



T.C.

İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

ELEKTRO KAPLAMA SEKTÖRÜNDE ÇALIŞANLARIN KROM VE NİKEL
MARUZİYETİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail Yusuf YILDIRIM

Tez Danışmanı

Dr. Öğretim Üyesi Selma YAZAR

İSTANBUL
TEMMUZ 2018

T.C.
YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı çerçevesinde
yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans
Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 27/07/2018

Dr. Öğretim Üyesi Selma YAZAR
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
Jüri Başkanı

Prof. Dr. İmer OKAR
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
Üye

Prof. Dr. Münevver AÇIKKOL
İstanbul Üniversitesi
Üye

BEYAN

Bu tez çalışmasını kendi emek ve gayretlerimle hazırladığımı, tez çalışmasının tüm safhalarında herhangi bir etik dışı davranışımın olmadığını, çalışmadaki tüm bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, elde edilmeyen bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine alarak ayrıca bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında hiç bir patent ve telif hakkını ihlal edici bir davranışı içerisinde bulunmadığımı beyan ve kabul ederim.

İsmail Yusuf YILDIRIM

TEŐEKKÜR

Bu çalışmanın deneysel kısmının yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aőamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Selma YAZAR'a, araştırma ve yazım süresi boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Afyon Kocatepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Arő. Gör. Hakan ÇİFTÇİ'ye, biyokimya uzmanı ve işyeri hekimi sayın Dr. Mahmure ASLAN'a ve eleőtirileriyle yardımlarını gördüğüm Öğr. Gör. Başak ZENGİN'e teőekkür ederim.

Hayat boyu vermiş oldukları tüm desteklerinden dolayı değerli aileme, eşime ve çocuklarıma teőekkür ederim.

İsmail Yusuf YILDIRIM
İSTANBUL, 2018

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	IV
Şekiller	VI
Tablolar	VII
Semboller, Kısaltmalar	VIII
Önsöz	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Elektro Kaplama Yöntemi ve Teknolojisi	4
2.1.1. Dekoratif ve Sert Krom Kaplama	7
2.1.2. Nikel Kaplama	8
2.1.3. Nikel Kaplama Üzerine Krom Kaplamanın Rolü	12
2.1.4. Nikel ve Krom Kaplamaların Kullanım Alanları	12
2.2. Elektro Kaplama Yöntemi İle Nikel-Krom Kaplama İşlemlerinde Kullanılan Kimyasalların Özellikleri ve Sağlığa Zararlı Etkileri	13
2.2.1. Mesleki Nikel Maruziyeti	18
2.2.2. Mesleki Krom Maruziyeti.....	21
2.3. Elektro Kaplama Yöntemi İle Nikel-Krom Kaplama İşlemlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği	26
2.3.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tanımı, Amacı Ve Kapsamı	27
2.3.2. Risk Yönetimi ve Değerlendirmesinin Tanımı, Amacı Ve Faydaları.....	30
2.3.3. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metodolojileri	35
2.3.4. Elektro Kaplama Yapılan İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Tehlike ve Riskleri	45
3. GEREÇ ve YÖNTEM	53
3.1. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi	53
3.2. İşyeri Ortam Havaında Cr ve Ni Konsantrasyonlarının Belirlenmesi	53
3.3. Kan ve İdrar Örneklerinde Krom ve Nikel Analizi	54
3.4. Kullanılan Cihazlar ve Sarf Malzemeler	55
3.5. Kan ve İdrar Örneklerindeki Krom ve Nikelin İstatistiksel Analizleri.....	56

3.6. Kullanılan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metodolojisi İle Risk Değerlendirmesi Süreçleri	56
4. BULGULAR	58
4.1. Elektro Kaplama Yapılan İşyerlerinde Çalışanlara Dair Elde Edilen Demografik Veriler ve Kimyasal Maruziyet Değerlerinin İncelenmesi	58
4.2. Elektro Kaplama Yapılan İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Tespit Edilen Tehlikelerin İncelenmesi.....	63
5. TARTIŞMA.....	67
6. SONUÇ	75
7. ÖZET	81
8. SUMMARY	83
9. KAYNAKLAR	85
10. EKLER	99
10.1. Etik kurul kararı.....	99
10.2. Elektro kaplama sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği kontrol listesi	101
10.3. Çalışan anket formu	106
11. ÖZGEÇMİŞ	107

ŞEKİLLER

Şekil 1: Metal kaplamacılığı türleri	5
Şekil 2: Elektro kimyasal pil düzeneği	6
Şekil 3: Elektro kaplama banyosu bileşenleri	7
Şekil 4: Elektro kaplamada krom ve nikel kaplamanın temel basamakları	11
Şekil 5: Risk yönetim sistemi genel şeması	32
Şekil 6: Risk değerlendirmesinin risk yönetim sürecine katkısı	35



TABLULAR

Tablo 1. Krom kaplamada kullanılan banyo tiplerinin karşılaştırması	8
Tablo 2. Nikel kaplamada kullanılan banyo tipleri	9
Tablo 3. Nikel-krom kaplama proseslerinde kullanılan kimyasal maddeler ve birim alan başına kullanım miktarları	14
Tablo 4. Nikel metaline sıklıkla maruz kalan meslek grupları	19
Tablo 5. Krom metaline sıklıkla maruz kalan meslek grupları	23
Tablo 6. Elektro kaplama işlemlerinde yaygın olarak kullanılan tehlikeli kimyasallar, sağlık üzerine etkileri ve çalışan sağlığı takibi açısından önerilen testler	26
Tablo 7. Risk değerlendirmesinde kullanılan araçların metodlara göre uygulanabilirliği	37
Tablo 8. Risk değerlendirme teknikleri.....	39
Tablo 9. Risk değerlendirme çek-listi.....	57
Tablo 10. Krom ve nikel'e maruz kalan çalışanlar ile kontrol grubuna ait demografik veriler	59
Tablo 11. Krom ve nikel maruziyet grubu ile kontrol grubunun kan ve idrar örneklerindeki ölçülen parametreler	60
Tablo 12. Krom ve nikel maruziyet grubu ile kontrol grubunun hematolojik verileri.....	61
Tablo 13. Demografik veriler ile kan ve idrar örneklerindeki ölçülen parametreler arasındaki korelasyonlar	62
Tablo 14. İşyeri ortam havasına ait ölçülen ortalama krom ve nikel değerleri	63
Tablo 15. Krom ve nikel metalleri ile ilgili mesleki maruziyet konusunda yapılan (2007-2018) çalışmalar	68

SEMBOLLER ve KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (Atomic Absorption Spectrophotometry)
ABS	Akrilnitril – Butadien – Striol (Plastiklerin Elektrolitik Metodlarla Kaplama Tekniği)
ATSDR	Toksik Maddeler ve Hastalıklar Kayıt Ajansı (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)
β2-MG	β-2 mikroglobulin (Beta-2 microglobulin)
Cr	Krom (Chromium)
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
EDTA	Etilendiamintetraasetat
EPA	Amerikan Çevre Koruma Ajansı (U.S. Environmental Protection Agency)
GFR	Glomeruler filtrasyon hızı (Glomerular filtration rate)
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization)
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu (International Agency For Research On Cancer)
İCr	İdrarda Krom
İNi	İdrarda Nikel
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGÜM	İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
KCr	Kanda Krom
MCH	Eritrosit Başına Hemoglobin Miktarı (Mean Corpuscular Hemoglobin)
MCHC	Eritrosit Başına Ortalama Hemoglobin Yoğunluğu (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration)
MCV	Ortalama Eritrosit Hacmi (Mean Corpuscular Volume)
MPV	Ortalama Trombosit Hacmi (Mean Platelet Volume)

NIOSH	ABD Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü (National Institute for Occupational Safety and Health)
Ni	Nikel (Nickel)
OSHA	Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (Occupational Safety and Health Administration)
PCT	Kanda Prokalsitonin
PDW	Kanda Trombosit Dağılım Genişliği (Platelet Distribution Width)
PPM	Milyonda bir (Part/million)
PPB	Milyarda bir (Part/billion)
RBC	Eritrosit (Red Blood Cell)
RDW	Eritrosit Dağılım Genişliği (Red Cell Distribution Width)
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
SNi	Serumda Nikel
TÜRKAK	Türkiye Akreditasyon Kurumu
TWA	Zaman Ağırlıklı Ortalama (Time Weighted Average)

ÖNSÖZ

“Elektro kaplama sektöründe çalışanların Cr ve Ni maruziyetinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi” başlıklı çalışmada, elektro kaplama sektöründe çalışanların Cr ve Ni maruziyetinin çalışan sağlığı açısından önemine değinilmiştir. Bu doğrultuda İstanbul İkitelli Organize Sanayi Bölgesi Galvanoteknik Sanayi Sitesinde farklı firmalarda elektro kaplama işi yapan çalışanların idrar/kan örnekleri ve işyerindeki ortam havasındaki Cr ve Ni düzeyleri ile böbrek fonksiyonları üzerine etkileri incelenmiş, işyerlerindeki iş sağlığı güvenliği riskleri tespit edilmiş ve bu iş yerlerinde alınması gereken iş sağlığı güvenliği önlemleri hakkında önerilerde bulunulmuştur.

1. GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte gelişen sanayileşme her ne kadar insanlık için önemli kolaylıklar sağlamış olsa da ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre sanayileşme süreci, ülkelerin çalışma hayatını iş sağlığı ve güvenliği konuları açısından farklı boyutlarda etkilemektedir^{1,2}. Çalışma sırasında çalışanlar çeşitli kimyasal maddelere, biyolojik ajanlara, fiziksel faktörlere ve yanlış ergonomik şartların dahil olduğu farklı iş türlerinde çeşitli tehlikelere maruz kalmaktadır. Meslek hastalıkları, bir mesleğin uygulanması sırasında bu faktörlerin etkisi ile meydana gelen hastalıklar olarak tanımlanmaktadır^{3,4}.

Metallere mesleki maruziyet çalışmaları II.Dünya savaşıdan sonra 1956'yılında Japonya'nın Minamata körfezinde Chisso adlı kimyasal madde firmasının civa atıklarının denize dökülmesiyle ve bu atıklardan zehirlenen balıkların insanlar tarafından tüketilmesiyle "Minamata hastalığı" olarak adlandırılan bir hastalık ile ortaya çıkmıştır^{5,6}. Günümüzde endüstriyelikleşme ile birlikte metallerin kullanımının artmasıyla meslek hastalıkları sorunları ortaya gündeme gelmektedir. Metaller solunum, ağız, deri yolu gibi çeşitli yollarla vücuda girerler. Metallerin biyolojik yarı ömürlerinin uzun olması ve dokularda birikmesi nedeniyle akut toksisitesinden çok kronik toksisitesi önemli olmaktadır. Metallerin kronik toksik etkileri böbrek, beyin, solunum hastalıkları, deride döküntü, mide-bağırsak sisteminde ülserler yanında çeşitli kanser türlerine neden olmaktadır^{3,6}. Metallere bağlı etkileşimler sanayileşmenin artmasıyla son bir kaç yüz yılda giderek artan oranda pek çok bilim dalının da konusu haline gelmiştir. Bu sebeple dünyada birçok araştırmacı, canlılarda zararlı etkileri bulunan ve endüstri uygulamalarından çevreye yayılan metaller konusunda yoğun çalışmalar yapmaya yönelmiştir^{6,7,8}. Bu multidisipliner çalışma ve işbirliği, metallerin toksik etkilerinin azaltılması konusunda bilime ve ekonomiye katkı sağlayacaktır⁶.

Krom metali; çeşitli yollar ile çevreye yayılan en önemli ağır metallere de sahip olmakta, genellikle metal kaplamacılığı, paslanmaz çelik üretimi, katalizör üretimi, boya endüstrisi, seramik ve cam endüstrisi, krom alaşım veya metallerinin üretimi gibi daha birçok alanda kullanılmaktadır ^{1,9,10}. Krom (Cr)'un başlıca 3 formu bulunmakta olup bunlar divalent (Cr^{+2}), trivalent (Cr^{+3}) ve heksavalant (Cr^{+6}) Cr'dir. Cr^{+6} mesleki maruziyette en sık karşılaşılan formu olup, karsinojen, mutajen, solunum sistemi, deri ve böbrekler üzerine toksik etkileri olduğu bildirilmiştir ^{11,12}. Metal kaplama da Cr ile birlikte en çok kullanılan metallere de Nikel (Ni)'dir. Ni bileşenlerinin çözünürlüğü, kimyasal formu Ni'in toksisitesini artıran en önemli faktörlerdir. Ni'in en toksik formu Ni karbonil olup, genellikle elektro kaplama, metalurjik prosesler, madencilik, eritme, rafinasyon, alaşım üretimi ve paslanmaz çelik üretimi uygulamalarında kullanılmaktadır ^{13,14}.

Mesleki olarak nikel ve heksavalant kroma maruziyet; astım, bronşit, rinit, sinüzit ve pnömokonyoz gibi solunum problemleri yanında karsinojenik etkilere de neden olmaktadır ^{15,16,17}.

Bu metallere her ikisine bir arada maruz kalan çalışanların sağlıkları üzerine etkileri konusunda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Cr ve Ni'ye bir arada maruz kalan çalışanlardan alınan kan ve idrar örnekleri ile işyeri ortam havasındaki metallere analizi sonucunda vücuttaki metal yükünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, son yıllarda tubuler ve glomerül fonksiyonların değerlendirilmesinde önemli bir biyogösterge olan β 2 mikroglobulin (B2MG) ve glomerül filtrasyon oranı (GFR) ölçümlerinde çalışmamızda metal analizleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu tez çalışması ile ayrıca sektörde görev alan işveren ve çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği konuları hakkında alınacak önlemlerde yol gösterici olması hedeflenmiş, çalışmanın elektro kaplama sektöründe çalışma yapan işyerilerindeki iş sağlığı güvenliği risklerinin değerlendirilmesine yol gösterici olması amaçlanmıştır. Çalışmamız ülkemizde metal sektöründe çalışan Cr ve Ni'e

birarada maruziyeti ele alan ilk çalışma olması nedeniyle gerek iş sağlığı ve güvenliği bilim dalı, gerek de halk sağlığı bilim dalı açısından önem arz etmektedir. Böylece ülkemizdeki bu konu hakkında gerekli olan literatür ihtiyacına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Elektro Kaplama Yöntemi Ve Teknolojisi

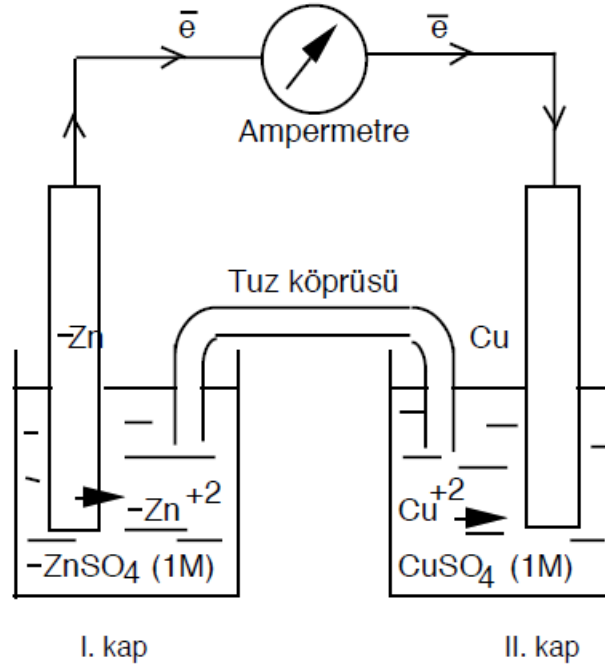
Metallerin yüzeylerinin kaplanarak korunması, kullanılan metalin korozyona karşı korunması temeline dayanmaktadır. Metal yüzeyi üzerinde küçük bir noktada başlayan korozyonun zaman içerisinde metalin iç kısımlarına doğru ilerlemesi söz konusu olabilmektedir ¹⁸.

