



YÜZEY (FOSFAT VE ÇİNKO) KAPLAMA TESİSLERİNDE
İSG AÇISINDAN ANALİTİK DEĞERLENDİRMELER

Sevila ŞEKER



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜZEY (FOSFAT VE ÇİNKO) KAPLAMA TESİSLERİNDE İSG AÇISINDAN
ANALİTİK DEĞERLENDİRMELER

Sevila ŞEKER
502009001

Prof. Dr. Belgin İZGİ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS
KİMYA ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YÜZEY (FOSFAT VE ÇİNKO) KAPLAMA TESİSLERİNDE İSG AÇISINDAN ANALİTİK DEĞERLENDİRMELER

Sevila ŞEKER

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Belgin İZGİ

Yüzey kaplamaları, demir ve çelik malzemelerin korozyondan korunmasında önemli rol oynamaktadır. Bu tezin amacı; yüzey kaplama yapan işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) risklerinin belirlenmesi ve analitik olarak değerlendirilmesi amacıyla seçilen iş yerinin kimyasal maruziyetini değerlendirmek ve çözümler sunmaktır. Bu iş yerinde iş ve güvenlik riskleri ve tespit edilen tehlikelerden kaynaklanan riskler gözlemlerle belirlenmiştir. Belirlenen risklerden yola çıkılarak açık proses tanklarının yüzey kaplama yapılan işyerlerinin en riskli kısmı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu iş yerinin yüzey kaplama işleminde kullanılan kimyasalların ve bu kimyasalların maruz kalma değerlerinin belirlenmesi amacıyla ağır metaller ve inorganik asitlerden numuneler alınarak analizleri yapılmış ve iş yerinde gaz ölçümleri yapılmıştır. İşyerinde ağır metaller ve inorganik asitlere maruz kalma mevzuatımızdaki sınır değerlerin altında bulunmuştur. Yasal sınırın altında bir kimyasal maruz kalma değeri, maruz kalmanın önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Yapılan gözlemler sonucunda işçilerin kimyasallarla sadece soluma yoluyla değil, deri ve yutma yoluyla da temas ettikleri tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, yüzey kaplamaları üretilen işyerlerinde İSG risklerine yönelik ve kimyasal maruziyeti azaltıcı önlemler belirlenmiş ve yüzey kaplama sektöründe risk değerlendirmelerine yön verecek sektörel kontrol listeleri hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüzey kaplama, iş sağlığı ve güvenliği, analitik değerlendirme, fosfat kaplama, çinko kaplama

2023, xiv + 93 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

ANALYTICAL EVALUATIONS IN TERMS OF OHS IN SURFACE (PHOSPHATE AND ZINC) COATING PLANTS

Sevila ŞEKER

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemistry

Supervisor: Prof. Dr. Belgin İZGİ

Surface coatings play an important role in protecting iron and steel materials from corrosion. Within the scope of this thesis, the aim is to evaluate the chemical exposure of the selected workplace to determine and analyze the occupational health and safety (OHS) risks in surface painting establishments and provide solutions. The occupational and safety risks in this workplace and the hazards identified have been determined through observations. Based on the identified risks, it has been observed that open process tanks are the most hazardous part of workplaces where the surface coating is performed. Additionally, samples were taken from heavy metals and inorganic acids to determine the chemicals used in the surface coating process of this workplace and their exposure levels. These samples were analyzed, and gas measurements were conducted in the workplace. The exposure to heavy metals and inorganic acids in the workplace was found to be below the limit values set by our legislation. However, a chemical exposure value below the legal limit does not imply that the exposure is insignificant. Based on the observations, it has been determined that workers are exposed to chemicals not only through inhalation but also through skin contact and ingestion. Therefore, measures to reduce OHS risks and chemical exposure in workplaces where surface coatings are produced have been identified, and sector-specific checklists have been prepared to guide risk assessments in the surface coating sector.

Key words: Surface coating, occupational health and Safety, analytical evaluation, phosphate coating, galvanized

2023, xiv + 93 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi ve tez çalışmalarım boyunca bana rehberlik eden ve sabretmeyi öğreten, literatür taraması, okunması sırasında katkılarını sunan ve akademik konularda desteğini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Belgin İZGİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca destek olan Angst Pfister İnsan Kaynaklarına, üretim çalışanlarına ve yönetimine ve teknik konularda destek olan Boyahane yöneticisi Neslihan DEMİRÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans sürecinde bilgi ve deneyimleri ile destek olan Selman KANDER'e, Remziye ZENGİNGÖNÜL GÖKÇAY'a ve Büşra KURUCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca yaptığım hatalarımda yanımda olan yol göstericim Sena AKSOY'a; tez yazım aşamasında mesleki bilgi ve deneyimleriyle katkıda bulunan Güzin AKTAŞ ve Esra EMRE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu günlere gelmemi sağlayan ve her konuda desteklerini esirgemeyen annem Leyla ŞEKER, babam Orhan ŞEKER ve can kardeşim Serpil ŞEKER'e teşekkürlerimi sunarım.

Sevila ŞEKER
30/06/2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği.....	2
2.1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Kavramlar.....	2
2.1.2. İş Kazası.....	4
2.1.3. Meslek Hastalığı.....	4
2.1.4. İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarında Kullanılan İstatistik Kavramlar.....	5
2.1.5. İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Kurumlar.....	6
2.1.6. İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimleri.....	15
2.1.7. İş Sözleşmesi.....	16
2.1.8.Ülkemizde İSG Çalışmaları.....	17
2.1.9. İSG Yönetim Sistemi ve Risk Yönetimi.....	18
2.1.10. Risk Değerlendirmesi.....	23
2.1.11. Risk Analiz Yöntemleri.....	26
2.2. Yüzey Kaplama.....	36
2.2.1. Dünya'da ve Türkiye'de Yüzey Kaplama Sektörü.....	36
2.2.2. Yüzey Kaplama Nedir.....	36
2.2.3. Yüzey Kaplama Basamakları.....	38
2.2.4. Yüzey Kaplama Yöntemleri.....	40
2.2.5. Yüzey Kaplamada Karşılaşılan Hatalar.....	41
2.2.6. Yüzey Kaplama İşlem Basamaklarında İSG Açısından Karşılaşılan Olası Riskler.....	42
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	44
3.1. Materyal.....	44
3.1.1. Yüzey Kaplamada Kullanılan Demir ve Çeliğin Seçimi.....	44

3.1.2. Yüzey Kaplamada Kullanılan Kimyasallar.....	44
3.2. Yöntem.....	45
3.2.1. Elektroliz Kaplama Yöntemleri.....	45
3.2.2. Elektroliz Kaplama Yöntemiyle Metal Yüzey Kaplama Çeşitleri.....	54
4. BULGULAR.....	59
4.1. Elektroliz Kaplamada Karşılaşılan İSG Riskleri.....	59
4.2. Elektroliz Kaplama Yapan İşyerlerinde Kimyasal Maruziyetin İncelenmesi.....	63
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	75
KAYNAKLAR	78
EKLER.....	84
ÖZGEÇMİŞ	93

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Zn	Çinko
HCl	Hidroklorik Asit
Cu	Bakır
Al	Alüminyum
HCN	Hidrojen Siyanür
H ₂ SO ₄	Sülfürik Asit
HNO ₃	Nitrik Asit
Pb	Kurşun
mg/dl	Miligram/desilitre
M/mm ³	Milyon/milimetre küp, milimetreküpte milyon tane (eritrosit birimi)
K/mm ³	Kilogram/milimetreküp, milimetreküpte bin tane (lökosit birimi)

Kısaltmalar Açıklama

İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
BM	Birleşmiş Milletler
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)
EU-OSHA	Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı
ISO	International Standardization Organization
YODÇE	Yakın ve Orta Doğu Çalışma Enstitüsü
İSGYS	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
VOC	Uçucu Organik Bileşik (Volatile Organic Compounds)
PMV	Öngörülen Ortalama Oy
PPD	Memnun Olmayanların Yüzdesi
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health (Amerikan İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)
TWA	Zaman ağırlıklı (8 saat) ortalama mesleki maruz kalma eşik sınır değeri
STEL	15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri
KMSGHY	Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağ. ve Güvenlik Hakkında Yönet.
IARC	International Agency for Research on Cancer
TİT	Toplam İdrar Tahlili
AKŞ	Açlık Kan Şekeri
AST	Aspartat Aminotransferaz
ALT	Alanin Aminotransferaz
SFT	Solunum Fonksiyon Testi
HB	Hemoglobin
BUN	Blood Urea Nitrogen
Ö	Ölümlle sonuçlanan kaza
UK	Uzuv kaybı ile sonuçlanan kaza
İGK	İş günü kayıplı kaza
HY	Hafif Yaralanma
KRK	Kazaya ramak kala
DSÖ/WHO	Dünya Sağlık Örgütü /World Health Organization
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
ÇASGEM	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü
SDGK	Sıcak Daldırma Galvaniz Kaplama
KSO	Kaza Sıklık Oranı
KAO	Kaza Ağırlık Oranı
KOO	Kaza Olabilirlik Oranı
PHA	Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis)
APTR	Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler AŞ.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Risk Yönetim Süreci Aşamaları.....	21
Şekil 2.2. Meslek Hastalığı Risk Yönetim Süreci.....	22
Şekil 2.3. PUKÖ ile ISO 45001 Standardındaki Çerçeve arasındaki İlişki.....	25
Şekil 2.4. Ön Tehlike Analiz Aşamaları.....	28
Şekil 2.5. X Tipi Matris Risk Değerlendirme Değişkenleri.....	33
Şekil 2.6. Yüzey Kaplama İş Akış Şeması.....	37
Şekil 2.7. Yüzey kaplama işleminde sık karşılaşılan hatalar A) Yapışma hatası B) Çatlama Hatası C) Yabancı madde batması D) Delaminasyon Hatası E) Çinko karbonat Kalıntıları	42
Şekil 3.1. Elektroliz Yöntemiyle Kaplama Banyosu	45
Şekil 3.2. Farklı Şekildeki Katotlarda Oluşan Farklı Kaplama Yüzeyleri	50
Şekil 3.3. APTR Çinko Kaplama İş Akış Şeması.....	55
Şekil 3.4. APTR Fosfat Kaplama İş Akış Şeması.....	56
Şekil 3.5. APTR Elektroliz Kaplama Genel İş Akış Şeması.....	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1.	Ön Tehlike Analizi Risk Değerlendirme Seçim Diyagramı.....	29
Çizelge 2.2.	PHA'da Şiddet Kateforileri.....	29
Çizelge 2.3.	Birincil Risk Analizi Kontrol Listesi Örneği.....	30
Çizelge 2.4.	L Tipi Matriste Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali.....	31
Çizelge 2.5.	L Tipi Matriste Bir Olayın Gerçekleştiği Taktirde Şiddeti.....	31
Çizelge 2.6.	Risk Skor Matrisi (L Tipi Matris).....	32
Çizelge 2.7.	L Tipi Matriste Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri.....	32
Çizelge 2.8.	X Tipi Matriste Bir Olayın Gerçekleşme Olasılığı.....	33
Çizelge 2.9.	X Tipi Matriste Bir Olayın Gerçekleştiği Taktirde Şiddeti.....	34
Çizelge 2.10.	X Tipi Matriste Seçilen Bölüm veya Yapılan Görev Üzerindeki Kontroller.....	34
Çizelge 2.11.	Önceki Kazaların Sonucu.....	35
Çizelge 2.12.	X Tipi Matris Risk Değerlendirme.....	35
Çizelge 4.1.	Ortam Ölçüm Parametrelerine ait Metot ve Standartlar.....	64
Çizelge 4.2.	Ortam Ölçümlerinde Kullanılan Cihazlar ve Özellikleri.....	65
Çizelge 4.3.	Toz Maruziyeti Ölçüm Sonuçları.....	67
Çizelge 4.4.	Ortam Toz Maruziyet Ölçümü Sonuçları.....	67
Çizelge 4.5.	Termal Konfor Ölçüm Sonuçları.....	68
Çizelge 4.6.	Yedi Noktalı Termal Duyum Ölçeği.....	68
Çizelge 4.7.	TWA Kişisel Gürültü Maruziyet Ölçüm Sonuçları.....	69
Çizelge 4.8.	Ortamdaki Kimyasal Madde Ölçüm Sonuçları.....	70
Çizelge 4.9.	Kişisel Maruziyet VOC Ölçüm Sonuçları.....	71
Çizelge 4.10.	VOC Ortam Ölçüm Sonuçları.....	72
Çizelge 4.11.	Yüzey İşlem Çalışanları Periyodik Sağlık Kontrol Sonuçları	73

1. GİRİŞ

Dünyada demir ve çelik kullanımı sağlamlıkları ve işlenebilirlikleri nedeniyle artış göstermektedir. Ülkemizde de yüzey kaplama sektörünün içinde bulunduğu metal (otomotiv, enerji, madeni eşya, makine imalatı, savunma ve uzay sanayi, inşaat vb.) sektörü önemli sanayi kollarından biridir. Ancak korozyon metal kaplama sektöründe karşılaşılan önemli sorunlardan biri olup önlenmesi için en sıklıkla çalışılan alanlardan biridir. Korozyona uğrayan metaller, tasarım amacına hizmet etmekten uzaklaşarak kullanılamaz duruma gelebilmektedir. Metal malzemelerde oksidasyon sonucu ortaya çıkan korozyon, sadece görsel olarak bozukluğa sebebiyet vermez aynı zamanda malzemenin alt katmanlarına da inerek malzemenin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin de olumsuz yönde değişimine neden olmaktadır.

Metal kullanımının artması nedeniyle tasarım aşamasında korozyon önleyici tedbirlerin alınması, korozif ortamlarda çalışabilecek uygun malzemelerin seçilmesi ve malzemelerin çalışma ortamının kontrol altında tutulması gerekmektedir. Kullanım ömrünün ve malzeme kalitesinin iyileştirilmesi önemli hedeflerden biridir.

Yüzey kaplama işleminin amacı çeşitli yüzeylerin korozyona karşı korunmasını sağlamaktadır. Yüzey kaplama teknolojilerinin çeşitliliği ve kullanılan materyal ve malzemelerden kaynaklı hem sağlık hem de güvenlik sorunlarının yüksek olduğu bir sanayi alanıdır. Bu nedenle yüzey kaplama alanında çalışanlar açısından bakıldığında iş sağlığı ve güvenliği bakımından çeşitli tehlikeler olduğu literatür çalışmalarında da görülmektedir. Yüzey kaplama alanında çalışanlar, özellikle kurşun ve çinko gibi ağır metaller yanında asit ve asit buharlarına maruz kalmaktadırlar.

Çalışmamızda; elektroliz kaplama yöntemini uygulayan işletmede çinko ve fosfat kaplama işletmesi çalışanlarının karşılaştıkları tehlike ve risklerin analitik açıdan değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; öncelikle kaplama işlerinde kullanılan kimyasallar ve bunların oluşturduğu/oluşturacağı maruziyetler dikkate alınarak çalışanların karşılaştacağı riskler, risklerin oluşma süreci ve ortaya çıkacak zararın boyutu kısmi olarak belirlenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

2.1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramları

İş sağlığı ve güvenliği son yılların öncelikli konularından birisidir. Bu kavram, iş sağlığı ve iş güvenliği başlığı altında iki tanımdan oluşmaktadır. Bu kavramları daha iyi anlayabilmek için, öncelikle ‘sağlık’ ve ‘güvenlik’ kavramlarının tanımlarının yapılması gerekmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nın yaptığı tanıma göre sağlık; bedensel, ruhsal ve sosyal açıdan tam bir iyilik halidir. Bireyin sağlıklı olması demek sadece bedensel olarak değil hem ruhsal hem de sosyal olarak iyi durumda olduğu anlamına gelir. (WHO, 2009).

‘Sağlık’ tanımına göre iş sağlığı kavramına bakıldığında ise, çalışanların iş yerinde fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden iyi durumda olmaları anlamına gelmektedir. İş yerinde sağlık etkileri ile etkileşime giren tüm bireyleri yansıttığı için çok geniş bir etki alanına sahiptir

İşin insanlara uyarlanması ve her bireyin çalışmasına uyarlanması amacı, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Uluslararası Çalışma Örgütü’nün (ILO) ortak komisyonu tarafından vurgulanmıştır (WHO, 2005).

İş güvenliği ile ilgili çalışmalar ve literatür incelendiğinde de konuyla ilgili çok çeşitli tanımlar olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, Ringhdal tarafından verilen ‘güvenlik’ kavramı *“Bir şey zararlı ve riskli değil ise, güvenli olduğu söylenebilir, ama bu ulaşılabilir bir durum değildir. Bunun yerine, güvenlik bir değer yargısı olarak algılanmalıdır. Bir makinede veya eylemde yaralanma riskinin kabul edilebilir düzeyde olduğu düşünülüyor ise, bu makine ve eylem güvenli olarak görülmelidir”* şeklinde tanımlanmıştır (Ringdahl, 2001).

"İş güvenliği"nin tanımı; İşçilerin iş esnasında maruz kaldıkları tehlikeleri ortadan kaldıran veya en aza indiren teknik önlemler olarak ifade edilmektedir. (Başbuğ, 2013). İş güvenliği kavramı aslında iş yeri ortamı ile ilgili tedbirleri içermektedir.

Kılıç (2006) tarafından yapılan diğer bir tanım ise iş güvenliğinin, çalışanların iş yerinde kullanılan teknik cihazlardan korunmasını anlatmaktadır. Bu tanımı daha da açarsak, iş yerinde kullanılan ekipmanlardan kaynaklanabilecek riskleri belirlemek ve bu risklere karşı kişilerin alabileceği koruyucu önlemlerin belirlenmesine vurgu yapmaktadır.

Arıcı'nın (1999) bir başka tanımında; İş sağlığı ve güvenliği kavramının temelinde, çalışanın işten, çalışma ortamından ve çalışma saatleri içinde meydana gelen risklerden korunması gerektiği vurgulanır.

İş sağlığı ve iş güvenliği kavram ve tanımlamaları incelendiğinde sağlık ve güvenlik arasında keskin sınırların olmadığı görülmektedir. Literatüre bakıldığında da adı geçen bu kavramların zaman zaman birbirlerinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Ancak Arıcı tarafından yapılan iş güvenliğine yönelik tanımlamada; iş güvenliğinde duruma teknik bir yaklaşımla bakılması gerekliliği ortaya çıkarmaktadır (Arıcı, 1999)

İş güvenliği mevzuatında: çalışan, çalışan temsilcisi, destek personeli, eğitim kurumu, iş güvenliği uzmanı, iş kazası, işveren, iş yeri, iş yeri hekimi, profesyonel hemşire, iş güvenliği birimi, devlet, meslek hastalığı, önleme, risk, risk değerlendirmesi, tehlike, tehlike kategorisi, teknik personel ve benzeri kavramların da tanımları yapılmıştır. Tanımlar aynı zamanda işleyiş sırasında kontrol mekanizmasının çalışmasına da destek vermektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği: Çalışma sırasında çeşitli nedenlerle sağlığa zarar verebilecek durumlardan korunmak için yapılan sistemli ve bilimsel bir çalışmadır (Başbuğ, 2013).

2.1.2. İş Kazası

İşyeri çalışma ortamında veya işin gerçekleştirilmesi sırasında meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya ruhen ya da bedenen vücut bütünlüğünü etkileyen olaylardır.

5510 sayılı Sosyal ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun 13. maddesinde iş kazası kavramı ve unsurları ayrıntılı olarak açıklanmış ve aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

- Çalışanın iş yeri ortamında bulunduğu sırada başına gelen her şey,
- Sigortalı kendi hesabına bağımsız çalışıyorsa işveren adına gerçekleştirdiği iş nedeniyle,
- Bir iş yerine bağlı olarak çalışan sigortalının, işveren tarafından görevli olarak iş yeri dışında yapılacak başka bir işe gönderilmesi nedeniyle asıl işini yaparken veya asıl işinin dışındaki zamanlarda,
- SGK Kanunu'nun 4.üncü maddesi birinci fıkrasının (a) bendinde belirtilen yeni doğum yapmış emziren kadın çalışanın, çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,
- Sigortalının, işveren tarafından sağlanan bir araçla iş yerine gidip gelmesi esnasında, meydana gelen ve çalışanı hemen veya daha sonra bedensel ya da ruhsal açıdan “engelli hale getiren” olay

2.1.3. Meslek Hastalığı

5510 sayılı SGK Kanunu'nun 14. Maddesine göre meslek hastalığı tanımı, sigortalının çalıştığı veya yaptığı işten dolayı tekrarlayan bir sebeple veya işin yürütüm şartları nedeniyle uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal engellilik halleridir.

Sigortalı meslek hastalığına yakalandığının;

- Kurumun yetkilendirdiği sağlık hizmetini sunanlar tarafından usulüne uygun olarak hazırlanan sağlık kurulu raporu ve buna bağlı tıbbî belgelerin incelenmesi,
- Kurumun gerekli görmesi halinde, iş yerinin koşullarını ve buna bağlı tıbbî sonuçların ortaya koyduğu denetim raporları ve gerekli görülen belgelerin incelenmesi sonucu

Kurum Sağlık Kurulu tarafından tespit edilmesi zorunludur.

2.1.4. İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarında Kullanılan İstatistik Kavramlar

16. Uluslararası İstatistik Konferansı'nda çalışma ortamlarda meydana gelme olasılıklarının dikkate alınmasına ve durum tespitine katkı sağlayan “kaza sıklık oranı”, “kaza ağırlık oranı” ve “kaza olasılık oranı” terim ve hesaplama yöntemlerine açıklık getirildi.

Kaza Sıklık Oranı (KSO), kaza sayısı ile çalışılan saat arasındaki bağlantıyı gösteren bir ifadedir. Bir takvim yılında meydana gelen ölümlü veya ölümlü olmayan iş kazası sayısının, aynı yıl içindeki referans işçi grubunun toplam çalışma saatine bölünmesi ve 1.000.000 ile çarpılarak hesaplanır. Aşağıda kaza sıklıklarının hesaplanmasında kullanılan formül verilmiştir.

$$KSO = \frac{\text{toplam kaza sayısı}}{\text{toplam insan saat çalışma sayısı}} \times 1.000.000$$

Çalışılmayan günlerin hesaplanması, iş kazaları sebebiyle ortaya çıkan kayıp günler, ücretli izinler (doğum, ölüm, evlilik vb.), raporlu veya raporsuz hastalık kaynaklı izinler, ücretsiz izinler, devamsızlık, işe geç kalma, yıllık izinler, resmî tatiller, sendika izni, doğal afetler sebebiyle ortaya çıkan kayıp günlerin toplanmasıyla hesaplanmaktadır (Sadullah, 1997).

Kaza Ağırlık Oranı (KAO), kayıp iş günlerinin çalışılma saatlerine oranını göstermektedir. Bir takvim yılı içinde gerçekleşen ölümlü ve/veya ölümlü olmayan kazalar nedeniyle kaybedilen toplam gün sayısının, aynı yıl içinde incelenen gruptaki çalışanların toplam çalışma saatlerine oranıyla bulunan değerin 1 000 ile çarpılmasıyla hesaplanır. Kaza ağırlık oran hesaplanmak için kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

$$KAO = \frac{\text{kazalardan dolayı toplam kayıp gün sayısı}}{\text{toplam insan saat çalışma sayısı}} \times 1\ 000$$

KAO hesaplanmasında ölümlle sonuçlanan iş kazası veya kalıcı iş göremezlik ortaya çıktıysa, toplam kayıp gün sayısına, her bir ölümlü veya kalıcı iş göremezlik durumu için yedi bin beş yüz gün ilave edilmesi gerekmektedir. Geçici iş göremezlik durumunda, tedavi süresinin bir günden az olduğu kazalar dikkate alınmamaktadır.

Kaza Olabilirlik Oranı (KOO), toplam kazalar ile toplam çalışan sayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bir takvim yılı içinde meydana gelen ölümlü ve/veya ölümlü olmayan kazaların toplam sayısının, aynı yıl içinde referans gruptaki çalışanların toplam sayısına oranıyla elde edilen değerin 100 000 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Bu oran, istatistiksel verilerinin elde edilmesi ve değerlendirilmesi için giderek daha basit hale gelen bir oranı temsil etmektedir.

Bu oranlar yanında bazı kavramların da somut olarak belirlenmesinde; olgu hızı, mal hasar frekansı, mal hasar fiyatı şiddet frekansı gibi kavramlardan da yararlanılmaktadır.

2.1.5. İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Kurumlar

✓ Uluslararası Kurumlar

İş sağlığı ve güvenliği alanında birçok uluslararası kuruluş mevcuttur. Bu kuruluşlar;

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO); 1919'da Birleşmiş Milletler' in Avrupa ve Amerika'da iş yerinde sağlık ve güvenliği izlemek için uzmanlaşmış bir kuruluşu olarak kurulmuştur.

ILO 1944 yılında tüm çalışma alanlarında işçilerin yaşam ve sağlıklarının yeterli düzeyde korunmasını sağlamayı temel amaçları olarak ilan etmiştir. ILO standartlarını, çalışma hayatıyla ilgili temel ilkeleri ve çalışanların haklarını geliştirmek ve gerçekleştirmek, tüm çalışanların insana yakışır iş bulma fırsatlarını arttırmak ve sosyal koruma programlarının

kapsamını genişletmek ve etkinliğini artırmak; işçi, işveren ve hükümetten oluşan yapıyı ve sosyal diyalogu güçlendirme hedefleri üzerinden çalışmaktadır.

İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin ilk ILO Sözleşmesi; 155 numaralı "İş sağlığı ve güvenliği ve çalışma ortamı hakkındadır" Bu sözleşme üye devletleri iş sağlığı ve güvenliği politikaları oluşturmakla yükümlü kılmaktadır. Ulusal politikanın amacı; çalışma ortamındaki tehlike kaynaklarını en aza indirerek, çalışma sırasında meydana gelen kaza ve yaralanmaları önlemek olarak belirtilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir diğer ILO Sözleşmesi de '161 Sayılı İş Sağlığı Hizmetleri Sözleşmesi'dir. Bu sözleşme, işverenin bazı iş sağlığı yükümlülüklerini açıklamaktadır. Bunlar;

- ✓ İş yerlerindeki sağlık tehlikelerinin ve risklerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi,
- ✓ Çalışanın sağlığını etkileyebilecek çalışma ortamındaki faktörlerin ve sağlığını etkileyebilecek uygulamaların izlenmesi,
- ✓ İşyerlerinin tasarımı, bakımı ve çalışması sırasında kullanılacak makine ve teçhizatın seçimi; kullanılacak malzemeler de dahil olmak üzere işin planlanması ve organizasyonu hakkında tavsiyelerde bulunma,
- ✓ Yeni alınacak teçhizatın sağlık açısından değerlendirilmesi ve denenmesi gibi uygulamalara katılım,
- ✓ İşin geliştirilmesi ile ilgili programlara katılım sağlamak,
- ✓ İş sağlığı, iş güvenliği, iş hijyeni ve ergonomi, kişisel ve toplu koruyucu donanımlar konusunda önerilerde bulunma,
- ✓ İşin ve iş yerinin çalışana uygunluğunu geliştirilmek,
- ✓ Mesleki rehabilitasyon önlemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunma,
- ✓ İş sağlığı, iş hijyeni ve ergonomi konularında bilgilendirme, eğitim ve öğretim konularında iş birliği sağlama,
- ✓ İlk yardım ve acil durum müdahale hizmetlerinin organizasyonunu sağlama,
- ✓ İş kazaları ve meslek hastalıkları analizlerine katılmadır.

