istemedikleri halde bazı hatalar yaptıklarından yakınır. Araştırmacılara göre gürültülü ortamda çalışma, insanların titizliğini ve incelikli iş görme alışkanlıklarını olumsuz şekilde etkilemekte ve iş kazaları olasılığını da artırmaktadır [35].

1. 6331 Yönetmeliğin uygulanması bakımından, maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri aşağıda verilmiştir:

a) En düşük maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 80 db(A) veya (Ptepe) = 112 Pa [135 db(C) re. 20 µpa] (20 µpa referans alındığında 135 db (C) olarak hesaplanan değer).

b) En yüksek maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 85 db(A) veya (Ptepe) = 140 Pa [137 db(C) re. 20 µpa].

c) Maruziyet sınır değerleri: (LEX, 8saat) = 87 db(A) veya (Ptepe) = 200 Pa [140 db(C) re. 20 µpa].

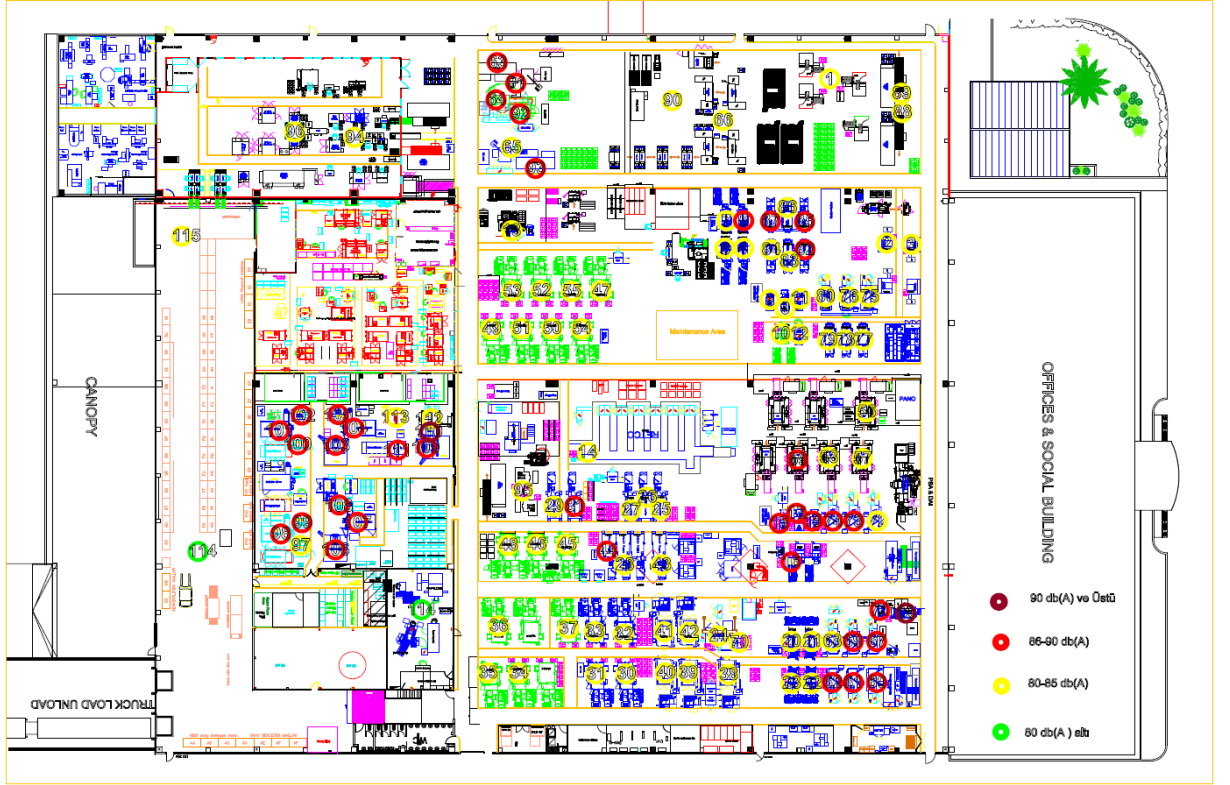
2. Maruziyet sınır değerleri uygulanırken, çalışanların maruziyetinin tespitinde, çalışanın kullandığı kişisel kulak koruyucu donanımların koruyucu etkisi de dikkate alınır.