Metal yüzeylerin korunmasında günümüzde elektrolitik yolla yapılan kaplama işlemi (elektro kaplama/galvanoteknik) veya ergimiş çinko içerisinde yapılan daldırma (sıcak daldırma/galvanizleme) metodları olarak iki türlü metod kullanılmaktadır. Bu sayede metalik malzeme yüzeyinde daha pasif bir metalin kaplanması yapılarak metalik malzemenin dış etkilerden korunması sağlanmaktadır. Yüzey kaplama işlemlerinde kaplama türü ve kaplanacak metalik malzeme türüne göre bakır, kalay, çinko, nikel ve krom gibi metaller kullanılmaktadır ¹⁹. Metal kaplamacılığının temelini oluşturan kaplama metodları Şekil 1' de gösterilmiştir.



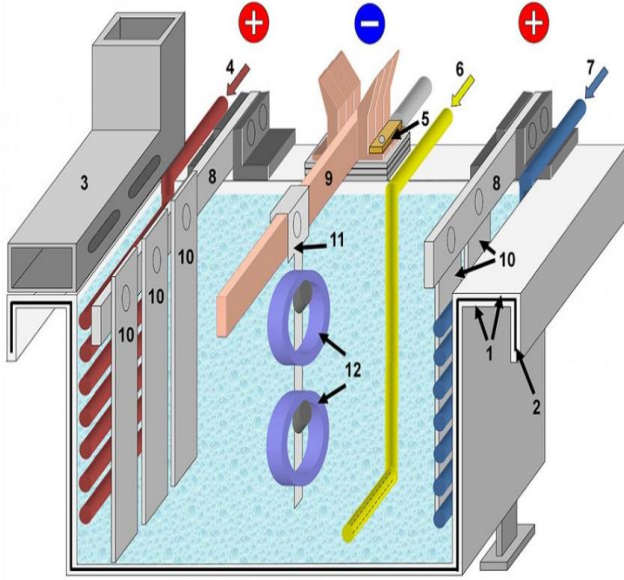
Şekil 1: Metal kaplamacılığı türleri

Elektro kaplama işlemi (galvanoteknik) prensip olarak, bir metal yüzeyin elektrolitik olarak kaplanması işlemidir. Bu işlem, yüzeyi kaplanacak olan cismin uygun bir elektrolite batırılması ve batırılan bu cismin katot olarak kullanılması temeline dayanmaktadır. Kaplama malzemesi de anot olarak kullanılarak kaplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Anot olarak kullanılan metal (kaplama cinsine göre çinko, bakır, nikel, kalay vs.) yüksek saflıkta (%99 ve üzeri) olmalıdır. Elektrolitik kaplamada kullanılan akım doğru akım olup düşük voltajlıdır ve güç kaynaklarından yararlanır. Güç kaynakları; 10 - 20 V arası voltaj ile 1200 - 2500 A arası akımda çalışacak şekilde ayarlanmalı ve bu tip güç kaynaklarının seçiminde kademeli yerine, değişken güç kaynakları tercih edilmelidir ²⁰. Yani, galvanoteknikle kaplama işlemi daha önce değinildiği gibi elektroliz yöntemi ile yapılır. Elektro kaplama işleminin temelini oluşturan elektro kimyasal pil düzeneği Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Elektro kimyasal pil düzeneği ²¹.

Elektro kaplama işlemleri, metal malzemelerin korozyon, aşınma ve yıpranmaya karşı dayanıklılığının artırılması ve dekoratif amaçla daha iyi bir görünüm elde edilmesi amacıyla elektro kimyasal metodlarla metalik film oluşturulmasıdır ²². Bu metod temel metale tutunma, korozyon ve aşınmaya karşı daha iyi koruma sağlaması, dayanıklılık, düşük maliyet ve dekoratiflik açısından en çok tercih edilen metoddur. Elektro kaplama işlemlerinde seçilen kaplama metali türü kaplama amacına göre seçilmektedir ²¹. Genellikle bu metod ince veya dekoratif amaçlı yapılan kaplamalarda uygulanmaktadır. Elektro kaplama banyosunu oluşturan temel bileşenler Şekil 3'de gösterilmiştir.



- 1- Galvanik Tava
- 2- Özel Lastik Kaplı Alan
- 3- Emme/Çıkarma Sistemi
- 4- Isıtma
- 5- Katod Bakır
- 6- Hava Enjeksiyonu
- 7- Soğutma
- 8- Anot Çubuğu
- 9- Hareket Çubuğu
- 10- Çinko ve Çelik Anot
- 11- Çerçeve
- 12- Kaplama Yapılacak Malzeme

Şekil 3 : Elektro kaplama banyosu bileşenleri ²³.

2.1.1. Dekoratif ve Sert Krom Kaplama

Günümüzde krom kaplama işlemleri dekoratif ve sert krom kaplama olmak üzere iki ana başlık altında ele alınabilir.

Sert krom kaplama yöntemi endüstride kullanılan endüstriyel parçaların korozyon ve aşınma dirençlerini iyileştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tip krom kaplama yönteminin en çok tercih edilme sebeplerinden biri de çok sert yüzeylerin elde edilmesi ve yapılan kaplamanın basınç, darbe ve aşınmaya karşı dirençli oluşudur. Günümüzde en çok çelik üzerine uygulaması yapılmaktadır. Sert krom kaplama ise sık dokulu, korozyona ve kimyasallara karşı dayanıklı, sert, aşınmaya dayanıklı, düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip olma özelliklerinden dolayı sanayinin ana gereksinimini karşılamaktadır. Bunlara ilave olarak hızlı ve kaliteli üretimi sağlar. Ayrıca uygulama sıcaklığı düşüktür, deformasyona neden olmaz. Sıcaklığa dayanıklıdır, renk değiştirmez, hasara neden olmadan yüzeyden sökülebilir, kaynak yapılabilir ve tekrar uygulanabilir özelliklere sahiptir ²⁴.

Dekoratif krom kaplama yöntemi ise, uygun koşullar altında metal üzerinde düzgün ve parlak bir kaplama elde edebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde yapılan krom kaplama kalınlığı sert krom kaplama yöntemine göre daha ince olmaktadır. Uygulanan kaplama kalınlığı parça yüzeylerini korozyona ve aşınmaya karşı korumada yeterli olmayabilmektedir ²⁴. Bu nedenle dekoratif krom kaplama yöntemi uygulanan parçalar, bakır ve nikel kaplandıktan sonra krom ile kaplanmaktadır ²⁵. Krom kaplama işlemlerinde kullanılan banyo tipleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Krom kaplamada kullanılan banyo tiplerinin karşılaştırması ²⁶.

	Klasik metod	İdeal Cr banyo	
	Katalizörsüz dekoratif Cr kaplama	Katalizörlü dekoratif Cr kaplama	Katalizörlü sert Cr kaplama
Kromik Asit	280-320 g/L	280-320 g/L	300 g/L
Sülfürik Asit	2.8-3.0 g/L	1.4-1.6 g/L	1.5 g/L

2.1.2. Nikel Kaplama

Ni kaplama; genellikle dekoratif amaçla yapılan ara kaplamadır. Ni kaplama ayna parlaklığında ve düzgün bir yüzey ile dikkati çeker. Ni kaplama; kaplama kalınlığı amaca göre değişmekle birlikte 3 farklı banyo tipi vardır; Watts, Sulfamat ve Fluoborat banyolarıdır. Watts banyosu; genel amaçlı ucuz tuzun kullanıldığı banyolardır. Parlaklık vermesi için çok az miktarda kadmiyum içermektedir. Ni sulfamat banyoları; yüksek verimli, kolay kontrol edilebilen elektro kaplamada oldukça fazla kullanılan banyolardır. Ni fluoborat banyoları ise; geniş konsantrasyon ve işlem şartları aralığında uygulanan banyolar olmaları nedeniyle daha az kullanım alanı vardır. Ayrıca özel amaçlı sert Ni, siyah Ni kaplama banyoları da bulunmaktadır ^{20,27,28}. Nikel kaplamada kullanılan banyo tipleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Nikel kaplamada kullanılan banyo tipleri ²⁰.

Bileşenler veya koşullar	Watts (g/l)	Sulfamat (g/l)	Fluoborat (g/l)
Nikel Sülfat(NiSO ₄ .6H ₂ O)	255-412	—	—
Nikel Klorür(NiCl ₂ .6H ₂ O)	3-60	0-30	0-15
Nikel Sulfamat Ni(SO ₃ NH ₂) ₂	...	262-450	—
Nikel Fluoborat (Ni(BF ₄) ₂)	—	—	225-300
Toplam Nikel (metal olarak)	58-106	62-112	57-78

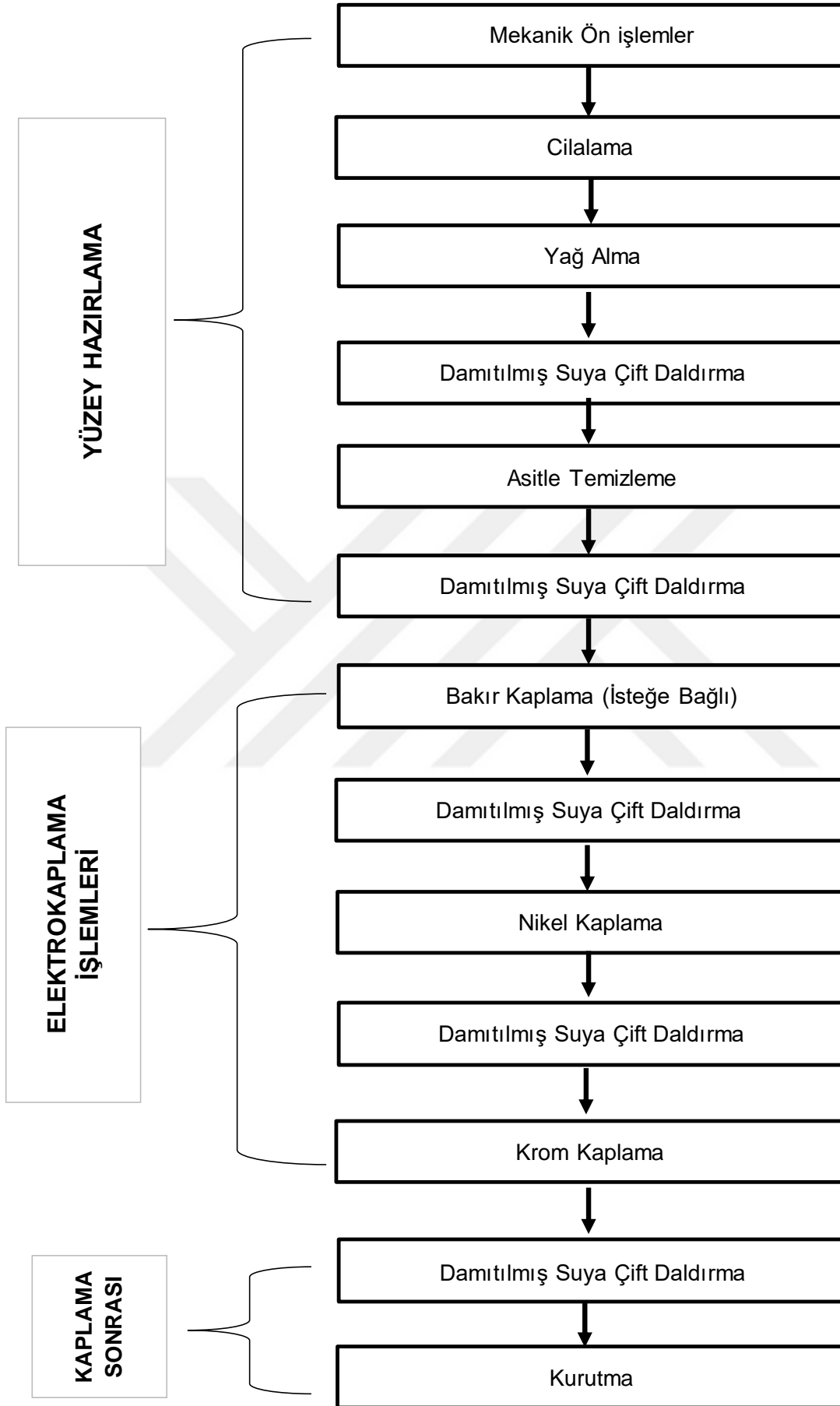
Nikel-Krom yüzey kaplama işlemi 3 aşamadan oluşmaktadır; kaplama öncesi ön hazırlık, kaplama ve kaplama sonrası aşamalarından meydana gelmektedir;

1- Ön Hazırlık Aşaması: Bu aşama kaplama öncesi yüzey hazırlama ve temizleme işlemlerini kapsamaktadır. Bu aşamada kaplama işleminden daha iyi sonuçların elde edilebilmesi için kaplama öncesi malzemenin gerekli taşlama, zımpara, polisaj gibi yüzey hazırlama ile kir, yağ ve pas gibi kirleticilerin daha kaliteli bir kaplama yapabilmek için temizlenmesi işlemleri yapılmaktadır. Metallerin üretim aşaması ve sonrasında yapılan ebatlama, delme, şekillendirme gibi işlemlere tabi tutulurken zarar görmemesi için yağlama işlemi yapılmakta ve kaplama öncesi yağlardan arındırmak amacı ile sıcak yağ alma işlemi uygulanmaktadır. Yağ alma işlemi yapılış şekline göre farklı yöntemleri bulunmaktadır. Metallerde bulunan Fe içeriği nedeniyle oksitlenmeler ve pas lekeleri meydana getirebilmektedir ^{27,29}. Bu tip lekeler ve kaplama sonrası oluşan renk bozukluklarının önlenmesi için, asidik yağ alma işlemi yapılmaktadır. Piklaj işlemi olarak adlandırılan bu işlem %30-50 arasında asit içeren banyolarda gerçekleşmektedir ²⁸. Metaller üzerinde bulunan mikro çukurcukların içerisindeki yağ ve pas gibi kaplamayı olumsuz olarak etkileyebilecek kirlilikler, yağ alma işlemleri ile tam olarak giderilememektedir ²⁹.