Türkiye'nin onayladığı ILO sözleşmeleri 6331 sayılı iş sağlığı güvenliği kanunu ve bu kanunun alt yönetmeliklerinde belirtilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)

WHO; 1945 yılında Birleşmiş Milletler Konferansında bir dünya sağlık örgütü kurulması fikrinden doğmuştur. 7 Nisan 1948 tarihinde WHO'nun Anayasa'sının da yürürlüğe girmesiyle Cenevre'de resmi olarak kurulmuş; aynı yıl ilan ettiği “İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi ve 1950’de Avrupa Konseyi tarafından hazırlanan Avrupa Sözleşmesi ile çalışma hayatına düzenlemeler getirmiştir. Görevleri; sağlık konularında öncülük etmek, sağlık araştırma programı tasarlamak, normlar ve standartlar geliştirmek, kanıta dayalı seçenekler sunmak, teknik konularda ülkelere destek sağlamak, sağlıkla ilgili gelişmeleri izlemek ve değerlendirmektir. Dünya Sağlık Genel Kurulu’nun, eylem planı:

- ✓ Çalışanların özel sağlık ihtiyaçlarını karşılamak için, ulusal sağlık sistemlerinin liderlik ve yönetim işlevlerini güçlendirmek,
- ✓ Ülke içi ve ülkeler arasında çalışanların sağlık eşitsizliklerini en aza indirmek ve iş sağlığı gelişmesini güçlendirmek için temel sağlık koruma sistemlerini oluşturmak,
- ✓ Koruyucu ve temel sağlık hizmetlerine erişim için çalışanlar ile iş sağlığı ve güvenliği birimleri arasında ki bağlantıyı sağlamak,
- ✓ İşçi sağlığını korumak ve geliştirilmek için; veri tabanını oluşturulmak ve sağlık ile iş arasındaki bağlantıyı kurulmaktır.

Avrupa Birliği (AB)

1951'de Fransa, Almanya, İtalya, Belçika, Lüksemburg ve Hollanda Paris Anlaşması'nı imzaladılar ve 1951'de İkinci Dünya Savaşı sonrası Avrupa ülkeleri arasında barış ve ekonomik iş birliği için Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu kuruldu. İlerleyen zamanlarda farklı adlarda antlaşmalar imzalanmış olup 1993 yılından itibaren topluluk AB adını almıştır.

Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (EU-OSHA), 1996 yılında Avrupa genelinde iş sağlığı ve güvenliğinden sorumlu resmi AB kurumu olarak kurulmuştur. Bu kurum Avrupa’daki tüm iş yerlerini daha güvenli, sağlıklı ve verimli hale getirebilmek için iş sağlığı ve güvenliği alanında tüm bilgilerin toplanması ve paylaşılması amaçlamaktadır.

Avrupa Risk Gözlemevi, EU-OSHA' nın bir parçası olarak 2005 yılında kurulmuştur.

Avrupa Birliği bünyesinde kurulan Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (EU-OSHA) standartları belirleyerek ve uygulayarak; çalışanları eğitim, öğretim ve sosyal yardımlarla destekleyerek çalışanların sağlıklı ve güvenli ortamda çalışmalarını sağlamaktadır.

AB'nin işleyişi hakkındaki antlaşmanın Sosyal Politikalar başlığında, İSG konusu yer almaktadır. 153. maddede AB'nin; üye devletlerin aşağıda belirtilen alanlardaki faaliyetlerini destekleyeceği belirtilmektedir:

- a) Çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için, çalışma koşullarının iyileştirilmesi,
- b) Çalışanların sosyal güvenliği ve korunması,
- c) İş sözleşmesinin sonlandırılması durumunda çalışanların korunması,
- d) Çalışanların bilgilendirilmesi ve çalışanların görüşlerinin alınması,
- e) Çalışanların yönetime katılımının sağlanması, çalışanların ve işverenlerin çıkarlarının korunması,
- f) AB üyesi ülkelerde yaşayan üçüncü ülke vatandaşlarının çalışma koşullarının kanuna uygun olarak iyileştirilmesi,
- g) İş hayatındaki fırsatlar ve iş yerindeki çalışanlara uygulanacak davranış açısından kadın ve erkek eşitliğinin sağlanması,
- h) Sosyal açıdan dışlanma ile mücadele.

AB Antlaşması'nın, "sosyal politika" başlıklı 156. maddesinde yer alan sosyal politikanın tüm alanlarında öncelikle; istihdam, iş hukuku ve çalışma koşulları, mesleki eğitim ve öğretim, sosyal güvenlik, İş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi, iş sağlığı, sendikal haklar ve işçi- işveren arasında toplu pazarlık gibi konularda üye devletler arasında iş birliğini teşvik etmektedir.

AB'nin 1989 yılında çıkarmış olduğu İş Sağlığı ve Güvenliğine ilişkin Çerçeve Yönergesi bu konudaki mevzuatın temelini oluşturmaktadır. Türkiye'de İSG alanındaki yönetmelikler de bu yönerge çerçevesinde çıkarılmıştır. Bu yönergenin amacı, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemektir. Bu ilkeler;

1. Riskleri önlenmek ve değerlendirmek,
2. Risklere olmadan müdahale etmek,
3. İşin çalışana uyumunu sağlamak,
4. Teknik gelişmelerin takibi ve iş yerine uyarlanması,
5. Tehlikeliyi daha az tehlikeliyle değiştirme,
6. Genel bir önleme politikası oluşturma,
7. Toplu koruma önlemleri alma,
8. İşçilere uygun talimatlar vermek olarak özetlenebilir.

Avrupa Konseyi

Avrupa Birleşik Devletleri oluşturma fikrinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. İrlanda, Fransa, Belçika, Danimarka, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, İsveç ve İngiltere olmak üzere toplam 10 ülkenin imzaladığı Avrupa Konseyi Statüsü ile oluşturulmuştur. Bu sözleşme 1949 yılında yürürlüğe girmiş ülkemiz ise 1950 tarihinde bu sözleşmeyi onaylamıştır.

Konseyin amacı; ortak ideal ve ilkeleri belirlemek, ilgili kurumlara iletmek, siyasi ve ekonomik ilerlemeyi sağlamak için üyeleri arasında daha sıkı bir birlik oluşturmaktır.

1961 yılında imzalanan Avrupa Sosyal Şartı ise herkese özgürce edinebildiği bir işte çalışma hakkı tanımaktadır. Tehlikeli ve sağlığa zararlı işler ile gece çalışmasına ilişkin gerekli tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmak, çalışanların sağlıklı ve güvenli çalışma ortamına sahip olma hakkını garanti altına almak, kadın çalışanları annelik durumunda korumak, çalışanların çalışma koşulları ve ortamının düzenlenmesine ve iyileştirilmesine katılımlarını sağlamaktadır.

✓ Türkiye'deki Kurumlar

Cumhuriyet öncesi dönemde ülkemizde sanayileşme olmaması nedeniyle iş sağlığı ve güvenliğinden söz etmek mümkün değildir. Bu yüzden hukuki açıdan gelişmeler de geride kalınmıştır.

Osmanlı döneminde, Ereğli kömür madenlerinde çalışan işçilerin çalışma şartlarını iyileştirmek için çıkarılan Dilaver Paşa Nizamnamesi ve Maadin Nizamnamesi önemli kanunlar olarak göze çarpmaktadır.

Cumhuriyete geçiş dönemine bakıldığında ise;

- ✓ 1921 yılında çıkarılan 151 sayılı Ereğli Havza-i Fahmiye Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanun
- ✓ 1924 yılında çıkarılan 394 sayılı hafta tatili hakkında Kanun
- ✓ 1935 yılında çıkarılan 2739 sayılı Ulusal Bayram ve Genel Tatiller Hakkında Kanun
- ✓ 1926 yılında çıkarılan 818 sayılı Borçlar Kanunu
- ✓ 1930 yılında çıkarılan 1580 sayılı Belediyeler Kanunu
- ✓ 1930 yılında çıkarılan 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu
- ✓ 3008 sayılı İş Kanunu (1936) **Bu kanun ülkemizdeki ilk iş kanunu olup** İSG konusunda düzenlemeler getirmiştir.
- ✓ Çalışma Bakanlığının kurulması (1946) İSG konusunda önemli bir aşama olarak kabul edilmektedir.
- ✓ 1971 yılında çıkarılan 1475 sayılı İş Kanunu
- ✓ 2003 yılında çıkarılan 4587 sayılı İş Kanunu. Bu kanun ile ülkemizde İSG mevzuatı yenilenmiş ve bu kanuna dayanılarak birçok yönetmelik yayımlanmıştır.
- ✓ 2006 yılında çıkarılan 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB)

7 Haziran 1945 yılında kurulmuştur. Görevleri kısaca aşağıdaki maddelerle şu şekilde özetlenebilir:

- a) Çalışma hayatını düzenleyici, işçi-işveren ilişkilerini düzenleyerek çalışma barışının sağlanmasını kolaylaştırıcı ve koruyucu tedbirler almak,
- b) Çalışma hayatında yaşanan sorunları ve çözüm yollarını araştırmak,
- c) Ekonomik koşulların gerektirdiği insan gücünü sağlamak için gerekli çalışmaları yapmak,
- d) Yapılacak işe uygun istihdamı sağlamak,
- e) Çalışanların hayat seviyesini yükseltmek için çalışmalar yapmak,
- f) Çalışanların yaptıkları işe uygun mesleki eğitimlerini sağlamak,
- g) Engellilerin mesleki rehabilitasyonunu sağlamak,
- h) İSG' yi sağlayacak tedbirlerin uygulanması denetlemek,
- i) Çalışma hayatını denetlemek,
- j) Mesleki yeterliliklerin sağlanabilmesi için mesleki eğitimlerin düzenlenmesi ve işletilmesi için sistem oluşturmak gibi çalışma hayatı ile ilgili önlemler dışında yurt içinde ve yurt dışında çalışan işçilerin sosyal hayatını düzenleyen görevleri de vardır.

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)

SGK sistemi; iş kazası ve meslek hastalığı, hastalık ve analık sigorta kollarını kapsayan kısa ile malullük, yaşlılık ve ölüm sigorta kollarını kapsayan uzun vadeli sigorta kolları yer alır. SGK faaliyetlerini; sigortalı çalışandan, işverenden ve devletten aldığı belli oranlardaki primlerle finanse eder. İş kazası ve meslek hastalığı sigortası ile aşağıdaki hakları sağlar:

- ✓ Sigortalıya, geçici iş görmezlik süresi boyunca günlük geçici iş görmezlik ödeneği verilmesi,
- ✓ Sigortalıya sürekli iş görmezlik geliri bağlanması,

- ✓ İş kazası ve meslek hastalığı sonucunda ölen sigortalının hak sahiplerine gelir bağlanması,
- ✓ Gelir bağlanmış olan kız çocuklarına evlenme ödeneği verilmesi,
- ✓ İş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölen sigortalı için cenaze ödeneği verilmesi

İş Teftiş Kurulu

Temelleri 3008 sayılı İş Kanun'una dayanır. Kanunun 141. maddesinde yer alan İş Kanunu hükümlerinin uygulanmasını sağlamak ve takip etmekten sorumludur.

İş Teftişi Kurulu Başkanlığı ilk kez 1983 tarihinde kanuni anlamda denetim birimleri arasında yerini almıştır.

Türkiye'de İSG mevzuatı ile ilgili denetim İş Teftiş Kurulu'nun sorumluluğundadır ve İSG alanında yetişmiş insan gücünün büyük bir kısmını İş Teftiş Kurulu bünyesinde görev yapan iş müfettişleri oluşturmaktadır. Görevleri;

- ✓ Çalışma hayatıyla ilgili mevzuatın uygulanmasını programlı veya programsız denetlemek,
- ✓ Çalışma hayatı ile ilgili mevzuat çalışması yapmak ve mevzuatta görülen aksaklıkların giderilmesi için alınacak önlemler hakkında önerilerde bulunmak,
- ✓ İş teftişi sonuçları ile ilgili istatistikleri tutmak, değerlendirmek, yorumlamak ve yayınlanmasını sağlamak olarak özetlenebilir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İSGGM)

İSGGM, ülkemizde İSG alanında mevzuat çalışması yapmak ve politikalar oluşturmaktır. İSG ile ilgili konularda, mevzuatın uygulanmasını sağlamak ve mevzuatın güncelliğini takip etmek, daha etkili denetim yapılmasını sağlamak amacıyla önerilerde bulunmak, çıkan sonuçları izlemek, mesleki eğitim alanlar, rehabilite edilenler, özel risk grupları ve kamu hizmetlerinde çalışanlar da dahil olmak üzere çalışanların iş kazaları ve meslek hastalıklarından korunmaları amacıyla tedbirlerin alınmasını sağlamak görevleri arasında yer almaktadır.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi (ÇASGEM)

Yakın ve Orta Doğu Araştırmaları Enstitüsü (YODÇE) adıyla 1955 yılında kurulmuştur. Görevleri;

- ✓ İşyeri hekimliği, iş yeri hemşiresi ve iş güvenliğinden sorumlu mühendis veya teknik elemanlar için sertifikasyon programlarının düzenlenmesi
- ✓ Özel sektör veya kamu sektörü işyerlerinde, alt ve ilgili kuruluşların çalışanları, işverenleri veya yöneticilerine eğitim vermek; çalışma hayatı, sosyal sigorta, işçi-işveren ilişkileri, iş sağlığı ve güvenliği, iş yeri hekimliği, toplam kalite yönetimi, iş kontrolü, iş gücü, verimlilik, ergonomi, ilk yardım, iş istatistikleri vb. konularda eğitim programları hazırlamak, bu konularda seminerler ve araştırmalar düzenlemek
- ✓ Çalışma hayatı ve sosyal güvenlik sorunlarıyla ilgili seminerler düzenlemek,
- ✓ İş hayatı ve sosyal sigorta ile ilgili araştırmalar yapmak ve bu konularda gerekli bilgileri toplamak,
- ✓ İş yerlerinin faaliyetleri ile ilgili konuları ve iş performansı ile ilgili sorunları ilgililerin izni ile araştırmak ve önerilerde bulunmak,

Sağlık Bakanlığı

3 Mayıs 1920’de çıkarılan bir kanunla TBMM Sıhhiye ve Muavenatı İctimaiye Vekaletini kurmuş ve sağlık hizmetleri ayrı bir bakanlık olarak yürütülmüştür. Sağlık Bakanlığı adı altında da 1983 yılında kurulmuştur. Görevleri;

- ✓ Herkesin beden ve ruh sağlığı ile sosyal iyilik hali içinde bir yaşam sürdürebilmesi için plan ve programlar geliştirmek, uygulamak ve uygulanmasını denetlemek, gerekli önleyici önlemleri almak ve ilgili birimleri kurmak,
- ✓ Bulaşıcı ve salgın hastalıklar gibi toplumu ilgilendiren hastalıklarla savaşmak için rehabilitasyon hizmetleri sunmak,
- ✓ Halk sağlığı ile ilgili araştırmalar yapmak,
- ✓ Sağlık hizmetleriyle ilgili uluslararası ve yurt içi kurumlarla iş birliğinde bulunmaktır.

2.1.6. İş Sağlığı ve Güvenliği Konularında Yapılan Denetimleri

Ülkemizde çalışma hayatı denetimleri devlet tarafından yapılmakta ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kuruluna bağlı iş müfettişleri tarafından yürütülmektedir. İş sağlığı ve güvenliği denetimleri teknik iş müfettişleri tarafından yapılmaktadır. İş müfettişleri, 81 Sayılı Uluslararası Çalışma Örgütü Sözleşmesi, 4857 Sayılı İş Kanunu, İş Teftişi Yönetmeliği ve İş Teftişi Yönetmeliği'ni esas almaktadır.

Teftiş Türleri

Genel, kontrol, inceleme ve res'en olmak üzere dört çeşit teftiş türü bulunmaktadır. Sırasıyla teftiş türleri ve çalışma amaçları aşağıda özetlenmiştir

- a) Genel Teftiş: Mevzuat hükümlerine uygunluğun doğrulanması, çalışanların sağlık ve güvenliğini tehdit eden durumlar ile iş kazaları ve meslek hastalıklarının nedenlerinin tespit edilerek önlenmesi amacıyla yapılan denetim,
- b) Kontrol Teftişi: Bu denetimin amacı, verilen süre sonunda yönetmelik ihlallerinin giderilip giderilmediğinin ve iş sağlığı ve güvenliği alanında genel denetim sırasında tespit edilen eksikliklerin giderilip giderilmediğinin kontrol edilmesidir.
- c) İnceleme Teftişi: İş sağlığı ve güvenliği şikayetleri, işle ilgili yaralanmalar, meslek hastalıkları, iş yeri açma ruhsatı başvuruları vb. denetimlerdir. Denetim sırasında gerekli görülürse veya iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili diğer hususlar incelenmek üzere yapılan denetimlerdir.
- d) Re'sen Teftiş: İş müfettişleri; iş mevzuatı hükümlerinin uygulanmasında gecikme olması, ciddi bir uygunsuzluk bulunması durumunda veya acil ve hayati tehlike arz eden bir durumun yerel yönetimlerden veya ilgili kişi ve kurumların bildirmesi durumunda iş yerlerinde denetim yapmaya re'sen yetkilidir.

İş Müfettişlerinin Görev ve Yetkileri

İş Teftiş Kurulu bünyesindeki iş müfettişlerinin görev ve yetkileri;

- ✓ İş Teftiş Kurulu Başkanı veya grup başkanını tarafından verilen görevleri yerine getirmek,
- ✓ Çalışma sonuçlarını iş teftiş kurul başkanına veya grup başkanına raporlamak,
- ✓ Planlarında yer almayan ancak İSG yönünden ciddi yükümlülükleri bulunan durumlarda görevlendirildikleri alanda gerekeni yapmak ve durumu grup başkanına bildirmek,
- ✓ Mevzuattaki boşlukların ve eksikliklerin giderilmesi için önerilerde bulunmak,
- ✓ İş Teftiş Kurulu Başkanlığı tarafından yapılan anketlerin yapılması ve gerekli istatistik bilgileri derlemek,
- ✓ Aylık iş programı yapmak, denetim programına göre iş yerini ve tarihini belirlemek,

2.1.7. İş Sözleşmesi

4857 sayılı İş Kanunu'nun 8. Maddesindeki iş sözleşmesi tanımı, taraflardan birinin (işçi) bağlı olarak çalışmayı, diğer tarafın (işveren) ise ücret ödemeyi kabul ettiği bir sözleşmedir. Kanunla aksi belirtilmedikçe, iş sözleşmesinin özel bir şekli yoktur.

İş Sözleşmesi Tarafları

İşveren: İşçi çalıştıran gerçek veya tüzel kişiye ya da kurum ve kuruluşlardır. İş Kanunu'nun ikinci bölümünde yer alan madde uyarınca işçilerini zorla çalıştıramaz. Ayrıca işçilerini özgürlüğünden ve güvenliğinden yoksun bırakamaz. İş Kanunu'nda işçi, işveren ve devletin çalışma hayatındaki görev ve sorumlulukları tanımlanmaktadır. İşveren çalıştırdığı işçilerine eşit davranmak zorundadır. Aynı kanunun 25/2. maddesine göre işveren; çalışanın yaptığı işteki kasıt veya ihmali nedeniyle iş güvenliğini tehlikeye sokması durumunda iş ahdini feshedebilir.

İşçi: Bir iş sözleşmesi kapsamında çalışan gerçek kişidir. İş Kanunu 77. maddesine göre işçiler; İSG konusunda alınan önlemlere uymakla yükümlüdürler. Kanunun 24/1. maddesine göre; çalışma sırasında, işin niteliğinden kaynaklanan, işçinin sağlığını veya yaşamını tehlikeye düşürüyorsa işçi iş akdini derhal feshedebilir.

2.1.8. Ülkemizde İSG Çalışmaları

4857 sayılı İş Kanunu Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği mevzuatının temelini oluşturmaktadır. Alınması gereken sağlık ve güvenlik önlemleri, yayınlanmış kanun ve yönetmeliklerde belirtilmiştir.

4857 sayılı iş kanunu amaçları; işverenlerle iş sözleşmesi kapsamında çalıştırılan işçilerin, çalışma koşullarıyla ilgili hak ve sorumluluklarını düzenlemektir. İş kanunu, faaliyet konusu ne olursa olsun, kapsam dışında kalan işyerleri için de geçerlidir.

İş Kanunu'nun 78. maddesine göre Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı'nın görüşüne de dayandırılarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yönetmelikler hazırlanmaktadır. İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili yönetmelikler; Basınçlı ekipmanlar, binaların yangından korunması, çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunması, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri, elektrik tesisleri hakkında, ilk yardım, kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri, kişisel koruyucu donanım, sağlık ve güvenlik işaretleri, tozla mücadele gibi başlıklar altında toplam 110 adet yönetmelikten oluşmaktadır.

4857 sayılı İş Kanunu'nun 81. maddesinde işverenler; iş yerindeki çalışan sayısı, işin niteliğine ve iş yeri tehlike sınıfına göre;

- a) İş sağlığı ve güvenliği birimi oluşturmakla,
- b) Yeterli sürede ve sayıda iş yeri hekimi ve gereken durumlarda da diğer sağlık personelinin görevlendirmekle,
- c) Endüstriden kabul edilen işlerde iş güvenliği uzmanı görevlendirmek ile yükümlüdür.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun amacı, çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak, iş kaynaklı hastalıkları ve riskleri önlenmek, risk ve iş kazası faktörlerini ortadan kaldırılmak, iş sağlığı ve güvenliğini sürekli iyileştirmeye yönelik tedbirler almak ve bu konulardaki görev, yetki ve yükümlülüklerinin düzenlenmesidir.

2.1.9. İSG Yönetim Sisteminde Risk Yönetimi

➤ **Uluslararası Çalışma Örgütüne göre İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi(İSGYS);** İş sağlığı ve güvenliği politikası ve hedeflerinin tanımlandığı ve bu hedeflere ulaşmak için interaktif etkileşimden oluşmaktadır. İSGYS; politika, organizasyon, planlama ve uygulama, değerlendirme ve gelişme için eylem olmak üzere beş temel bölümden oluşur. İSGYS unsurları aşağıdaki gibidir;

- Yönetimin liderliği ve çalışanın katılımı,
- Çalışma ortamı analizi
- Tehlikelerin önlenmesi ve kontrolü,
- İSG ile ilgili eğitimler olarak gruplandırılmaktadır.

Risk Yönetimini yönlendiren ve yöneten iş güvenliği uzmanlarının görevleri;

- ✓ İSG mevzuatı ve genel iş güvenliği kurallarına uygun olarak iş yerinde yapılması gereken değişiklikler ile ilgili önerilerde bulunmak,
- ✓ İş yerinde yapılan değişikliklerle ilgili tasarım, makine ve diğer ekipmanların seçimi, durumu ve bakımı; işin planlanması ve uygulanması, yapılacak işe uygun kişisel koruyucu donanımların seçimi, kullanımı ve test edilmesi gibi konuların İSG ile ilgili mevzuatlara uygun yapılması için işverene önerilerde bulunmak,
- ✓ Risk değerlendirmesi için gerekli çalışmaları planlamak ve riskleri azaltmak için alınması gereken önlemler ile ilgili işverene tavsiyelerde bulunmak ve uygulanmasını takip etmek,
- ✓ İş yeri ortamını izlemek, iş yerinde İSG ile ilgili yapılacak periyodik kontrol, bakım ve ölçümleri planlamak ve uygulanmasını kontrol etmek,
- ✓ Çalışma ortamı ile ilgili gözlemleri ve yapılan çalışmaları kaydetmek,

- ✓ İşveren ile birlikte yıllık çalışma ve eğitim planını hazırlamak,
- ✓ Mevzuatta belirtildiği gibi iş yerinde iş kazası, yangın riski vb. tehlikelerin önlenmesi için çalışmalar yapmak, acil durum planlarını hazırlamak ve plana göre hareket edilmesini sağlamak, tatbikat yaptırmak,
- ✓ İlgili mevzuata uygun şekilde İSG eğitimlerini planlamak ve eğitimleri yapmak.

➤ Risk Yönetimi

İş yerindeki riskleri belirlemek ve belirlenen bu riskleri önlemek için yapılan çalışmaları kapsayan bir süreçtir. İSGYS; risk yönetimini tehlikelerle ilgili riskleri değerlendirmek için kullanır. İSG Risk Yönetiminin genel ilkeleri aşağıda belirtilmektedir:

- ✓ Hastalık ve sakatlıkla sonuçlanan süreçleri önlemek için; sürecin başlangıcından itibaren değerlendirme yapılmalıdır.
- ✓ İSG risk yönetimi ve bu konular hakkında karar verilmesi, mantıksal veri analizine dayanmalıdır.
- ✓ İSG risklerini mümkün olan en etkin şekilde azaltmak için güvenli bir çalışma ortamı oluşturulmalıdır.
- ✓ Öncelikle bilgi toplanmalı ve tehlikeler belirlenmelidir.
- ✓ İş yerindeki rutin ve rutin olmayan faaliyetler dikkate alınır.
- ✓ Önlemler değerlendirilirken kişisel koruyucu donanımlar yerine toplu koruyucu önlemler tercih edilir.
- ✓ Çalışanların yanı sıra iş yeri tehlikelerinden etkilenebilecek taşeron firma çalışanları, ziyaretçiler ve tehlikelerden etkilenebilecek herkes dikkate alınır.
- ✓ Risk yönetimi reaktif değil proaktif olmalıdır.