3. Maruziyet eylem değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmaz.

4. Günlük gürültü maruziyetinin günden güne belirgin şekilde farklılık gösterdiğinin kesin olarak tespit edildiği işlerde, maruziyet sınır değerleri ile maruziyet eylem değerlerinin uygulanmasında günlük gürültü maruziyet düzeyi yerine, haftalık gürültü maruziyet düzeyi kullanılabilir. Bu işlerde;

a) Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi, 87 db(A) maruziyet sınır değerini aşamaz.

b) Bu işlerle ilgili risklerin en aza indirilmesi için uygun tedbirler alınır. İncelenen tesiste gürültüyü oluşturan etmenler havalandırma sisteminden oluşan sesler ve zımpara işlemi sonrası hava ile ürünlerin temizlenmesi sırasında oluşan seslerdir. Tesiste korunma amacıyla kullan at kulak tıkaçları kullanılmaktadır. Tesiste alışan herkes bu tıkaçları kullanmaktadır. Kaplama tesisin ve fabrikanın birçok yerinde bu tıkaçlar temin edilebilmektedir. Ayrıca fabrika için gürültü haritası çıkarılmıştır (Bkz Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : Delphi Dizel Sistemleri Gürültü haritası.

4.6 Çalışma Ortamı Gözetimi

İş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesinde çalışma ortamının gözetimi çok büyük öneme sahiptir. Çünkü çalışma ortamındaki tehlike ve riskler sürekli değişmekte ve yeni sağlık güvenlik sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

İşyerinde sağlık ve güvenlik risklerine karşı yürütülecek her türlü koruyucu, önleyici ve düzeltici faaliyetlerin tümü çalışma ortam gözetimini kapsar.

İşyerindeki tehlikeler ve riskler belirlenir, risk değerlendirmesi yapılır, risk değerlendirmesine göre ortam gözetimi için plan hazırlanır, planda yer alan öneriler işverene sunulur ve bu planın yerine getirilip getirilmediği izlenir. Ayrıca bu plan yapılırken bina ve eklentileri, işyerinde bulunan iş ekipmanları, işyerinde kullanılan ve üretilen maddeler, işyerinde çalışanlar dikkate alınır.

Çalışma ortamı gözetimi faaliyetleri: iş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılması gereken periyodik bakım, kontrol ve ölçümleri planlamak ve uygulamasını kontrol

etmek, İş yerinde kaza, yangın veya patlamaların önlenmesi için mevzuata uygun çalışmalar yapmak ve uygulamaları takip etmek, doğal afet, kaza, yangın veya patlama gibi durumlar için acil durum planlarının hazırlanmasını sağlamak, periyodik olarak eğitimleri ve tatbikatları yaptırmak, acil durum planı doğrultusunda hareket edilmesini sağlamak şeklinde sıralanabilir.

Bu faaliyetler işyeri için;

- Binaların yapısı, tavan yüksekliği, alanı
- Elektrik tesisatı (Elektrik İç Tesisat Yönetmeliğine uygunluğu)
- Acil çıkış yolları
- Yangınla mücadele
- Havalandırma
- Ortam sıcaklığı
- Aydınlatma
- İşyeri tabanı, duvarı, çatısı
- Pencereleler, kapılar
- Dinlenme ve soyunma yerleri, duş, tuvaletler
- İlk yardım odaları

İş ekipmanları için;

İşin yapılmasında kullanılan makine, alet ve tesisin işyerindeki özel çalışma şartlarını, sağlık ve güvenlik göz önünde bulundurularak seçilmesi, tamamen tehlikesiz olamıyorsa riski en aza indirecek uygun önlemler alınması.