Bu tip kirlilikler suyun hidroliz edilmesiyle metal üzerinde oluşan hidrojenlerin mikro çukurcukları temizleyerek yapılan elektrolitik yağ alma işlemi ile yapılmaktadır ²⁹.

2- Kaplama; ön hazırlık aşamasından geçen kaplanacak malzemeler önce Ni kaplama prosesine daha sonra Cr kaplama prosesine geçmektedir. Cr'nin korozyona olan dayanımı, güzel görüntüsü ve kaplama işlemi sonrası çok sayıda eriyiğin ortaya çıkması nedeniyle kaplaması en sık yapılan metaldir. Cr'nin cilalı yüzeyi ile kaplanan maddenin güzel görünmesini sağlaması, dekoratif kaplamalarda olarak tercih edilmesini sağlamaktadır ²⁹.

3- Durulama ve Kurutma; Kaplama işlemlerinde uygulanan durulama işlemleri genellikle su ile yapılan yıkama işlemleridir. Bu tip işlemler banyolar arası kimyasal taşınımın önüne geçilmesi amacıyla yapılmaktadır ²⁷. Son olarak da kurutma işlemlerinin tamamlanmasıyla malzemenin paketlenmesi işlemine geçilmektedir. Elektro kaplama metodu ile Ni ve Cr kaplama işleminin temel basamakları Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Elektro kaplamada Ni ve Cr kaplamanın temel basamakları ³⁰.

2.1.3. Nikel Kaplama Üzerine Krom Kaplamanın Rolü

Yeterli kalınlıktaki krom kaplaması metallerin; sürtünmeye, sıcaklığa, dış etkilere ve kükürlü bileşiklere karşı dayanımını artırır. Krom kaplamalı metaller tuz eriyiklerinden, alkali eriyiklerden ve hidroklorik asit hariç diğer asitlerden etkilenmez. Sadece nikel ile yapılan kaplamalar zaman içerisinde havada parlaklıklarını kaybederek kararmaya başlamakta ve korozyona karşı dayanıksız olmaktadır ³¹. Nikel üzerine yapılan krom kaplaması ile bu istenmeyen durumun önüne geçilmiş olunur.

Krom kaplamalar mikro çatlaklar içermektedirler. Kaplama yapılacak yüzey doğrudan doğruya krom ile kaplanırsa bu çatlaklar yüzünden yapılan kaplama işlemi koruyucu özelliğini kaybeder ve alttaki metal yüzey korozyona uğrar. Ayrıca kromun çok sert olması kaplamayı gevrekletmektedir. Bu yüzden krom kaplama tabakası darbeler geldiğinde çatlayarak dökülebilmektedir. Yapılan krom kaplamasından sonra kalan tabakanın gözenekli yapısı kaplanan parçayı korozyondan koruyamamaktadır ³².

Bu sebepler nedeniyle nikel ve krom kaplamalar birbirlerinin tamamlayıcısı özelliklere sahip olup ayrılmaz ve önemli bir kaplama kombinasyonunu oluşturmaktadırlar.

2.1.4. Nikel ve Krom Kaplamaların Kullanım Alanları

Metal kaplama işlemleri estetik amaçlı kullanımın yanı sıra sanayide de önemli bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle sanayi ürünlerinde malzemenin performansını ve ömrünü artırmak amacıyla kullanılmaktadır ²⁴.

Günümüzde nikel-krom kaplama dekoratif amaçlı olarak çeşitli otomotiv iç parçaları, banyo aksesuarları, ev aksesuarları, ev araç gereçleri, silah sanayii v.b. alanlarda malzemeye estetik ve parlak görünümü kazandırmak için kullanılırken, sanayi alanında ise performans artırma amacıyla dokuma, demir-çelik, sentetik iplik, matbaa, çelik tel, lastik, plastik, otomotiv, enerji, kağıt, suni gübre, savunma sanayii, makine imalat ve petrokimya gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Ayrıca, türbin şaftları, dokuma silindirleri, hidrolik piston milleri, pompa pistonları, lastik ve plastik kalıpları, salmastra kovanları, kağıt valsleri, klavuz makaraları, besleme ruloları, sarım silindirleri ve matbaa kazanları gibi parçalara da sertlik ve dayanıklılık verilmesi amacıyla kullanım alanı bulmaktadır ²⁵.

2.2. Elektro Kaplama Yöntemi İle Nikel-Krom Kaplama İşlemlerinde Kullanılan Kimyasalların Özellikleri Ve Sağlığa Zararlı Etkileri

Nikel-Krom kaplama proseslerinde kullanılan kimyasal maddeler ve birim alan başına kullanım miktarları Tablo 3' te gösterilmiştir.

Tablo 3. Nikel-krom kaplama proseslerinde kullanılan kimyasal maddeler ve birim alan başına kullanım miktarları ²⁷.

Kimyasal Madde	Tüketim	Birim
ACK (Asidik Yağ Alma)	11	mg/m ²
Ankor nemlendirici SRK (Mat Nikel)	0,2	ml/m ²
Ankor NFDS (Aktivasyon Kimyasalı)	1.333	mg/m ²
ANKrom (Cr+6) (Kromik Asit)	66.513	mg/m ²
Antiskalant (Saf su üretimi)	12.52	mg/m ²
AT Parlaticı 1206810J (Parlak Nikel)	15,5	ml/m ²
Borik asit (Mat-Parlak Nikel)	29.864	mg/m ²
Copolimer (Saf su üretimi)	12.52	mg/m ²
E-10 (Mat Nikel)	17	ml/m ²
EG (Yağ Alma)	78.725	mg/m ²
GS 6 Parlaticı (Parlak Nikel)	14,3	ml/m ²
Hidroklorik asit (Nötralizasyon-Asidik Yağ Alma)	86.143	mg/m ²
Nikel Anot (Mat-Parlak Nikel)	119.892	ml/m ²
Nikel Düzenleyici H	6	ml/m ²
Nikel klorür (Mat-Parlak Nikel)	9.07	mg/m ²
Nikel sülfat (Mat-Parlak Nikel)	68.751	mg/m ²
Saf Sülfürik Asit (Krom Kaplama ve Bisülfıt)	8.45	mg/m ²
Sodyum Bisülfıt (BiSülfıt)	4.902	mg/m ²
Sülfürik asit (Asidik Yağ Alma)	81.534	mg/m ²
T3141(Ult.Yağ Alma)	33	mg/m ²
Tuz (Saf su üretimi)	147.188	mg/m ²
TZN (Parlak Nikel)	22,8	ml/m ²
Wetting Agent G	785	mg/m ²
X-10 (Mat Nikel)	0,2	ml/m ²

Kaplama prosesinde en yoğun olarak nikel sülfat ve nikel klorür gibi nikel içeren kimyasallar ile krom kaplamanın temel kimyasalı olan kromik asit kimyasalı kullanılmaktadır. Diğer kimyasallar ön hazırlık işlemlerinde metal yüzey temizliği ile kaplama prosesinde kaplamanın ürüne tutunmasını sağlayan yardımcı kimyasallardır. Bu kimyasallar arasında da en çok sülfürik asit ve hidroklorik asit kullanımları gerçekleşmektedir ²⁷.

Solventler (Çözücüler): Elektro kaplama ön işlemlerinde kullanılan çoğu çözücü, organik katıları çözmek için güçlü özelliklere sahip organik klor, alkol veya petrol bazlı kimyasallardır. Bunlar genellikle çeşitli kimyasalların karışımlarıdır ve özellikle tehlikeli olabilirler. Elektro kaplamada yaygın olarak kullanılan tehlikeli çözücüler, aseton ve trikloroetilen içerir. Solventler solunum yoluya, ağızdan veya deri yoluyla emilebilir. Kurutma, çatlama, kızarma veya cildin kabarması, baş ağrıları ve uyuşukluk, bulantı ve dermatit gibi akut olarak sağlık etkilerine neden olabilirler. Çözücü buharının yüksek konsantrasyonlarına maruz kalmak bilinç kaybına ve hatta ölüme neden olabilir. Bazı solventler ayrıca sinerjistik etkilere sahiptir. Örneğin, bazı organik çözücüler kullanılırken, sigara içilmesi veya solvent kullanımından hemen sonrasında alkol kullanılması, etkileşimlerden dolayı sağlık üzerine daha fazla olumsuz etkilere sahip olacaktır ³³.

Sülfürik asit: Kimyasal formülü H_2SO_4 ve kuvetli bir asit türü olan bu ürün kaplama öncesinde yüzey temizleme işlemlerinde kullanılmaktadır. sulu ortamda uzun süreli kalıcı ve zararlı etkileri olabilmektedir Sağlık üzerine etkileri incelendiğinde mide-bağırsak şikayetleri, öksürük, kör olma riski, mide delinmesi, ciddi göz hasarları tehlikesi, kusma, nefes darlığı, ciddi cilt yanıkları ve göz hasarlarına yol açtığı görülmektedir ³⁴.

Siyanür tuzları: Siyanür tuzları, sodyum siyanür veya potasyum siyanür gibi katı formda mevcut olabilir. Siyanür katıları yutulursa oldukça zehirlidir. Siyanür çözeltileri siyanür iyonları içerir ve cilt ve gözlere zarar verir ve yutulursa çok toksiktir. Solunumla yoluyla ya da cilt yoluyla vücuda alınmaktadır. Üst solunum yolunda, göz ve ciltte tahrişlere neden olmaktadır. Bir siyanür kaplama banyosunun pH'ı yaklaşık olarak pH10'un altına düşerse, banyo üzerindeki hava yüksek seviyelerde hidrojen siyanür gazı içerebilir. Maruziyet sonucu, baş ağrısı, halsizlik, bulantı, kusma, taşikardi, koma ve hatta ölüm görülebilmektedir. Siyanür zehirlenmesi belirtileri arasında zayıflık, konfüzyon, nefes darlığı, baş ağrısı, baş dönmesi, nöbetler ve koma bulunmaktadır ³³.

Hidroklorik asit: Kimyasal formülü HCl ve kuvetli bir asit türü olan bu ürün kaplama öncesinde yüzey temizleme işlemlerinde kullanılmaktadır. Solunum sistemini tahriş etme, solunması halinde boğaz ve burunda yanma, nefes darlığı, öksürük, halsizlik ve yutma güçlüklerine neden olabilmektedir. Ciltle ve gözle temasında tahriş edici, ağız yoluyla alınması halinde ağız, yemek borusu ve midede yaralanmaya neden olabilmektedir. Düşük konsantrasyonlardaki kronik maruziyetler ciltte dermatitlere, dişlerde erozyona ve sindirim sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir ³⁵.

Borik asit: Kimyasal bileşimi H_3BO_3 bu kimyasal elektro kaplama prosesindeki banyo bileşimleri arasında bulunmaktadır. Ortamda solunan borik asit tozu yoğunluğunun 10 mg/m^3 veya üstü olması boğaz ve burunda hafif tahrişlere sebep olabilmektedir. Vücuda kazara sindirim yoluyla alınan yüksek orandaki borik asit de mide bulantısı, deri kızarması ve soyulması kusma ve ishal gibi etkilere sebep olmaktadır ³⁶.

Sodyum bisülfid: Kimyasal bileşimi $NaHSO_3$ 'dür. Yutulması halinde zararlı, asitlerle temasında toksik gaz çıkarmaktadır. Solunması bazı kişilerde solunum tahrişi ile akciğer hasarına yol açabilmektedir ³⁷.

Maddenin uzun süreli ciltle teması sonrası vücutta iltihaplanmalar görülebilmekte, tekrarlı maruziyetler de kontakt dermatite neden olabilmektedir. Uzun süreli göz teması geçici olarak kızarıklık şeklinde karakterize edilen iltihaba neden olabilir (rüzgar yanığı benzeri). Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerin 150 gram ve daha az miktarda ağız yoluyla alınmasının ölümcül veya ciddi sağlık sorunlarına yol açabileceğini gösterdiği için kazara ağız yoluyla bu maddenin alınması son derece tehlikelidir olabilir³⁷.

Arsenik: Metallerde veya ticari derecelerde kullanılan sülfürik ve hidroklorik asitlerde bir kirlilik olarak mevcut olabilmektedir. Arsenik bazen çok seyreltik solüsyonlarda adezyon, sertlik ve bu metallerin finisajına parlaklık kazandırmak amacıyla rodyum ve soy metallerin elektrokaplama yardımcı olarak kullanılır. Arsenik zehirlenmesi hemolitik aktivitesi nedeniyle akut veya kanserojen potansiyeli nedeniyle kronik olabilir. Semptomlar baş ağrısı, baş dönmesi, mide ağrıları, kusma, deliryum, nöbetler ve komadır³³.

Nitrik asit: Elektro kaplama işlemlerinde Sülfürik asit yerine kullanıldığı görülmektedir. Aşındırıcı etkilerine ek olarak nitrik asit, nitrojen oksitlerin serbest bırakılma potansiyeli nedeniyle özel bir dikkat gerektirir. Suda çözünür azot oksitler solunum yolu tahrişine neden olabilir ve kimyasal pnömoniye yol açabilir. Düşük su çözünürlüğüne sahip azot oksitler, akciğerlere derin nüfuz edebilir ve akciğer ödemi (akciğerlerde sıvı birikimi) gibi gecikmiş sağlık etkilerine yol açabilir³³.

2.2.1. Mesleki Nikel Maruziyeti

Kaynak ve Doğada Bulunuşu: Nikel metali tarihte eski dönemlerden bu yana bilinen ve günümüzde periyodik cetvelde 8B grubunda bulunan bir geçiş elementidir. Saf nikel gümüş beyazı renkli oldukça sert bir metaldir. Ni'in farklı formları bulunmaktadır; elemental Ni (Ni), nikel oksid (NiO), Nikel klorür (NiCl₂), nikel sülfat (NiSO₄), nikel karbonaat (NiCO₃), nikel monosülfid (NiS) ve subsülfid (Ni₃S₂) halinde bulunur ³⁸. Tabiatta sülfür ve silika içerikli maden yataklarında diğer metallerle birlikte, genellikle de kobalt metali ile birlikte bulunur. Günümüzde saf Nikel Fe, Cu, Cr ve Zn başta olmak üzere 3000 kadar alaşımın yapısına girer. Bu alaşımlar özellikle çelik kaplama başta olmak üzere pek çok metal kaplama gerektiren alanlarda kullanılmaktadır. Bu işleme de "nikelaj" adı verilmektedir. Nikelaj işlemi metallerin Ni ile çok ince film şeklinde kaplanmasıdır ve bu kaplama işlemi ile parlak güzel bir görünüm kazanılmasının yanında metal yüzeyi de dış tesirlerden korunmuş olmaktadır ^{4,39}.