Risk yönetimi süreci, İSG risklerinin tahmin edilemezlik özelliğine önleyici olarak yaklaşır. Etkin bir İSG Risk Yönetimi programının faydaları:

- ✓ Önemli risklere karşı farkındalık arttıkça daha etkin planlama yapılması,
- ✓ İstenmeyen İSG durumlarının öngörülebilir sonuçları nedeniyle alınacak önlemler ile düşük tazminatlar ödenmesi,

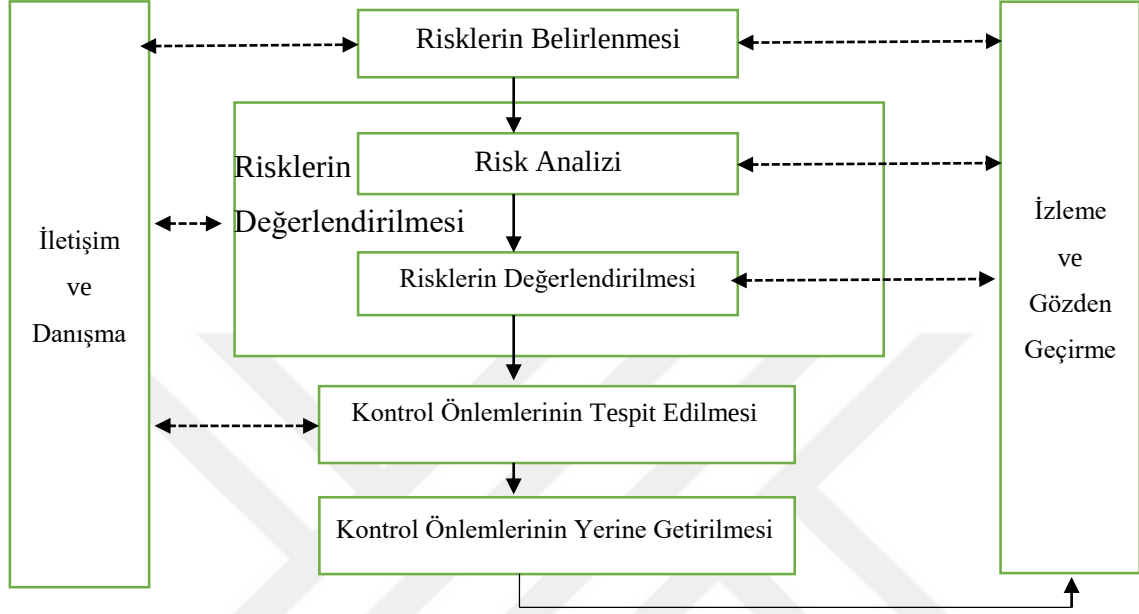
- ✓ Denetim süreçlerinin geliştirilmesi,
- ✓ İSG programlarının etkinliği ve verimliliği açısından iyi sonuçlar elde edilmesi,
- ✓ Şirket içi ve dışı gruplar arasında geliştirilmiş iletişim,

➤ **Risk Yönetim Süreci:**

TSE, 2004:6 standardına göre risk yönetim süreci beş adımdan oluşmaktadır:

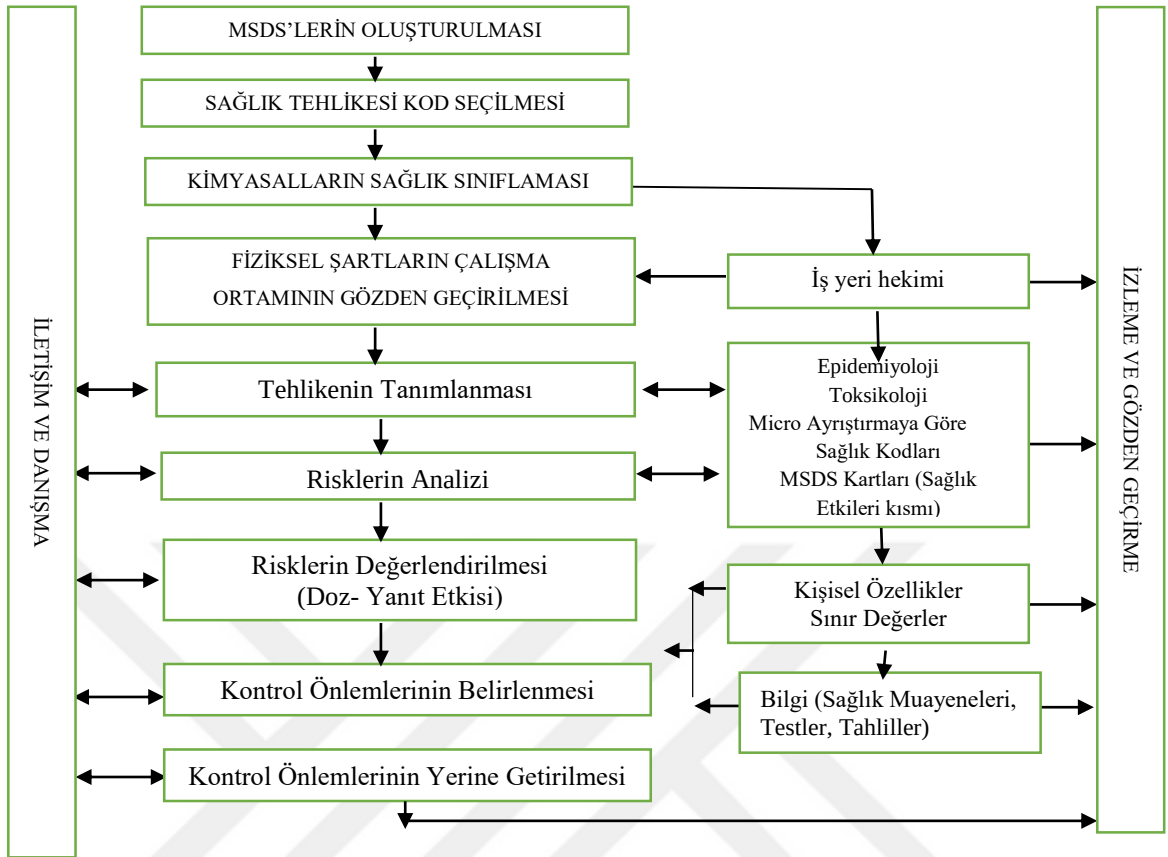
- 1. Risklerin belirlenmesi:** İşyerinde; ölüme, hastalığa, yaralanmaya, hasara sebep olabilecek tüm olaylar bu aşamada tanımlanır. Risklerin belirlenmesinde kullanılacak veriler; mevzuat, politika, denetim sonuçları, saha planları, proses akışları, makine, ekipman vb. içeriklerinden belirlenmektedir.
- 2. Risklerin Analizi:** İstenmeyen durumların meydana gelme ihtimali ve bu durumun olası sonuçları belirlenir. Risk analizinin hedefleri aşağıda belirtilmektedir (Andaç, 2002):
 - ✓ Risk kaynaklarını bulmak ve değerlendirmek,
 - ✓ Uygulanması gereken tedbirleri belirlemek,
 - ✓ Tedbirlerin uygulanmasını sağlamak, amaca ulaşma durumunu belirlemek, belirlenen riski önlerken yeni bir riskin oluşmasına neden olmamaktır.
- 3. Risklerin Değerlendirilmesi:** Riskler değerlendirilir ve değerlendirme sonucu derecelendirilir; gerekli kontrollerin yapılabilmesi için prosedürler oluşturulur. Risk derecesinin kabul edilebilirliği daha önce belirlenmiş olan kriterler ile kıyaslanır. Mevcut riskin değerlendirilmesi, yapılan değerlendirme sonucunda ilave önlemlerin belirlenmesi, bu önlemlerin riski kabul edilebilir bir seviyeye indirme durumunun değerlendirmesi yapılır (TSE, 2004:8).
- 4. Kontrol Önlemlerinin Tespit Edilmesi:** Değerlendirilen risklere karşı alınması gereken önlemler tartışılır. Maliyet Analizi, risk olasılığını önlemek ve azaltmak, olası hasarı azaltmak veya riski transfer etmek için yapılmaktadır (TSE, 2004:8).

5. Kontrol Önlemlerinin Yerine Getirilmesi: TSE, 2004:8 standardına göre gerekli önlemler test edildikten sonra uygulamaya konulmaktadır. İzleme ve gözden geçirme, iletişim ve danışma alt birimleriyle faaliyetlerin kontrolleri yapılmaktadır.



Şekil 2.1: Risk yönetim süreci aşamaları (TSE, 2004)

Meslek hastalıkları ile ilgili risk değerlendirme ve yönetim süreci; malzeme güvenlik bilgi formları ve önceden meydana gelmiş meslek hastalıkları dikkate alınarak yapılmaktadır. Meslek hastalığı risk yönetim süreci Şekil 2.2’ de özetlenmektedir.



Şekil 2.2: Meslek hastalığı risk yönetim süreci (Özkılıç, 2006)

Risk Analizi ve Yönetiminin Yararları;

- ✓ İş yerinin yazılı prosedür ve politikalarının oluşmasını sağlama,
- ✓ Çalışanların İSG konularında bilgi sahibi olmaları ve katılımlarını sağlama,
- ✓ Yönetimin İSG konularında bilgi sahibi olup yapılması gerekenler ile ilgili karar vermelerini sağlama,
- ✓ Risk Analiz Süreci sonuçlarına göre, olası tehlike ve alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi,
- ✓ Mevcutta uygulanan tedbirler ve çalışanlardaki güvenlik bilincinin gözden geçirilmesini sağlama,
- ✓ Gerekli düzeltici önleyici faaliyetlerin yapılabilmesi için gerekli olan verilerin ölçülmesi, kayıt edilmesi ve sonuçların izlenmesini sağlama, (Özkılıç, 2006)
- ✓ Yapılan hizmet/üretimin sürekliliğine ve kalitesinin artmasına yardımcı olma,

- ✓ Olası kayıpları azaltarak maliyetlerin düşürülmesini sağlama,
- ✓ Mevzuat ve prosedürlere uygunluğu sağlama,

➤ **Risk Analizi ve Yönetiminde Karşılaşılabilecek Sorunlar;**

- ✓ Analiz sonuçları öznel olabilmektedir.
- ✓ İşyerinin faaliyetine uygun risk analiz yönteminin seçilememesi; örneğin kantitatif (nicel) analiz yönteminin seçilmesi gereken bir iş yerinde kalitatif (nitel) yöntemin seçilmesi sonucunda, kurum için zaman ve para kaybına neden olabilir.
- ✓ Her iş yerinin kendine özgü riskleri olduğu için tüm iş yerlerine uyarlanabilecek risk analizi yöntemi bulunmamaktadır.
- ✓ İş yerine uygun olmayan yöntemlerin seçilmesi ya da birden fazla yöntemin birlikte kullanılması sonucu, risk analiz sonuçlarının alınması uzun sürebilir ve gereken önlemler alınmadan kaza meydana gelebilir.
- ✓ Analizi yapan İSG teknik elemanının tecrübesi, analiz sonucunu etkiler.

Risk değerlendirmesi sürecine geçmeden önce risk değerlendirmesi ve risk analizi arasındaki farktan kısaca bahsedecek olursak; risk değerlendirmesi, öncelikle güvenlik ve tehlike tanımlamasını yapar ve riskleri proaktif olarak kontrol eder. Ancak, risk analizi bir adım daha ileri gider ve bu risklerin etkisini, olasılığını ve ciddiyetini değerlendirir.

2.1.10. Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirme; tehlikelerin iş yeri, çalışan ve çevresine verebileceği zararları ve alınacak önlemleri belirlemek için yapılan çalışmalardır (İSGGM, 2007).

Risk analizinde sistematik olarak tanımlanan tehlikeleri belirlemede kullanılan kontrol listeleri mekanik, elektrik, radyasyon, tehlikeli maddeler ve yapılan işten kaynaklı tehlikeler başlıkları altında anlatılmaktadır:

➤ Risk Değerlendirme Süreci

Tehlike; çalışma ortam ve koşullarında bulunan (çalışma ortamındaki fiziksel kusurlar ve hatalı çalışan davranışları gibi) ya da dışardan gelebilecek tanımlı olmayan durumların; çevreye, iş yerine ve çalışanlara zarar verme ihtimalidir.

Risk ise; tehlikeli bir olayın olma olasılığı ile bu olayın neden olduğu zarar ya da hasar şiddetinin bileşimidir.

Risk değerlendirme; işi ve çalışanları korumakta önemli bir süreçtir. Bu süreç beş basamaktan oluşur (HSE, 2011):

1. Basamak: Tehlikelerin tespit edilmesi
2. Basamak: Tehlikelerin yorumlanması
3. Basamak: Risklerin sıralanması
4. Basamak: Koruyucu önlemlerin uygulamaya alınması
5. Basamak: Kontrol edilmesi ve gözden geçirilmesi

➤ ISO 45001 İSGYS' de Risk Değerlendirmesi

Bir kuruluş; çalışanlarının ve herhangi bir nedenle kuruluştaki bulunanların sağlık ve güvenliğinden sorumludur. İSGYS' nin amacı; çalışanların iş kazası geçirme ve yaptıkları işten kaynaklanacak sağlık sorunlarını önlemek, güvenli ve sağlıklı bir iş yeri oluşturmaktır. Bunun için ISO 45001 standardının gerekliliklerini yerine getirir.

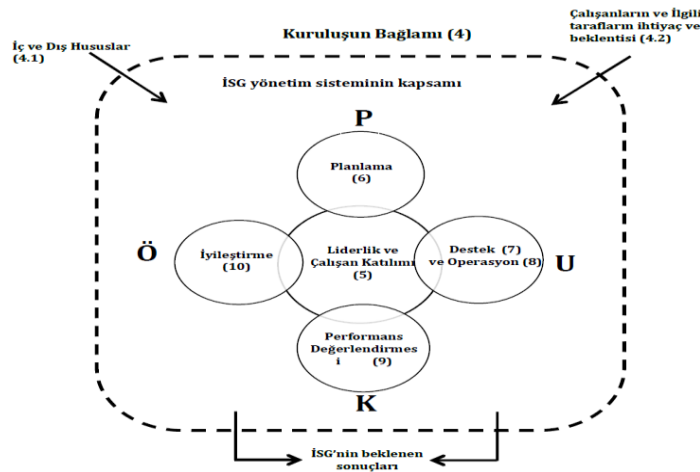
İSGYS' nin uygulanması, bir kuruluş için stratejik ve operasyonel bir karardır. Bu sistemin uygulanması, sürdürülmesi, etkinliği ve hedeflere ulaşma durumu aşağıdaki maddelere bağlıdır:

- a) Üst yönetimin liderliğine, sorumluluklarına ve hesap verebilirliğine,
- b) İSGYS' yi destekleyecek, üst yönetimin geliştirip yönetebileceği ve etkinliğini sağlayabileceği bir kültüre,
- c) Çalışanların ve varsa çalışan temsilcilerinin çalışmalara katılımının sağlanmasına,

- d) İSGYS' nin sürdürülebilirliği için kaynakların tahsis edilmesinin sağlanmasına,
- e) Şirketin hedefleri ile uyumlu İSG politikalarına,
- f) Tehlikelerin tanımlanmasına, İSG risklerinin kontrol altına alınması için etkili süreçlerin belirlenmesine,
- g) İSG performansını arttırmak için, İSGYS' nin sürekli izlenerek denetlenmesine,
- h) İSGYS' nin, kuruluşun iş süreçlerine entegrasyonuna,
- i) İSG hedeflerine ve politikalarına uyumlu; kuruluşun tehlikeleri ve iş sağlığı güvenliği risklerinin dikkate alınmasına,
- j) Yasaya ve diğer gerekliliklere uymasına.

Bu standartta uygulanan İSGYS yaklaşımı; planla, uygula, kontrol et ve önlem al basamaklarından oluşan PUKÖ döngüsüne dayandırılmıştır. Bu döngü kuruluşların sürekli iyileştirme yapması için kullanılan bir süreçtir. Uygulaması aşağıdaki gibi yapılır:

- ✓ **Planla:** ilk adım risk ve fırsatların belirlemesi, İSG politikasına uygun olarak İSG hedef ve süreçlerinin hazırlanması,
- ✓ **Uygula:** Planlanan süreçlerin uygulamaya alınması,
- ✓ **Kontrol Et:** İSG politika ve hedefleri ile ilgili yapılan çalışmaların ve süreçlerin etkinliğinin takibi için; izleme, ölçme ve sonuçların raporlaması,
- ✓ **Önlem Alma:** İSG performansını sürekli iyileştirmek için faaliyetler geliştirme.



Şekil 2.3: PUKÖ ile ISO 45001 standardındaki çerçeve arasındaki ilişki

➤ Risk Değerlendirmenin Kanunlardaki Yeri

Risk ve risk değerlendirme kavramları, İş Kanunu'nun 78. Maddesi kapsamında çıkarılan alt yönetmeliklerde açıklanmıştır. İşverenin de bu kanunun 77 ve 78. maddelerine göre çıkarılan yönetmeliklerden yararlanarak değerlendirme yapması zorunludur.

Risk değerlendirme aşamaları, alınacak önlemler ve alınan önlemlerin uygulamaya alınması, gerekli evrak ve kayıtların hazırlanması, değerlendirmeyi yapan kişi ve kurumların özellikleri ve risk değerlendirme teftişi; 4857 sayılı ve 3146 sayılı kanunlar uyarınca hazırlanan "İSG Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği Taslağı" 'nda tanımlanmıştır.

2.1.11. Risk Analizi Yöntemleri

Kalitatif ve kantitatif olmak üzere ikiye ayrılır. Kalitatif yöntemde; risk ifade edilirken ve hesaplanırken yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcılar kullanılır. Kantitatif yöntemde ise; risk hesaplanırken sayısal yöntemler kullanılır ve tehdidin olma olasılığına sayısal değerler verilir. Risk; olasılık ve tehlike olmak üzere iki parametreden oluşur.

$$\text{Risk} = \text{Tehdidin Olasılığı} \times \text{Tehdidin Etkisi (Şiddeti)}$$

Risk analiz yöntemleri aşağıda belirtilmiştir:

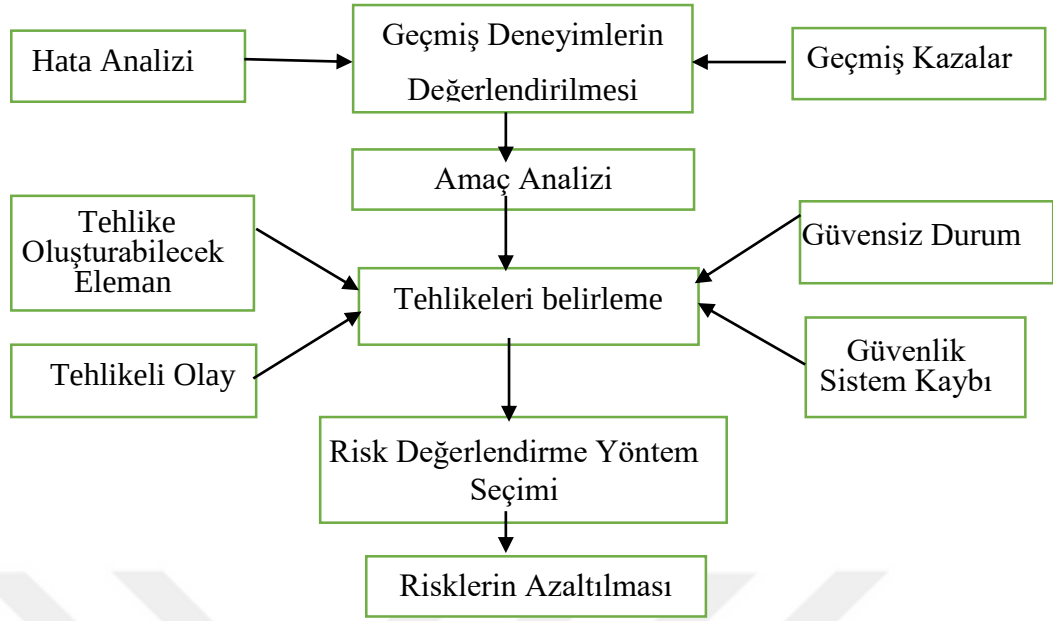
1. Ön Tehlike Analizi
2. İş Güvenliği Analizi
3. What if...? (Olursa Ne Olur?)
4. Kontrol Listesi Kullanarak Risk Analizi
5. Birincil Risk Analizi
6. Risk Değerlendirme Karar Matris Yöntemi
 - a) L Tipi Matris
 - b) Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı
7. Tehlike ve İşletilebilme Çalışması

8. Hata Ağacı Analizi
9. Olası Hata Türleri ve Etki Analizi
10. Güvenlik Denetimi
11. Olay Ağacı Analizi
12. Neden- Sonuç Analizi
13. Kinney Risk Analizi
14. Ridley Analizi
15. Risk Puanlama Yöntemi

Çalışmamızda; yukarıda belirtilen risk analiz yöntemlerinden APTR’de uygulanan Ön tehlike analizi, risk değerlendirme karar matrisi ve kontrol listesi yöntemleri detaylı anlatılmıştır.

1. Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis- PHA)

İşletmenin planlama sürecinde veya daha ayrıntılı çalışmalara örnek olarak kullanılabilen ve hızlı bir şekilde hazırlanan kalitatif yöntemdir. Bu metot da önce tehlikeli olaylar tanımlanır. Her bir tehlike için; yapılabilecek düzeltici ve önleyici faaliyetler tespit edilir. Bu yöntem; ortaya çıkabilecek tehlikenin hangi sıklıkta ortaya çıktığını ve uygun analiz yöntemlerinin kullanılabilceğini belirler. Tek başına uygun analitik bir yöntem değildir; diğer yöntemler için başlangıç verilerinin toplanması için kullanılabilir. Özellikle tehlikeli maddelerin kullanıldığı işletmelerde veya tehlikeli proses aşamalarında kullanılabilir.



Şekil 2.4: Ön tehlike analiz aşamaları (Özkılıç, 2006)

Şekil 2.4 ‘de gösterildiği gibi; ön tehlike analizinde,

- ✓ Geçmişte yaşanmış kazaların kayıtları varsa güvensiz durum ve ramak kalma olaylar da incelenerek geçmişte yaşanmış olayların analizi yapılır. Bu basamakta hangi yöntemin seçileceğine karar verilmesi aşamasında etkili olduğu için önemlidir.
- ✓ Ulaşılmak istenen hedefler amaç analizinde belirlenir.
- ✓ Tehlikelerin tanımlanması aşamasında; tehlike oluşturabilecek elemanlar, güvensiz durum ve olaylar ve güvenlik sistemlerindeki kayıplar veri olarak kullanılabilir.
- ✓ Son adım ise, risk değerlendirme yöntemi seçilir. Belirlenen potansiyel tehlikelerin frekans ve ortaya çıkaracağı şiddete göre risk skoru tespit edilir. “Ön Tehlike Analizi Risk Derecelendirme ve Seçim Diyagramı” kullanılarak risk skoru belirlenir.

Risk skoru belirlenirken dikkat edilmesi gereken tehlike şiddetinin; çok tehlikeli (felakete yol açan), tehlikeli, nadir ve önemsiz (ihmal edilebilir) olarak sınıflandırılmasıdır.

Çizelge 2.1: Ön tehlike analizi risk değerlendirme seçim diyagramı

FREKANS	ŞİDDET				Risk Kategorisi
	1 Çok tehlikeli	2 Kritik	3 Nadir	4 Önemsiz	
A- Sık tekrar eden	1A	2A	3A	4A	Yüksek
B-Olası	1B	2B	3B	4B	Ciddi
C-Ara sıra	1C	2C	3C	4C	Orta
D-Nadir	1D	2D	3D	4D	
E-Mümkün değil	1E	2E	3E	4E	

Yapılan risk değerlendirme neticesinde çok yüksek risk skoru ortaya çıkarsa, alınan önlemlerin tehlike potansiyelini azaltmak için yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 2.2: PHA' da şiddet kategorileri

Şiddet	Kategori	Çevreyle İlgili Sağlık ve Güvenlik Sonuç Standartları
Çok tehlikeli	1	Ölüm ve kalıcı sakatlık
Kritik	2	Kalıcı kısmi sakatlık, üç ve üzeri kişinin yaralanma veya meslek hastalığı sebebiyle hastanede tedavi görmek zorunda kalması
Nadir	3	Yaralanma veya meslek hastalığı sebebiyle bir ve üzeri iş günü kaybı
Önemsiz (ihmal edilebilir)	4	İş günü kaybı olmayan yaralanma veya hastalık

2. Kontrol listesi Kullanarak Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis Using Check list)

Analizin amacı; sürecin ortaya çıkabilecek tehlikeli durumları tespit edip her biri için kaza ihtimalini belirlemektir. Detaylı bir risk analizi değildir; ön tehlike analizi olarak tanımlanabilir.

Çizelge 2.3: Birincil risk analizi kontrol listesi örneği

BİRİNCİL RİSK ANALİZİ KONTROL LİSTESİ			
Proses:	Bölüm:		
	Tarih:		
Alt Proses:	Düzenleyen:		
	Onaylayan:		
Sayfa No:	İlgili Dokümanlar:		
KONTROL PARAMETRELERİ	E	H	GEREKSİZ
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
Form No:			

Kontrol Listesi kullanımının faydaları;

- ✓ İşletmedeki tesisatın veya aletlerin uygunluğunu veya düzgün çalışıp çalışmadığı tespit edilir,
- ✓ Kontrol edilecek unsurların atlanmasının önüne geçer,
- ✓ Listedeki sorular işletmeye özgü tespit edildiği için, risk değerlendirmesi yapılan işletmenin uygunsuzlukları ve eksiklikleri tespit edilir,

3. Risk Değerlendirmesi Karar Matrisi (Risk Assessment Decision Matrix)

İş yeri güvenlik program ihtiyacını karşılamak için Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemi geliştirilmiştir. Matris diyagramları iki ya da ikiden fazla değişken arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için kullanılır. İki tür matris diyagramı kullanılır. Bunlar

- a) **L Tipi Matris (5×5 Matris Diyagramı):** Nedensel ilişkileri değerlendirilmek için kullanılır. Bu yöntemde olayların ortaya çıkma olasılığının ve gerçekleştiğindeki sonuçların ölçülmesinde ve derecelendirilmesi kullanılır.

$$\text{Risk Skoru} = \text{İhtimal} \times \text{Şiddet(zarar derecesi)}$$

Çizelge 2.4: L tipi matriste bir olayın gerçekleşme olasılığı (Özkılıç, 2006)

OLASILIK	GERÇEKLEŞME OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME AŞAMALARI
ÇOK KÜÇÜK	Gerçekleşme olasılığı neredeyse hiç yok
KÜÇÜK	Yılda bir kez veya anormal durumlar olduğunda
ORTA	Yılda birkaç kere
YÜKSEK	Sık, ayda bir gibi
ÇOK YÜKSEK	Normal çalışma ortamında haftada bir, her gün gibi

Çizelge 2.5: L tipi matriste bir olayın gerçekleştiği taktirde şiddeti

ŞİDDET (Zarar derecesi)	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	İş kaybı yok, revirde ilk müdahale gerektiren durumlar
HAFİF	İş saati kaybı yok, ayakta tedavi edilen durumlar
ORTA	Yatarak tedavi gerektiren hafif yaralanmalar
CİDDİ	Uzun süre tedavi gerektiren ciddi yaralanma, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ	Ölüm veya kalıcı iş göremezlikle sonuçlanan kaza

Çizelge 2.6: Risk skor matrisi (L tipi matris) (Özkılıç, 2006)

	ŞİDDET				
İHTİMAL	1 Çok Hafif	2 Hafif	3 Orta	4 Ciddi	5 Çok Ciddi
1 Çok küçük	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 Küçük	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 Orta Derece	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 Yüksek	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 Çok Yüksek	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Yüksek 25

Belirlenen risk skoruna göre; riski yüksek olandan başlanarak aşağıdaki çizelgede belirtilmiş olan eylemler uygulanır.

Çizelge 2.7: L tipi matriste sonucun (risk skoru) kabul edilebilirlik değerleri (Özkılıç, 2006)

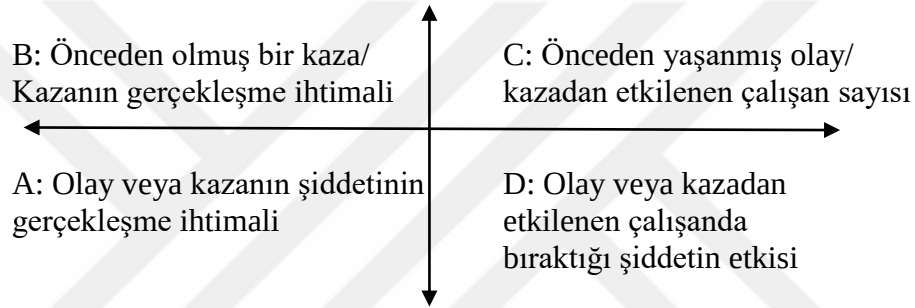
SONUÇ	EYLEM
Katlanılamaz Riskler (25)	Belirlenen riskler kabul edilebilir seviyeye düşünceye kadar iş veya faaliyet durdurulmalı. Risk skorunu düşürmek mümkün olmuyorsa, çalışma durdurulmalıdır.
Önemli Riskler (15,16,20)	Belirlenen risk azalıncaya kadar iş veya faaliyet durdurulmalıdır. İşin devam etmesi ile riskin ilgisi varsa; acil tedbir alınmalı ve bu tedbirler neticesinde faaliyetin devam ettirilmesine karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen riskleri azaltmak için çalışmalar başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri uzun sürebilir.
Katlanılabilir Riskler (2,3,4,5,6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol prosesleri gerekebilir. Uygulanmakta olan kontroller sürdürülmeli ve denetlenmeli.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için; kontrol proseslerinde değişikliğe veya alınan önlemlerin de kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

a) Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı

Matris çizelgeleri çok boyutlu düşünce sistemimiz sayesinde problemleri konuların ortaya çıkarılmasına yardımcı olur. Bir problemin gerçekleşmesinde etkisi olan etkenlerin belirlenmesi ve aralarındaki ilişkinin tespit edilmesini sağlar.