İşyerinde kullanılan ve üretilen maddeler için;

- Depolanmaları ve üretilmeleri anında malzeme güvenlik belgelerinden yararlanılması,
- Yanıcı, paylayıcı ve toksik olmalarına göre önlemlerin alınması,
- Oksitleyici ve yanıcı maddelerin ayrı ayrı depolanması,

- Yangın söndürme tertibatının maddelerin özelliklerine göre olması,

- Ortam ölçümlerinin periyodik olarak yapılması,

Çalışanlar için;

- İşe ilk giriş muayeneleri, periyodik muayeneleri ve diğer gerekli tetkikleri yapılmasının sağlanması,

- Bu muayenelerin kayıtlarının yasal süre boyunca özlük dosyalarında saklanması,

- İsg uzmanının ve işyeri hekiminin yıllık değerlendirme raporu ve sonraki yılın çalışma planını hazırlaması

faaliyetlerini kapsamaktadır.

İncelenen tesiste, tesisin tümünü dış ortam ve çalışanlardan ayıran bir kapalı sistem bulunmaktadır ve bu alan içinde havalandırma bulunmaktadır. Çalışanlar bu kapalı alan içine ancak gerekli KKD ile girebilmektedir. Zehirli gaz çıkışı için bu konuda tehlikeli olan banyolarda özel havalandırma sistemleri bulunmaktadır. Bu gazlar özel filtreleme makinesi ile filtre edilerek bacalardan dışarı salınmaktadır.

Tesiste 4 adet acil çıkış kapısı bulunmaktadır ve hepsi 6331 sayılı yönetmeliğe tam olarak uymaktadır.

Tesiste kimyasal sıçraması, bulaşması veya üste dökülmesi gibi durumlara karşın acil duş ve acil göz banyosu kitleri tesisin kilit noktalarında bulunmaktadır.

Tesiste yangın durumunda kullanılacak uygun yangın söndürme tüpleri belirlenen noktalarda bulunmaktadır ve bunların periyodik kontrolleri sağlanmaktadır. Ayrıca olası bir yangın durumu için tesiste sprinkler yangın söndürme sistemi bulunmaktadır.

4.7 Kaplama Tesis Robotları ve PLC Sistemi

Tesiste yer arabası, kaplama hat 1 ve kaplama hat 2 olmak üzere üç adet robot bulunmaktadır. Bu robotlar PLC sistemine bağlıdır. Robotların amacı ürünlerin asılmış olduğu baraları taşıyarak kaplama prosesini yürütmesidir. PLC sistemi bağlı olan robotlar ürünlerin kendi özel programlarına göre hangi banyolarda ne kadar süre kalacaklarına bağlı olarak hareket eder. Robotlarda herhangi bir duruma

karşı güvenlik switchleri bulunmaktadır. Bir şeye veya bir kişiye çarptığında robot otomatik olarak durur ve PLC sistemine bir alarm yollar.

Bu bölümdeki en büyük risklerden biride sistem hatası nedeni ile hali hazırda içinde bara bulunan bir banyoya robotun tekrar bara indirmesi sonucu oluşur ve baranın düşmesi ile sonuçlanır . Bu da etrafında olabilecek kişi için bir tehlikedir. Bu hata genellikle kablo hatalarından ve operatörlerin hatası sonucu oluşur.

Robotların herhangi tehlikeli bir duruma karşı acil durdurma butonları vardır. Bu acil durdurma butonları kaplama tesisinin içinde ve PLC panosunda bulunmaktadır (bkz şekil 4.2).



Şekil 4.2 : Robot acil durdurma butonları.

Robot onarım ve bakım işlemleri için özel olarak iş sağlığı ve güvenliği iskeleleri tesis etrafına kurulmuştur.