Nikel'in Kullanım Alanları: Bütün metaller kimyasallardan ve çeşitli atmosferik şartlardan etkilenir ve korozyona uğrar. Ancak korozyona karşı en dayanıklı metallerden biri nikeldir. Çelik oldukça yüksek oranda demir içerdiğinden dolayı atmosfer şartlarından etkilenir ve zamanla paslanır. Nikel, çelik yapısına girerek bu olumsuz özellikleri yok etmesi nedeniyle paslanmaz çelik yapımında sıklıkla tercih edilmektedir. Paslanmaz çelik içeriği %14-20 arasında Cr, %8-12 arasında Ni ve kalan miktarda da Fe'den oluşmaktadır. Ni ve Cr'un Fe'e katılarak oluşturulduğu paslanmaz çelik, atmosferik aşınmaya karşı son derece dayanıklı olduğundan ve parlaklığını kaybetmediğinden geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Üretilen Ni ve Cr karışımli paslanmaz çelikler ve diğer alaşımlar makine, teçhizat, silah, metal para, süs eşyaları ve medikal protezlerde kullanılmaktadır ^{1,4,40}. Ni'in kullanım alanları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Nikel metaline sıklıkla maruz kalan meslek grupları ⁴.

Meslek grubu	Nikel Maruziyeti nedeni
Kimyasal maddelerle temas eden işçiler	Alkali piller (Ni-Cd), plastikler, seramikler, boya sabitleyicileri, yağ serleştiriciler, böcek ilaçları, resim ve duvar kağıdı renklendiricileri
Paslanmaz çelik fabrikası çalışanları	Çinko ve pirinç kaplama malzemeleri, boyalar, metal plaka, kesme, boyama, sertleştirme ve kaplama solüsyonları
Kuaförler	Kalıcı perma solüsyonları, saç boyaları, ruj, far, göz kalemi gibi kozmetikler
Elektronik çalışanları	Statik elektriği dağıtmak için kullanılan nikel içeren bantlar
Kasiyerler	Madeni paralar
Yemek sektörü çalışanları	Ni içeren gıdalar
Madenciler, rafineri çalışanları	Elektroliz sırasında ortaya çıkan nikel karbonil solüsyonları ve gazları,
Nikel rafineri mond proses bölümleri	Nikel karbonil gazları
Otomobil atolyeleri	Nikel karbonil gazları
Ortodontik cihazlar	Ni

Nikeli'in İnsan Metabolizmasına Etkisi: Nikel vücuda girdikten sonra emilerek bütün organlara dağılmakta birlikte hedef organı böbreklerdir. Elektrokaplama işlemleri genellikle elektrolizde kullanılan Ni formuna bağlı olarak çözünebilir Ni sülfat veya klorür formunun emisyonlarına neden olur ^{2,17}. Solunum yoluyla nikel alındığı zaman, akciğerlere ulaşır ve Ni'in partikül büyüklüğüne, suda çözünürlüğüne bağlı olarak kan dolaşımına geçebilmektedir ¹⁷

Nikel'in İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri: Ni çevrede çok düşük düzeyde bulunmakta olup pek çok madde içerisinde bu metale maruz kalınmaktadır. Ni'ye maruziyetin en önemli kaynağı besinlerdir (tuz, bitkisel ürünler, hayvansal ürünler, çikolata, soya fasulyesi, fındık ve yulaf ezmesi). Bunun yanında solunum havası ve deri ile de vücuda girmektedir. Çalışmalarda Ni'in en sık rastlanan allerjen olduğu tespit edilmiştir. Sigara içinde bulunan Ni hariç günlük solunum havasındaki Ni düzeyi 0.1-1 µg/g'dır³⁹.

Ni'in toksisitesinde birincil mekanizma, glutatyon seviyelerini tüketmesi ve proteinlerin sülfidril gruplarına bağlanmasıdır. Çevresel veya mesleki Ni maruziyeti sonucunda akciğer hasarı, akciğer fonksiyonlarında bozulma, böbrek tubuler nekrozu, anemi, eozinofili, nazal septum ülserasyonu ayrıca hormon bozucu gibi toksik etkilere neden olmaktadır^{38,41}.

Deri yoluyla temasta Nikel'in çok az düzeydeki miktarı sistemik dolaşıma geçerek allerjik reaksiyonlara neden olur. Nikel kullanılan işyerlerinde çalışanların maruz kaldığı en önemli Nikel bileşiği Nikel karbonil olup, Nikel bileşikleri içerisinde en toksik özelliği olanıdır. Ni buharına maruziyet sonrası genellikle solunum yolu mukozasının çok etkilendiği görülmektedir. Ni'in belirgin bir kokusu olmadığı için ortamda bulunması tehlikeli olmaktadır. Kronik toksisitesinde ise; kronik bronşit, akciğer fonksiyonlarında azalma, akciğer ve nazal sinus kanseri görülmektedir. Bununla birlikte, maruziyet sonrası yaklaşık 10 gün sonra dahi sindirim sistemindeki belirtileri ortaya çıkmaktadır^{2,17}.

Mesleki olarak çalışanlarda görülen kanser olgularında çalışma ortamında Ni düzeyleri araştırıldığında 10 mg Ni/m³ 'den daha fazla oranda Ni'e maruz kaldıkları görülmüştür. IARC tarafından bazı Ni bileşikleri insanlar için karsinogen (Grup 1) olarak sınıflandırılırken, Ni karbonil insanlar için muhtemelen kanser (Grup 2B) olarak sınıflandırılmaktadır¹⁵.

En toksik Ni bileşikleri; Ni subsulfid, Ni sülfat ve Ni oksiddir. Ni sülfat 3 bileşiğin en toksik olanı iken Nikel oksid en az toksik olanıdır. Ayrıca Ni sülfat ya da Ni subsulfid burun koku epitelyumunda hasara neden olduğu bildirilmektedir ³⁹.

Nikel Maruziyet Limitleri: Amerikan toksik maddeler ve hastalıklar kayıt jansı (ATSDR) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda inorganik Ni ve Ni bileşikleri için 8 saatlik mesleki maruziyet sınır değeri (TWA) 1 mg/m³ olarak belirlenmiştir ³⁹. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (Occupational Safety and Health Administration), işyerinde havada metalik Ni ve Ni bileşikleri için 1 mg/m³'lük (TWA) bir sınırlama getirerek, günde 8 saat, haftada 40 saatlik çalışma için çalışanları korumaktadır. Fakat Ni bileşenleri için verilen TWA değerlerinin Ni carbonil için uygulanamayacağı rapor edilmektedir ⁴².

İçme sularında günlük alınan nikel dozu 2 µg/L'dir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (U.S. Environmental Protection Agency), Ni için içme suyundeki Ni düzeyini 0.1 mg/L'den daha fazla olmamasını önermektedir ³⁹.

2.2.2. Mesleki Krom Maruziyeti

Kaynak ve doğada bulunuşu: Cr (Krom) periyodik tabloda 4. periyot 6B grubunda yer alan bir geçiş elementidir. Doğada serbest halde bulunmaz. Cr, ATSDR tarafından listelenen öncelikli 50 toksik madde listesinde sekizinci madde olarak yer alır. Cr'nin Cr⁺², Cr⁺³ ve Cr⁺⁶ olmak üzere 3 farklı değerlikli atomu vardır. Cr'un en çok bulunan formu Cr⁺⁶ ve Cr⁺³'dür Cr'nin en kararlı ve doğada en çok bulunan Cr⁺³ formudur. Hava temasına karşı oldukça dayanıklıdır ^{10,43}.

Cr elde etmek için en çok kullanılan mineral ise kromittir ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$). Cr doğada tek başına bulunmayıp diğer elementler ile bileşikler halinde bulunmakta ve tüm bileşikleri genellikle oksit, sülfat ve halojenürler ile yapılan bileşiklerdir ^{10,43}.

Krom'un Kullanım Alanları: Dünyada, madencilik faaliyetleri sonucu üretilen kromun yaklaşık % 80'i metalürjik uygulamalarda kullanılmaktadır. Cr cevherinin geri kalan kısmı da kimya, refrakter ve döküm kumu sanayiinde kullanılmaktadır. Cr'un darbelere karşı direnci, ısıya dayanımı, çeliğe sertlik verebilmesi, kırılmalara, aşınmaya ve oksitlenmeye karşı koruma sağlaması nedeniyle pek çok alanda kullanılmaktadır. Metalurji endüstrisinde Cr cevherinin en önemli kullanım alanı, paslanmaz özelliğinden dolayı özellikle savunma sanayi, uçak ve gemi yapımıdır. Cr kaplama ile eşsiz parlak, estetik ve değişik ortam şartlarına dayanıklı yüzeyler elde edilebilir. Bu bakımdan Cr sosyal alanlardan endüstriye kadar birçok alanda giderek artan bir oranda kullanılmaktadır. Günümüzde ise; yaygın olarak Cr kullanımının kaplama sanayii başta olmak üzere deri tabaklama, ahşap kaplama, fotokopi makinesi tonerleri, ahşap kaplama, çimento sektörü ve buna benzer sektörlerde olduğu görülmektedir ^{1,9,10}. Cr'un kullanım alanları Tablo 5. 'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Krom metaline sıklıkla maruz kalan meslek grupları ^{1,10}.

Meslek grubu	Cr maruziyeti nedeni
Sert çelik	Hekzavalant krom
Kimyasal maddelerle temas eden çalışanlar	Mantar ilaçları,havai fişekler, diş yapımı
Metal işleme sıvıları	Yağlama, soğutma ve korozyondan korunma ve işleme işlemleri sırasında metal hurdalarını çıkarma işlemleri
Elektrikli kaplama	Elektrolit olarak kromik asit kullanılır, kromik asit buharları,
Paslanmaz çelik kaynak makinaları	Hekzavalant krom
Tekstil baskıları ve boya endüstrisi	Yağlı boyaların yapımında paslanmayı önleyici
Metal kaplama	Sert çelik
Deri ile tabaklama işlemleri	Deri terbiyesi amacıyla hekzavalant Cr kullanılır. İşlemler sonunda Cr ⁺⁶ , Cr ⁺³ değerli formuna dönüşür
Fotoğrafçılık	Hassaslaştırıcı olarak
Seramik, süsleme ve lastik sanayinde	Pigment üretiminde
Ortodontik cihazlar	Çelik dirsek, çelik kemer

Krom'un İnsan Metabolizmasına Etkisi: Cr⁺⁶'nin yarılanma ömrü 22 gündür. İnsanda akciğerde yarı ömrü 616 gündür ayrıca bu sürenin ratlarda da benzer olduğu rapor edilmektedir. Oral yol ile alınan Cr'nin küçük bir kısmı mide-barsak sistemi ile sistemik dolaşıma girerken, deri yoluyla maruziyette eğer derinin bütünlüğü bozulmuşsa Cr'un küçük bir kısmı vücuda girebilir ⁴³.

En önemli maruziyet yolu ise, solunum yoludur; Cr akciğerler yoluyla da sistemik dolaşıma geçer. Kan, doku ve idrarda da bu metal normal sınırlarda bulunabilir. İnsanlarda bulunan idrar Cr düzeyi 0.24-1.8 µg/L aralığındadır. Kan ve idrardaki düzeyi normalden fazla ise bu değerler bir Cr maruziyetinin göstergesi olarak düşünülmektedir ⁴³.

Krom'un İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri: Cr⁺³ insülinin daha etkili kullanımına neden olan enerji, yağ ve protein metabolizması için gereklidir ve normalde besinlerde bulunur. Cr'a maruziyet en çok havadaki tozların ve gazların solunması, besin maddelerinin tüketimi ve Cr bileşenlerince zengin olan çeşitli atık veya ürünlere temas ile gerçekleşmektedir. Cr'un endüstride kullanımında önlemlerin yetersiz olması sebebiyle çoğunlukla sulu atıklarla Cr çevreye ve buradan da canlı organizmalara ulaşmakta ve böylece hem bitki ve hayvanlarda ve hem de insanlarda çeşitli hastalıklara sebep olabilmektedir. Yaygın kullanımı nedeniyle ortaya çıkan ciddi sağlık sorunları konusunda son zamanlarda önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Cr'un toksik etkileri Cr⁺⁶'nın Cr⁺³'e indirgenme derecesine bağlıdır ^{43,44}.

Cr⁺⁶'ye mesleki maruziyetin solunum, mide-bağırsak, immunolojik, hematolojik, hepatik, böbrek, nörolojik, kardiyovasküler, reproduktif ve gelişim üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. İn hale olan Cr⁺⁶, düşük oksidasyon durumlarına hızla indirgenmesi nedeniyle sitotoksik ve genotoksik etkiler neden olabilecek makro moleküllere bağlanmaktadır ^{43,44}.

Çalışanlar Cr⁺⁶'ye en çok solunum yoluyla maruz kalmaktadır. Cr⁺⁶, Cr⁺³'den daha toksiktir çünkü heksavalant Cr anyon taşıma proteinleri ile hücrelere girmesi diğer krom formlarına göre daha kolaydır. Vücuda giren Cr-VI'nın solunum sistemine girerek birkaç yıl ya da daha fazla akciğerlerde kalarak kanser gibi ciddi hastalıkla neden olmaktadır⁴⁵.

Moulin (1997)'nin yapmış olduğu tersane, çelik kaynakçısı ve yumuşak çelik çalışanların üzerindeki yönelik epidemiyolojik çalışmalarda hekzavalant Cr'ye solunum yolu ile maruz kalan çalışanlarda akciğer kanseri olgularına rastlandığı bildirilmiştir ⁴⁶. Labarotuar hayvanlarında Cr⁺⁶ ile yapılan çalışmalarda da Cr'nin mide, bağırsak ve akciğer kanserine neden olduğu görülmüştür ⁴³. IARC'ye göre Cr⁺⁶ insanlar için karsinojen (Grup I) olarak sınıflandırmıştır ¹⁵.

Cr'nin mesleki olarak kronik maruziyeti sonucu absorbe olan kromun yüksek oranda böbreklerde biriktiği ve böbrek fonksiyonu göstergelerinden olan renal bağlayıcı protein, tubuler antijen ve β -2 microglobulin düzeyinde artışa neden olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır ^{47,48}.

Absorbe olan Cr-VI, eritrositlere alınarak burada indirgenir ve hemoglobin ve diğer proteinlerle kararlı kompleksler oluşturur. Mesleki maruziyet çalışmaları ve diğer çalışmalarda bildirilen hematolojik verilerle uyumlu olmadığı görülmüştür ^{43,45}.

Krom Maruziyet Limitleri: ABD çevre koruma ajansı (EPA) içme sularında total Cr düzeyini 0.1 mg/L'yi maksimum kontaminant olarak belirlemiştir. Cr⁺⁶'nin havadaki Cr düzeyini ABD Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü (OSHA) tarafından 8 saatlik çalışma günü boyunca 5.0 μ g/m³ (TWA-Threshold Limit Value) olarak belirlerken, Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (NIOSH) tarafından bu maruziyet limitini 8 saatlik çalışma günü için 0.0002 mg/m³ (TWA) olarak bildirmektedir ^{43,45}.