Bu risk değerlendirme yöntemi; karışık proses ya da iş akış şemaları içeren işlerin olduğu yerlere veya problemlere uygulanabilir. Risk skoru şöyle hesaplanmaktadır:

$$\text{Risk Derecelendirme Skoru} = A + B + C + D$$



Şekil 2.5: X tipi matris risk değerlendirme değişkenleri

Çizelge 2.8: X tipi matris yönteminde bir olayın gerçekleşme olasılığı

OLASILIK	DERECELENDİRME
ÇOK YÜKSEK	Basit ekipman hatası, su sızıntısı veya normal koşullarda gerçekleşebilecek çalışan hatası.
YÜKSEK	İki ekipmandan ortaya çıkan hata, ekipmanda yağ sızıntısı veya boru patlaması, borularda kırılma, çalışan hatası
ORTA	İnsan ve ekipman hatasının birleşiminden veya üretim hattında veya boru bağlantısı yaparken ortaya çıkan hata
KÜÇÜK	Çoklu ekipman kaynaklı ve boru hattının yanlış yapılmasından kaynaklı hata, proses kaplarında kendiliğinden oluşan hatalar
ÇOK KÜÇÜK	Sadece olağan dışı durumlarda ortaya çıkabilecek hatalar

Çizelge 2.9: X tipi matris yönteminde bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti

SONUÇ	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	Çalışan: Hafif yaralanmalar, 2 ve 2'den az iş günü kayıplı kazalar İş yeri ortamı: Dolaylı etki olabilir Çevre: Kontrol altında alınabilecek etki Ekipman: İşletme hasarı ~ 1-1.000 \$ arası
HAFİF	Çalışan: Revirde ilk müdahale gerektiren yaralanmalar İş yeri ortamı: Koku veya gürültü kaynaklı ortaya çıkan rahatsızlık Çevre: Kontrol altına alınabilecek bölgesel etki Ekipman: İşletme hasarı ~ 1.000-10.000 \$ arası
ORTA	Çalışan: Hastanede müdahale gerektiren ağır yaralanmalar ve meslek hastalıkları İş yeri ortamı: Hastanede müdahale gerektiren ciddi yaralanmalar Çevre: Kontrol altına alınamayacak düzeyde çevresel etki Ekipman: İşletme hasarı ~ 10.000-100.000 \$ arası
CİDDİ	Çalışan: Hayati tehlike olan yaralanma, zehirlenmeler, meslek hastalığı nedeniyle çalışanın ölümü İş yeri ortamı: Hayati tehlike oluşturan yaralanma veya kaza nedeniyle bir kişinin ölümü Çevre: Kontrol altına alınamayacak orta düzeyde çevresel etki Ekipman: İşletme hasarı ~ 100.000-1.000.000 \$ arası
ÇOK CİDDİ	Çalışan: Birden fazla çalışanın hayati tehlikesi ortaya çıkacak şekilde yaralanması, kaza veya meslek hastalığı sonucu ölmesi İş yeri ortamı: Hayati tehlike oluşturan yaralanma, kaza ya da meslek hastalığı sonucu birden fazla ölüm Çevre: Kontrol altına alınamayacak büyük çapta çevresel etki Ekipman: İşletme hasarı ~ 1.000.000 \$ ve üzeri

Çizelge 2.10: Seçilen bölümdeki veya yapılan görev üzerindeki kontroller

SONUÇ	KONTROL DERECEŚİ
VAR	Sistemin çalışması teknik olarak da takip ediliyor ve denetleniyor.
ORTA	Sistem kontrolleri bölüm amiri gözetimiyle yapılıyor.
ZAYIF	Belli aralıklarda çalışanlar uyarılıyor.
YOK	Tamamen çalışanların kontrolünde

Çizelge 2.11: Önceki kazaların sonucu (Özkılıç, 2006)

SONUÇ	ÖNCEKİ KAZALAR
Ö	Ölümle sonuçlana kaza
UK	Uzuv kaybına veya hayati tehlikeye neden olabilecek kaza veya meslek hastalığı
İGK	İş günü kaybı 3 gün ve üzeri olan ve tedavi gerektiren iş kazası veya meslek hastalığı
HY	2 günden yaz kayıp günlü hafif yaralanma
KRK	Ramak kala olaylar, güvensiz durum

Çizelge 2.12: X tipi matris yöntemi ile risk değerlendirme

Ö (5)	5	10	15	20	25	ÖNCEKİ BENZER KAZALAR	5	10	15	20	25
UK (4)	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
İGK (3)	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HY (2)	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
KRK (1)	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	OLASILIK						PERSONEL SAYISI				
ÇOK CİDDİ (5)	5	10	15	20	25	ŞİDDET	5	10	15	20	25
CİDDİ (4)	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
ORTA (3)	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HAFİF (2)	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
ÇOK HAFİF (1)	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	ÇOK KÜÇÜK (1)	KÜÇÜK (2)	ORTA (3)	YÜKSEK (4)	ORTA YÜKSEK (5)		1 (1)	1-2 (2)	5 (3)	5-10 (4)	10'DAN FAZLA (5)

A= OLASILIK × ŞİDDET

B= OLASILIK × ÖNCEKİ KAZALAR

C= ÖNCEKİ KAZA × PERSONEL SAYISI

D= PERSONEL SAYISI × ŞİDDET



ETKİ YOK



ORTA DERECE ETKİ



YÜKSEK DERECE ETKİ



KABUL EDİLEMEZ BÖLGE

2.2.Yüzey Kaplama

2.2.1. Dünyada ve Türkiye’de Yüzey Kaplama Sektörü

Dünya’da 18 yy.’da metal kaplamanın önemi anlaşılmış olup; İtalyan bilim adamı Giovanni Galvani elektrik akımı verildiğinde iyonların hareket ettiğini bulmuş ve bu buluş ile başlayan yüzey işlemlerine “Galvano” adını vermiştir.

Günümüzde dünya çelik üretimi milyar tonlar ile ifade edilmekte olup, demir ve çelik esaslı ürünlerde oluşan korozyon, ürünlerde israfa neden olmaktadır. Yapılan yüzey kaplama sayesinde; korozyon ve dolayısı ile israf büyük ölçüde önlenmektedir. Bu sebeple demir ve çelik kullanımının artması ile yüzey kaplama oranı da artmıştır.

Dünyada çinko metal üretiminin yaklaşık %50’si çelik ve demir malzemelerin yüzeylerinin kaplamasında kullanılmaktadır. Avrupa’da demir ve çelik yüzey kaplama oranı yaklaşık %45-50 olup Türkiye’de ise %8 civarındadır. Türkiye; 2020 yılında demir çelik üretiminde dünya altıncısı olmuştur.

Yüzey kaplama otuzdan fazla ana ve buna bağlı alt sektörün tüm üretim süreçlerinin başlangıcından nihai ürüne kadar olan aşamalara değer katan, verimlilik arttıran ve ekonomiklik sağlayan ön hazırlık, kirlerin uzaklaştırması, yüzey kaplama ve boya uygulamalarıyla metal sektörünün vazgeçilmez alt sektörüdür.

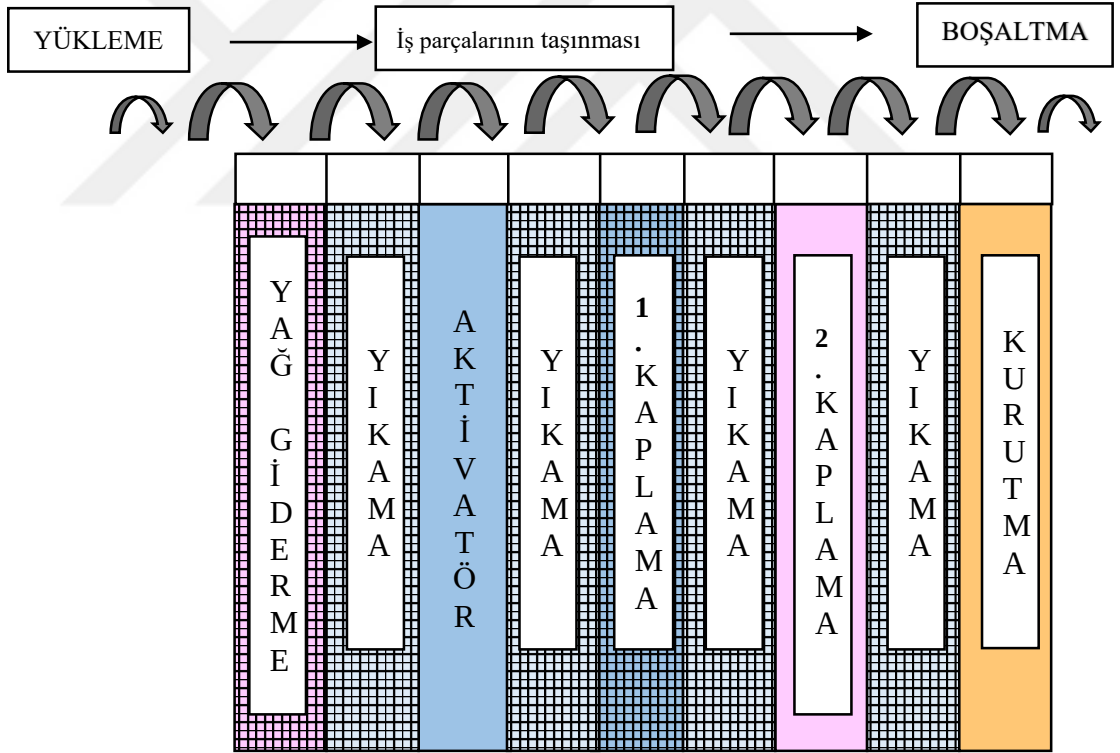
Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de yüzey işlemler sektörü son yıllarda hızla gelişmektedir. Avrupa’da kimyasal ile yapılan yüzey işlemler sektörü sadece elektrolitik işlemler dikkate alındığında pazarın gelişim hızının daha da artacağını öngörmektedir.

2.2.2. Yüzey Kaplama Nedir?

Metaller; kullanım sürelerinin arttırılması ve bazı farklı karakteristik özellikler kazandırmak için, yüzey özelliklerini değiştiren işlemler görmektedirler. Bu karakteristik özelliklerden bazıları; dekorasyon, yansıtıcılık, iyileştirilmiş sertlik, aşınma direnci,

parlaklık, korozyon önleme, baskı için boyama veya ışığa duyarlı kaplamalar ve geliştirilmiş yapışma özelliğidir. Genellikle metal şekillendirildikten sonra işlem yapılır. Teknolojinin ilerlemesi, insan nüfusu ve ihtiyaçlarının artması sonucu; azalan kaynakların daha uzun ve verimli olarak kullanılması konusu önem kazanmaktadır. Ayrıca korozyon sebebi ile ortaya çıkabilen ekonomik kaybın artması, doğayı koruma ve enerji tasarrufu sağlama bilincinin oluşması; bu kayıpları önleme ya da en aza indirmek amacıyla tedbirlerin alınmasını önemli hale getirmektedir.

Yüzey kaplama işlemleri, çoğunlukla su bazlı olup tesis içinde bir dizi havuz hatlarında gerçekleştirilmektedir. Şekil 2.6’da basitleştirilmiş yüzey kaplama iş akışı verilmektedir. Yüzey kaplama işleminden önce ve sonra iş parçalarına; presleme, şekillendirme, bükme, sıkma, delme, kaynaklama, lehimleme gibi ekstra işlemlerde uygulanabilmektedir.



Şekil 2.6: Yüzey kaplama iş akış şeması

Yüzey kaplama işlemin avantajları;

- ✓ Yüzey yağ, pas, gres gibi her türlü kirden arındırılabilir,
- ✓ Metal şekil verilmeye hazır hale gelebilir,
- ✓ Yüzeye pürüzlülük kazandırır; bunun sonucunda kaplama yapılacak alan artar ve boyanın yüzeye yapışması için gerekli koşullar sağlanabilir,
- ✓ Boya tabakasında meydana gelebilecek çizilme ve bozulmalar sonucu oluşabilecek paslanmanın önüne geçilmiş olabilir,
- ✓ Pas önleyici yağlar ve vaks etkisiyle korozyon direnci artırılabilir,
- ✓ Hareket eden parçalarda korunma direnci ve kayganlık özelliği iyileştirilebilir,
- ✓ Metal yüzey ile kaplama arasında ısı nedeniyle ortaya çıkan genleşme ve ani değişiklikler azaltılabilir,
- ✓ Yüzey sertliğini arttırarak, metali aşınmaya karşı daha dirençli hale getirebilir,
- ✓ Kullanım alanına göre metalin iletkenliğini arttırabilir.

2.2.3. Yüzey Kaplama Basamakları

Yüzey kaplama işlemleri sırasında, kaplama yapılacak malzemenin seçimi önem arz etmektedir. Örneğin çelik malzeme kullanılması durumunda yüzey kaplama sırasında uygulanacak ön, temel ve son işlemler kaplama işleminin temelini oluşturur.

Bu bağlamda, uygulanan prosesler; ön işlem (yağ giderme, durulama vb.), temel işlem (elektro kaplama, anotlama, pasivasyon veya kimyasal işlem) ve son işlem (yıkama, kurutma vb.) oluşmaktadır. Belirlenen faaliyet alanlarına göre; bahsedilen işlemler tüm iş parçaları için uygun taşıma sistemlerine (raflar, jigler vb.) alınarak gerçekleştirilir.

• **Ön işlem basamakları:**

Yağın Uzaklaştırılması İşlemi: Yüzey kaplama işleminin ilk ve önemli bir basamağıdır. Metal yüzey üzerinde yağlar bulunur. Yağ; metal işleme ve boya sektöründe sacların korozyondan korunmasını (havanın O₂ ile metalin temasını keserek) ve işlem sırasında kayma özelliği sağlayarak metalin kolay işlenmesini sağlar. Yağlar mineral şeklinde olmasına rağmen az miktarda hayvansal yağlarda bulunabilir.

Durulama: Kaplama yapılacak metal parçalarda yapılan yüzey temizleme işlemi tek banyoda bir sefer yapılabileceği gibi duruma göre birden fazla banyoda da yapılabilmektedir. Birden fazla banyoda temizlik yapılacaksa; her banyodan sonra mutlaka iyi bir durulama işlemi yapılmalıdır. Böylelikle banyolar arasında kimyasal ve pislik taşınması engellenmiş olur. En etkin durulama akarsu ile yapılır. Temizleme banyolarının arasına bir durulama banyosu da konulabilir.

- **Temel işlem basamakları:**

Elektro Kaplama: Kaplanacak metalin üzerinde o metalin katyonlarının doğrudan bir elektrik akımı aracılığıyla indirgenmesi yoluyla metal kaplama işlemidir.

Anotlama: Bir metalin yüzeyinin, elektrolizle yükseltgenme yoluyla bir kaplamaya dönüştürülmesi işlemidir.

Pasivasyon: Pas sökücü asit kullanımı sonrasında metal üzerinde nötürleme işlemi olarak tanımlanmaktadır. Böylece asidik ya da alkali ürünler ile temasını keserek paslanma önlenmiş olur.

- **Son işlem basamakları:**

Yıkama: Asit banyosundan çıkarılan malzemenin üzerinde kalan demir klorürü bir sonraki basamağa (flaks banyosuna) taşımamak ve böylece çinko banyosunda fazla dros (cüruf) oluşumunu engellemek için yıkama işlemi yapılır.

Kurutma: İş sağlığı ve güvenliği açısından risk oluşturabilecek sıçramaları önlemek ve çinko kaybını önlemek için yapılan işlemdir.

2.2.4. Yüzey Kaplama Yöntemleri

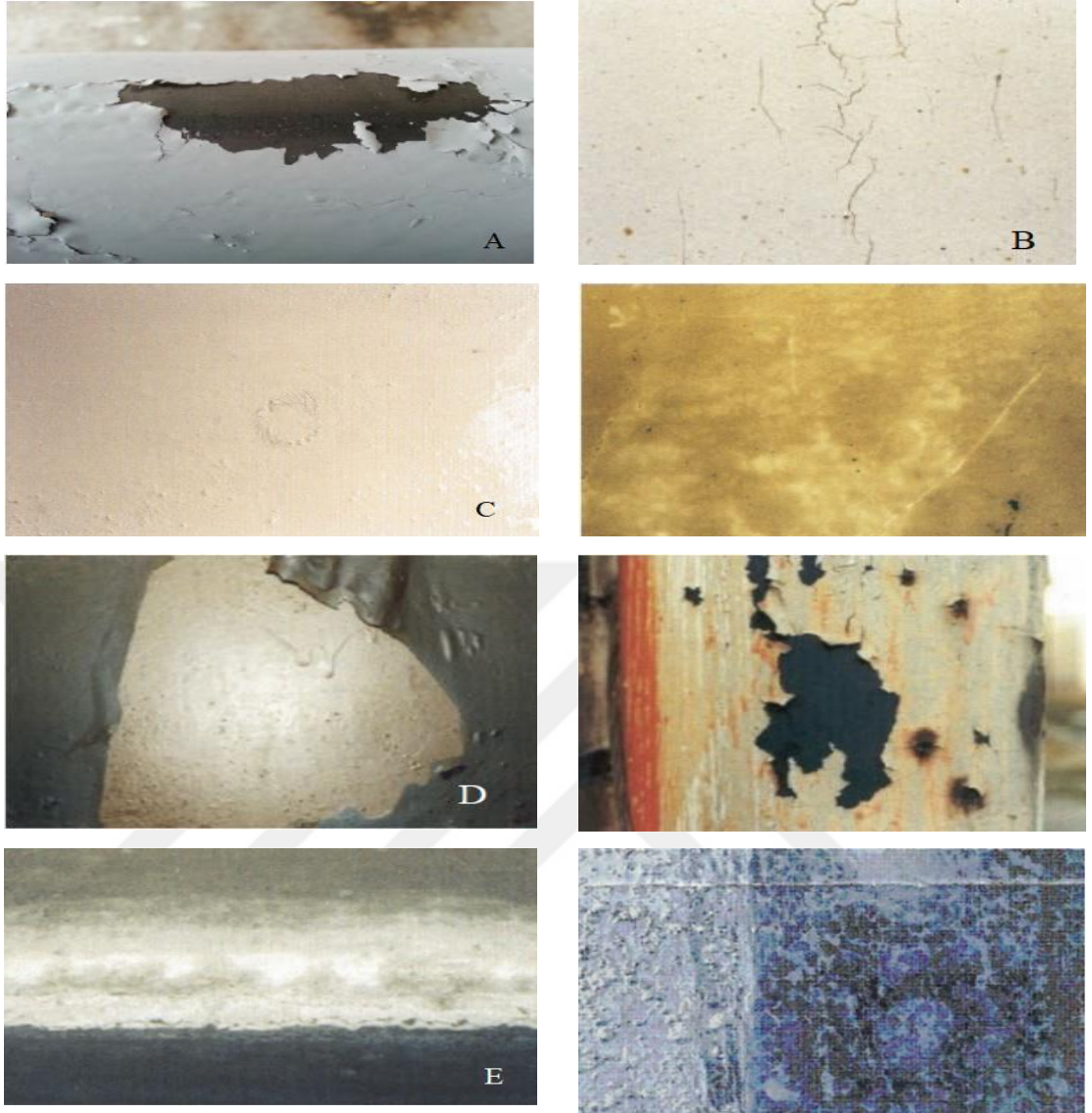
Yüzey kaplama yöntemleri dört başlıkta incelenir:

- 1. Galvaniz/Sıcak Daldırma yöntemi:** Kaplama işleminde kullanılacak metal ergitilir ve kaplanacak metal bu eriyik içerisine daldırılarak kaplama işlemi gerçekleştirilir. İşlem sırasında kaplanacak metalin yüzeyi, kaplama metali ile alaşım oluşturarak korozyondan korunması sağlanmaktadır. Ergimiş çinko havuzuna daldırılan malzemelerin yüzeyinde, çinko ve bileşiklerini içeren koruyucu bir tabaka oluşturulur. Bu yöntem ıslak ve kuru olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. Sıcak daldırma yöntemi ile kaplamada malzemeler 450-460 °C’de ergimiş halde bulunan çinko havuzuna daldırılır. Bu işlem sonrasında demir ve çelik parçaların, mekanik malzeme özelliklerinde de iyileşme gerçekleşir.
- 2. Elektroliz yöntemi:** Bu yöntemde uygun bir elektrolitik kaplamanın ana metali katot, kaplama yapacak metal ise anottur. Bu işlem de kaplanan metal aşınır ve ana metali kaplayarak metalin korozyondan korunmasını sağlar.
- 3. Sıcak püskürtme yöntemi:** Bu yöntemde, kaplama yapacak metal toz haline getirilir ve ısıtılarak ergitilir, kaplanacak ana metal yüzeyine püskürtülerek kaplama yapılmaktadır. Bu işlem sırasında kaplama yapacak metal, kaplanacak metal üzerine yapışır ve iki metal arasında alaşım oluşur.
- 4. Sherardizing yöntemi:** Bu yöntemde, toz haline getirilmiş kaplama yapacak metal ile kaplanacak ana metal aynı kap içerisinde, yüksek sıcaklıkta bir süre bekletilir. Kaplama yapacak metal, sıcaklığın etkisiyle uçuculuk özelliği kazanır ve kaplanacak ana metali sarar.

Bunlardan Galvaniz kaplama ve elektroliz kaplama 3. bölümde detaylı olarak anlatılacaktır.

2.2.5. Yüzey Kaplamada Karşılaşılan Hatalar

Yüzey kaplama hataları; yüzeyin kirli olması, boya çekme hızının katmanlarda farklı olması, boyanacak zeminin katmanları arasında kalınlık farkı, zeminde veya zeminin altında yabancı maddeler bulunması (jel haline gelmiş partiküller, havada bulunan kum ve grit fırçalardan gelen pislikler), uygun boya veya kimyasal kullanılmaması, yağ, kayganlık kazandıran tuz, pas tabakası, nem, zeminde kalan çözücü maddeler, hidrojen fazlar, çözünebilen pigmentler, doğru ön işlem yapılmaması gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Bu hataların önüne geçebilmek için yüzey; temiz, kuru ve kirden arındırılmış olmalı; uygun boya ve kimyasallar kullanılmalıdır. Şekil 2.7. 'de yüzey kaplama işleminde sık karşılaşılan hata örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Yüzey kaplama işleminde sık karşılaşılan hatalar **A)** Yapışma hatası **B)** Çatlama hatası **C)** Yabancı madde batması **D)** Delaminasyon hatası **E)** Çinko karbonat kalıntıları

2.2.6. Yüzey kaplama işlem basamaklarında İSG açısından karşılaşılan olası riskler

- Mekanik tehlikeler; çalışma platformlarının uygun olmaması nedeniyle yüksekten düşme, zeminde bulunan kablolar ve zeminin ıslak olması nedeniyle kayma-takılma-düşme, hareketli parçaların çarpması gibi

- Fiziksel tehlikeler; makinelerin çalışma prensibinden kaynaklı gürültü, yetersiz aydınlatma gibi
 - Kimyasal tehlikeler; kullanılan kimyasalların tehlikelerinin ve acil durumda alınacak önlemlerin bilinmemesi, kimyasal kaplarının kapaklarının kapatılmaması ve kimyasalların uygun koşullarda saklanmaması sonucu ortaya çıkabilecek tehlikeler
 - Elektrik ile ilgili tehlikeler; kullanılan prizlerde topraklama hattı olmaması, hasarlı fiş ve prizlerin kullanılması, makine ve iş ekipmanlarının topraklama hattının olmaması nedeniyle ortaya çıkabilecek tehlikeler.
 - Yangın ve patlama tehlikesi; kullanılan kimyasalların yanıcı patlayıcı olması, yüksek sıcaklıkta çalışılması nedeniyle ortaya çıkabilecek tehlikeler
 - Ergonomi ile ilgili tehlikeler; sürekli aynı pozisyonda çalışma, ağır yüklerin kaldırılması için uygun kaldırma ekipmanının olmaması, çalışanların fiziksel yapılarına uygun iş verilmemesi nedeniyle ortaya çıkabilecek tehlikeler
- olarak özetlenebilir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yüzey Kaplamada Kullanılan Demir ve Çeliğin Seçimi

Kaplama sonrasında takım çeliğinin sertliği ve mukavemeti, sert ve gevrek olan kaplamayı kolaylaştırıcı olmalıdır. Kaplama yapılacak takım çeliğinin sertliği en az 58 HRC olmalıdır çünkü sertlik düşük olursa; bozulma, kırılma veya kopmalar ortaya çıkabilir ve bu durumlar kaplamayı parçalar.

Yeterli tokluk (çeliğin çarpma direncini belirleyen özellik) gerekir, yeterli tokluk sağlanmadığında mikro çatlak veya kırılmalar takımı parçalayabilir.

Kaplamanın yüzeye iyi yapışabilmesi için karbürlerin küçük ve homojen dağılmış olması gerekmektedir.

Çeliğin Yüzey İşlemlerinin Kaplama Üzerine Etkisi: Yüzeyin durumu, örneğin pürüzlülüğü ve yüzey gerilimi kaplamanın özellikleri, yapısı, görünümü üzerinde önemli rol oynamaktadır.

3.1.2. Yüzey İşlemlerde Kullanılan Kimyasallar:

Yüzey işlem çok çeşitli kimyasalların kullanıldığı bir sanayi koludur. Metal bir yüzeyi boyamaya veya kaplamaya hazırlamak amacıyla kullanılırlar. Yüzey temizlendikten sonra yüzeyin direncini artırmak; boyanın veya kaplamanın yüzeye daha iyi tutunabilmesi için su ve solvent bazlı kimyasallar kullanılır. Ön işlem basamağında kullanılanlar ise alkali yağ alma, asidik yağ alma, ultrasonik yıkamada kullanılan kimyasallardır. Son işlem basamağında ise, demir klorürü uzaklaştırmak için asit banyolarında kullanılan kimyasallar vardır. Bunun yanında fosfat kaplama, pasivasyon, aktivasyon, pas ve tuval alma, boya öncesi çinko fosfat kaplama, alüminyum kaplama, metal işlem sıvıları gibi prosese uygun birçok kimyasal maddeyi kapsamaktadır.

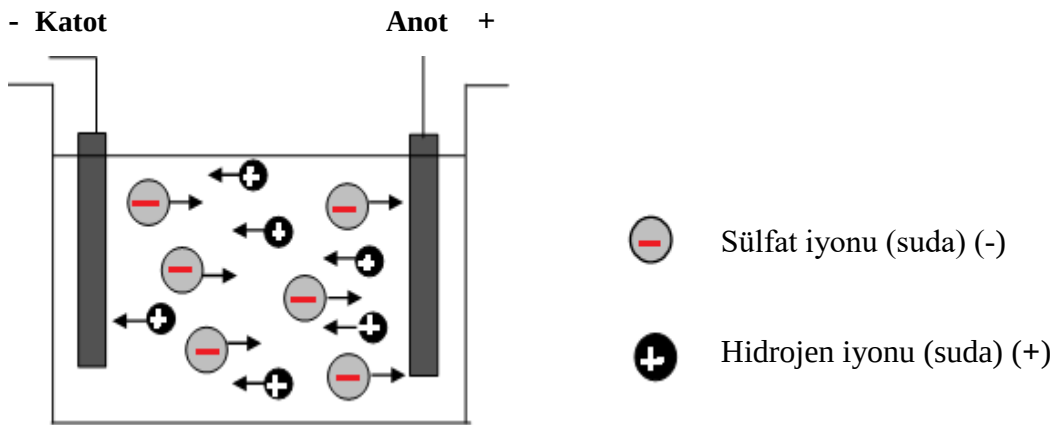
3.2.Yöntem

3.2.1. Elektroliz Kaplama Yöntemi

Giovanni Galvani, metal iyonlarının iki elektrot arasında transferinin yapılabileceğini keşfetmiştir. Bu buluş ile elektroliz metodu ile metal yüzey kaplama endüstrisinin temelleri atılmıştır.

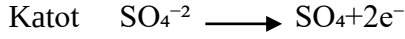
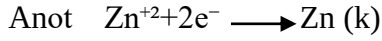
Faraday ise; transfer edilen iyonlar ile gerilim altındaki metale uygulanan akım arasındaki bağlantıyı formüle etmiştir. Kendi adını taşıyan bu kanun yardımıyla, metal kaplama işlemleri teorik olarak hesaplanmıştır.

Elektroliz işlemi, elektrolitik hücre veya tank adı verilen bir cihaz içinde gerçekleştirilir. Bu cihaz; birbirine temas etmeyen negatif ve pozitif yüklü iyonlara ayrılmış bir bileşiğin içine daldırılmış iki elektrottan oluşur. Elektrotlar bir güç kaynağına bağlandığında meydana gelen voltaj (elektrik alan), iyonları zıt yüklü elektroda (kutba) doğru hareket etmesini sağlar. Zıt kutuplarda yüklerini dengeleyen atom veya moleküller elektrot üzerinde biriktirilir ya da elektrolit içindeki moleküllerle yeni reaksiyonlar başlar. Metalle kaplamak istediğimiz malzeme elektroliz kabında katot olarak kullanılır. Yüzeyi kaplamak istediğimiz metal ise anot olarak seçilir.