4.8 Meslek Hastalıkları

Mesleksel hastalıklar, bir mesleğin uygulanması sırasında kimyasal, mekanik, fiziksel ve biyolojik faktörlerin etkisi ile meydana gelen hastalıklardır. Sık tekrar etmeleri, iş gücü kayıpları ve iş değişikliklerine neden olmaları yüzünden önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadırlar.

Meslek hastalığına neden olan etkenlerin vücuda başlıca giriş yolları:

1. Akciğerler (solunum)
2. Deri (emilim)
3. Ağız (sindirim)

Meslek hastalıklarından etkilenme lokal ya da sistemik olabilir. Meslek hastalıkları tıbbi, hukuki ve sosyal yönü olan hastalıklardır. Endüstriyel toplumlarda tüm meslek hastalıklarının %30'unu mesleksel deri hastalıkları oluşturur.

Uluslararası Çalışma Örgütü tarafından hazırlanmış olan listede meslek hastalıkları 29 başlık halinde toplamıştır. Bu listede tozlar, çeşitli kimyasal, fiziksel ve biyolojik faktörlere bağlı olarak meydana gelen hastalıklar yer almaktadır. Türkiye'de ise meslek

hastalıkları 5 ana grupta toplanmaktadır. Her grubun içinde değişik hastalıklar yer almaktadır.

Ülkemizde görülen ve görülmesi olası meslek hastalıkları SSK Sağlık İşletmeleri Tüzüğüne göre beş ana gruba ayrılır:

A) Kimyasal maddelerle meydana gelen meslek hastalıkları.

B) Mesleki deri hastalıkları.

C) Pnömkonyozlar.

a- Silikoz,

b- Asbestoz,

c- Bisinoz,

D) Mesleki bulaşıcı hastalıklar.

E) Fiziki etkenlerle meydana gelen meslek hastalıkları.

a- Gürültü sonucu işitme kaybı ve vibrasyon hastalıkları,

b- Hava basıncındaki ani değişmelerle meydana gelen hastalıklar,

c- Maden işleri nistagmusu,

Meslek hastalığı tanısı iki yönlü yaklaşım gerektirir. Bir yandan bazı belirtilerle başvuran hastaya bir klinik tanı konulurken diğer taraftan da bu hastalığın meslekten kaynaklandığının ortaya konabilmesi gereklidir. Meslek hastalığı tanısı konulurken aşağıdaki yöntemlerden faydalanılır:

- Öykü (anamnez) ,

- Fiziki muayene,

- Fizyolojik değerlendirmeler,

- Laboratuvar muayeneleri,

- Radyolojik muayeneler,

Tesiste çalışmakta olan tüm bireyler anlaşmalı bir sağlık kuruluşu ile periyodik muayeneleri yaptırmak zorunda ve çalışabilir raporunu almak zorundadır.

Metaller en yaygın kontakt allerjenlerdir. Altın, krom, kobalt ve cıvanın organik tuzlarına karşı reaksiyonlar oldukça sık görülmesine rağmen pek çok seride nikel, metal allerjilerinin en yaygın nedenidir. Genel popülasyonda nikelle bağlı allerjik kontakt dermatit prevalansı %4,5 ile %8,6 arasında değişmektedir . Kuzey Amerika Kontakt Dermatit Grubu'nun 2007 ve 2008 yıllarında yapılmış deri yama testlerinin sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmalarında nikel en sık rastlanan allerjen olarak tespit edilmiştir.

Tesis Zn-Ni kaplama yaptığından dolayı bu riske dahildir ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Nikel Dermatiti:

Türkiye’de meslek hastalığı tanısı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nda belirtilen Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği’ne dayanarak yapılabilmektedir. Bu kanunda meslek hastalığı “sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple ya da işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel ve ruhsal özürölülük halleri” olarak tanımlanmaktadır. Kanun gereği meslek hastalıkları hastaneleri, eğitim ve araştırma hastaneleri ve devlet üniversite hastanelerince oluşturulan sağlık kurulu raporu ile meslek hastalığı tanısı konulabilmektedir.