Elektro kaplama işlemlerinde yaygın olarak kullanılan tehlikeli kimyasallar, sağlık üzerine etkileri ve çalışan sağlığı takibi önerilen testler Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Elektro kaplama işlemlerinde yaygın olarak kullanılan tehlikeli kimyasallar, sağlık üzerine etkileri ve çalışan sağlığı takibi önerilen testler ³³.

Tehlikeli Madde	Sağlık Riski	Sağlık Takibi
Krom bileşikleri	Burun / Deri ülseri Cilt hassaslaşması, Mesleki astım Mesleki kanser	Cilt muayenesi Solunum testi Kan testleri
Nikel	Dermatit Mesleki kanser Mesleki astım	Cilt muayenesi Solunum testi Kan testleri
Asitler / Alkaliler Yağ sökücü / Temizleyiciler	Dermatit Yanık ve ülser Göz / Burun / Boğaz tahrişi	Cilt muayenesi Genel sağlık kontrolü
Trikloroetilen	Dermatit Göz / Cilt tahrişi Mesleki kanser	Cilt muayenesi Genel sağlık kontrolü
Sıyanür Çözeltileri / Çamur zehirlenmesi	Dermatit Baş ağrısı Bulantı Baş dönmesi	Cilt muayenesi Genel sağlık kontrolü
Kadmiyum içeren tozlar ve/veya çözeltiler	Zehirlenme Solunum etkileri Anemi Karaciğer bozuklukları	Solunum testi Kan testleri
Kadmiyum oksit	Mesleki kanser	Solunum testi Kan testleri
Platin tuzları	Mesleki astım	Solunum testi
Azot oksitleri	Solunum etkileri	Solunum testi
Bakır bileşikleri	Dermatit Göz / cilt tahrişi Gastrointestinal etkiler	Cilt muayenesi Genel sağlık kontrolü Kan testleri
Arsenik	Kandaki hemolitik hareket	Periferik sinir sistemi testi Cilt muayenesi İdrarda arsenik testi

2.3. Elektro Kaplama Yöntemi İle Nikel-Krom Kaplama Yapan İş Yerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği

Elektro kaplama faaliyetleri, 26.12.2012 tarihli ve 28509 sayılı Resmi gazete’de yayımlanan “İş Sağlığı Ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” ekinde bulunan işyeri tehlike sınıfları listesine göre 25.61 genel koduyla “**Metallerin işlenmesi ve kaplanması**” adı altında çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır ⁴⁹.

2.3.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tanımı, Amacı ve Kapsamı

İSG'nin konusunu Centel 'yapılan "işten dolayı ortaya çıkan tehlikelerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için gerekli yolların araştırılması ve bu yolda gerekli hükümleri oluşturmak" olarak bildirmektedir ⁵⁰.

İSG hizmetlerine ilişkin temel uluslararası düzenlemelerin birincisi 12 Haziran 1989 tarihli 89/391 sayılı Avrupa Birliği İş Sağlığı ve Güvenliği Çerçeve Direktifi, diğerleri ise 155 ve 161 sayılı uluslar arası çalışma örgütü (ILO) sözleşmeleridir. Bu düzenlemeler birliğe üye olan ve ilgili sözleşmeleri imzalayan ülkelerin iş sağlığı ve güvenliği hakkında yerine getirmesi gereken temel standartları belirleyen düzenlemelerdir ^{51,52,53}.

ILO'nun 155 ve 161 sayılı sözleşmeleri, iş sağlığı ve güvenliğinin teşvik edilmesine ve çalışma koşullarının iyileştirilmesine yönelik ulusal ve işletme düzeyinde politikalar ve stratejiler için temel prensipleri belirlemiştir ^{51,52,53}.

Bu sözleşmeler ayrıca, işverenlerin sorumluluklarını, çalışanların hakları ile bilgi, eğitim ve öğretimleri hakkında gerekleri tanımlamakla birlikte işletmelerde işverenlere, çalışanlarına yönelik sağlıklı ve güvenli bir iş ortamının oluşturulması hakkında iş sağlığı hizmetlerinin kurulmasını öngörmektedir. Ayrıca diğer İSG sözleşmeleri ile İSG ile ilgili ulusal politikaların, sistemlerin ve programların geliştirilmesi ve uygulanması yoluyla önleyici bir sağlık ve güvenlik kültürünün teşvik edilmesi, özellikle yüksek riskli sektörlerdeki çalışanların ile kayıt dışı ekonomideki çalışanlar, göçmen ve genç çalışanlar gibi savunmasız grupların korunması için uygun önlemleri alınması, kadınlarla erkeklerin korunmasını sağlamak için ulusal sistemleri tasarlarken toplumsal cinsiyet eşitliğine duyarlı bir yaklaşımın kullanılması da desteklemektedir ^{51,52,53}.

Günümüzde İSG'nin tanımının çeşitli kişi ve kuruluşlar tarafından tanımlarının yapıldığı görülmekle birlikte Dünya'da bu konu hakkındaki en önemli kuruluşlardan biri olan ILO'nun İSG tanımına; "çalışanların rahatsızlık düzeyi, sağlıkları işyeri koşullarının düzeltilmesi, çalışanların uygun işe yerleştirilmesi ve çevresel faktörler" gibi kavramları da aldığı görülmektedir. ILO ile Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) işçi sağlığı ve iş güvenliği ortak komisyonunda da çalışan sağlığının esasları; "tüm iş kollarında işçinin fiziksel, ruhsal ve sosyo-ekonomik bakımdan sağlığını en üst düzeye çıkararak bunun devamlılığını sağlamak, çalışma şartları ve kullanılan zararlı maddeler nedeni ile işçi sağlığının bozulmasını engellemek, her çalışana kendi fiziksel ve ruhsal yapısına uygun işte çalıştırmak olarak sıralanmıştır⁵⁴.

İş sağlığı; her çeşit işte çalışanların, "fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden, tam iyilik hallerinin kollanması ve geliştirilmesi, fizyolojik ve psikolojik yapılarına uygun işe yerleştirilmesi ve bunun sürdürülmesini" amaçlar. Burada dikkat edilmesi gereken husus, iş sağlığının önleyici ve sürdürülebilir bir amaç taşımasıdır. Proaktif bir bakış açısıyla işveren tarafından alınacak önlemlere ilave olarak her düzeyde çalışanın bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi yoluyla bu amacın gerçekleştirilmesi mümkün olacaktır⁵⁵.

İş güvenliği; çalışma ortamında karşılaşılabilecek tehlikelerin ortadan kaldırılması veya etkilerinin azaltılmasına ilişkin teknik kuralların bütünüdür. İş güvenliği çalışmalarının amaçları arasında "çalışanları korumak, rahat ve güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamak, işletme güvenliğini sağlamak, tehlikeli durumları ortadan kaldırarak iş kazaları ve meslek hastalıklarını mümkünse ortadan kaldırmak veya en aza indirmek" bulunmaktadır^{56,57}.

2008 yılında Dünya iş sağlığı ve güvenliği kongresinde yayınlanan Seul iş sağlığı ve güvenliği bildirgesi, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının, sadece bir çalışan hakkı olarak değil, temel bir insan hakkı olarak tanınması gerektiğini belirtmiştir ⁵⁸.

Dünyadaki ülkeler İSG hizmetlerini; uluslararası düzenlemelere, kendi sağlık sistemlerine ve ihtiyaçlarına göre düzenlemekle birlikte İSG standartlarının oluşturulmasıyla tüm Dünya ülkelerinde aynı kalite ve sistem çerçevesinde hareket edilmesini amaçlamaktadır. Bununla ilgili olarak günümüzde oluşturulan İSG yönetim sistemi beş temel unsurdan oluşmakta olup bunlar; “İSG politikası oluşturulması, planlama, uygulama ve çalıştırma, kontrol ve düzeltici faaliyetler, yönetimin gözden geçirmesi ve sürekli iyileştirme” olarak sıralanmaktadır. Bu sebeple oluşturulan iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi de işletmelerce oluşturulan yönetim sistemlerinin işleyişini takip edebilmek, kalite ve çevre yönetiminin uyumunu da gözeterek önleyici bir felsefe oluşturmayı amaçlamaktadır ⁵⁹.

Ülkemizde de İSG kavramının temelini oluşturan 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu 01.01.2013 tarihi itibarıyla yürürlüğe girmiş olup çalışma hayatına yönelik düzenlemelerin yapılmasına katkıda bulunmuştur ⁶⁰.

Buna göre ülkemizde çalışma hayatında rol alan tüm işverenlerin çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamak konusunda çalışanlarına; mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi, işyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığının izlenmesi, denetlemeler ile uygunsuzlukların giderilmesi, risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmak, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne almak, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin maliyetini çalışanlara yansıtamamak” gibi yükümlülükleri bulunmaktadır ⁶⁰.

2.3.2. Risk Yönetimi ve Değerlendirmesi'nin Tanımı, Amacı Ve Faydaları

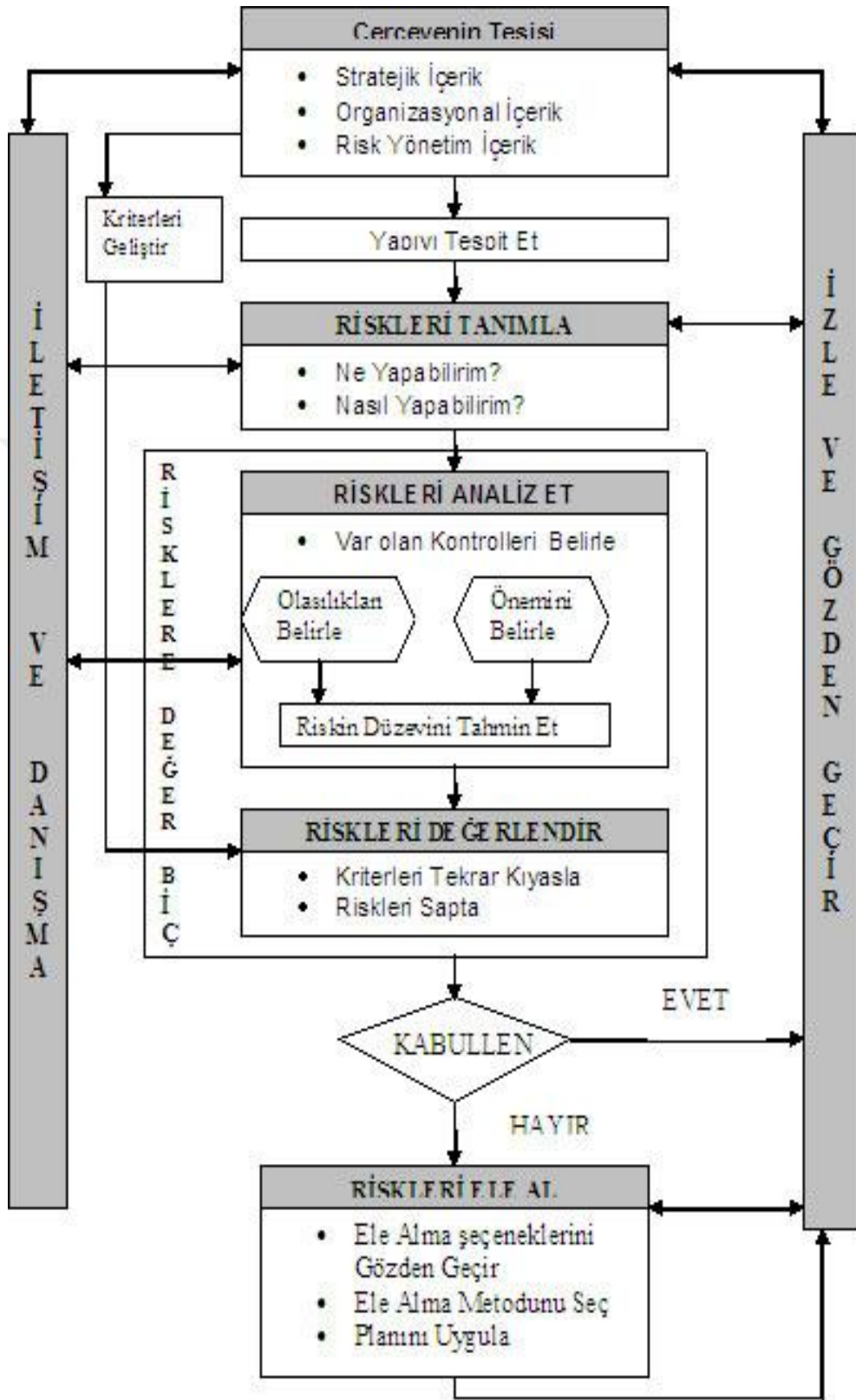
ILO ile WHO iş sağlığı ve güvenliği ortak komisyonunda belirlenmiş olan iş sağlığı esasları doğrultusundaki amaçlara ulaşarak iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemek için; bu komisyon tarafından iş sağlığı ve güvenliği yönetiminin gerekliliği vurgulanmıştır ⁶¹.

ILO'nun iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi rehber ilkelerine göre, önleyici ve koruyucu önlemler belirtilen öncelik sırasına göre uygulanmalıdır; tehlikeyi ortadan kaldırmak, riski kaynağında kontrol etmek (mühendislik kontrolleri veya kurumsal önlemlerin kullanımı yoluyla), güvenli çalışma sistemleri tasarlayarak riski en aza indirmek (risk kontrolü için alınan idari önlemler dâhil) ve kalan risklerin toplu önlemlerle kontrol edilemediği durumlarda, işveren uygun kişisel koruyucu donanımı (KKD) ücretsiz sağlamalı ve bunların kullanım ve bakımını sağlamak için önlemler almalıdır ⁶².

Bu hükümlere göre işveren işyerlerinde risklerden korunma ilkeleri ve risk yönetimi kapsamında "risklerden kaçınmak, kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek, risklerle kaynağında mücadele etmek, işin kişilere uygun hale getirilmesi için işyerlerinin tasarımı ile iş ekipmanı, çalışma şekli ve üretim metotlarının seçiminde özen göstermek, özellikle tek düze çalışma ve üretim temposunun sağlık ve güvenliğe olumsuz etkilerini önlemek, önlenemiyor ise en aza indirmek, teknik gelişmelere uyum sağlamak, tehlikeli olanı, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmek teknoloji, iş organizasyonu, çalışma şartları, sosyal ilişkiler ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan tutarlı ve genel bir önleme politikası geliştirmek, toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik vermek gibi yükümlülüklerle uymak zorundadır ⁶⁰.

Tüm bu amaçları gerçekleştirebilmek için; “tehlikelerin tanımlanması, her tehlike için riskin boyutunun tahmin edilmesi ve saptanması, riskin kabul edilebilir olup olmadığına karar verilmesi ve riskin kontrol altına alınması” gerektiğini söylemek mümkündür ⁶².