Şekil 3.1: Elektroliz yöntemi ile kaplama banyosu

Elektroliz yöntemiyle çinko kaplamada genellikle, çinko sülfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (%22,7 çinko içerikli) kullanılmaktadır. Elektroliz kaplama işlemi sırasında gerçekleşen reaksiyon;



➤ **Elektroliz yönteminde çinkonun tercih edilme nedenleri;**

- ✓ Çinko metalinin fiyatının nikel, bakır, kalay gibi diğer metallerden daha ucuz olması
- ✓ Çinko kaplanmış parçanın üzerinde zamanla çatlaklar oluşabilir; fakat çinkonun aktifliği üzerine kaplandığı demir veya çelikten çok daha fazla olduğu için atmosfer ortamında ilk oksitlenen çinkodur. Böylece çinko oksijenin demire gitmesini önleyerek önce oksitlenir ve oksitlenme ürünü de çatlağı tıkayarak demirin veya çeliğin havayla temasını önler.
- ✓ Elektrokimyasal potansiyel sıralamasında demirden daha negatif değerdedir. Böylece çinko anot olarak katodik korozyon korumada tercih edilir.
- ✓ Çinko iyi bir indirgeyicidir.
- ✓ Çinko kaplamalar, iyi yapışabilme ve şekil verebilme, ana malzemenin yapısal ve mekanik özelliklerinin kaplama sırasında neredeyse hiç bozulmaması gibi fiziksel özelliklere sahip olması

➤ **Elektroliz Yöntemiyle Kaplamada Kullanılan Kimyasallar ve Sağlığa Olumsuz Etkileri:**

1. **Çinko:** Demir ve çeliğin galvaniz ile kaplaması işleminde genellikle çinko kullanılmaktadır. Çinkonun ısıtma işlemleri sırasında; çinko oksit tozuna veya dumanına maruz kalma ihtimali oldukça yüksektir. Metallerin galvanizle kaplanması işleminde ve kaynak işleminde çalışan elemanların çinko oksit dumanına, kaynakçılık ve lehim işinde çalışan elemanların da çinko klorüre maruz kalma riski bulunmaktadır.

Çinko oksit dumanına aşırı maruz kalındığında bu metalin dumanı ateşli hastalığına sebep olur. Bunun sonucunda; burun ve boğazda tahriş, öksürük, baş ağrısı, halsizlik, titreme ve ateş görülebilmektedir. Bu belirtilerin kalıcı etkisi yoktur. Çinko klorür deriye temas ettiğinde; ciltte ve gözde yanıklara, kronik inhalasyonu da solunum yetmezliğine hatta ölüme neden olabilir.

2. **Kurşun:** Elektroliz kaplamada pullanmayı önlemek, akışkanlığı artırmak ve banyodaki cüruf miktarını azaltmak için kullanılır. Solunum yoluyla vücuda girer. İnorganik kurşun bileşikleri; sinir ve üreme sistemleri, böbrekler ve kan üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır.
3. **Alüminyum:** Galvaniz kaplamada parlaklığı arttırmak için eser miktarda kullanılır. Alüminyum tozuna maruz kalındığında akciğerlere olumsuz etkisi vardır. Akciğer ve mesane kanserine neden olduğu tespit edilmiştir.
4. **Sülfürik Asit:** Yanıcı ve indirgeyiciler ile reaksiyona girer. Yanma reaksiyonu sırasında toksik duman açığa çıkarır. Bu dumana kronik maruziyet; gırtlak, akciğer ve cilt kanseri riskini arttırmaktadır. Sülfürik asit; solunum ve sindirim problemlerine, göz ve ciltte tahrişe, dişlerin aşınmasına ve ciltte yanıklarına sebebiyet vermektedir.
5. **Hidroklorik Asit:** Oksitleyicilerle reaksiyona girerek zehirli gazlar oluşturur. Hava ile temas ettiğinde aşındırıcı duman, metaller ile reaksiyonu sonucunda yanıcı gazlar açığa çıkar. Hidroklorik aside maruz kalındığında; ciltte aşınmaya, görme bozukluklarına, bronşite ve diş problemlerine neden olmaktadır.
6. **Nitrik Asit:** Metaller için aşındırıcı etkisi vardır. Organik kimyasallar ile reaksiyona girdiğinde yangın ve patlama tehlikesi vardır. Nitrik aside maruz kalındığında; nefes darlığı, bilinç kaybı, bulanık görme ve ciltte kimyasal yanıklara neden olmaktadır.

4, 5 ve 6. maddede belirtilen asitler yağ alma işlemi sonrasında bulunan aside daldırma banyolarda yüzeyde kalan çapak ve pasların alınması için kullanılmaktadır.

- 7. Hidrojen Siyanür:** Solunum enzimlerini etkileyerek, kimyasal boğucu etkisi oluşturur.
- 8. Siyanür Tuzları:** Sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları kullanılır. Asit ile reaksiyona girdiğinde hidrojen siyanür gazı açığa çıkar. Elektroliz kaplamada sodyum siyanür ve potasyum siyanür; metallerin sertleştirilmesi, temizlenmesi ve ısıtılma işlemlerinde kullanılır. Solunum yoluyla vücuda alındığında üst solunum yollarında tahriş; cilt yoluyla vücuda alındığında ise, göz ve ciltte tahriş neden olur. Siyanür tuzlarına maruz kalındığında; baş ağrısı, halsizlik, bulantı, kusma, taşikardi, koma belirtileri görülebilir; hatta ölüme neden olabilir.
- 9. Pasivasyon Kimyasalı:** Krom (VI) mavi, Krom (III) sarı pasivasyonda kullanılan kimyasallardır. Krom bileşikleri galvaniz kaplamada yüksek korozyon direncine sahip parlak pasivasyon tabakası oluşturmak için kullanılır. Maruz kalındığında; ciltte yanıklara, göz ve deride tahriş neden olmaktadır.
- 10. Amonyum Klorür (Flaks Kaplama Kimyasalı):** Galvaniz kaplama yapılacak malzeme yüzeyinin temizlenmesini sağlar ve çinkonun tam olarak kaplanacak yüzeye yapışmasına yardımcı olur. Maruz kalındığında; göz ve deride tahriş ve yanıklara neden olmaktadır.

➤ **Elektroliz Yöntemi ile Kaplamada kullanılan Ekipmanlar**

1.Anot (+ uç): Elektrolizde yükseltme tepkimesinin gerçekleştiği elektrottur. Kaplama malzemesi olacak metal, anot olarak bağlanır. Fizik kanunlarına göre; artı kutup elektrotları eksi kutup elektrotlarına yani katoda doğru hareket ederek katotta bulunan metale bağlanır.

Kaplama banyolarında anodun dış yüzeyi işlem esnasında korozyona uğrar ve çözünme potansiyeli azalır, oksijen açığa çıkar. Buna “anodun pasifleşmesi” denir. Bu durumu engellemek için elektrolit ve akım yoğunluğu seçimi önemlidir.

Birden fazla kaplama yapabilmek için; çözünmeyen türde anot kullanılır. Bu durumda anot tepkimesi olarak oksijen gazı açığa çıkar ve çözeltinin asitliği artar. pH değerinin

önemli olduğu kaplamalarda; bu durumun kontrol altında olması için gereken önlemler alınmalıdır.

2.Katot (- uç): İndirgemenin olduğu elektrottur. Kaplanacak metal katot olarak bağlanır. Katotta hidrojen gazının açığa çıkması istenmeyen bir durumdur. Bunu engellemek için doğru akım değeri ayarlanmalıdır. Katoda bağlanan kaplama yapılacak metalin yüzey temizliği kaplama kalitesinin iyi olması açısından çok önemlidir. Bu konu ilerleyen kısımlarda anlatılmaktadır.

3. Elektrolit: Kaplanacak metalin iyonik olarak bulunduğu sulu çözeltilerdir. Saf su iletken özellikte olmadığından içine metal cinsi ve kaplama türüne göre tuz ve solvent ilave edilir. Böylece iletken özellik kazanır.

➤ **Kaplama banyolarında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmektedir:**

pH Değeri: Anottaki metalin çözünmesi ve katottaki metalin kaplama kalitesini etkileyen en önemli parametredir. Saf suyun pH değeri 7 olup iletkenliği çok düşüktür. Bu sebeple çözelti; kaplama işleminin çeşidine göre asidik ya da bazik olmalıdır. pH'ın sabit tutulabilmesi için tampon çözeltiler kullanılır. Kaplamalarda; alkali ara yıkama banyolarından asidik kaplamalara geçerken yapılacak nötrleme vb. işlemlerde pH değerine dikkat edilmelidir.

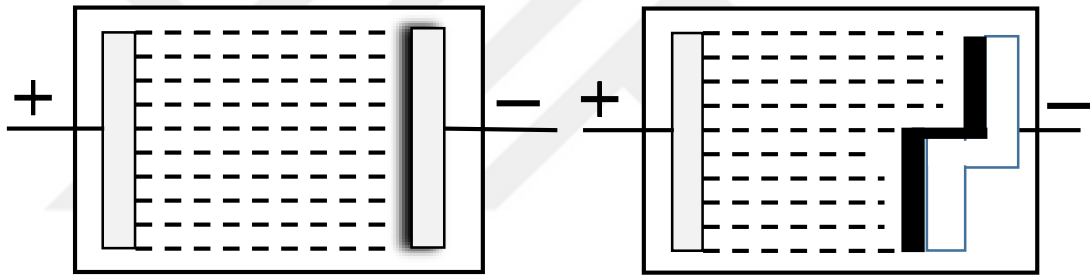
Yüzey Gerilimi: Çözeltinin yüzey geriliminin az olması; katot ile kaplama banyosu arasındaki temasın daha iyi olmasını sağlar. Bunun için ıslatıcı kullanılır.

Katalizatör Kullanımı: İşlem esnasında kısa bir süre ve çok az miktarda kullanılarak işlemi hızlandırırlar. Bu sırada katalizör olarak kullanılan kimyasalların yapısında bir değişiklik meydana gelmez.

Akım Yoğunluğu: Katotta meydana gelen kaplamanın kalitesini etkileyen en önemli parametrelerdendir. Kaplama banyosuna reaksiyonu başlatabilmek için uygulanan

akımın yüzey alanına bölünmesi ile elde edilen değer akım yoğunluğudur. Akım yoğunluğu arttıkça, kaplama hızı artar ve kaplama ince olur. Daha fazla artırılırsa, katottan ayrılan metal iyonları çözelti içinden gelen iyonlar ile yeterince karşılanamaz. Katotta tükenme meydana gelir hidrojen gazı çıkışı artar ve kaplama kalitesi düşer. Katotta hidrojen çıkışı fazla olması akım yoğunluğunun arttığını gösterir.

Akım yoğunluğu kaplama yapılan metalin şekline göre değişiklik göstermektedir. Şekil 3.2.'de soldaki banyoda katodun yüzeyi anot ile eşit mesafede olup, katot üzerinde eşit kaplama kalınlığı oluşmuştur. Sağdaki banyoda ise katotta anottan farklı bir şekil yerleştirilmiştir. Akım en az direnç gösteren yolu kullanacağı için, akımın çoğunluğu parçanın önde kalan kısmına gitmiştir. Böylece bu kısımda daha fazla kaplama meydana gelmiştir. Bu gibi durumlarda tüm parçaya ait akım yoğunluğunu eşitlenmelidir.



Şekil 3.2: Farklı şekilli katotlarda oluşan farklı kaplama yüzeyleri

Konsantrasyon: Katottaki fakirleşmeyi önlemek için; banyonun içinde bulunan kaplanacak malzeme hareket ettirilerek ya da çözelti karıştırılarak homojen bir çözelti elde edilir. Bu sayede tüm yüzeyin eşit kaplanması sağlanır. Bu sırada çözelti içinde dibe çökmüş istenmeyen parçalar tekrar çözeltiye karışacaktır. Bu durumu önlemek için, çözelti belirlenen sıklıklarda filtre edilmelidir.

Sıcaklık Etkisi: Banyo sıcaklığının yükseltilmesi; çözeltinin iletkenliği, çözünürlüğünü ve böylece kaplama hızını da artırır. Bununla birlikte katotta polarizasyon azalıp hidrojen çıkışı kolaylaşmaktadır. Bu durum kaplamada süngerimsi bir görüntü oluşturur. Sıcaklık ayarı; kaplama hızı ve istenen kaplama kalitesine göre ayarlanmalıdır.

➤ Elektroliz Yöntemi ile Kaplama Öncesi Yüzey Temizleme İşlemleri:

Kaplama yapılacak metal; elektroliz işleminden önce yüzey temizleme işlemlerine tabi tutulur. Kaplamanın kalitesi ve ömrünü uzatmak için yapılır.

Metal yüzeylerdeki oksitler, yabancı maddeler, pas, leke, organik maddeler, yağlar ve pislikler bu işlemler ile uzaklaştırılır. Yüzey temizliği iyi yapılmaz ise; istenilen kalitede bir kaplama elde edilemez. Bu da zaman, malzeme, enerji ve emek kaybına neden olur. Uygulanacak işlemler; metale ve kaplanan malzemenin özelliğine göre değişir.

Metal yüzeyinde bulunan ve aşınmaya neden olan malzemeler; mekanik yöntemle veya çeşitli solventler içeren banyolar ile metal üzerinden uzaklaştırılır. Kaplayacağımız metalin; bileşimi, şekli ve büyüklüğü dikkate alınarak işlemler yapılır. Yüzey temizleme işlemleri; parça yüzeyinin düzeltilmesi, temizlenmesi, yağın giderilmesi, oksit tabakasının giderilmesi, yüzey aktivasyonu, kumlama vb. işlemleri içerir.

Mekanik Temizleme: Kaplama işlemi yapılacak metal yüzeyinde önceki işlemlerden kalan metal çapağı, kaynak izleri vb. yabancı maddeler bulunabilir. Bu durumda solventle temizlemeden önce mekanik temizleme işlemi yapılır. Bu yabancı maddeler; otomatik ya da manuel olarak taşlama ya da polisaj yapılarak yüzeyden uzaklaştırılır. Mekanik temizleme işlemi sırasında da metal yüzeyine pislik ve cüruf yapışma ihtimali olup son işlem olarak solventle temizleme yapılırsa bu yabancı maddeler metalden uzaklaştırılır.

Sıcak (Alkali) Yağ Alma: Kaplama yapılacak parçalar; genelde ara eleman olarak kullanılıp kaplama işlemine gelmeden önce pek çok fiziksel işlemde geçerler. İşlemlerin kolay yapılabilmesi için parçalar yağlanır. Ayrıca tedarikçiler tarafından da paslanmayı önlemek için yağlama işlemi yapılır.

Alkali kimyasallar, sıcak ortamda kullanılarak yağ alma işlemi yapılır. Daldırma, püskürtme ve ultrasonik olmak üzere üç yöntem uygulanabilir:

- **Daldırma yöntemi,** 50-95°C aralığında yapılır. Sıcaklık çok önemli bir parametre olup düşük sıcaklıkta istenilen temizlik sağlanamaz. Banyonun kimyasal

konsantrasyonu belli aralıklarla ölçülmeli ve sabit bir alkalitede kalması sağlanmalıdır.

- **Püskürtme yönteminde** işlem, 50-65°C aralığında yapılır. Daldırma yönteminden farklı olarak 1,4-2 atm basınç altında temizleme yapılır. Temizlik süresi daldırma yöntemine göre daha düşüktür.
- **Ultrasonik yöntemde**, orta alkali düzeyde yağ alma kimyasalları kullanılır. Ses titreşimleri sayesinde metal temizliği oldukça etkili yapılır.
Alkali yağ alma işleminde; süre, sıcaklık, toplam alkalite ve banyo konsantrasyonu, işletme suyunun sertlik derecesi önemli parametrelerdir. Banyonun kimyasal konsantrasyonu belli aralıklarla ölçülmeli ve sabit bir alkalitede kalması sağlanmalıdır. APTR' de ultrasonik yıkama sadece kalıplara yapılmaktadır.

Asidik Yağ Alma: Dış etkenlerden ve korozyondan korunma amaçlı yağlama işlemine tabi tutulan metaller; farklı ortam koşulları yüzünden paslanabilir ve üzerinde tufal denen bir oksit tabakası oluşabilir. Asidik yağ alma işlemi; yağ ile birlikte pas temizliği de gerektiren parçalar için uygulanan bir yöntemdir. Pas ve tufal temizliği; asidik kimyasallar ile yapılabilir. Alüminyum, demir, çelik ve zamak (çinko alaşım) parçalar için kullanılabilir. İşlem ısıtma işlemi olmadan yapılabilir. Ancak sıcak çalışılırsa yağ ve pas giderme daha etkili gerçekleşir.

Bu tür metallerin yüzey temizleme işlem banyolarında; metal üzerindeki temizlenen pas ve ayrıca aşınan demir nedeniyle yoğun bir demir kirliliği oluşur. Yüzey temizleme işleminde; kaplama yapılacak yüzeyin aşınmasına engel olmak ve sadece metal üzerindeki pası ve cürufu sökmek için asitle beraber uygun bir inhibitör kullanılır.

Yüzey temizliği yapılacak metale göre kullanılacak solvent değişir. Örneğin demir için hidroklorik asit, alüminyum için nitrik asitli çözelti kullanılır.

Asidik yağ alma işleminde banyo konsantrasyonu ve süre önemlidir. Konsantrasyonun düşmesi durumunda yağ alma hızı düşer. Mutlaka eklenti yapılmalıdır.

Elektrikli Yağ Alma: Sıkça kullanılan bir yöntemdir. Sıcak yağ alma işleminde; metal yüzeyinde bulunan yağ vb. istenmeyen kirler uzaklaştırılmakta ama yüzeydeki mikro çukurcuklar tam olarak temizlenememektedir. Bu yöntem sayesinde bu kısımlar da tam olarak temizlenmektedir.

Genellikle demir ya da çelik bir tank kullanılır. Tankın kendisi anot ya da katot olarak davranır. Bu proseste kullanılan banyo alkali bir çözeltidir. Temizlenecek kısım anot ya da katot olarak kullanılır ve çözeltiden elektrik akımı geçirilir. Banyo herhangi bir yöntemle ısıtılır.

İşlem; katodik ve anodik olmak üzere iki şekilde yapılabilir:

- ✓ **Katodik Temizleme:** Temizlenecek malzeme banyoya katot olarak yerleştirilir. Bu temizleme işleminde su elektroliz olarak, katot üzerinde hidrojen gazı açığa çıkarır. Bu gaz yukarı doğru yükselirken metal yüzeyini temas ederek yüzey üzerinde olan yağı da yukarı taşır. Temizleme banyosunda bulunan az miktarda kimyasal da yukarı çıkan yağı çözer. Katot olarak kullanılan metalin yüzeyinde kimyasal aşınma olur. Bu yöntemde, çözelti temiz tutulmalıdır. Aksi takdirde oluşan metal kirlilik, tekrar metal yüzeyine yapışarak yapılacak kaplamanın kalitesini düşürebilir.
- ✓ **Anodik Temizleme:** Temizlenecek parça, banyoya anot olarak yerleştirilir. Bu temizleme işleminde az miktarda oksijen açığa çıkar. Anota bağlı parça üzerindeki istenmeyen parçalar anottan ayrılarak katoda yapışır. Temizlenecek parça üzerinde film tabakası varsa, bu tabaka bu işlem sayesinde uzaklaştırılır. Bu yöntem pirinç gibi hassas metaller ve nikel gibi çabuk pasive olan metaller için uygun değildir.

Her iki temizleme yönteminde de doğru ve dağılımı düzgün olan bir akım yoğunluğu olmalıdır. Eğer metal üzerindeki bazı noktalar yeterli akım çekemezse yeterli ve homojen bir temizlik yapılamaz ve bu nedenle kaliteli bir kaplama elde edilemez. Çözelti içinde eşit sıcaklık dağılımının olması da önemlidir. Bunun için kontrol cihazı kullanılması iyi olur.

Bu alkali işlemten sonra metal parça yıkanarak asit banyosuna daldırılır. Bu işlem; alkali işlem ile ortaya çıkan oksit tabakasını giderir ve kaplama işlemi öncesi temiz bir yüzeyin ortaya çıkmasını sağlar.

Durulamalar: Kaplama yapılacak metal parçalarda yapılan yüzey temizleme işlemi tek banyoda bir sefer yapılabileceğı gibi duruma göre birden fazla banyoda da yapılabilmektedir. Birden fazla banyoda temizlik yapılacaksa; her banyodan sonra mutlaka iyi bir durulama işlemi yapılmalıdır. Böylelikle banyolar arasında kimyasal ve pislik taşınması engellenmiş olur. En etkin durulama akarsu ile yapılır. Temizleme banyolarının arasına bir durulama banyosu da konulabilir.

Kumlama: Paslanmaz metalin (elik, demir vb.) yüzeyindeki kir, pas, yağ ve korozyonu gidererek yüzeyin tekrar boyanması işlemidir. Kumlama paslanmaz eliğın ömrünün uzamasını sağlar. Kumlama işleminde özel olarak üretilmiş olan grit gibi aşındırıcı maddeler kullanılır. Kumlama, yüzeydeki mikro partikülleri temizlediğı için elik ve metalin gerçek yapısını ortaya çıkartmaktadır. Kumlama işleminde, kum yüksek basınç ile metal yüzeye çarptırılır. Kumlama makinelerinde aşındırıcı olarak metal, cam ya da mineral esaslı malzemeler kullanılmaktadır.

3.2.2. Elektroliz Yöntemi ile Metal Yüzey Kaplama eşitleri:

Metal ve metal alaşım yüzeylerini korozyona dayanıklı hale getirmek için en çok kullanılan yöntemlerden biri; kimyasal aktifliğı kendisinden daha düşük olan başka bir metalle yüzeyi kaplamaktır. Böylece kaplama yapılan metal (genellikle demir), dış etkilerden korunur. Bakır, kalay, nikel, krom, çinko, gümüş, altın, pirinç gibi metaller bu amaçla kullanılan metallerden bazılarıdır.

Bu tezde çalışma yapılan APTR' de uygulanan yüzey kaplama yöntemleri;

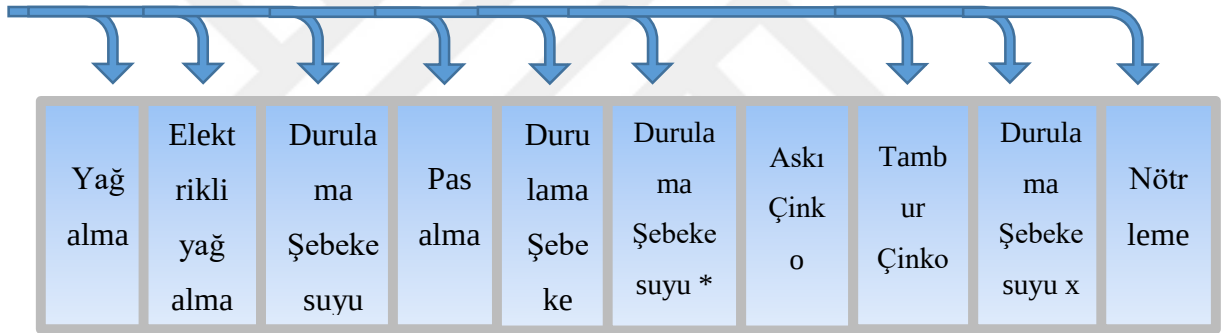
- **Çinko Kaplama:** Metalik parçaların aşınma direncini arttırmak için koruyucu bir tabaka oluşturan çinko ile kaplama işlemidir. İki yöntemle çinko kaplama yapılır. Bunlar;

1. Elektroliz yöntem: Ergimiş çinko tuzları ile yapılan kaplama işlemidir.
2. Ergimiş çinkoya metalin daldırılması ile yapılan kaplamadır. Bu yöntemde önce parça temizlenir sonra ergimiş (sıvı) çinko içerisine daldırılır.

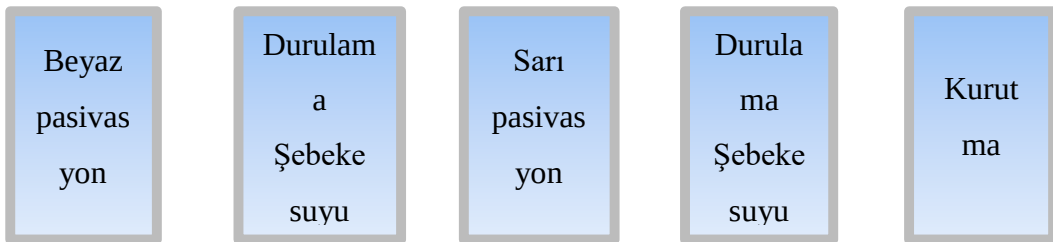
Elektroliz yöntemiyle çinko kaplama asidik elektrolitler, alkali (siyanür içeren) elektrolitler ve Siyanür içermeyen alkali elektrolitler olmak üzere üç yöntemle yapılır.

Anota çinko (Zn), katoda ise kaplama yapılacak malzeme bağlanır. Yüksek akım, düşük gerilim üretici ve güç çevirici (redresör) ile elektrik verilerek anottan elektron koparılıp katoda yapışması sağlanır. Sonrasında pasivasyon yapılarak kaplamanın kalıcı olması sağlanır.

Askıya Alma: Kumlama sonrası yüzey kaplama işlemi uygulanacak ürünler askıya alınır.



Nötrlemeden sonra; beyaz veya sarı pasivasyona girer. Durulanır ve kurutmaya bırakılır.

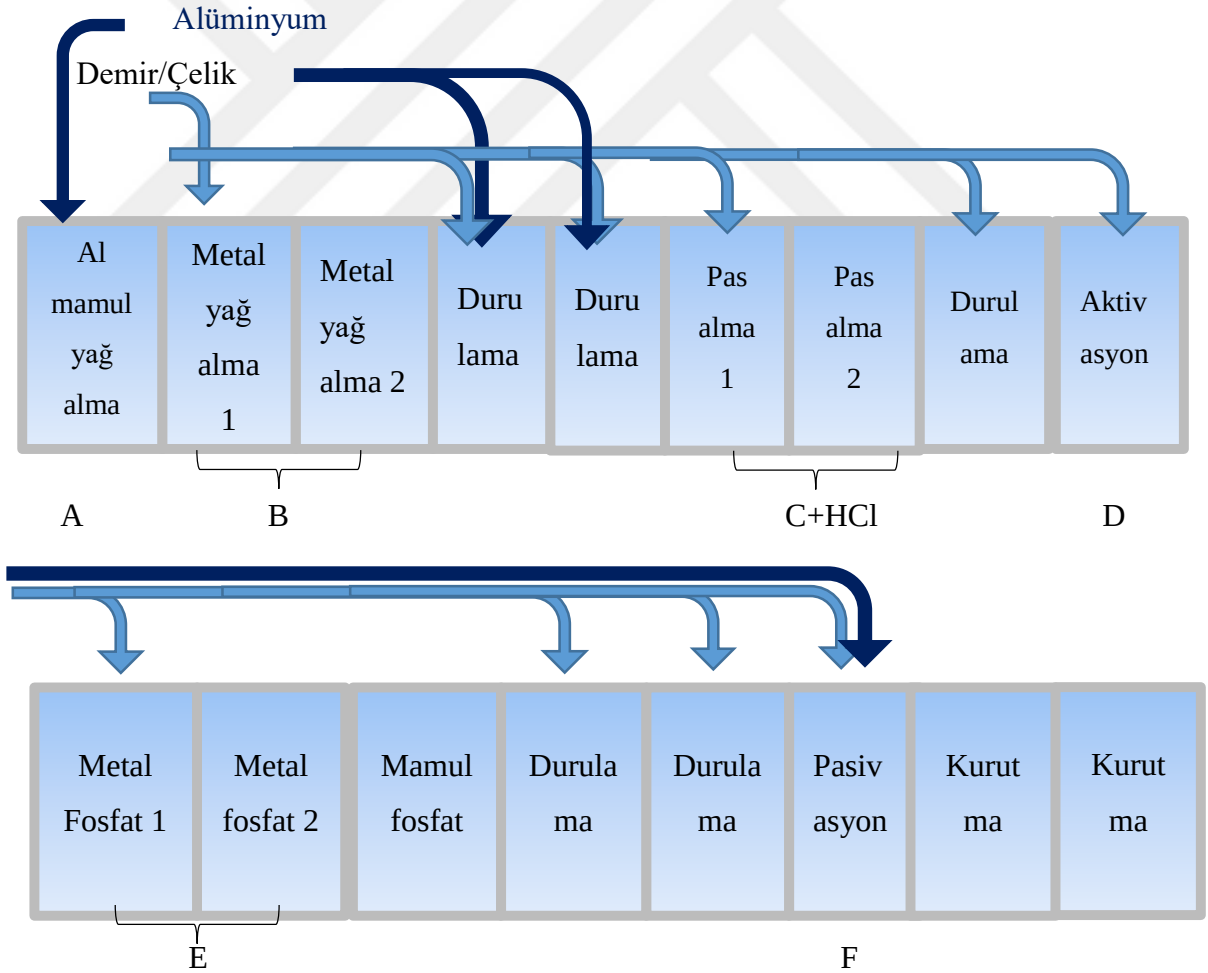


Şekil 3.3: APTR çinko yüzey kaplama iş akış şeması

Yapılan kontroller;

- ✓ Sepeti menevişle periyodik olarak kontrol et ya da nikelli sepet kullan. Geçen amperin 4’de biri kadar çinko yüzey alanı olmalı.
- ✓ Yağ alma işlemi ve elektrikli yağ alma işleminden sonra toplam alkalite, sıcaklık ve yağ kontrolü
- ✓ 2. Durulama basamağında %50 hidroklorik asit ilave edilerek toplam asit kontrolü
- ✓ Askı ve tambur çinko basamaklarında çinko ve kostik analizi
- ✓ Nötrleme nitrik asitle yapıldıktan sonra pH kontrolü

➤ **Fosfat ve Alüminyum Kaplama:** Sa Çelik üzerinde korozyonu engellemek için boya öncesi yapılan kaplama işlemidir. Ayrıca yüzeyde oluşturulan 1-1,5 mikron arasındaki fosfat tabakası boyanın yüzeye daha iyi tutunmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.4: APTR fosfat yüzey kaplama iş akış şeması

Kullanılan kimyasallar;

A: Galvaclean X, demir alaşımları ve metal parçaları ile yağ kalıntılarının uzaklaştırılması için kullanılır.