Diğer meslek hastalıklarında olduğu gibi nikel bağlı mesleksi kontakt dermatit tanısında öncelikle hastalığın mesleksi kaynaklı olup olmadığı ortaya konulmalıdır. Mesleksi kontakt dermatiti mesleksi olmayandan ayırt etmenin en önemli basamağı ayrıntılı bir meslek anamnezinin alınmasıdır. Özellikle lezyonların başlangıç yeri, işten uzaklaştırıldığında iyileşip iyileşmediği, iş yerinde diğer kişilerde görülüp görülmediği, iş yerinde maruz kaldığı malzemeler, atopi öyküsü, geçirilmiş kontakt dermatit öyküsü, bilinen alerjiler ve hobiler irdelenmelidir.

Toplumda nikel duyarlanmasıın kulak deldirme ve benzeri nedenlerle çok yaygın görülmesi nedeniyle mesleksi kontakt dermatitin kesin olarak nikel kaynaklandığını ortaya koymak her zaman mümkün olamamaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojik gelişmelerle birlikte sanayileşme; bir yandan ekonomik kalkınma, diğer yandan istihdam olanakları gibi olumlu gelişmeler yanında, iş kazaları ve meslek hastalıkları gibi çalışanı, çalıştırana ve ülke ekonomisini sıkıntıya düşüren sorunları da beraberinde getirmektedir.

Ülkemizde meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları ülke ekonomisine ciddi zararlar verirken, üretim ve en önemlisi telafisi mümkün olmayan insan kaybına yol açmaktadır.

Her yıl çalışma yaşamıyla ilgili milyonlarca kaza, yaralanma ve hastalık insan yaşamını, işletmeleri, ekonomiyi ve çevreyi tahrip etmektedir. Oysa risk ve tehlikeleri değerlendirerek, bunlara karşı kaynaklarında mücadele ederek ve önleme kültürünü yaygınlaştırarak, söz konusu sağlık sorunlar ve kazalar azaltılabilir. Sağlıklı işgücünün hastalık ve kaza sayısını düşürerek verimliliğe katkıda bulunduğu, işletmelere yarar sağladığı, ayrıca sigorta ve tazminat yükümlülüklerini de aşağı çekerek ülke ekonomilerinin yükünü hafiflettiği kanıtlanmıştır. Şurası bir gerçektir ki, iş kazalarını önlemek, ödemekten daha ucuz olacaktır.

İş kazalarını önlemek, ödemekten daha ucuz olacaktır. İşgörenlerin sağlıklı ve iş kazası risklerinden arındırılmış bir ortamda çalışmaları, en temel haklarındandır.

İş kazalarının önlenmesini sağlamada öncelikli görev devlete, sonrasında işverene ve son olarak da işgörene düşmektedir.

Çalışmamda incelemiş olduğum Delphi Dizel Sistemleri Zn-Ni kaplama tesisi İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri (OHSAS 18001) ve 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu mevzuatı çerçevesinde iş sağlığı ve güvenliğine yönelik dökümantasyon, görsel uygulamalar ve eğitimler adına tedbirlerini almış ve sonucu olarakta iş kazaları kayıtlarına pozitif olarak yansımıştır.

Fakat bu tesisin yeterli iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini aldığı ve bu kadarının yeterli kabul edilebileceği düşünülemez. Tesisteki uygulamaların sürekliliği ve hep kendini yenilemesi şeklinde devam etmesi ve tesisin iş sağlığı ve güvenliği açısından

daha ileri götürülmesi birinci gaye olmalıdır. Delphi Dizel Sistemleri Zn-Ni kaplama tesisi Türkiye için İSG konusunda öncü bir şirket olabilecek kapasitededir ve bunu yaptığı uygulamalarda kanıtlamıştır. Tesisin dış ortama ve çalışan kişilere olabilecek zararı için tesis komple kapalı sistemin içine alınmıştır ki bu örnek teşkil edebilecek bir aksiyondur. Ayrıca robotların bakım onarım işlemleri ve kablo bakımları için özel iş sağlığı ve güvenliği iskeleleri kurulmuştur ki buda örnek teşkil edecek bir aksiyondur.