Risk yönetimi: Her tür ve büyüklükteki kuruluşlar, hedeflerine ulaşmalarını etkileyebilecek çok çeşitli risklerle karşılaşır. Bu hedefler; kuruluşun stratejik girişimlerinden operasyonlarına, proseslerine ve projelerine kadar çeşitli faaliyetleri ile ilgili olabilir ve sosyal, kültürel, politik ve itibar etkilerinin yanı sıra, toplumsal, çevresel, teknolojik, güvenlik ve emniyet sonuçları, ticari, finansal ve ekonomik ölçüler ile de yansıtılabilir. Kuruluşun yer aldığı tüm faaliyetler, yönetilmesi gereken riskler içerir. Risk yönetimi prosesi; belirsizliği ve gelecekteki olayların ve durumların (istenen veya istenmeyen) olasılığını ve ulaşılan hedefler üzerindeki etkisini göz önünde bulundurarak karar vermeye yardımcı olur. Risk yönetimi kavramı mantıksal ve sistematik yöntemlerin; proses boyunca iletişim ve istişare, herhangi bir faaliyet, proses, fonksiyon veya ürünle ilişkili risklerin belirlenmesi, analiz edilmesi, kıyaslanması, iyileştirilmesi için kapsamın oluşturulması, risklerin izlenmesi ve gözden geçirilmesi, sonuçların uygun şekilde raporlanması ve kayıt altına alınması uygulamalarını içerir ⁶³. Risk yönetiminin tüm aşamaları Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Risk yönetim sistemi genel şeması ⁶⁴.

Risk Değerlendirmesi'nin Tanımı: Risk değerlendirmesi süreci; “risk belirleme, risk analizi ve risk kıyaslamasından” oluşan genel prosesi ifade eder. Riskler; projeler, bireysel faaliyetler, spesifik riskler için kuruluş seviyesinde veya birim seviyesinde değerlendirilebilir. Farklı kapsamlar için farklı araçlar ve tekniklerin kullanılması uygun olabilir. Risk değerlendirmesi; risk yönetiminin bir parçası olup riskleri, etkileri ve olasılıkları bakımından analiz etme imkanı sunar ⁶³.

“İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği”ne göre de risk değerlendirmesi kavramı; “işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları” kapsamaktadır ⁶⁵.

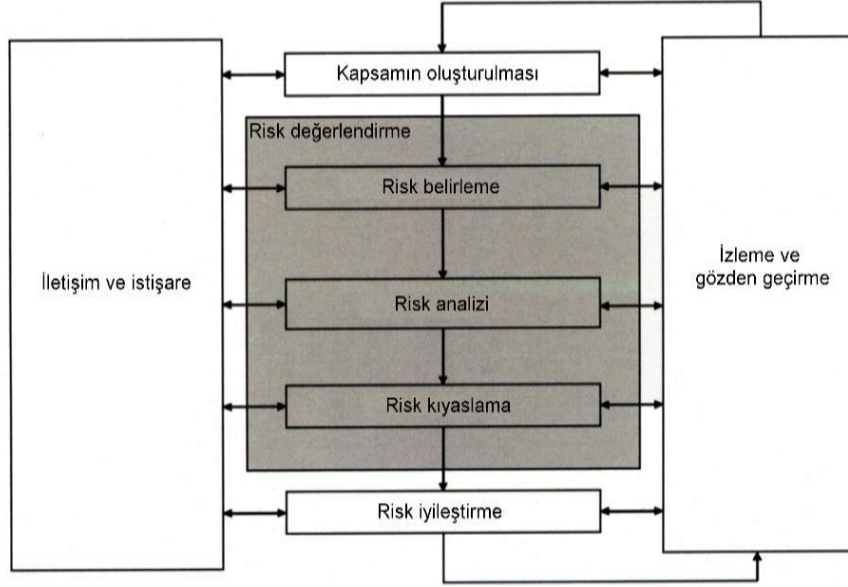
Risk değerlendirmesi süreci; “iş yerlerinde riskin belirlenmesinin nedeni, riskin sonuçları, riskin gelecekte meydana gelme olasılığı sonuçlarını en aza indiren veya riskin olasılığını azaltan etkenlerin sebepleri, riskin seviyesinin tolere edilebilir veya kabul edilebilir seviyede olup olmadığı veya ilave iyileştirmeye gerek olup olmadığı”na dair sorulara cevap arar ⁶³.

Çalışma koşullarının değerlendirilmesi için; genellikle tehlikelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla risk değerlendirilmesi kavramından yararlanmak mümkündür. Başarılı bir risk değerlendirilmesi uygulaması ile iş sağlığı ve güvenliğine yönelik tehlikeler ortaya çıkmadan önlenir. Bu sebeple günümüzde risk değerlendirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları arasında önemli ve temel bir unsur haline gelmiştir. Risk değerlendirme sürecini görevin somutlaştırılması, tehlikelerin belirlenmesi, risk tahmini, risk değerlendirilmesi, riski azaltma ve kontrol gibi aşamalardan oluşan bir süreç olarak ele almak mümkündür ⁶².

Risk Değerlendirmesi'nin Amacı ve Faydaları: Risk değerlendirmesinin amacı, belirli risklerin nasıl iyileştirileceği ve seçenekler arasında nasıl tercih yapılacağı üzerine bilgilendirilmiş kararlar vermek için kanıta dayanan bilgi ve analiz sağlamaktır. Risk değerlendirme uygulamaları; riskleri ve potansiyel etkilerini anlamak, karar vericiler için bilgi sağlamak, iyileştirme alternatiflerinin seçimine katkıda bulunmak, sistemlerde ve kuruluşlarda risklere karşı güçlü ve zayıf öğeleri belirlemek, önceliklerin oluşturulmasına yardımcı olmak, olay sonrası incelemeleri temel alarak olayları önlemeye yönelik katkıda bulunmak, riskin kabul edilip edilmeyeceğinin kıyaslanmasına yardımcı olmak için bilgi sağlamak ve tamamen bertaraf etme üzere riskleri değerlendirmeye fayda sağlarlar ⁶³.

Risk değerlendirmesi ayrıca; "hedeflerin gerçekleşmesini etkileyen risklerin ve mevcut kontrollerin yeterliliği ve etkinliğinin sorumlular ve karar vericiler tarafından gelişmiş seviyede anlaşılması" hakkında katkılar sağlar. Bu durum, riskleri iyileştirebilmek için en uygun yaklaşımla kararın verilebilmesine temel sağlar ⁶⁴.

Risk değerlendirmesi; risklerin, nedenlerinin, sonuçlarının ve olasılıklarının anlaşılmasını sağlar. bu bilgiler ışığında hakkında; bir faaliyetin gerçekleştirilmesinin gerekip gerekmediği, fırsatların nasıl en üst seviyeye yükseltilebileceği, risklerin iyileştirme ihtiyacının olup olmadığı, farklı riskler ile ilgili seçenekler arasında seçim yapma, risk iyileştirme seçeneklerini öncelik sırasına koyma ve zararlı riskleri tolere edilebilir seviyeye getirecek en uygun risk iyileştirme stratejilerinin seçimi konularında karar almak için girdi sağlar ⁶³. Risk değerlendirmesi sürecinin risk yönetimindeki yeri ve sürece katkısı Şekil 6' da gösterilmiştir.



Şekil 6. Risk değerlendirmesinin risk yönetim sürecine katkısı ⁶³.

2.3.3. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metodolojileri

Bir işletmede çalışma ortamına yönelik risk değerlendirmesi yapılması aşamaları içerisinde işletmeye dair verilerin toplanmasından sonra yapılması gerekli en önemli aşama yapılacak risk değerlendirmesi yöntemlerinin seçim aşamasıdır. Bu seçimin yanlış yapılması işletmede maddi ve manevi kayıplara neden olabileceği gibi yapılacak risk değerlendirmesinde de sağlıklı sonuçların elde edilememesine neden olabilecektir. Risk haritasının oluşturulması ve başlangıç tehlike analizi yapılırken hangi yöntemlerin seçileceğine; "işletmenin kendi ihtiyaçlarına, yapısına, tehlikelerinin büyüklüğüne" göre bu konuda uzman kişiler tarafından karar verilmelidir. Tehlikeleri çok küçük olan küçük kuruluşları karmaşık ve zor tehlike tanımlamalarına, risk değerlendirmelerine ve risk kontrol uygulamalarına zorlamak başarı oranını düşürecektir ⁶⁴.

İki temel risk analizi yöntemi mevcuttur. Bunlar, kantitatif (nitel) ve kalitatif (nicel) yöntemlerdir. Kantitatif (nicel) risk analizi, riski hesaplarken sayısal yöntemlere başvurur. Kalitatif (nitel) risk analiz ise riski hesaplarken ve ifade ederken sayısal değerler yerine “yüksek, çok yüksek” gibi tanımlayıcı değerler kullanır ⁶⁴.

İşletmelerde risk değerlendirmeleri, farklı derinlikle ayrıntı seviyelerinde, basitten karmaşığa, bir veya daha fazla yöntem kullanarak ele alınabilir. Değerlendirme biçimi ve bunun çıktıları, oluşturulan kapsamın bir parçası olarak geliştirilen risk kriteri ile tutarlı olmalıdır. Tablo 7. 'de risk değerlendirme tekniklerinin kuruluşlar tarafından nasıl seçilebileceği ile ilgili açıklayıcı örnekler sunulmaktadır ⁶³.

Tablo 7. Risk değerlendirmesinde kullanılan araçların metodlara göre uygulanabilirliği ⁶³.

Araçlar ve teknikler	Risk değerlendirme prosesi				
	Risk belirleme	Risk analizi			Risk kıyaslama
		Sonuç	Olasılık	Risk seviyesi	
Beyin fırtınası	KU	UD	UD	UD	UD
Yapılandırılmış veya yarı yapılandırılmış görüşmeler	KU	UD	UD	UD	UD
Delphi	KU	UD	UD	UD	UD
Kontrol listeleri	KU	UD	UD	UD	UD
Başlangıç tehlike analizi	KU	UD	UD	UD	UD
Tehlike ve işletilebilme çalışması (HAZOP)	KU	KU	U	U	U
Tehlike analizi ve kritik kontrol noktaları (HACCP)	KU	KU	UD	UD	KU
Çevresel risk değerlendirmesi	KU	KU	KU	KU	KU
Yapı <olursa ne olur?> (SWIFT)	KU	KU	KU	KU	KU
Senaryo analizi	KU	KU	U	U	U
İş etki analizi	U	KU	U	U	U
Kök neden analizi	UD	KU	KU	KU	KU
Hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)	KU	KU	KU	KU	KU
Hata ağacı analizi (FTA)	U	UD	KU	U	U
Olay ağacı analizi (ETA)	U	KU	U	U	UD
Neden ve sonuç analizi	U	KU	KU	U	U
Neden - etki analizi	KU	KU	UD	UD	UD
Koruma katmanları analizi (LOPA)	U	KU	U	U	UD
Karar ağacı	UD	KU	KU	U	U
İnsan güvenilirlik analizi	KU	KU	KU	KU	U
Papyon (Bow-tie) analizi	UD	U	KU	KU	U
Güvenirlik merkezli bakım (RCM)	KU	KU	KU	KU	KU
Sızan (Sneak) devre analizi	U	UD	UD	UD	UD
Markov analizi	U	KU	UD	UD	UD
Monte Carlo simülasyonu	UD	UD	UD	UD	KU
Bayes istatistiği ve Bayes ağları	UD	KU	UD	UD	KU
F-N eğrileri	U	KU	KU	U	KU
Risk endeksleri	U	KU	KU	U	KU
Sonuç/olasılık matrisi	KU	KU	KU	KU	U
Fayda/maliyet analizi	U	KU	U	U	U
Çok kriterli karar analizi (MDCA)	U	KU	U	KU	U

KU: Kuvvetli uygulanabilir
UD: Uygulanabilir değil
U: Uygulanabilir

Risk değerlendirmesi alışmalarına başlamadan nce metodoloji belirlemede işletmeler açısından dikkat edilmesi gereken temel hususlar; metodun mevcut problemlerin karmaşıklığı veya analizi hakkında yeterli olması, veri veya maliyet açısından gerekli olan kaynakların tespiti ve seçilen yöntemin kantitatif çıktı sağlayıp sağlayamayacağı şeklinde sıralanabilir ⁶⁴.

Risk değerlendirme tekniklerinin özelliklerine dair bilgiler Tablo 8'de yer almakta olup seçilen metodun yapılacak analiz kadar önemli olduğu ilgili görülmektedir

Tablo 8. Risk değerlendirme teknikleri ⁶³.

Risk değerlendirme teknik türü	Tanım	Etkileyen faktörlerin ilişkisi			Sayısal çıktı sağlayabilir mi?
		Kaynaklar ve yetkinlik	Belirsizliğin doğası ve derecesi	Karmaşıklık	
KONTROLLERİ DEĞERLENDİRME					
Kontrol listeleri	Risk belirlemenin basit şeklidir. Dikkate alınması gereken tipik belirsizliklerin listelenmesini sağlayan bir tekniktir. Kullanıcılar, önceden geliştirilmiş listeleri, kodları veya standartları referans alırlar.	Düşük	Düşük	Düşük	Hayır
Başlangıç tehlike analizi	Objektif tehlikeleri ve belirli bir faaliyet, tesis veya sistem için zarara neden olabilecek tehlikeli durumları ve olayları belirlemek için basit bir tümevarım yöntemidir.	Düşük	Yüksek	Orta	Hayır
DESTEKLEYİCİ YÖNTEMLER					
Yapılandırılmış görüşme ve beyin fırtınası	Bir ekip ile farklı görüşleri ve değerlendirmeleri toplama ve bunları sıralama aracıdır. Beyin fırtınası, hızlı cevaplarla veya yüz yüze ve toplu görüşme teknikleriyle tetiklenebilir.	Düşük	Düşük	Düşük	Hayır
Delphi Tekniği	Riskin kaynağını ve etkisinin belirlenmesi, olasılık ve sonuç tahmini ve risk değerlendirmesini destekleyen uzman görüşlerini birleştiren bir araçtır. Uzmanlar arasında görüş birliği sağlanması için ortak çalışma tekniğidir. Bağımsız analizleri içerir ve uzmanlar tarafından oylanır.	Orta	Orta	Orta	Hayır
SWIFT – Yapılandırılmış “olursa ne olur”	Riskleri belirlemek için bir ekibin harekete geçirildiği sistemdir. Normal olarak kolaylaştırılmış çalıştaylarda kullanılır. Normal olarak, bir risk analizi ve değerlendirme tekniğiyle bağlantılıdır.	Orta	Orta	Az	Hayır
İnsan güvenilirlik analizi (HRA)	İnsan güvenilirlik analizi (HRA), insanların sistem performansı üzerindeki etkilerini ele alır ve insan hatalarının sistem üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir.	Orta	Orta	Orta	Evet