B: Ridoline A, yüzey işlem öncesi demir ve çelik malzemelerin yüzeylerini daldırma yöntemi ile temizleyen ürün

C: Chemapix, asit tampon

D: Fixodine C, kaplama işlemi öncesi daldırma sistemlerinde kullanılan homojen ve ince kristal oluşturan aktivasyon ürünü

E: Granodine C, daldırma yöntemiyle uygulanan, kendinden hızlandırıcı, demir yüzeylerde korozyon direncini arttıran, boya tutunma kabiliyetini arttıran, ince kristalli çinko fosfat oluşturan bir üründür

F: Deoxylte NC, pasivasyon sıvısı

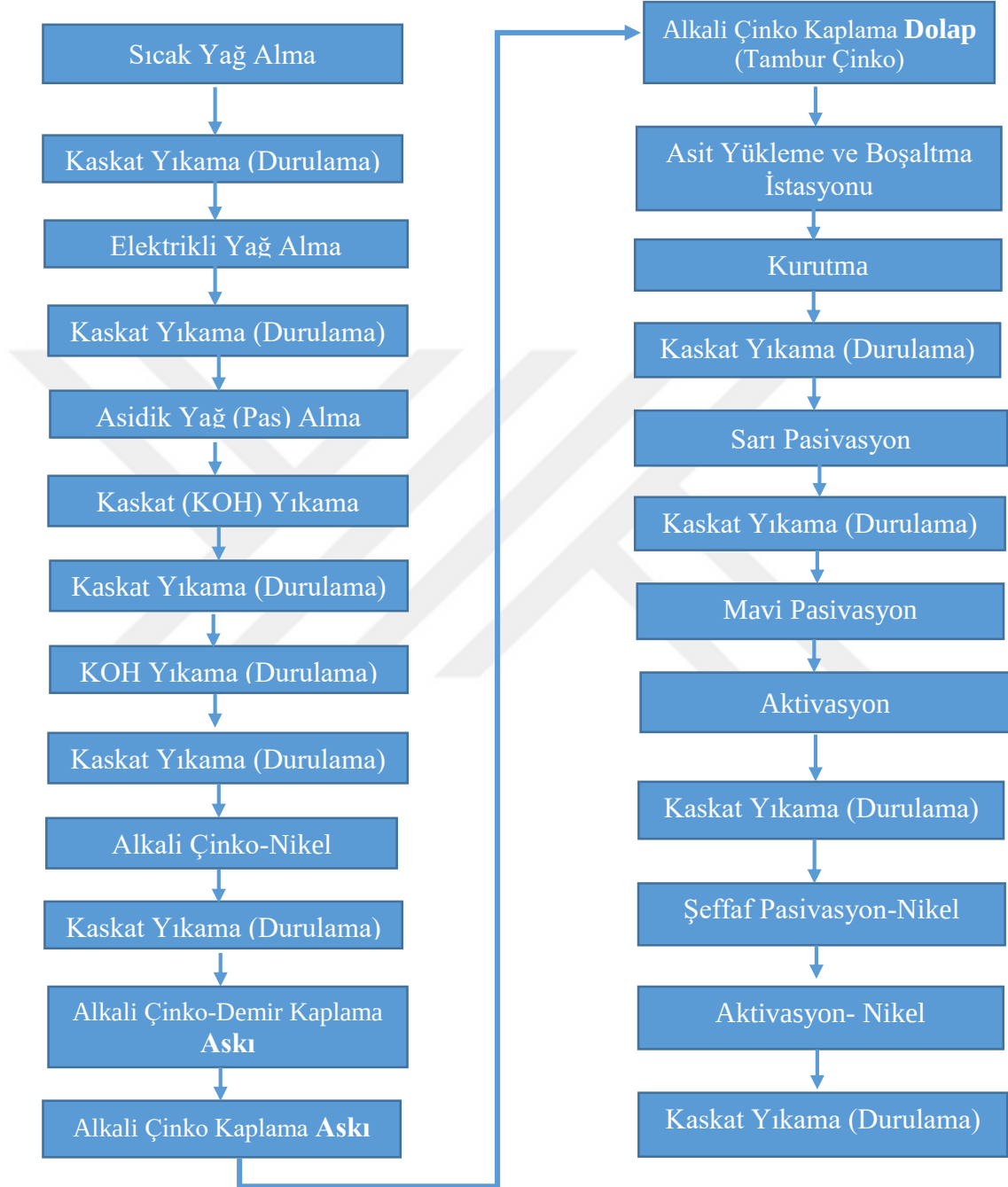
Şekil 3.5.' de gösterilen Elektroliz Kaplama Yöntemi işlem basamakları:

1. Asidik yağ alma: Normal sıcaklık veya 52 ± 2 °C'de 20 dak. sürekli filtrasyon
2. Su ile yıkama, durulama: Kaskatlı, devamlı akan su ile
3. Sıcak alkali yağ alma: 60 ± 5 °C, pH:10-11'de 5-15 dakika
4. Su ile yıkama: Kaskatlı, devamlı akan su ile
5. Elektrolitik yağ alma: Normal sıcaklıkta, pH: 10-11 arasında 1-2 dakika
6. Su ile yıkama, durulama: Kaskatlı, devamlı akan su ile
7. Nötrleme: %10 HCl veya HNO₃ ile normal sıcaklıkta 2-3 dakika
8. Su ile yıkama, durulama: Normal sıcaklıkta, Kaskatlı, devamlı akan su ile
9. Elektrolitik çinko kaplama
10. Bu basamaklarda firmaya özgü reçete uygulanır
11. 95°C' de deiyonize suda 10-15 dak. arası
12. Kurutma

Yapılan kontroller;

- ✓ Yağ alma işlemi ve elektrikli yağ alma işleminden sonra toplam alkalite, sıcaklık ve yağ kontrolü
- ✓ Pas alma basamağında toplam asit kontrolü

- ✓ Aktivasyon basamağında sıcaklık ve pH kontrolü
- ✓ Metal fosfat ve mamul fosfat basamaklarında toplam asit ve sıcaklık kontrolü yapılır.



Şekil 3.5: Elektroliz Kaplama Yöntemi Akış Şeması

4. BULGULAR

4.1.Elektroliz Kaplamada Karşılaşılan İSG Riskleri:

Sosyal Güvenlik Kurumu İş kazaları ve meslek hastalıkları 2021 yılı verilerine göre; galvaniz kaplama işletmelerini de kapsayan metal ürünlerinin üretiminde ve işlenmesinde makine ve teçhizat kaynaklı iş kazalar hariç 13 adet iş kazası ve 0 adet meslek hastalığı tespit edilmiştir.

Resmi Gazetede yayımlanan 28602 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu alt yönetmeliklerinden İş Yeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğe göre işyerlerinin faaliyet alanlarını gösteren NACE kodu tablosunda elektroliz kaplama 25.61.01 kodu ile; “Metallerin ısıtma işlem ve anotlama, sertleştirme, vernikleme vb. yüzey işlemleri, elektroliz, çinko ile galvanizleme veya kimyasal işlemler ile metalik kaplama (kalay ve nikel kaplama hariç) ve plastik teflon vb. metal dışı malzemelerle kaplama faaliyeti” adı altında çok tehlikeli sınıfta yer alır. Bu gibi iş yerlerinde karşılaşılan tehlikeler;

1. Mekanik Tehlikeler:

- ✓ En önemli risk; açık işlem havuzlarında risk oluşturabilecek yerlerde gerekli güvenlik işaretlemelerinin olmaması ve havuzların güvenlik donanımları ile emniyetli hale getirilmemesi durumunda çalışanın işlem havuzuna düşmesidir.
- ✓ Kaplama işlemleri için kullanılacak malzemelerin uygun şekilde depolanmaması sonucunda malzemenin kayması ve düşme riski,
- ✓ Üretim alanları ve ürünlerin sevk edildiği yollarda; herhangi bir ürün, parça veya kablo bulunması durumunda çalışanların takılıp düşme olasılığı,
- ✓ Kullanılan kimyasalların dökülmesi ile oluşan kaygan zeminlerde düşme ihtimali,
- ✓ Çalışma platformlarının da uygun korkuluk bulunması durumunda çalışanların yüksekten düşme ve kaza riski,

- ✓ Hareket eden kaldırma ve iş makinelerinin ehliyeti olmayan çalışanlar tarafından kullanılması ve bu araçların periyodik bakım ve kontrollerinin belli aralıklarla yapılmaması sonucunda kaza riski,
- ✓ Ürünleri kurutmak için kullanılan santrifüjün periyodik olarak kontrol edilmemesi ve hareketli olan kısmının uygun kurulmaması snedeniyle dönen silindirik kabın tehlike oluşturma olasılığı,
- ✓ Santrifüj işleme sırasında keskin kenarlı ve sivri parçalar kurutulması durumunda bu malzemelerin savrulması karşılaşılabilecek tehlikelerdir.

2. Fiziksel Tehlikeler:

- ✓ Elektroliz kaplama iş yerlerinde en önemli fiziksel tehlike, gürültüdür. Gürültü; çalışanları rahatsız edecek yüksek düzeyde ve işitme için zararlı olabilecek ses olarak tanımlanır. TS 2607 ISO 1999 standardına göre kabul edilebilir minimum gürültü maruziyet değeri 80 desibel ($L_{EX,8\text{saat}}$), en yüksek gürültü maruziyet değeri 85 desibel ($L_{EX,8\text{saat}}$), maruziyet sınır değeri ise 87 desibel ($L_{EX,8\text{saat}}$) dir. Ürünlerin metal kasalara konulması ve silindir şeklindeki kapların boşaltılması sırasında, çok yüksek bir gürültü meydana gelmektedir. Bu durum işitme kaybına neden olmaktadır. Ayrıca çalışanlar arasındaki iletişime engel olduğu için bir süre sonra sinirlilik ve yorgunluğu arttırıp, dikkat eksikliğine neden olduğu için iş kazası riski artmaktadır.
- ✓ Yetersiz aydınlatmada fiziksel tehlikelerden biridir. Standartlara uygun yapılan aydınlatma; iş verimini arttırır buna bağlı olarak da iş kazaların önlenmesinde önemli ölçüde etkilidir. Doğal ışık ve yapay aydınlatma kaynakları aydınlatmanın yeterli ve uygun olabilmesi için birlikte kullanılmalıdır.

TS EN 12464-1 no.lu standartta “**Çalışma yerlerinin aydınlatılması ve Kapalı çalışma alanlarında**” gerekli aydınlatma değerleri belirtilmiştir.

3. Kimyasal Tehlikeler:

- ✓ Çalışanlar genel olarak galvaniz kaplama iş yerlerinde; metalin ısınması sonucu buhar ve dumana, elektrolitiz çözeltisi, çözücü, ağır metal, kuvvetli asit ve baz gibi tehlikeli kimyasalları solumak veya temas etmek zorunda kalmaktadırlar.
- ✓ Kimyasalların depolanması sırasında; birbirleri ile reaksiyona girebilecek kimyasalların veya malzemelerin aynı yerde depolanması, kimyasal kaplarının kapaklarının açık olması sebebiyle çalışanların kimyasal buharına maruz kalma riski vardır.
- ✓ Çalışanlar kaplama işleminin yapılacağı havuzların hazırlanması sırasında asit buharına, malzemelerin havuza daldırılıp çıkarılması sırasında kimyasal dumanına ve buhara maruz kalmaktadırlar.
- ✓ Sıvı olan kimyasallar ile işlem yapılırken, uygun araç ve koruyucu eldiven kullanılmaması durumunda deri yoluyla kimyasal maruziyet riski vardır.
- ✓ Kaplama işlemi yapıldıktan sonra atık su arıtma ve temizleme işlemi sırasında açığa çıkan gaz ve aerosoller önemli bir kimyasal tehlikedir.
- ✓ Kimyasal dökülmesi sonucu kimyasallar temizlenirken; elektroliz kaplamada kullanılan asit çözeltilerinden asit buharı tehlikesi mevcuttur.
- ✓ Kaplama işlemi esnasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan hidrojen boğucu özelliğe sahiptir. Bu yüzden havadaki hidrojen oranı periyodik olarak cihazlar ile kontrol edilmeli ve yeterince havalandırma yapılmalıdır.
- ✓ Kimyasal malzeme güvenlik ve bilgi formları işletmede güncel olarak bulundurulmalı ve bu formlardan kimyasallar ile ilgili tehlikeler, nasıl kullanılması gerektiği, depolama koşulları, nasıl imha edileceği, kullanılması gereken kişisel koruyucu ekipmanlar ile ilgili bilgiler elde edilmelidir.

4. Elektrik Kaynaklı Tehlikeler:

- ✓ Hasar görmüş kablo, kırılmış soket, kaçak akım ve yangın rölesinin olmaması, kaplama makinesi parçalarının aşınması ve elektrikli cihazların kullanıldığı pirzlerde topraklamanın olmaması önemli tehlikelerdir.
- ✓ Ayrıca elektrikli ekipmanların ve kabloların nemli, ıslak olmamasına dikkat edilmeli

- ✓ Elektrik panoları ancak yetkili kişiler tarafından kullanılmalı ve panonun önünde yalıtım paspası bulunmalıdır
- ✓ Yeterli sayıda soket çıkışı olmalı ve adaptör kullanılarak soket çıkışlarına fazla yüklenme önlenmelidir.

5. Yangın ve Patlama Tehlikesi:

- ✓ Kullanılan kimyasal maddelerin depolanması sırasında; yanıcı ve parlayıcı maddelerin aynı yerde depolanması ve tehlikelere karşı uyarıcı işaretlemelerin olmaması,
- ✓ Kullanılan tüplerin emniyetsiz olarak depolanması ve kullanılması,
- ✓ Kaplamada kullanılan kimyasallar genelde yanıcı özellikte olup bunların elektrikli ekipmanlarla kullanılması esnasında,
- ✓ Kaplama sırasında çıkan hidrojen gazının tahliye edilememesi gibi nedenlerde yangın ve patlama riski bulunmaktadır.

6. Ergonomik Tehlikeler:

- ✓ Sürekli aynı pozisyonda çalışma, tekrarlayan hareketlerin sürekli yapılması ve ağır yüklerin kaldırılması; kas ve iskelet sisteminde rahatsızlıklara neden olabilmektedir.
- ✓ Küçük işletmelerde çalışma alanlarının yeterli büyüklükte olmaması çalışanların sağlığını olumsuz etkilemektedir.
- ✓ Malzemelerin kaplara aktarılması işleminin elle kaldırılarak yapılması,
- ✓ Çalışanın kaldırabileceğinden ağır yükleri kaldırması ve taşıması,
- ✓ Sürekli eğilerek ya da dönerek yapılan çalışmalar ergonomik risk faktörleridir.

7. Genel Tehlikeler:

İş yeri ortamından, yerleşim planından, düzen ve temizliğinden kaynaklanabilecek tehlikeleri içermektedir.

4.2. Elektroliz Kaplama Yapan İşyerlerinde Kimyasal Maruziyetin İncelenmesi

APTR’de yapılan, ortamda kimyasal madde, VOC (uçucu organik bileşik) maruziyeti, aydınlatma, termal konfor, toz maruziyeti ve kişisel gürültü maruziyeti ölçümleri “İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik” de belirtildiği şekilde yaptırılmıştır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nu madde 10’da “İşveren çalışma ortamında, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanabilmesi için gereken kontrolleri, ölçümleri, inceleme ve çalışmaların yapılmasını ve bu ortamda çalışanların maruz kaldığı risklerin araştırılmasını sağlar” denilmektedir.

Çizelge 4.1: Ortam ölçüm parametrelerine ait metot ve standartlar

Ölçüm Parametresi	Ölçüm Metodu	Kullanılan Cihazlar	Kullanılan standartlar
Aydınlatma	Silikon Diyot Sensör ile Işık Şiddeti Tayini	Testo 540 Işık Şiddeti Ölçer	COSHR/928-1-IPG-039
Termal Konfor Ölçümü	Termal Konfor Ölçümü	QuestTemp 36 Termal Konfor Cihazı Delta Ohm HD32.3A	TSE EN ISO 7243 TSE EN ISO 7730
Toz Maruziyeti	Havada süspansiyon durumunda bulunan madde (toz) miktarının tayini gravimetrik Metot	Gilian Gil Air Plus Örneklem pompası Buck Libra Plus Örneklem pompası	HSE / MDHS14/3
VOC Maruziyeti	VOC maruziyeti	Gilian Gil Air Plus Örneklem pompası Buck Libra Plus Örneklem pompası	TS ISO 16200-1
Kişisel Gürültü Maruziyeti	Kişisel Gürültü Maruziyeti	Svantek SV104 gürültü dozimetresi Cesva DC112-D Gürültü dozimetresi	TS EN ISO 9612
Ortamda Kimyasal Madde	Renk karşılaştırma metodu ile gaz ve buhar konsantrasyonu	RAE anlık gaz ölçüm pompası	ASTM4490-96 (2011)

Çizelge 4.2. Ortam ölçümlerinde kullanılan cihazlar ve özellikleri

Ölçüm parametresi	Kullanılan cihazlar	Teknik özellikleri
Toz maruziyeti	Gillian GilAir Plus	Çalışma sıcaklığı aralığı: 0°C-45°C Saklama Sıcaklık Aralığı: -20°C-45°C Çalışma nem aralığı: 5-95 %RH Saklama Nem aralığı: 5-98%RH Akış aralığı: 20-5000 cc/min
VOC maruziyeti	Buck Libra Plus	Akış hatası: Eğer akış hızı 30 saniye boyunca ayarlanmış değerinden $\pm 5\%$ 'ten daha fazla değişirse pompa otomatik olarak durur. Pompa otomatik olarak 3 dakika sonra açılır ve tekrar ölçüm yapmaya başlar. Aynı durumla tekrar karşılaşılmaması durumunda 10 defa bu işlemi tekrarlar.
Aydınlatma	Testo 540	Sıcaklık çalışma aralığı: 0-40°C em çalışma aralığı:0-80%RH Max.Ölçüm Aralığı:400000 Lux Max.Çözünürlük:0,1 Lux/0,01 Fc Ölçüm süresi: 1,5 kez/Saniye Doğruluk: $\pm 5\% \pm d$ (<10,000Lux)
Termal konfor	Quest Temp 36	Sıcaklık çalışma aralığı: -5-100°C / Doğruluk: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ Nem çalışma aralığı: 20-95%RH / Doğruluk: $\pm 5\%$ Hız çalışma aralığı:0-20 m/s / Doğruluk: $\pm 5\%$
	Delta Ohm HD 32.3A	Sıcaklık çalışma aralığı -5...50°C; Saklama sıcaklık aralığı -25...65°C; Çalışma bağıl nem 0...90%RH ; Kayıt seçme aralıkları 15,30 saniye, 1,2,5 10,15,20,30 dakika ve 1 saat Bataries 4 batteries 1.5V type/ AAbatarya

Çizelge 4.2. Ortam ölçümlerinde kullanılan cihazlar ve özellikleri (devamı)

Ölçüm parametresi	Kullanılan cihazlar	Teknik özellikleri
Kişisel gürültü maruziyeti	Svantek SV 104 Cesva DC112-D	Mikrofon: MEMS tipi, Sınıf 2 Mikrofon: SV27, ½ çap Görüntü: OLED renkli ekran. Hafıza:8GB, USB 2.0 yüksek hızlı arayüz Dedektör: A, C, Z filtreleri ile ölçümler için yavaş, hızlı ve darbeli dedektörler Frekans aralığı: 20Hz-10kHz Ses seviyesi ölçme aralığı: 60dBA-140,1 dBA Değişim oranı: 2,3,4,5,6 dB seçilebilir. Ölçüm sonuçları: Run Time, Lpeak, Lmaks, Lmin, Lp, DOZ (%), D_8h, PrDOSE, Lav, Leq, LAV, LE, SEL8, E, E_8h, LEPd, PSEL, Ltm3, Istat, PTC, PTP, ULT, TWA, PrTWA, Lc-a, 0,1 sn ile 1 saat arasında değişen Leq/Lav/Lmaks/Lmin/ Lpeak Zaman-tarih veri kaydı ve istatistiksel düzeyleri aralıklarla özet sonuçları.
Ortamda Kimyasal Madde	RAE Anlık Gaz Ölçüm Pompası	Hava emişi 50 ml veya 100 ml arasına ayarlanabilir piston kolu ile ayarlanabilir. Tüpüm ucunu kırmak için kırıcı ve parçalar için hazne Hava akış göstergesi Farklı çaplardaki tüplerin kullanımına uygun kauçuk tüp haznesi Kapalı ortamlarda ölçüm için 5 ve 11 metrelik örnekleme hortumları

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde, “Tozla Mücadele Yönetmeliği” dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu yönetmeliğin EK-1’e göre inert ve istenmeyen toz için solunabilir kısım 5 mg/m³ olmalıdır.

Çizelge 4.3. Toz maruziyeti ölçüm sonuçları

Ölçüm No:	1	Ölçüm tarihi	07.07.2022
Numune alınan bölüm	Kumlama	Çalışılan bölüm	Kumlama
Çalışanın adı	A	Ünvanı	Operatör
Mesai saatleri	08:00-16:00	Maruz. Kaynakları	Kumlama
Mola süreleri (dk)	60	İşin süresi	540
Sıcaklık (°C)	23,6	KKD kullanımı	-
Nem (%)	39,4	Basınç (hPa)	1001,1
Ölçüm Baş/Bitiş Saati	09:32-11:32	Akış hızı (ml/dk)	1700
Hacim (lt)	204	Filtre kodu	S259-I-37-001
Ölçüm stratejisi	Solunabilir Toz Maruziyeti	Ölçüm türü	Solunabilir Toz Maruziyeti
Parametre	Ölçüm Değer (mg/m ³)		TMY Sınır Değeri
İnert ve istenmeyen toz			(mg/m ³)
Solunabilir toz	3,44		5

Çizelge 4.4: Ortam toz maruziyet ölçüm sonuçları

Kişi	Bölüm	Yapılan iş	Sonuç (mg/m ³)	Sınır Değeri
A	Yüzey işlem	Kumlama	3,44	5 (mg/m ³)
B	Boyahane	Boyama	2,66	
C	Hamurhane	Hamur ön şekillendirme	2,54	
D	Boyahane	Manuel boyama	2,78	
E	Sızdırmazlık	Soğuk çapak alma	2,66	

Çizelge 4.5: Termal konfor ölçüm sonuçları

Kişi	Yapılan İş	WGBT (°C)	WGBT Ref. Değeri (°C)	PMV	PPD (%)
A	Kumlama	-	28	2	67,74
B	Çinko kaplama	29,8		>2	-
C	Otomatik boya makinesi	-		2	68,85
D	Pres	25,66		>2	-
E	Enjeksiyon pres	31,9		>2	-
F	Antivibrasyon	30,8		>2	-
G	Hamurhane	24,85		>2	-
H	Sız Enjeksiyon Pres	30,40		>2	-
I	Arge Kalıphane	30,1		>2	-
J	Dış boyahane	-		2	75,83
K	Ayıklama	-		2	73,32
L	Soğuk çapak alma	-		2	75,49

PMV: Belirlenen ortalama konfor şartı

PPD: Tahmini memnuniyetsizlik yüzdesi

PMV değeri 2'den büyük olmadığı durumlar WGBT hesabı yapılamaz. 2'den büyük olduğu durumlar WGBT değerine göre değerlendirme yapılamaz.

WGBT: ısı baskı indeksinin referans değeri

Çizelge 4.6: Yedi noktalı termal duyum ölçeği (TS EN ISO 7730)

PMW	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
Açıklama	Sıcak	Ilık	Biraz ılık	Doğal	Biraz Serin	Serin	Soğuk

Çizelge 4.7: 8 Saatlik kişisel gürültü maruziyeti

Bölüm/Yapılan iş	Leq, A (dB)
Soğuk çapak alma	86,8
Kumlama	106,91
Çinko Kaplama	88,33
Sızdırmazlık Pres	79,66
Antivibrasyon Presler	85,31
Enjeksiyon Presler	112,36
Boyahane	90,31
Arge Kalıphane	85,99
Hamurhane	87,51
Sızdırmazlık Enjeksiyon Presler	100,07
Yüzey Kaplama	103,93
Ayıklama	79,10

Leq, A: Belli bir zaman aralığında seviyenin değişimini gösteren eşdeğer gürültü seviyesidir. Genelde A ağırlıklandırılmış ses seviyesi olarak ölçülen, gürültünün enerji açısından eşdeğeri olan sabit seviyeyi ifade eder.)

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde, “Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” esas alınmıştır. Söz konusu yönetmeliğin 5. maddesinde maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri;

- ✓ Minimum maruziyet eylem değerleri: ($L_{EX, 8\text{saat}}$) = 80 dB(A) veya (P_{tepe}) = 112 Pa [135 dB(C) re. 20 μ Pa] (20 μ Pa referans alındığında 135 dB (C) olarak hesaplanan değer).
- ✓ Maksimum maruziyet eylem değerleri: ($L_{EX, 8\text{saat}}$) = 85 dB(A) veya (P_{tepe}) = 140 Pa [137 dB(C) re. 20 μ Pa].
- ✓ Maruziyet sınır değerleri: ($L_{EX, 8\text{saat}}$) = 87 dB(A) veya (P_{tepe}) = 200 Pa [140 dB(C) re. 20 μ Pa].

- ✓ Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi, 87 dB(A) maruziyet sınır değerini aşamaz.
- ✓ Bu işlerle ilgili risklerin en aza indirilmesi için uygun tedbirler alınır.

Çizelge 4.8: Ortamda kimyasal madde ölçüm sonuçları

No	Ölçüm Noktası	Ortam koşulları			
		Rüzgâr Hızı (m/sn)	Sıcaklık (°C)	Nem %	Basınç (mBar)
		-	20,4	48,7	1011
1	Çinko kaplama	Ortamdaki kimyasal madde		Ppm/ %	
		CO		0	
		CO ₂		500,99	
		O ₂		23,05	
2	Fosfat Kaplama	CO		0	
		CO ₂		300,59	
		O ₂		22,04	
3	Alüminyum yağ alma	CO		0	
		CO ₂		500,99	
		O ₂		22,04	
4	Metal için fosfatlama havuzu	CO		0	
		CO ₂		500,99	
		O ₂		22,04	
5	Plastik yağ alma havuzu	CO		0	
		CO ₂		500,99	
		O ₂		23,05	

Çizelge 4.9: Kişisel maruziyet VOC Ölçüm sonuçları

Kişi	Bölüm	Parametre	Sonuç (mg/m ³)	Kanserojen Grubu ¹	KMSGHY Sınır Değeri ²	NIOSH Referans Değeri ³	OSHA Referans Değeri ³
A Kişi	Kaplama ve yağ alma	Kloroform	0,237	2B	10	-	240
		Karbontetraklorür	0,432	2B			62,9
		m,p-Ksilen	0,547	3	221	435	435
		Sec-Bütilbenzen	0,097	-	-	-	-
		cis-1,3-Diklorpropen	-	-			
		1,2,3-Triklorbenzen	-	-			
B Kişi	Kumlama	Kloroform	0,245	2B	10	-	240
		Karbontetraklorür	0,298	2B			62,9
		m,p-Ksilen	0,804	3	221	435	435
		Sec-Bütilbenzen	0,350	-	-	-	-
		cis-1,3-Diklorpropen	0,455	-	-	5	-
		1,2,3-Triklorbenzen	0,151	-	-	-	-

¹: IARC (International Agency for Research on Cancer)' da yer alan kanserojen grubudur.