Çalışmamda öneri yapabileğim tek konu verilen giysi ve ekipmanların fabrika geneline göre değil de bölümlere göre ayrılarak bunlara uygun olarak temin edilmesidir. Deri kaplı demir uçlu ayakkabılar kimyasallarla çalışanlar için uygun olmamakta ve kimyasal temasında delikler oluşmaktadır. Bunların değişimi ekonomik olarak ve ayağa teması ile de sağlık açısından zararlıdır.

İş sağlığı ve güvenliği konusu herşeyden önce bir kültür ve inanç konusudur. Bu konuda yapılan tüm faaliyetlerin odak noktası insan olmalıdır. Ekonomideki en önemli yatırım, insana yapılan yatırım olacaktır. Zamanının büyük bir bölümünü işyerlerinde geçiren çalışanlar en güvenli ve sağlıklı iş ortamlarında çalışmalıdırlar. Çünkü iş kazaları ve meslek hastalıkları kaçınılmaz bir yazgı değil, önlenmesi gereken bir mesleki risktir.

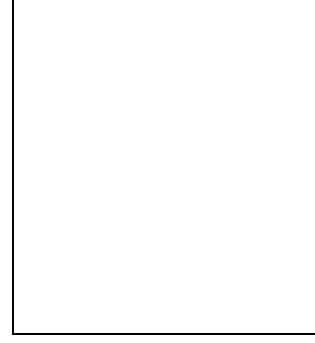
Medeniyet ve gelişmişlik düzeyi, ülkelerin insanlarına verdiği önem ile ilişkilidir. Devlet, işveren ve işgören insana zarar gelmemesi için konuyu tüm yönleri ile ele alıp, insan hayatının herşeyden değerli olduğu bilinciyle hareket etmelidir. Gerekli eğitim ve çalışmalarla iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşturularak, iş kazaları ve meslek hatalıklarının giderek azaltılması ve nihayetinde ortadan kaldırılması mümkün kılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Yonar, İ.K.** (1979). Galvanoteknik, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul
- [2] **Saraç, S.A.** (1995). Metal Kaplama ve Elektrokimyasal Teknolojiler, Çağlayan Kitabevi, İstanbul
- [3] **Singh D. and Dube R. K.** (1995) “Electroless Nickel Coating of Sintered Iron Compacts”, Powder Metallurgy, Cilt 1, Sayı 38, 52–54.
- [4] **Matik, U., Çıtak R.** (2005). “Toz Metalurjisi ile Üretilmiş Demir Esaslı Parçalarda Asidik ve Bazik Akımsız Nikel Çözeltilerin Kaplama Kalitesine Etkisi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 20, No:2, 239-246.
- [5] **Borusan Yayınları** (1981). Metallerin Korozyondan Korunması., Sayı:12-25, İstanbul.
- [6] **Hasçalık A., Özek C.** (2002). “Elektroliz Yöntemiyle Çinko Kaplama Parametrelerinin İncelenmesi”, Teknoloji, Sayı 1-2, 1-7.
- [7] **Metals Handbook** (1982). Vol. 5, American Society of Metals, Metals Park, OH, p. 244.
- [8] **Wilcox G.D. and Gabe D.R.** (1993). Corros. Sci., 35, 1251.
- [9] **Gabe D.R.** (1994). Electrochim. Acta, 39, 1115.
- [10] **Brenner A.** (1963). “Electrodeposition of Alloys. Principle and Practice”, Academic Press, New York, p.152.
- [11] **Afshar A., Dolati A.G. and Ghorbain M.** (2002). Mater. Chem. Phys., 77, 352.
- [12] **Leith S.D., Ramli S. and Schwartz D.T.** (1999). J. Electrochem. Soc., 146, 1431.
- [13] **Leith S.D., Wang W. and Schwartz D.T.** (1999). J. Electrochem. Soc., 145, 2827.
- [14] **Roventi G., Bellezze T. and Fratesi R.** (2006). Electrochim. Acta, 51, 2691.
- [15] **Bajat J.B., Petrović A.B. and Maksimović M.D.** (2005). J. Serb. Chem. Soc., 70, 1427.
- [16] **Younan M.** (2000). J. Appl. Electrochem. 30, 55.
- [17] **Hsu G.F.** (1983). Plat. Surf. Finish., 71, 52.
- [18] **Yonar, İ. K.** (1979). Galvanoteknik. Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- [19] **Gökergil, H.M.** (2010). Çinko, Nikel Ve Nikel/Kobalt Kaplanmış Yüksekkarbonlu Çeliğin Korozyon Davranışının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli
- [20] **Çakır, A.** (1990). Metalik Korozyon İlkeleri ve Kontrolü, T.M.M.O.B., Makine Mühendisleri Odası, Yayın No: 131, Bileşim Matbaacılık, Ankara.
- [21] **Lowenheim, F.A.** (1963). Modern Electroplating, The Electrochemical Society Inc., New York.