SENARYO ANALİZİ					
Kök neden analizi (tek kayıp analizi)	Meydana gelen tek bir kayıp hataya neden olan sebepleri ve ileride oluşabilecek benzer kayıpların önlenmesi için sistem veya prosesin nasıl geliştirilebileceğini anlamak için analiz edilir. Analiz, kayıp oluştuğunda hangi kontrollerin mevcut olduğunu ve nasıl iyileştirilebileceklerini dikkate almalıdır.	Orta	Düşük	Orta	Hayır
Senaryo analizi	Olası gelecek senaryoları, düşünce gücü ile veya her bir senaryonun gerçekleşeceğini varsayarak mevcut ve farklı risklerin gözden geçirilmesi neticesinde ekstrapolasyon hesaplanması ile tanımlanması. Bu, resmi veya resmi olmayan, kalitatif veya kantitatif şekilde yapılabilir.	Orta	Yüksek	Orta	Hayır
Toksikolojik risk değerlendirme	Tehlikeler belirlenir ve belirlenen hedefi tehlikeye maruz bırakabilecek olası yolların belirlenmesi ve analiz edilmesi. Belirlenmiş zararın meydana gelme olasılığının bir ölçüsünü vermek için maruz kalma seviyesine ilişkin bilgi ile maruz kalmanın belirli bir seviyesinin neden olduğu zararın doğası birleştirilir.	Yüksek	Yüksek	Orta	Evet
İş etki analizi	Kuruluşun işletimini nasıl etkileyeceğinin, kilit kesinti risklerinin belirlenmesi ve bunları yönetmek için gerekli olan yetkinliklerin sayısallaştırılmasını içeren analiz.	Orta	Orta	Orta	Hayır
Hata ağacı analizi	İstenmeyen bir olayla (esas olay) başlayan ve gerçekleşebilecek tüm yolların belirlendiği teknik. Bunlar, mantıksal ağaç şekli ile grafik olarak gösterilirler. Hata ağacı oluşturulunca, potansiyel neden ve kaynakların azaltılması veya yok edilmesine yönelik çalışma dikkate alınmalıdır.	Yüksek	Yüksek	Orta	Evet

SENARYO ANALİZİ					
Kök neden analizi (tek kayıp analizi)	Meydana gelen tek bir kayıp hataya neden olan sebepleri ve ileride oluşabilecek benzer	Orta	Düşük	Orta	Hayır
Olay ağacı analizi	Tümevarım mantığı kullanılarak başlatıcı olayların olasılıklarının muhtemel sonuçlara dönüştürülmesidir	Orta	Orta	Orta	Evet
Neden/sonuç analizi	Zaman gecikmelerinin dâhil edilebildiği hata ve olay ağacı analizlerinin birleşimidir. Başlatıcı olayların hem nedenleri hem de sonuçları göz önünde bulundurulur.	Yüksek	Orta	Yüksek	Evet
Neden ve etki analizi	Bir etki, farklı kategorilerde gruplandırılacak çok sayıda katkı veren faktörlere sahip olabilir. Katkı veren faktörler genellikle beyin fırtınası ile belirlenir ve ağaç yapısında veya balık kılıçığı diyagramı ile gösterilir.	Düşük	Düşük	Orta	Hayır
FONKSİYON ANALİZİ					
FMEA ve FMECA	FMEA (Olası hata ve etki analizi) olası hataları, mekanizmaları ve bunların etkilerini belirleyen bir tekniktir. FMEA'nın çeşitli tipleri vardır. Tasarım (veya ürün) FMEA bileşenler ürünler için kullanılır. Sistem, FMEA sistemleri, proses FMEA ise imalat ve montaj proseslerinde kullanılır. Servis ve Yazılım FMEA'ları da vardır. FMEA'yı, her bir olası hatanın önemini kalitatif, yarı-kalitatif veya kantitatif olarak (FMECA) tanımlayan bir kritiklik analiz ile takip edilebilir. Kritiklik analizi, hatanın sistem arızası ile sonuçlanacağı veya hata ile ilişkili riskin seviyesi ya da bir risk öncelik sırasının neden olacağı olasılığa dayalı olabilir.	Orta	Orta	Orta	Evet
Güvenirlilik merkezli bakım	Her türlü donanım için gerekli olan işleyişin güvenlik, kullanılabilirlik ve çalışma ekonomisine etkin ve verimli bir şekilde	Orta	Orta	Orta	Evet

Sızıntı analizi (Sızan devre analizi)	Tasarım hatalarının belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Sızma durumu, istenmeyen bir olayın meydana gelmesine neden olabilen veya istenilen bir olayı engelleyen görünmeyen yazılım, donanım ya da her ikisinin entegre olduğu bir durumdur ve bileşenin hatasından kaynaklanmaz. Bu koşullar, rastgele doğası ve en titiz standart sistem testleri sırasında bile tespit edilmeme yeteneği ile karakterize edilirler. Sızma durumları, uygunsuz koşullarda çalışma, sistem kullanılabilirliğinin kaybına, program gecikmelerine veya hatta personelin, ölüm veya yaralanma neden olabilir.	Orta	Orta	Orta	Hayır
HAZOP Tehlike ve işletilme çalışmaları	Beklenen veya planlanan performanstan olası sapmaları tespit etmek için risklerin belirlenmesinin genel bir prosedürdür. Bu kılavuz kelimeye dayalı bir sistem kullanır. Sapmaların kritik noktaları değerlendirilir.	Orta	Yüksek	Yüksek	Hayır
HACCP Tehlike analizi ve kritik kontrol noktaları	Ürün kalitesi, güvenilirlik ve proseslerinin güvenliğini temin etmek için, sistematik, belirlenen sınırlar dahilinde olması gereken spesifik özellikleri ölçme ve izleme yöntemi ile proaktif ve önleyici sistemdir.	Orta	Orta	Orta	Hayır
KONTROLLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ					
LOPA (Katmanları koruma analizi)	(Aynı zamanda bariyer analizi olarak da edilebilir). Bu kontrolleri ve kontrollerin etkinliğinin değerlendirilmesini sağlar.	Orta	Orta	Orta	Evet
Papyon analizi	Tehlikelerden sonuçlara kadar bir riskin yollarının basit bir şema yoluyla tanımlanması ve analiz edilmesi ve kontrollerin gözden geçirilmesidir. Hata ağacı analizinin bir olayın nedeni ile (bir papyon düğümü ile temsil edilen) bir olay ağacı analizinin ve sonuçlarının birleşmiş mantığı olarak kabul edilebilir.	Orta	Yüksek	Orta	Evet

İSTATİKSEL YÖNTEMLER					
Markov analizi	Bazen, durum-uzay analizinde denilen Markov analizi, çeşitli indirgenmiş durumlar dâhil, birden fazla durumlarda var olabilen onarılabilen karmaşık sistemlerin analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır.	Yüksek	Düşük	Yüksek	Evet
Monte-Carlo analizi	Her bir girdinin tanımlanmış dağılımının olduğu ve girdilerin tanımlanmış ilişkilerle çıktılara bağlandığı birçok girdiler için sistemde, sistemdeki varyasyonlardan kaynaklanan toplu bir varyasyon oluşturmak için Monte Carlo simülasyonu kullanılır. Bu analiz, çeşitli girdilerin etkileşimlerinin matematiksel olarak tanımlandığı, spesifik bir model için kullanılabilir. Gösterilmek istenen belirsizliğin doğasına göre girdiler, dağıtım türlerine dayalı olabilir. Risk değerlendirmesi için, üçgen dağılımları veya beta dağılımları yaygın olarak kullanılır.	Yüksek	Düşük	Yüksek	Evet
Bayes analizi	Bayes analizi, doğru bir sonuç çıkarmak için öncesinde dağılımın doğruluğuna bağlıdır. Bayes görüşü, bir sonuç elde etmek için olasılıklı ilişkileri yakalayarak çeşitli alanlarda model ağları neden-sonuç girdilerinin bağlantısını kurar.	Yüksek	Düşük	Yüksek	Evet

Risk değerlendirmesi metod seçiminde ayrıca “ęalıřma yapılacak işletmeye uygunluk, elde edilen sonuçları riskin niteliğini ve nasıl iyileştirileceğini anlamayı artıracak bir şekilde sunum, ęalıřmaların izlenebilir tekrarlanabilir ve doğrulanabilir bir şekilde kullanılabilirliği, farklı ęalıřmalardan elde edilen sonuçlar entegrasyonunda kullanılan teknikler ve ęıktıların kıyaslanabilirlikleri” gibi hususlara da dikkat edilmelidir ⁶².

Risk değerlendirme raporlarında yer alması gerekli ortak bilgiler 29.12.2012 tarihli resmi gazete’de yayınlanan “iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği” hükümleri içerisinde belirtilmiş olup işletmelere dair asgari olarak; “işyerinin unvanı, adresi ve işverenin adı, risk değerlendirmesini gerçekleştiren kişilerin isim ve ünvanları ile bunlardan iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi olanların bakanlıkça verilmiş belge bilgileri, risk değerlendirmesinin gerçekleştirildiği tarih ve geçerlilik tarihi, risk değerlendirmesi işyerindeki farklı bölümler için ayrı ayrı yapılmışsa her birinin adı, işyerinde belirlenen tehlike kaynakları ile tehlikeler, tespit edilen riskler ile risk analizinde kullanılan yöntem veya yöntemler, tespit edilen risklerin önem ve öncelik sırasını da içeren analiz sonuçları, düzeltici ve önleyici kontrol tedbirleri, düzeltici ve önleyici kontrol tedbirlerinin gerçekleştirilme tarihleri ve sonrasında tespit edilen risk seviyesi” olarak sıralanır ⁶⁵.

“iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği” hükümlerine göre iş yerlerinde yapılmış olan risk değerlendirmeleri “iş yeri tehlike sınıfına göre çok tehlikeli, tehlikeli ve az tehlikeli işyerlerinde sırasıyla en geç iki, dört ve altı yılda bir yenilenir ⁶⁵.

Ayrıca iş yerinin taşınması veya binalarda değişiklik yapılması, işyerinde uygulanan teknoloji, kullanılan madde ve ekipmanlarda değişiklikler meydana gelmesi, üretim yönteminde değişiklikler olması, işyerinde iş kazası, meslek hastalığı veya ramak kala olay meydana gelmesi, çalışma ortamına ait sınır değerlere ilişkin bir mevzuat değişikliği olması, çalışma ortamı ölçümü ve sağlık gözetim sonuçlarına göre gerekli görülmesi veya işyeri dışından kaynaklar işyerini etkileyebilecek yeni bir tehlikenin ortaya çıkması sonuçlarından iş yerinin tamamının veya bir bölümünün etkilenmesi durumunda risk değerlendirmesi tamamen veya kısmen yenilenmelidir”⁶⁵.

2.3.4. Elektro Kaplama Yapılan İş Yerlerinde İSG Tehlike ve Riskleri

Elektro kaplama işlemi yapılan işletmelerde iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlenebilir seviyelere indirmek çalışan sağlığı ve güvenliği açısından son derece önem arz etmektedir. Bu tür işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği açısından oluşabilecek önemli tehlikeler listesini oluşturacak olursak ana hatlarıyla genel, fiziksel, mekanik, elektriksel, kimyasal, yangın ve patlama tehlikeleri olarak sıralanabilmektedir⁶⁶.

Elektro kaplama tesislerinde işlem yapılmak üzere getirilen malzemeler ile çalışan personellerin, kayma ve düşme riski bulunmaktadır. Çalışma yerlerinin ve taşıma yollarının, çeşitli malzeme ve yükler tarafından engellenmiş olması, çalışanların takılma ve düşme ihtimalini arttırmaktadır. Kullanılan kimyasal maddelerin dökülmesi sebebiyle oluşan kaygan zeminler ve korkuluksuz çalışma platformlarının kullanılması çalışanlar için düşme ve yaralanma riski oluşturmaktadır. Bu tür durumlar elektro kaplama yapılan işyerlerinde; makinaya teçhiz edilen iskele köprüleri, platformlar, merdivenler ve basamaklar, zemin üzerinde yer alan ızgaralar, kaplama malzemesi birikintilerinden veya diğer maddelerden kaynaklanan kaygan zeminler ile tank içerisine düşme ihtimalleri ile doğrudan ilgilidir⁶⁶.

İşyerlerinde acil durumlar hakkında gerekli çalışma ve planlamaların yapılmaması, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yönünden bilgilendirilme ve eğitim faaliyetlerinin yetersiz yapılması da işyerlerinde genel tehlike türlerinden olup gerekli çalışmaların yapılarak önlemlerin alınması son derece önem arz etmektedir ³³.

İşyerinin genel enerji besleme arızasından kaynaklı olarak işyeri havalandırma sistemi arızası, (tutulabilir veya tehlikeli buhar konsantrasyonunun artışına yol açar), kumanda sisteminin ve güvenlik devrelerinin arızası, ışık yayan ikaz verme ve acil durum çıkışları (yolları) için aydınlatmanın arızası sonuçları oluşabilmektedir ⁶⁶.

Fiziksel Tehlikeler: Elektro kaplama yapılan işyerlerinde gürültü en önemli fiziksel tehlikelerden biridir. Özellikle malzemelerin metal sandıklara doldurulması sırasında ve silindirik kapların boşatılması sırasında sıklıkla şiddetli gürültü ortaya çıktığı görülmektedir ⁶⁷.

İşletme içerisinde kullanılan pompalar, fanlar, kullanım tertibatları, basınçlı hava işletme donanımının (motorlar, vanalar vb.) gürültü emisyonu nedeniyle tehlikeli gürültü seviyelerine erişilebilme ihtimali olup, ortam havasından gelen gürültü emisyonu; sözlü iletişim ve akustik tehlike sinyalleri, ekstra duyumsal etkiler, şok reaksiyonlar ile etkileşimler nedeniyle kazalara, işitsel bozulmaya neden olabilmektedir ⁶⁶. Çalışma hayatında yapılan gürültü ölçümleri sonucunda “en düşük maruziyet eylem değeri 80 dB(A), en yüksek maruziyet eylem değeri 85 dB(A) ve maruziyet sınır değeri ise 87 dB(A)” olarak belirlenmiştir. İşyerlerinde yapılan ölçümlerle haftalık gürültü maruziyet düzeyi 87 dB(A) maruziyet sınır değerini aşmamalı, kontrol altında tutulmalıdır ⁶⁸.

Taşlama veya cilalama makineleri, bir metal zımpara taşının zımpara, zımpara ve parlatma işlemlerinde aşındırıcı bir tekerlek, çizik fırça tekerleği, taşlama ve son işlem bandı veya diğer benzer ekipmanlarla kullanılır. Aşındırıcı cilalarla birlikte kullanıldığında, bunlar ince toz oluşturur ve verimli bir yerel havalandırma sistemine veya bir toz emme sistemine sahip olmalıdır. Bu tür tozlara uzun süre maruz kalmak akciğerlerde iltihaplı reaksiyonlar, öksürme, göğüste sıkışma ve nefes darlığı gibi semptomlarla birlikte pnömokonyoza yol açabilmekte, ayrıca yaralanmalara neden olabilmektedir ³³.