²: Maruziyet ölçümleri için belirlenen sınır değerlerdir. (TWA)

³: Maruziyet ölçümleri için belirlenen referans değerlerdir. (TWA)

Çizelge 4.10: VOC ortam ölçüm sonuçları

Bölüm	Parametre	Ölçülen değer (mg/m ³)	TWA (8 saat)		STEEL (15 dak)	
			mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
ÇİNKO KAPLAMA	Metilen klorür***	T.E.	-	25	-	125
	Benzen***	T.E.	3,25	1	-	-
	Toluen*	<0,377	192	50	384	100
	Tetrakloroeten**	<0,117	170	25	-	-
	1,2,3-trikloropropan**	T.E.	60	10	-	-
	İzopropilbenzen*	T.E.	100	20	250	50
	n-propilbenzen	T.E.	-	-	-	-
	1,3,5-trimetilbenzen*	<0,012	100	20	-	-
	1,4-diklorobenzen*	T.E.	122	20	306	-
	1,2-diklorobenzen*	T.E.	122	20	306	50
	p-izopropiltoluen	T.E.	-	-	-	-
BOYAHANE	Metilen klorür***	T.E.	-	25	-	125
	Benzen***	T.E.	3,25	1	-	-
	Toluen*	<0,377	192	50	384	100
	Tetrakloroeten**	<0,117	170	25	-	-
	1,2,3-trikloropropan**	T.E.	60	10	-	-
	İzopropilbenzen*	T.E.	100	20	250	50
	n-propilbenzen	T.E.	-	-	-	-
	1,3,5-trimetilbenzen*	<0,012	100	20	-	-
	1,4-diklorobenzen*	T.E.	122	20	306	-
	1,2-diklorobenzen*	T.E.	122	20	306	50
	p-izopropiltoluen	T.E.	-	-	-	-

<LOD değerinin altındadır

T.E. Tespit edilmemiştir.

- Literatürde sınır değer bulunamamıştır.

* Kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik

** NIOSH: National Institute of Occupational Safety and Health

***OSHA: Occupational Safety and Healthy Administration

****Kanserojen veya mutajen maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik.

Aynı lmler enjeksiyon pres, hamurhane, P31 kara pres, dış boya, soğuk apak alma bölümlerinde alınmış, sonuçlar aynı çıkmıştır.

Çizelge 4.11: Yüzey işlem çalışanları periyodik sağlık kontrol sonuçları

Tetkik	GZ	Akciğer Grafı	SFT	ODYO	KAN	TİT
Adı Soyadı						
A Kişisi	Normal	Normal	Orta Seviyeli Restriksiyon	Her iki kulakta orta ileri eşik düşmesi	ALT:81,7 IU/L* ÜRE:52,3 mg/dl	Lökosit nadir
B Kişisi	Ayrıntılı muayene	Normal	Normal	Normal	AST: 47,2 IU/L ALT: 80,8 IU/L	Amorf az sayıda
C Kişisi	Normal	Patolojik	Hafif Seviyeli Restriksiyon	Sağ kulakta orta ileri eşik düşmesi	Lökosit: 12 (K/mm ³)	Eritrosit ve lökosit nadir
D Kişisi	Normal	Normal	Normal	Normal	ALT:46,1 IU/L HB:17 g/dL	Normal

Çizelge 4.11: Yüzey İşlem Çalışanları Periyodik Sağlık Kontrol Sonuçları (devamı)

Tetkik	GÖZ	Akciğer Grafı	SFT	ODYO	KAN	TİT
Adı Soyadı						
E Kişisi	Ayrıntılı Muayene	Normal	Hafif Seviyeli Restriksiyon	Normal	Eritrosit:6,7 (M/mm ³)	Tortu var, amorf bol
F Kişisi	Ayrıntılı Muayene	Normal	Orta Seviyeli Restriksiyon	Normal	Normal	Lökosit esteraz 25
G Kişisi	Normal	Normal	Normal	Normal	AKŞ:109,4 μIU/ml ALT:62,4 HB:17,7 g/dL	Protein eser
H Kişisi	Normal	Normal	Hafif Seviyeli Restriksiyon	Normal	BUN:5,8 mg/dl	Blirubin +++, tortu var
I Kişisi	Normal	Normal	Hafif Seviyeli Restriksiyon	Sol kulakta orta ileri eşik düşmesi	Hemogloblin: 11,2 g/dL	Kalsiyum oksalat: 10,2
J Kişisi	Normal	Normal	Orta Seviyeli Restriksiyon	Normal	HB:8,6 g/dL Hematokrit: %29,9	Protein + Keton ++

* IU/L; International Unit (uluslararası ünite), bir maddenin miktarını standardize etmek için WHO'nun belirlediği ölçü birimidir. Bazen ağırlık, bazen hacim, bazen de biyolojik aktivite ölçü alınarak her madde için ayrı ayrı belirlenir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Tartışma

Yüzey kaplama yapan iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliği risklerinin tespiti ve risk değerlendirme yapabilmek için öncelikle ön tehlike analizi yapılmalı. Ayrıca kullanılan kimyasallar da dikkate alınarak ortam ölçümleri yaptırılmalı ve belli periyotlarda tüm çalışanlara periyodik sağlık muayenelerinde hangi testlerin yaptırılması gerektiği belirlenmelidir.

5.2 Sonuç

Çizelge 3.3: Toz maruziyeti ölçüm sonuçlarında görüldüğü gibi kumlama bölümünde çalışan A kişisinde yapılan kişisel toz maruziyet ölçüm sonucu sınır değerın altında çıktığı için bu bölümde çalışan operatörlerin toz maskesi takması zorunlu değildir. KKD matrisi de buna uygun olarak hazırlanmıştır.

Çizelge 3.4: Ortam toz maruziyet ölçüm sonuçlarında görüldüğü gibi ortam toz ölçümlerinde de bulunan değerler sınır değerın altında çıkmıştır. Bu nedenle bütün bölümlerde toz ile ilgili ilave önlem alınmasına gerek görülmemiştir.

Çizelge 3.5: Termal konfor ölçüm sonuçlarında görüldüğü gibi PMW değerinin “0” olduğu durumlar ideal olarak kabul edilmektedir. İşletmede bulunan değerler +2 ve üzeri olduğu için ısıtma ile ilgili iklimlendirme sistemleri araştırılması gerekmektedir. Ayrıca WGBT Isı baskı indeksine göre ısının çalışan üzerindeki baskı sınır değerın üzerindedir; yani yüksek ısı çalışanın üzerinde baskı oluşturabilmektedir.

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde, 28.07.2013 tarih ve 28721 sayılı Resmî Gazete ’de yürürlüğe giren “Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” özetlenecek olursa Leq, A değeri 80 dB olduğunda işveren tüm çalışanlar için kulak koruyucu bulundurmak, 85 dB ve üzerinde ise tüm çalışanların kulak koruyucu takmalarını sağlamak zorundadır.

Çizelge 3.7: 8 saatlik Kişisel Gürültü Maruziyeti APTR kişisel gürültü maruziyet ölçüm sonuçları bu değerlerin üzerinde olduğu için işletme içinde tüm çalışanların kulak koruyucu takması zorunludur.

Çizelge 3.8: Ortamda kimyasal madde ölçüm sonuçlarına göre; ortamda ki kimyasal ölçümlerinde iş yeri ortamında bulunan karbonmonoksit, karbondioksit ve oksijen yüzdeleri WHO'ya göre; oksijenin, konsantrasyonu alt limit %19,5; üst limit ise %23,5 dür.

Karbondioksit konsantrasyonu % 0,1-1000 ppm arasındadır.

Karbonmonoksit konsantrasyonu ise maksimum 10 ppm olmalıdır.

APTR' de sonuçlar limit değerlerin altında olduğu için ilave bir önlem gerekmemektedir.

Çizelge 3.9: VOC maruziyet ölçüm sonuçlarına göre değerler limit değerlerin altında bulunmuştur; bu nedenle ilave bir önlem gerekmemektedir.

Çizelge 3.10: VOC ortam ölçüm sonuçlarına göre bulunan sonuçlar limit değerlerin altında bulunmuştur; bu nedenle ilave bir önlem gerekmemektedir.

Çizelge 3.11: Tüm mavi yaka çalışanlara yılda bir kez yaptırılan periyodik sağlık kontrollerinde (Akciğer grafisi, SFT, Odyo, Toplam idrar tahlili, tam kan sayımı) sonuçlar da uygun olmayanlar, limit değerlerin altında veya üstünde bulunduğu iş yeri hekimi çalışanı ilgili uzmana yönlendirerek çalışabilir raporu talep etmektedir; çalışabilir raporu alamayanlar yani sağlığı çalıştığı ortam için uygun değilse farklı bölümde çalıştırılmasını talep etmektedir.

Çizelge 3.10. ortam havasında yapılan ölçümler sonuçların altında görülmektedir. Bu sonuçlara bağlı olarak havalandırma sisteminin yeterli olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.11.'e göre akciğer grafisi ve SFT sonuçlarına göre ortam havası solunum ile ilgili risk oluşturmaktadır. Odyometri (işitme) sonuçlarına göre çalışanlarda orta ve hafif düzeyde işitme problemleri görülmüştür ve tüm çalışanların işletme sahasına girmeden önce kulak koruyucusunu takma zorunluluğu getirilmiştir. Ulusal

standartlarda çinko, alüminyum sınır değerleri belirtilmediği için uluslararası mevzuatta belirlenen sınır değerlerden yararlanılmıştır, kişisel maruziyet değerleri OSHA ve NIOSH tarafından belirlenen değerlerin altında olduğu görülmüştür.

Ortam lm sonuçları uygun çıkmış olsa da hava sirkülasyonu, sıcaklık ve yoğunluk nedeniyle ortam şartları değişebileceği için anlık ölçüm cihazı alınması önerilmiştir.



KAYNAKLAR

6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012, 30 Haziran). T.C. Resmi Gazete, 28339.

Arıcı, Kadir (1999) İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Dersleri, TES-İŞ Eğitim yayınları, Ankara.

Asma, Müzeyyen (2000). AB de İş Sağlığı ve İş Güvenliği, YODÇEM yayın No:8, Ankara.

Aydın, A.O., Sevinç, V.S. ve Şengil, İ.A. (2001). Temel Kimya-Yüzey Kaplamaları. (Birinci Baskı). Adapazarı: Aşıyan Yayınları, 359-367.

Baudrand, D. (1997). Günümüzün Önde Gelen Teknolojilerinden Birisi Haline Gelen Eski Bir Sanat Elektrolitik Kaplama. Yüzey İşlemler, 1, 32-34.

Baysal, Sadettin(1999).İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Genel Prensipleri, YODÇEM Yayın No:4, Ankara.

BSI group, (2016). We spend 250,000 hours a year improving the performance of UK businesses. Retrieved May 1, 2016, URL: <http://www.bsigroup.com/LocalFiles/en-GB/bs-ohsas-18001/resources/BSI-BSOHSAS18001-Features-and-Benefits-UK-EN.pdf> (Erişim Tarihi:13.01.2023)

Controlling Risks Associated with Electroplating, Safe Work Australia, 2012. URL:http://www.safeworkaustralia.gov.au/sites/SWA/about/Publications/Documents/678/Controlling_Risks_Associated_with_Electroplating.pdf (Erişim tarihi: 10.10.2022)

Çakır, A., Korozyon Ekonomisi ve Demir Çelik Ürünlerinin Korozyonu, Galvaniz Dünyası Dergisi, Sayı:12, Sayfa: 20-22, 2013

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Sayısı: 28721, Resmi Gazete Tarihi: 28.07.2013, T.C. Resmi Gazete, Ankara.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İSGİP Çalışma Yaşamında Sağlık Gözetimi Rehberi.

Demircioğlu Murat, Centel Tankut (2002). İş Hukuku, Sekizinci Bası, BETA Basın Yayım, İstanbul.

Demirel, SERKAN (2001). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, TÜRK-İŞ, Yayını No:62 ,Ankara.

Environmental Protection Agency (EPA) (2016). Environmental aspects. Retrieved 10.10.2022, from https://archive.epa.gov/sectors/web/pdf/module_05-3.pdf

Environmental Protection Agency (EPA) (2016). Set up documentation for your EMS., from https://archive.epa.gov/sectors/web/pdf/finishing_ems_all.pdf (Erişim Tarihi 06.01.2023)

Environmental Protection Agency, (EPA) (2016). Legal and other requirements. Retrieved May 30, 2016, from https://archive.epa.gov/sectors/web/pdf/module_04-3.pdf

Gabe, D. (2000). Çevre Dostu Yüzey İşlemleri. Yüzey İşlemler, 19(4), 172-180

Gabriel S., Koppisch, D., Zinc exposure in the metal working industry, IFA. (Erişim tarihi: 10.10.2022) [URL:http://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/poster/2012_149.pdf](http://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/poster/2012_149.pdf)

Gimber, B., Galvaniz-Tehlike Değerlenme Rehberi (Çeviri: Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (Altıncı Baskı), Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası Yayınları, İstanbul, 2008)

Guidance on Risk Assesment at Work, European Commission, OSHA, 1996. (Erişim tarihi: 10.10.2022) [URL:https://osha.europa.eu/en/publications/risk-assessment-tool](https://osha.europa.eu/en/publications/risk-assessment-tool)

Hall, T.,Langhill, T., Job Hazard Analysis Examples, American Galvanization Association, 2007 (Erişim tarihi: 10.01.2023) [URL:https://www.hongxin-ss.com/products/carbon_steel_1/galvanized_coil111331.html?gclid=CjwKCAjwov6hBhBsEiwAvrvN6FuCYIUtnGLwj6l-BVRaASH10qr7O35bMblWTsyd-4EUibUTCsuLHxoCufYQAvD_BwE](https://www.hongxin-ss.com/products/carbon_steel_1/galvanized_coil111331.html?gclid=CjwKCAjwov6hBhBsEiwAvrvN6FuCYIUtnGLwj6l-BVRaASH10qr7O35bMblWTsyd-4EUibUTCsuLHxoCufYQAvD_BwE)

Hyner, J. (1984). Design forplating., L. J. Durney ve V. N. Reinhold (Edits). Electroplating Engineering Handbook. 4th Edition. New York, 50-57.

International Lead an Zinc Study Group. (Erişim tarihi: 13.01.2023) [URL:hhttps://www.ilzsg.org/recycling-and-environmental/](https://www.ilzsg.org/recycling-and-environmental/)

International Organization for Standardization (ISO) (2016). ISO 45001 occupational health and safety. Retrieved June 10, 2018, from www.iso.org/iso/iso45001

İnternet: Berk, V. (2004). Yüzey İşlemler Teknolojileri. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.galvanoteknik.org%2Fdosyalar%2Fyuzeyislemtek.pdf&date=2018-08-28>, Son Erişim Tarihi: 28.10.2022

İş Güvenliği İle Görevli Mühendis veya Teknik Elemanların Görev, Yetki ve Sorumlulukları İle Çalışma Usul ve Esasları Hakkındaki Yönetmelik (2004). Yayımlandığı Resmi Gazetenin Tarih ve Sayısı: 20/01/2004-25312.

İş Kanunu (2003) Kanun No:4857, Kabul Tarihi, 22.05.2003

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 28512, Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2012, T.C. Resmi Gazete, Ankara.

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, (2003) Yayımlandığı Resmi Gazetenin Tarih ve Sayısı: 9/12/2003-25311

İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği. (2012, 26 Aralık). T.C. Resmi Gazete, 28509.

İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ, Resmi Gazete Sayısı: 28602, Resmi Gazete Tarihi:29.03.2013, T.C. Resmi Gazete, Ankara.

İşyeri Sağlık Birimleri ve İşyeri Hekimlerinin Görevleri İle Çalışma Usul ve Esasları Hakkındaki Yönetmelik (2003). Yayımlandığı Resmi Gazetenin Tarih ve Sayısı: 16/12/2003-25318

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Sayısı: 28733, Resmi Gazete Tarihi: 12.08.2013, T.C. Resmi Gazete, Ankara.

Laçın, M.K. (2003). Elektrolitik Kaplamanın Günlük Hayatımızdaki Yeri. Yüzey İşlemler, 36(6), 4-6.

Marlow, B., Seitz, T, Health Hazard Evaluation Report, Heta 93-1092-2461, National Institute of Occupational Safety and Health, 1994. (Erişim tarihi: 10.10.2022)
[URL:http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1993-1092-2461.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1993-1092-2461.pdf)

Marmara-Siegener Galvaniz. (Erişim tarihi: 13.01.2023) URL:
<http://www.galvaniz.com/kaplama>

NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) - Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü. (Erişim tarihi: 10.10.2022)
[URL:http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgsyn-a.html#a](http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgsyn-a.html#a)

OSHA (Occupational Safety and Health Administration) - Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi. (Erişim tarihi: 10.10.2022) [URL:https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html](https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html)

Özbek, Oğuz (2003).Yorumları ve Yargıtay Emsal Kararları İle İş Yasaları, Beşinci Bası, Beta Basın Dağıtım, İstanbul.

Rose, V., & Cohrssen, B. (Ed.). (2011). Patty's industrial hygiene (6th ed.). Canada: John Wiley & Sons.

Sadiq, N. (2012). OHSAS 18001 step by step a practical guide. United Kingdom: IT Governance Publishing.

Saraç, A. S., (1995). Metal Kaplama ve Elektro kimyasal Teknolojiler. (Birinci Baskı). İstanbul: Çağlayan Kitabevi, 15.

SGK İstatistik Yıllıkları, 2021. (Erişim tarihi: 10.01.2023)
[URL:https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/](https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/)

Smith, D. Hunt, G., & Green, C. (2004). Managing safety the systems way implementing OHSAS 18001 using BS 8800. United Kingdom: British Standard Institution.

Şen, Murat(2003) .T.C. Onayladığı İş ve Sosyal Güvenlik Alanındaki Uluslararası Sözleşmeler, TÜHİS Yayın No:41, Ankara.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Meslek Hastalıkları Rehberi (Birinci Baskı), Matsa Basımevi, Sayfa: 299-315, Ankara, 2011.

Topuzoğlu, İsmail (2001). “İş Sağlığında Temel Kavramlar ve Strateji ,” İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Dergisi, Sayı:4, (Aralık-2001), Ankara, s.4.

Türk Standartları Enstitüsü, TS EN 689 İşyeri Havası- Solunumla maruz kalınan kimyasal maddelerin sınır değerler ile karşılaştırılması ve ölçme stratejisinin değerlendirilmesi için kılavuz

Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK, Sanayi Ürünleri Yıllık Üretim ve Satış İstatistikleri, (Erişim tarihi: 13.01.2023) URL: [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-\(PRODCOM\)-Istatistikleri-2021-45835](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-(PRODCOM)-Istatistikleri-2021-45835)

Uluslararası Çalışma Bürosu, (1989). Çalışma Yaşamının Uluslararası Kuralları, Ankara.

Vavra, J. Bednarikova, M., & Mikolajkova, M. (2012). Determination of environmental aspects in metallurgical industry, Metal 2012, 23.

Verma, D., Shaw, D., An evaluation of airborne nickel, zinc, and lead exposure at hot dip galvanizing plants . American Industrial Hygiene Association Journal, Sayı: 52, Sayfa: 511-515, 1991.

Whitelaw, K. (2004). ISO 14001 environmental systems handbook. Elsevier Butterworth – Heinemann, Linacre House Jordan Hill, Oxford.

Yüzey İşlemler Teknolojileri 1, Berk, V. (Erişim tarihi: 10.10.2022) URL: <https://www.galvanoteknik.net/galvanoteknik-e-kitap/639-y-lemmler-teknolojileri-i.html>

EKLER

- EK 1** Ulusal Kimya Kongresi Katılım Belgesi
- EK 2** Uluslararası Analitik Kimya Kongresi Katılım Belgesi
- EK 3** Ulusal Kimya Kongresi Poster Özeti
- EK 4** Uluslararası Analitik Kimya Kongresi Poster Özeti
- EK 5** Ulusal Kimya Kongresi Poster Sunumu
- EK 6** Uluslararası Analitik Kimya Kongresi Poster Sunumu
- EK 7** APTR Yüzey İşlem Hattı
- EK 8** APTR Tam kan sayımı örneği
- EK 9** APTR SFT testi örneği
- EK 10** APTR Tam idrar tetkiki örneği
- EK 11** APTR Odyometri testi örneği



EK 1 Ulusal Kimya Kongresi Katılım Belgesi



EK 2 Uluslararası Analitik Kimya Kongresi Katılım Belgesi

PS-002

Kauçuk Sektöründeki İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Analitik Açıdan Değerlendirilmesi

Sevila Şeker¹, Neslihan Demirçelik², Belgin İzgi²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi

²Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler AŞ

Özet: Kauçuk, bazı tropikal bitkilerin öz suyundan (lateks) ya da petrol ve doğalgazdan üretilen esnek bir maddedir. Dünyada yılda 12 milyon tonun üzerinde kauçuk üretilmektedir. Kauçuk, doğal ve sentetik olarak elde edilmektedir. Her bir grup içerisinde farklı türler mevcuttur. Kauçuk son yıllarda işlevsel mühendislik malzemeleri başta olmak üzere pek çok alanda kullanımı ve üretimi artan bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Kauçuğun üretim süreci; karıştırma, hamur şekillendirme, presleme, yüzey işlem uygulaması, montaj, vulkanizasyon/kürleme, kauçuğun pışması ve finisaj basamaklarından oluşmaktadır. Özellikle hamur üretimi basamağında karbon siyahı kullanımı iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler içermektedir. Bu riskler; zamana bağlı olarak günlük veya yıllar sonrada oluşabilecek sağlık sorunları ve buna bağlı olarak oluşabilecek meslek hastalıklarına zemin hazırlayacaktır. Kauçuk üretimindeki sağlık riskleri; kimyasal tehlikelerden kaynaklanan hastalıklar ve fiziksel etkenlerden kaynaklanan hastalıklar olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir. Bunun yanında mekanik, ergonomik, elektrik ve fiziksel açılardan da riskler mevcuttur. Bu çalışmanın amacı; kauçuk üretiminde kullanılan karbon siyahı ve diğer kimyasallardan oluşabilecek riskleri analitik performans kriterleri ile değerlendirerek meslek hastalıklarının tespit edilmesi ve oluşabilecek bu meslek hastalıklarının ve iş kazalarının en aza indirilebilmesine katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda; Bursa Hasanağa OSB'de faaliyet gösteren Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler AŞ'deki uygulamalar dikkate alınarak değerlendirmeler incelenmiştir.

Teşekkürler: Danışman hocam Prof. Dr. Belgin İzgi'ye

Anahtar Kelimeler: Kauçuk, İş sağlığı ve güvenliği, Analitik Kimya, Meslek hastalıkları

Kaynakça

- [1.] SGK İstatistikleri <https://veri.sgk.gov.tr> (Erişim tarihi 23.05.2022)
- [2.] 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Madde: 3, Resmi Gazete, (2012), 28339.
- [3.] 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu Madde: 13, Resmi Gazete, (2006), 26200.
- [4.] İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği Madde: 1, Resmi Gazete, (2012), 28509.
- [5.] Vahapoglu, V. (2013). Kauçuk türü malzemeler: Sınıflandırma. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (1), 25-34.

KAUÇUK ÇEŞİTLERİ VE KAUÇUK ÜRETİM PROSESİ**Sevila SEKER^{1,2}, Neslihan DEMİRÇELİK¹, Belgin İZGİ³**¹Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler A.Ş. Hasanağa OSB, sevilaseker@gmail.com BURSA TÜRKİYE²Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya ABD YL. BURSA TÜRKİYE³Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, BURSA TÜRKİYE

Giriş ve Amaç: Kauçuk, bazı tropikal bitkilerin öz suyundan (lateks) ya da petrol ve doğalgazdan üretilen esnek bir maddedir. Dünyada yılda 12 milyon tonun üzerinde kauçuk üretilmektedir. Kauçuk, doğal ve sentetik olarak elde edilmektedir. Her bir grup içerisinde farklı türler mevcuttur. [1]

Bu çalışmanın amacı; üretim süreçlerinde parametrelerin belirlenmesi, süreç kontrollerinin yapılması sonucunda daha verimli üretim ve daha az atık salınımının sağlanması. Bu bağlamda; Bursa Hasanağa OSB’de faaliyet gösteren Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler A.Ş.’deki uygulamalar dikkate alınarak değerlendirilmeler incelenmiştir.

Yöntem: Kauçuk ürünlerin imalat süreci hamur hazırlama ya da karıştırma süreci ile başlamaktadır. Kauçuk hamuru, üretilmek istenen nihai ürünün özelliklerine göre hazırlanmış farklı kimyasal formüller ile hazırlanır. Kauçuk hamurunda birbirinden çok farklı özelliklerde kimyasal madde kullanılmaktadır. Reçetede yer alan sıvı ve toz kimyasallar, granül kimyasallar, polimerler, asidik türevli kimyasallar gibi yoğunlukları birbirinden çok farklı kimyasal bileşenlerin mikserde (karıştırıcıda) birbirleri ile karışması ve homojen hale gelmesi için karıştırılır [1,2,3]

Hamur karıştırıcıda (Mikserlerde) işlem görecekarışım; karbon siyahı ve beyaz dolgular, yağlar, kauçuk ve polimer girdiler, kimyasal girdiler. İstenilen hamur reçetesine göre belirlenmiş olan hammaddeler ve yardımcı maddeler bantur içerisindedir belirlenmiş olan süreçlerde karıştırma işlemi yapılır. Bu basamaklarda hamurun yanmaması için ısıtma ve soğutma işlemi yapılır.

Sonuç ve Tartışma: Kauçuk hamuru üretildikten sonraki işlemler; haddeleme, kalenderleme, ekstrüzyon, vulkanizasyon, finisaj (bitirme işlemleri) olup bu basamakların çoğunda kimyasal katkı maddeler kullanılmaktadır. Bu basamaklarda uygulanan işlemler sırasında, uçucu kimyasallar üretim havasına karışmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği açısından incelendiğinde kauçuk üretim işletmelerinin de %1,14 İş kazası ve meslek hastalığı oluşumları gözlenmektedir. Proses sırasında düzenli olarak ortam ölçümlerinin yapılması önemlidir. [4]

Anahtar Kelimeler: Kauçuk, kauçuk hamuru, vulkanizasyon, finisaj, karbon siyahı

Teşekkür: Çalışmamda çok büyük katkıları olan tecrübe ve deneyimleriyle bana yardımcı olan Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler A.Ş. yönetimine ve çalışma arkadaşlarıma Angst Pfister’deki çalışma hayatım boyunca, her konuda bana yardımcı olan, desteğini hiç bir zaman esirgemeyen Boyahane Yöneticisi Sn Neslihan DEMİRÇELİK’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- [1] Vahapoğlu, V. (2013). Kauçuk türü malzemeler: Sınıflandırma. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (1), 25-34.
- [2] Eken, Y. F. (2014). Kauçuk Sektöründe Vulkanizasyon Parametrelerinin Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 3-5.
- [3] Rubber Production: Tapping rubber trees, latex collection and processing of raw rubber. <http://biology.illinoisstate.edu/jeamst/syllabi/rubber/rubber.htm> (Son erişim Tarihi: 11.07.2022)
- [4] SGK İş Kazaları İstatistikleri <https://veri.sgk.gov.tr/> (Son erişim 24.07.2022)

KAUÇUK SEKTÖRÜNDEKİ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN ANALİTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sevila ŞEKER^{1,2}, Neslihan DEMİRÇELİK¹, Belgin IZGI³

¹Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler A.Ş. Hasanağa OSB, BURSA

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya ABD, BURSA

³Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, BURSA

34. ULUSAL KİMYA KONGRESİ (1 -6 EYLÜL 2022 YALOVA)

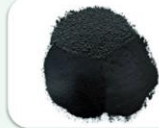
ÖZET

Kauçuk son yıllarda işlevsel mühendislik materyalleri başta olmak üzere pek çok alanda kullanımı ve üretimi artan bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Kauçuğun üretim süreci; karıştırma, hamur şekillendirme, presleme, yüzey işleme uygulaması, montaj, vulkanizasyon/kürleme, kauçuğun püsmesi ve final işlemlerinden oluşmaktadır. Özellikle hamur (üretim) basamağında karbon siyahı kullanımı iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler içermektedir. Bu riskler; zamana bağlı olarak günlük veya yıllar sonunda oluşabilecek sağlık sorunları ve buna bağlı olarak oluşabilecek meslek hastalıklarına zemin hazırlayacaktır. (1)

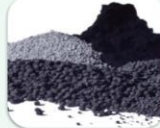
Kauçuk üretimindeki sağlık riskleri; kimyasal tehlikelerden kaynaklanan hastalıklar ve fiziksel etkenlerden kaynaklanan hastalıklar olmak üzere iki başlık altında incelenebilir. Bunun yanında mekanik, ergonomik, elektrik ve fiziksel etkenlerden kaynaklanan riskler mevcuttur.