- [22]**Koehler, W.A.** (1944). "Principles and Applications of Electrochemistry", John Wiley and Sons Inc.
- [23]**Palin, G.R.** (1969). "Electrochemistry for Technologists", Pergamon Press.
- [24]**Mantell, C.L.** (1960). "Electrochemical Engineering", 4th Edition, Mc Graw. Hill Book Co. Inc.
- [25]**Brenner, A.** (1963). "Electrodeposition of Alloys", Academic Press.
- [26]**Lowenheim, F.A.** (1974). Ed. 3rd Edition, John Wiley and Sons Inc.
- [27] **Lutter, E., Benninghoft, A., Kramer, O.P.** (1960). "Eugen G. Levze Verlag", Saulgav/WTTBG.
- [28] **Uyanık, G.** (1992). Fizikokimya, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi.
- [29] **Şimşek, M.** (1994). Mühendislikte Ergonomik Faktörler. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.
- [30] **Doğan, Ü.** (1987). Verimlilik Analizler ve Verimlilik Ergonomi İlişkisi. İzmir: İzmir Ticaret Borsası Yayınları.
- [31] **Ölmez, T.** (2014). Hazır Giyim İşletmelerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- [32] **Sabancı, A. & Sümer, S. K.** (2011). Ergonomi (2. Basım). Ankara: Nobel Yayıncılık
- [33] **Erkan, N.** (2005). Verimlilik, Sağlık, ve Güvenlik İçin İnsan Faktörü Mühendisliği (9. Basım). Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- [34] **Babalık, F. C.** (2011). Mühendisler İçin Ergonomi, İşbilim (3. Baskı). Bursa: Dora Yayıncılık.
- [35] **Evcı, Y.** (2005). Hazır Giyim İşletmelerinde İş Kazalarını Önlemek Üzere Verilen İş Güvenliği Eğitimi Hakkında İşçi ve İşveren Görüşleri (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [36] **Çetinkaya, E.** (2006). Çinko-Nikel Alaşım Kaplamalarının Karakteristiklerinin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Anıl AYDIN

Doğum Yeri ve Tarihi: YALOVA 28.06.1988

Adres: 157 sk. No:3 Daire:9 Bornova/İZMİR

E-Posta: anil.aydin@msn.com

Lisans: Ziraat Mühendisliği (Ege Üniversitesi)

Yüksek Lisans (Varsa): İş Sağlığı ve Güvenliği (Gediz Üniversitesi)

Mesleki Deneyim ve Ödüller: Aralık 2014' ten beri Delphi Dizel Sistemleri
Kaplama Tesis Sorumlusu