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı; kauçuk üretiminde kullanılan karbon siyahı ve diğer kimyasallardan oluşabilecek riskleri analitik performans kriterleri ile değerlendirilerek meslek hastalıklarının tespit edilmesi ve oluşabilecek bu meslek hastalıklarının ve iş kazalarının en aza indirilmesine katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda; Bursa Hasanağa OSB'de faaliyet gösteren Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler A.Ş.'deki uygulamalar dikkate alınarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Kauçuk üretiminde kullanılan karbon siyahı



Şekil 2. Plastik sektöründe kullanılan karbon siyahı ve siyah masterbatch

YÖNTEM

Kauçuga ilave edilen katkı maddeleri şöyle sıralanabilir; (2)

1. Plastikleştiriciler (inaktif karbon),
2. Yumuşatıcılar,
3. Eskimeyi geciktirenler (aktif karbon),
4. Ucuzaletici maddeler (kireç, kaolin gibi),
5. Dayanıklılık ve sertliği artırıcılar,
6. Boyalar,
7. Reaksiyonu hızlandıran veya yavaşlatan maddeler.

Kauçuk türü malzemelerin üretim aşamalarında kullanılan madde ve ekipmanlar nedeniyle üretim süreçlerinde oluşan çalışanlar için birtakım risk ve tehlikelerin oluşması kaçınılmazdır. Bu tehlike ve risklerin ortadan kaldırılma veya en aza indirmek, meydana gelecek iş kazası ve meslek hastalıklarının oluşma ihtimalini azaltacağından, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili belirli kurallara ve önlemlere belirlenmiş önem arz etmektedir. Daha önceki yıllarda meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları, belirli önlemlerin alınması ve kurallara belirlenmesi gereği kılınmıştır.



Gratik 1. 2012-2021 yılları arasında iş kazaları sonucu olum sayısının yıllık değişimini göstermektedir.

Şen 1. Tüm sektörler
Şen 2. Kauçuk sektörü

Kimyasal Tehlikelerden Kaynaklanan Hastalıklar (3)

- El ve yüzde alerjik reaksiyonlar yanında lateks alerjisi de görülebilir.
- Proses sürecinde açığa çıkan 1,3 bütadien gazının kanserojen olduğu ve özellikle lenf kanserine neden olduğu anlaşılmıştır.
- Kauçuk işleme sürecinde benzen kullanımı azaltılmış olmasına rağmen ülkemizde miktarlar olarak diğer ülkelere göre daha fazla tüketilmektedir. İşyeri havasında yoğunluğu yüksek olan bu gaz lösemi hastalığına sebebiyet vermektedir.
- Kürleme bölümü aşamasında açığa çıkan kimyasallar ve kauçuk üretiminde talk pudrası kullanımı, uzun süre belirlenen ortamlarda maruz kalan çalışanlarda kronik bronşit, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) görülmeye başlanmıştır.
- Genel kauçuk üretiminde kullanılan kimyasallar yaygın olarak solunum yollarının tahriş olmasına ve amfizeme neden olabilmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamıza çok büyük katkıları olan tecrübe ve deneyimleriyle bana yardımcı olan Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler A.Ş. yönetimine ve çalışma arkadaşlarına, Angst Pfister'daki çalışma hayatım boyunca, her konuda bana yardımcı olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Boyahane Yöneticisi Sın Neslihan DEMİRÇELİK'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tablo 1. Maruziyet Uçucu Organik Bileşik Ölçümüne Ait Sonuçlar

Kişi	Bölüm	Parametre	Sonuç (mg/m ³)	Kanserojen Grubu (*)	KMSOHY Sınır Değeri *	NIOSH Referans Değeri	OSHA Referans Değeri	KMSOHY Sınır Değeri *
A Kişi	Hamulhane	Kloroform	0,297	2B	10	-	240	-
		Karbonetraklorür	0,432	2B	-	-	62,9	-
		m.p-Ksilen	0,547	3	221	435	435	-
		Sec-Bütillenzen	0,097	-	-	-	-	-
		cis-1,3-Dikloropropen	-	-	-	-	-	-
B Kişi	Presler	1,2,3-Triklorobenzen	-	-	-	-	-	-
		Kloroform	0,345	2B	10	-	240	-
		Karbonetraklorür	0,298	2B	-	-	62,9	-
		m.p-Ksilen	0,804	3	221	435	435	-
		Sec-Bütillenzen	0,350	-	-	-	-	-
		cis-1,3-Dikloropropen	0,455	-	-	-	-	-
		1,2,3-Triklorobenzen	0,151	-	-	-	-	-

(*) IARC (International Agency for Research on Cancer)de yer alan kanserojen grubu

2 Maruziyet ölçümleri için belirlenen sınır değerlerdir (TWA)

3 Maruziyet ölçümleri için belirlenen referans değerlerdir (TWA)

Fiziksel Tehlikelerden Kaynaklanan Hastalıklar (3)

Kauçuk üretimini karıştırma aşamasında kullanılan ağır karıştırma makinesinin ürettiği güçlü çalışanların işleme duyusunu kötü etkileyebilecek seviyelerde olabilir. Bu makinenin yakınında uzun süreler çalışan işçilerde Gültürlü Bağlı İşleme Kaybı (GBK) görülebilir.

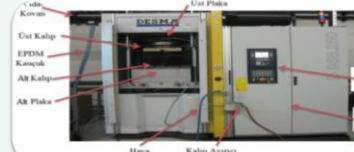
Kürleme gibi sıcak işlemlerin yapıldığı ortamlarda çalışanlarda, çalışanların vücudlarının sıcak cisme temasıyla veya sıcak sıvıların sıçramasıyla veya ısınmış kauçuğun vücuda teması etmesiyle, yanıklar oluşabilir.



Şekil 3. Karıştırma hazırlama süreci



Şekil 4. Banbury Hamur Karıştırma



Şekil 5. Enjeksiyon pres

Kazalar

Kauçuk imalatı ortamlarında gerek kimyasallardan açığa çıkan çözelti buharları gerekse mekanik işlemlerden oluşan partiküllerin etkisi sonucu yangın olgusunun tehlikesi yüksektir.

Kauçuk tozu kolay yanabilen bir madde olmakla birlikte üretim ortamında toz toplama bölümlerinde aniden patlayarak yangına sebebiyet verebilmektedir. Aynı zamanda üretimde kullanılan sülfür gibi toz formunda katkı kimyasalları da yangına neden olabilir.

Kauçuk hammaddeleri depolanırlar bulunan kimyasallar da ayrıca yangın ve patlama potansiyeline sahiptir.

Kauçuk malzemelerin yanma tepkimesinin yavaşlığı en büyük dezavantajdır. Nihai ürün bölümlerinde yavaş yanmanın tespiti zorluğuna nedeniyle oluşan gaz çok çeşitli zehirli kimyasallar ve tanecekler içermektedir. Bu ortamda çalışanlarda zehirlenme görülebilir.

Kauçuk imalatında güçlü, büyük ve keskin bıçakların olduğu makineler kullanılmaktadır. Bunların kullanımı sırasında çalışanların özellikle fiziksel olarak (parmak, el ve kolları kesilme veya kopma) riski altındadır.

SONUÇ

Kauçuk üretim süreçlerindeki karmaşıklık ve kullanılan malzemelerin farklılık göstermesi, çok sayıda ve farklı risklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle üretim sektöründe farklı kimyasalların kullanılması durumu, mesleki maruziyetlerin belirlenmesini zorlaştırmıştır. Bu nedenle; sektörde en çok kullanılan iş ekipmanları incelenmiş, kullanılan malzemeler konusunda literatürde yer alan hastalıklara en çok neden olduğu tespit edilen kimyasallar, çalışma kapsamına alınmıştır. Elde edilen veriler neticesinde ortaya çıkan tehlikeler ve tehlikelerden kaynaklanan riskler ile ilgili önlemler belirlenmiştir. Fiziksel maruziyetler için birimlerdeki hizmet içi eğitimler yanında kimyasallar kullanımında kişisel koruyucu donanımlar (KKD) kullanımı zorunlu hale getirilmesi ve düzenli kontrol edilerek belirlenen risklerin azaltılması sağlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] V. Vahapoğlu MAKÜ FEBED 4(1): 25 -34 (2013)
- [2] DİPT, (2001), Kauçuk Ürünleri Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı.
- [3] Kılıç, Tuncay, Ö. "Kauçuk Sektöründe Karşılaşılan Kimyasal Tehlikeler ve Çalışanların Bu Tehlikelerden Korunması, İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Modülü, 2019.
- [4] SGK İş Kazaları İstatistikleri <https://veri.sgk.gov.tr/>, (Son erişim 24.07.2022)

KAUÇUK ÇEŞİTLERİ VE KAUÇUK ÜRETİM PROSESİ

Sevila ŞEKER^{1,2}, Neslihan DEMİRÇELİK¹, Belgün İZGİ³

¹Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler AŞ, Hasanağa OSB, Bursa TÜRKİYE, sevilaseker@gmail.com

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya ABD YL, Bursa TÜRKİYE

³Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Bursa TÜRKİYE

10. ULUSAL ANALİTİK KİMYA KONGRESİ (7 -11 EYLÜL 2022 MUĞLA)

ÖZET

Kauçuk çok fazla kullanım alanı olan lastik malzemelerin temel hammaddesidir. Kauçuk, bazı tropikal bitkilerin öz suyundan (lateks) ya da petrol ve doğalgazdan imal edilen esnek bir madde. Ağaçların öz suyundan üretilene doğal kauçuk, petrol ürünlerinden üretilene sentetik kauçuk denir. Her iki tür de çok yönlü maddelerdir. Kauçuktan yapılan eşyalar genellikle lastik olarak adlandırılır. Kauçuk son yıllarda işlevsel mühendislik malzemeleri başta olmak üzere pek çok alanda kullanımı ve üretimi artan bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. (1)

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı; üretim süreçlerinde parametrelerin belirlenmesi, süreç kontrollerinin yapılması sonucunda daha verimli üretim ve daha az atık salınımının sağlanması. Bu bağlamda; Bursa Hasanağa OSB'de faaliyet gösteren Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler AŞ'deki uygulamalar dikkate alınarak değerlendirmeler incelenmiştir.

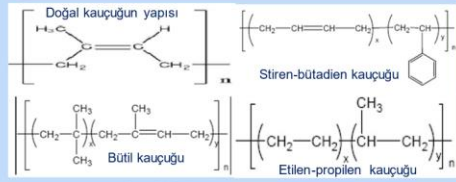
YÖNTEM

Kauçuk çeşitleri: (2)

1- Doğal kauçuk (NR): Sıcak ekvatorial coğrafyalarda, *Hevea Brasiliensis* ağacının lateksinin (öz suyunun) damıtılması ile elde edilir. Damıtılan latekse koruyucu eklenecek akışkanlığını kaybetmemesi sağlanır. Fiziksel özellikleri; Kopma, Yırtılma, Aşınma, Elastikiyet, Kalıcı Deformasyon olarak sıralanabilir. Genelde çalışma sıcaklığı 80°C'dir. Kimyasallara karşı dayanımı azdır. (Şekil 3)

2- Sentetik Kauçuk: Petrol yan ürünlerinden sentezlenen polimerlerdir. Yapay kauçuk ve elastomerler olarak bilinmektedirler. (Şekil 3) Örneğin;

- ✓ Stiren-Bütadien kauçuğu (SBR), stiren ve bütadienin rasgele kopolimeridir ve üretimi en fazla yapılan sentetik kauçuktur.
- ✓ Bütil kauçuğu (IIR),
- ✓ Etilen-Propilen kauçuğu (EPM ve EPDM),
- ✓ İzopren kauçuğu (IR),
- ✓ Kloropren kauçuğu (CR),
- ✓ Akrlonitril-Bütadien kauçuğu (NBR),
- ✓ Polisülfid (PTR)
- ✓ Bütadien kauçuğu (BR)



Şekil 3. Belli başlı kauçuk yapıları

Kauçukun üretim süreci;

- 1-Karıştırma,
- 2-Hamur şekillendirme,
- 3-Presleme,
- 4-Yüzey işlem uygulaması,
- 5-Montaj,
- 6-Vulkanizasyon/ kurlama, kauçukun pishmesi
- 7-Finijaj basamaklarından oluşmaktadır. (1,2,3)

Kauçuk Üretimi

Kauçuk ürünlerin imalat süreci hamur hazırlama ya da karıştırma süreci ile başlamaktadır. Kauçuk hamuru, nihai üründe istenen özelliklere göre farklı kimyasal formüller ile hazırlanmaktadır. Reçetede yer alan sıvı ve toz kimyasallar, granül kimyasallar, polimerler, asidik türevli kimyasallar gibi yoğunlukları birbirinden çok farklı kimyasal bileşenlerin hamur ile karıştırılarak, homojen hale gelmesi sağlanır (2,3,4)

Hamur karıştırıcıda (Mikserlerde) işlem görecekarışımilar; karbon siyahı (Şekil 1) ve beyaz dolgular, yağlar, kauçuk ve polimer girdiler, kimyasal girdiler (Şekil 2). İstenilen hamur reçetesine göre belirlenmiş olan hammaddede ve yardımcı maddeler banbury (Şekil 5) içerisinde belirlenmiş olan sürelerde karıştırma işlemi yapılır. Bu basamaklarda hamurun yanmaması için iletme ve soğutma işlemi yapılır.



Şekil 1. Kauçuk üretiminde kullanılan karbon siyahı



Şekil 2. Kauçuk üretiminde kullanılan kimyasallar

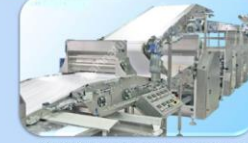


Şekil 4. Karışım hazırlama süreci



Şekil 5. Banbury Hamur Karıştırma

Kauçuk hamuru şekillendirme: Kauçuk hamurunun hazırlanması (karıştırılması) (Şekil 4) sürecinden sonra elde edilen hamur haldeki kauçuk karışımı, haddeleme (Şekil 6), kalenderleme (Şekil 7) işlemleri ile bir sonraki sürece uygun hale getirilir



Şekil 6. Hamur haddeleme makinesi



Şekil 7. Hamur kalenderleme makinesi

Ekstrüzyon: Kauçuk malzemelerin şekillendirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri polimeri ekstrüzyon işlemi ile şekillendirmektir. Ekstrüzyon işlemi ile birlikte hammaddede ısı ve basınç ile şekil verilir. (Şekil 8)

Vulkanizasyon: Kauçuk madde işlem görmemiş plastik hâlede bulunan bir maddedir. Plastik yapısı nedeni ile dış bir kuvvete maruz bırakıldığında kolay deforme olur. Plastik özelliği ona bulunduğu kabın şeklini almasına neden olur [5]. Kauçuk imalatında hamurun şekillendirilmesinden sonra vulkanizasyon süreci çok önemlidir. İmalat sonunda kauçuk ürünlerin vulkanizasyon süreci olmadan kullanılması pek mümkün olmamaktadır. Bunun nedeni, vulkanize edilmemiş kauçukun çok sağlam olmaması ve deformasyon sürecinin sonucunda şeklini koruyamayarak yapışkan hale kalmasıdır. (Şekil 9)

Bitirme işlemleri (Finijaj): Kauçuk imalat sürecinde hamurun hazırlanması ve şekillendirme işlemlerinin ardından ihtiyaca göre parça üzerinde finijaj işlemleri gerçekleştirilebilir. Finijaj sürecinde vulkanize olmuş kauçuk ürünün kullanıma hazır hale gelmesi ve gereksiz parçalardan arındırılması sağlanır. (Şekil 10)



Şekil 8. Ekstrüder makinesi



Şekil 9. Vulkanizasyon presi



Şekil 10. Çapak alma makinesi

SONUÇ

Kauçuk hamuru üretildikten sonraki işlemler; haddeleme, kalenderleme, ekstrüzyon, vulkanizasyon, finijaj (bitirme işlemleri) olup bu basamakların çoğunda kimyasal katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu basamaklarda uygulanan işlemler sırasında, uçucu kimyasallar üretim havasına karışmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği açısından incelendiğinde kauçuk üretim işletmelerinin de %1,14 iş kazası ve meslek hastalığı oluşumları gözlenmektedir. Proses sırasında düzenli olarak ortam ölçümlerinin yapılması önemlidir. (5)

KAYNAKLAR

- [1] Savran, H.Ö. (2001). *Elastomer Teknolojisi 1*. İstanbul: Kauçuk Derneği Yayınları.
- [2] Vahapoğlu, V. (2013). Kauçuk türü malzemeler: Sınıflandırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4 (1), 25-34.
- [3] Eken, Y. F. (2014). *Kauçuk Sektöründe Vulkanizasyon Parametrelerinin Optimizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 3 -5.
- [4] Rubber Production: Tapping rubber trees, latex collection and processing of raw rubber. <http://biology.illinoisstate.edu/earmst/syllabi/rubber/rubber.htm> (Son erişim Tarihi: 11.07.2022)
- [5] SGK İş Kazaları İstatistikleri <https://veri.sgk.gov.tr/> (Son erişim 24.07.2022)

TEŞEKKÜR

Çalışmamda çok büyük katkıları olan tecrübe ve deneyimleriyle bana yardımcı olan Angst Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler AŞ yönetimine ve çalışma arkadaşlarıma Angst Pfister'daki çalışma hayatım boyunca, her konuda bana yardımcı olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Boyahane Yöneticisi Sn Neslihan DEMİRÇELİK'e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.



EK 7 APTR Yüzey İşlem Hattı

HASTANIN ADI SOYADI
T.C. Kimlik :
Doğum Tarihi, Cinsiyeti, Yaşı: 28.04.1984 / E / 38
Protokol/ Dosya/ İşlem No : / 480632 / 195465
Rapor Numarası : 526363.191.87721.2022
Biyokimya Laboratuvarı
Tetkik İsteyen :
Dr./Üzm Dr. Adı Soyadı :
Büro Sağlık Grubu

KURUMU : ANGSTPFISTER
LABORATUVAR RUHSAT NO : 160204
TETKİK İSTİYEN ZAMANI : 09.06.2022 12:28
NUMUNE ALIM TARİHİ : 09.06.2022 12:37
NUMUNE KABUL TARİHİ : 09.06.2022 12:48
UZMAN ONAY ZAMANI : 09.06.2022 13:27

TETKİK ADI	SONUÇ	DURUM	BİRİM	REFERANS ARALIĞI	ÖNCEKİ SONUÇLAR
Kan Sayımı	4.65		M/mm3	4.5-5.9	
Eritrosit	13.6		g/dL	13.5-17.5	
Hematokrit	40.4		%	40-53	
MCH	29.2		Pg	27-31	
MCHC	36.9		fl	30-36	
RDW	35.6		g/dL	32-38	
Lökosit	13.2		%	10-16	
Nötrofil	7.77		K/mm3	4.5-11	
Nötrofil %	3.73		K/mm3	1.8-8.92	
Lerfosit	48.0		%	40-72	
Lerfosit %	3.21		K/mm3	0.9-5.17	
Monosit	41.2		%	20-47	
Monosit %	0.61		K/mm3	0.3-1.00	
Eozinofil	7.9		%	4.1-12	
Eozinofil %	0.18		K/mm3	0.04-0.45	
Bazofil	2.4		%	0-4	
Bazofil %	0.04		K/mm3	0-0.11	
Trombosit	0.5		%	0-1	
PCT	237		K/mm3	130-400	
MPV	0.261		%	0.1-0.41	
PDW	11.0		fl	7.5-12	
PDW	15.9		fl	9-18	

Tıbbi Laboratuvar Yorumu
Doç. Dr. Gülşah AŞIK
Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Uzmanı
Dip. no 89092-92662
Dr. Ramazan AKÇA
Biyokimya ve Klinik Biyokimya Uzmanı
Dip. no 58866 - 74298

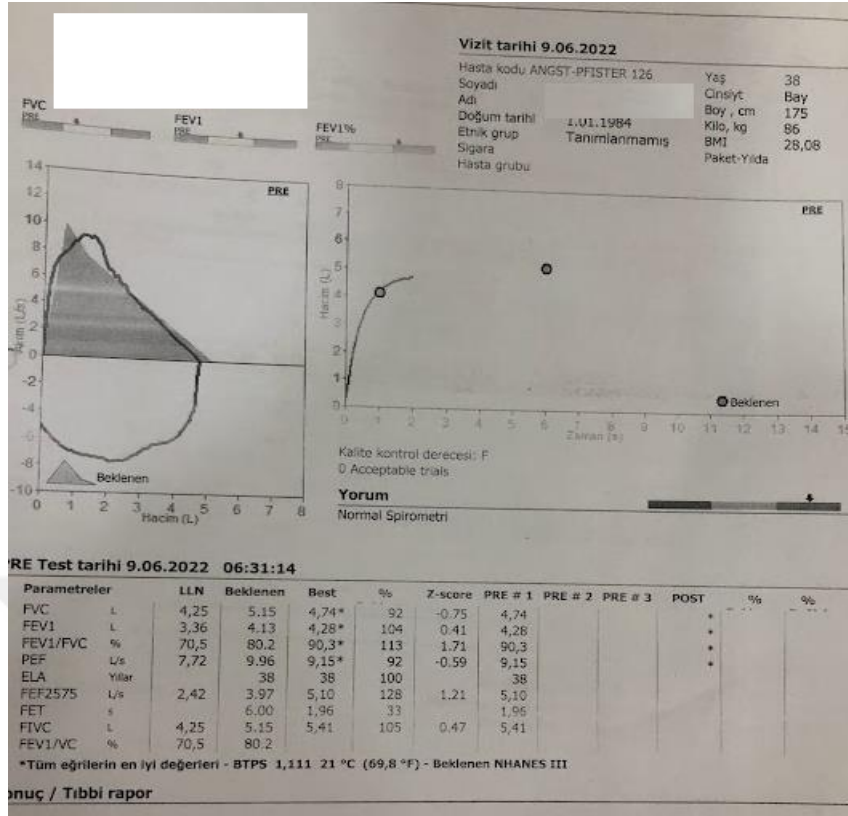
HASTANIN ADI SOYADI
T.C. Kimlik :
Doğum Tarihi, Cinsiyeti, Yaşı: 28.04.1984 / E / 38
Protokol/ Dosya/ İşlem No : / 480632 / 195465
Rapor Numarası : 526363.191.163845.2022
Biyokimya ve Mikrobiyoloji Laboratuvarı
Tetkik İsteyen :
Dr./Üzm Dr. Adı Soyadı :
Uzman Onay Zamanı : 09.06.2022 14:40

KURUMU : ANGSTPFISTER
TETKİK İSTİYEN ZAMANI : 09.06.2022 12:28
NUMUNE ALIM TARİHİ : 09.06.2022 12:37
NUMUNE KABUL TARİHİ : 09.06.2022 12:52
UZMAN ONAY ZAMANI : 09.06.2022 14:40

TETKİK ADI	SONUÇ	DURUM	BİRİM	REFERANS ARALIĞI	ÖNCEKİ SONUÇLAR
AST	14.9		IUL	10-40	
ALT	10.6		IUL	8-41	
Üre	34.1		mg/dL	15-47	
Kan Üre Nitrojeni (BUN)	15.93		mg/dL	7-22	
Kreatinin	0.86		mg/dL	0.5-1.4	
İMMÜNOLOJİ					
C reaktif protein (CRP) (Esentepe)	0.03		mg/L	0-6	6.3 25.05.20

Tıbbi Laboratuvar Yorumu
Doç. Dr. Gülşah AŞIK
Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Uzmanı
Dip. no 89092-92662
Dr. Ramazan AKÇA
Biyokimya ve Klinik Biyokimya Uzmanı
Dip. no 58866 - 74298

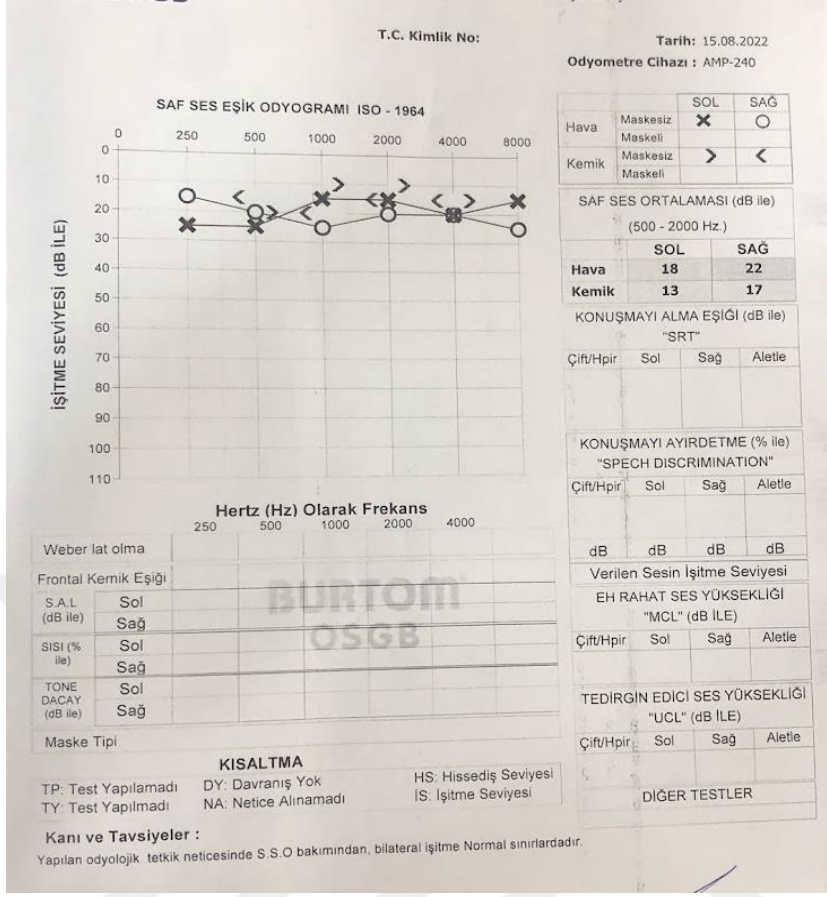
EK 8 APTR Tam kan sayımı örneği



EK 9 APTR SFT testi örneği

Örnek No: 4600507	BIYOKİMYA
İdrar tetkiki (tam otomatik idrar biyokimyası ve mikroskopisi)	
Glukoz	Normal
Protein	Negatif
Bilirubin	Negatif
Urobilinojen	Normal
pH	5.5
Hemoglobin	Negatif
Keton	Negatif
Nitrit	Negatif
Lokosit Esteraz	Negatif
Berraklık	Berrak
Dansite	1.021
Renk	Sarı
Lokosit	2
Squamous Epitel	4

EK 10 APTR Tam idrar tetkiki örneği



EK 11 APTR Odyometri testi örneği