Elektro kaplama yapılan işyerlerinde görülen diğer bir fiziksel tehlike ise yetersiz aydınlatmadır. İşyerlerinde uygun aydınlatma iş verimini ve kazaların önlenmesini çok büyük ölçüde etkilemektedir. Gün ışığı ve suni aydınlatmaların birlikte dengeli biçimde kullanılması önemlidir. Yeterli aydınlatma şiddeti olan işyerlerinde, çalışanın hata yapma oranı azaldığı için iş kazaları ve göz yorgunluğuna bağlı dikkatsizlik oranları da azalmaktadır ³³.

Elektro kaplama yapılan işyerlerinde yanma ve haşlanma tehlikeleri ile karşılaşılma durumu söz konusu olabilmektedir. Bu tür tehlikeler çalışma ve/veya trafik alanları içerisindeki sıcak yüzeylerle temas edilmesi, ortamda oluşabilecek alevler veya patlamalar, ısı kaynaklarının ışıması ve sıcak akışkanlarının beklenmeyen şekilde ortama fıskırması sonucu oluşabilmektedir ⁶⁶.

İşyeri suni havalandırmasının muhtemel arızası sonucunda soğutma kapasitesi azalması sonucu çalışma ortamındaki kimyasal buharların artan emisyonu ve aşırı sıcaklık gibi tehlikeler ortaya çıkabilmektedir ⁶⁶.

Elektro kaplama yapan işyerlerinde fiziksel baskılara ve çalışma zorluğuna neden olan; durağan çalışma şekli, tek yönlü dinamik çalışma, ağır dinamik çalışma gibi çalışma pozisyonları kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Uzun süre yük değişimi olmadan statik çalışma, ağır yüklerin kaldırılması ve taşınması, malzemenin sayımı gibi çok sık ve uzun süren faaliyetler sıklıkla karşılaşılan ergonomik risk faktörleri olarak sıralanabilir ⁶⁷.

Mekanik Tehlikeler: Elektro kaplama yapılan işyerleri genel olarak istif makineleri (forklift/transpalet), gezer köprülü vinçler, taşınabilir elektrikli aletler, taşlama, parlatma veya cilalama makineleri, hava alıcıları kompresörler gibi bir dizi makine ve ekipmanlardan oluşabilmektedir. Bu tür ekipmanların güvensiz kullanımı veya gerekli periyodik bakım ile kontrollerinin yapılmaması işyerlerinde yaralanma ve ölüm tehlikesi sonucu doğurabilmektedir ³³.

Elektro kaplama yapılan işyerlerindeki malzeme ve yük taşıma iletim sistemlerini oluşturan; askıdaki iletim arabaları, daldırma tankları alanı içerisindeki raylarda çalışan portal iletim arabaları, destek rayları olan ve destekleme şasisi olan kenar iletim arabaları, sürekli konveyörlerle kesintisiz bantlı konveyörler de mekanik tehlikelere yol açabilmekte, tür ekipmanların eğitimli kişilerce kullanılmaması ya da periyodik kontrollerinin yapılmadan kullanılması çalışanların iş kazası yaşama riskini arttırmaktadır ⁶⁶.

İşyerlerinde bulunan fanlar, pompalar, kapaklar, ayarlayıcılar, yüklü taşıyıcılar, hareketli kısımlar (iş maddesi destekleri, şasiler, variller, iş maddeleri) ve boşaltma noktaları da çalışanlar üzerinde kesme, ezilme, kesilme v.b. yaralanmalara yol açabilmektedir ⁶⁶.

Elektriksel Tehlikeler: Elektro kaplama işyerlerinde görülen yaygın elektriksel tehlikeler, hasarlı izolasyonu, kırık soketler, sistem parçalarının korozyonu ve topraklanmamış ısıtıcıları içermektedir ³³. Ayrıca işlevsel nedenlerle yalıtılmamış elektrot bağlantıları, normal çalıştırma sırasında tehlikeli gerilimde olmayan iletken kısımların arızalı duruma geçmesi, solventler ile veya mekanik etkiler tarafından temas ile elektriksel yalıtımın hasar görmesi elektriksel şoklara sebep olabilmektedir. Kumanda ve güvenlik sistemlerinin yapısal bileşenleri ile elektromanyetik yüksek gerilim donanımının etkileşimi tehlikeli arızalara yol açabilmektedir ⁶⁶.

Yangın ve Patlama Tehlikeleri: Bir kimyasalın güvenlik tehlikeleri, yanıcılığını ve reaktivitesini içerir. Yanıcılık, bir kimyasalın yanma eğilimi olarak tanımlanır. Çözücüler, elektrokaplama işyerinde yaygın yanıcı kimyasallardır. Reaktivite, malzemenin temas halinde hava, su veya diğer maddeler ile şiddetli şekilde patlaması veya reaksiyona girme olasılığıdır. Parlatma ve öğütme sırasında oluşan bazı metal tozları, bir tutuşma kaynağı varsa, patlama tehlikesi yaratabilir ³³.

Kaplama işlemlerinde genellikle yanıcı özelliğe sahip kimyasallar kullanılmaktadır. Bu kimyasalların elektrikli ekipmanlar gibi tutuşturucular ile birlikte kullanılması da yangın riskini arttırmaktadır ⁶⁷. Bunların dışında yangın oluşmasına sebep oluşturabilecek faktörler; kaplama tankları içerisindeki tutuşabilir kaplama malzemesi, tahliye alanları içerisindeki tutuşabilir birikintiler, ilave sistemlerdeki tutuşabilir kaplama malzemesi veya solventler, esnek boruların arızası veya sızıntıları nedeniyle makina içerisine akan tutuşabilir sıvılar olarak sıralanabilmektedir ⁶⁶.

Yangın olayının gerçekleşebilmesi için yanıcı malzeme ve yeterli oksijen miktarının yanı sıra ortamda tutuşturucu kaynağın da bulunması gerekmektedir. Elektro kaplama işyerlerinde yangına sebep olabilecek potansiyel ateşleme kaynakları olarak donanımın yanlış kullanımı veya mekanik/elektriksel hasar (fanlar, tutma tertibatları, sıcak yüzeyler, aşırı ısıtma, elektrostatik boşalmalar gibi), Kesme veya kaynak aletlerinin kullanımını gerektiren bakım işlemlerinde açığa çıkan enerji ve tutuşabilir organik sıvı kaplama malzemesi içeren tank üzerindeki kıvılcıklar sıralanabilmektedir ⁶⁶.

Elektrokaplama banyoları, havaya bırakılabilen yüksek derecede yanıcı hidrojen kabarcıkları üretebilmektedir. Hidrojen gazı potansiyel olarak ortam havasında % 4-% 75 arasında olması durumunda patlayıcı özelliğe sahip olmaktadır ³³. Kaplamada kullanılan kimyasal maddeler depolanırken, yanıcı ve yangın çıkarıcı maddelerin ayrı depolanmamış olması, uygun işaretlemelerin yapılmamış olması da yangın ve patlama riskini arttırmaktadır. Basıncı gaz tüplerinin emniyetsiz şekilde depolanması ve kullanılması da ayrıca patlamalara neden olabilmektedir ³³.

Havadaki tutuşabilir maddelerin konsantrasyonu düşük patlama sınırını (LEL) aşarsa ve etkin tutuşturucu kaynağı mevcutsa, patlama ortaya çıkabilir. Patlayıcı ortam oluşturabilecek seviyede ortamdaki konsantrasyon miktarını arttıran tutuşabilir maddeler; tank içerisindeki sıvının ve/veya kaplamalı iş maddelerinin yüzeyinden tutuşabilir buharların evaporasyonu, ısıtma sistemindeki yakıtın yanmasından açığa çıkan gazlar, birikintilerden açığa çıkan gazlar, yanabilir ısıtma gazları, herhangi bir sızıntıdan, kırılmış borular veya bağlantı parçalarından ve/veya eklentiler esnasındaki solvent buharları ile temizleme sıvılarından gelen solvent buharları olarak sıralanabilir ⁶⁶.

Ortamdaki patlayıcı maddeleri tetikleyen ateşleme kaynakları olarak da sıcak yüzeyler (ısıtma sistemi, elektriksel donanım gibi), elektrostatik boşalmalar, elektriksel kıvılcımlar bakım ve temizleme esnasında kullanılan ısı enerjisi kaynağı ve diğer kaynaklar örnek verilebilir ⁶⁶.

Tehlikeli Madde ve Kimyasal Kaynaklı Tehlikeler: Kimyasal tehlikelere maruz kalmak, deri ve göz tahrişi, yanıklar, astım / solunum problemleri, sinir bozuklukları ve bazı durumlarda kanser gibi kısa ve / veya uzun süreli sağlık sorunlarına neden olabilir. Tehlikeli kimyasallara maruz kalmaktan kaynaklanan olumsuz sağlık etkileri, temasın türüne ve miktarına, maruz kalma süresine ve vücuda giriş yoluna bağlıdır ³³.

Elektro kaplama yapan işyerlerinde çalışanlar; elektrolitik çözelti, solvent, ağır metal ve inorganik asit gibi tehlikeli kimyasallara maruz kalmakla birlikte bu tür kimyasalların depolanmasında, birbiriyle tepkimeye girebilecek tehlikeli madde ve malzemelerin aynı yerde bulunması ve kapların sızdırmaz bir şekilde kapatılmamış olması nedeniyle çalışanın kimyasal buhara maruz kalma riski bulunmaktadır ³³.

Tehlikeli madde kullanırken veya bunlarla işlem yaparken çalışanların yemek yemesi, sigara ya da koruyucu eldivenlerin kullanılmaması, maruziyet riskini arttırmakla birlikte bu tür kimyasalların dökülmesi, depolama sırasında dumanlar veya gazların birikmesi veya kaplama işlemi sırasında kapalı veya yetersiz havalandırılan alanlarda kullanılması (tanktaki maddeleri yerleştirirken veya çıkarırken sıçrayan, elektrolitik solüsyonlarda aşırı kabarcıklanma veya dumanlanma sonucu metal veya asit aerosollerinden), tankların temizliği, bakımı veya onarımı sırasında uyumsuz kimyasalların yanlışlıkla karışması nedeniyle zehirli gazların açığa çıkması sonucu benzer sonuçlar meydana gelmektedir ⁶⁶.

Elektro kaplama yapılan işyerlerinde kimyasal madde maruziyeti organik sıvı kaplama malzemesi, solventler v.b. tehlikeli sıvıların sıçraması, yangın söndürme donanımı tarafından soğurulan tehlikeli gazlar, buharların solunması veya tehlikeli köpükler ile temas, organik sıvı kaplama malzemesinden açığa çıkan tehlikeli maddelerin solunması, doğrudan ateşlenmiş ilave hava ısıtma sistemi tarafından açığa çıkan toksik gazların solunması açık tank koşulları, sızıntılar ve döküntülerden dolayı da yaşanabilmektedir ⁶⁶.



3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Çalışma için gerekli etik kurul onayı “T.C. Sağlık Bakanlığı Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Komitesi” tarafından (Karar no:89 ve 05.06.2015 tarihinde) alınmıştır. İstanbul İkitelli Organize Sanayi Bölgesi Galvanoteknik Sanayi Sitesinde Cr-Ni kaplama işleri yapan farklı firmadan 40 gönüllü erkek çalışma grubu olarak ve 15 gönüllü erkek ofis çalışanı kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce gönüllü çalışanlara 11 soruluk anket çalışması yüz yüze görüşme ile yapılmıştır. Anket içerisinde çalışanın yaşı, yaşadığı semt, medeni hali, boy, kilo, çalıştığı firma ve departmanı, hastalık durumu, genetik hastalıkları, kullandığı ilaç/ilaçları, sigara tüketimi, alkol kullanımı ve beslenme alışkanlıkları hakkında bilgiler edinmek amacıyla sorular yöneltilmiştir. Anket formu ekte verilmiştir.

3.2. İşyeri Ortam Havasında Cr ve Ni Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Ortam havasındaki Cr tayini NIOSH-7024 metoduna göre ve Ni tayini ise OSHA ID-21 metoduna göre yapılmıştır ⁶⁹. İşyeri ortam havasındaki Cr ve Ni konsantrasyonları, Türk Akredistasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından akredite edilmiş Testmer Ölçüm ve Test Hizmetleri Ltd. Şti. tarafından Cr ve Ni kaplama sektörü firmalarının yetkilileri ile birlikte yapılan saha çalışması sonucunda tespit edilen noktalarda yapılan ölçümler ile belirlenmiştir. Ortam havasında bu metalleri belirlemek için, selülöz ester membrandan oluşan kaset denilen tutuculara yerleştirilen por çapı 0.8 µm ve boyutu da 37 mm olan filtrelerle 1-3 L/dak aralığı akış hızıyla esnek bağlantı kablolarına sahip toz toplama pompası kullanılmıştır.

3.3. Kan Ve İdrar Örneklerinde Krom Ve Nikel Analizi

Kan ve idrar örnekleri alınmadan önce çalışanlar 24 saat öncesinde alkol almamaları konusunda bilgilendirilmiştir. Kan numuneleri çalışanların vardiyasına başlamadan önce gerekli hijyenik koşullar altında sağlık personeli tarafından alınıp, buzdolabı koşullarında saklanarak laboratuvar ortamına getirildi. Laboratuvara getirilen kan örneklerindeki hematolojik parametreler ve kanda Cr (KCr) içeriklerinin belirlenmesi için EDTA'lı tüpler, serumda bulunan Ni (SNi) ve kreatinin belirlenmesi içinde pıhtılaşmayı önleyici kuru tüpler kullanıldı. Kan/serum ve idrarda Cr ile Ni oranları Shimadzu AA630 marka Atomic Absorpsiyon Spektrofotometresi cihazı kullanılarak tayin edildi.

Tam kan analizi işleminde kanda bulunan lökosit (WBC), trombosit (plt), hemoglobin (HGB), eritrositlerde hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), eritrositler (RBC) ve ortalama alyuvar hacmi (MCV) ve diğer kan değerlerinin ölçümleri AA-C 800 analizör cihazı ile yapıldı.

İdrar örnekleri ayrı ayrı polipropilen kaplarda toplandı. Daha sonra idrar ve serum örnekleri analiz aşamasına kadar -20°C ortamda saklandı. Kan ve idrarda Cr ve Ni maruziyeti analizleri TÜRKAK tarafından akredite edilmiş Sistem Tıp Tahlil Laboratuvarında yaptırılmıştır.

İdrarda kreatinin düzeyi ise Abbott Architect C 800 (AA-C 800) cihazı kullanılarak belirlendi. İdrardaki Cr/Ni konsantrasyonları idrar kreatin düzeylerine bölünerek $\mu\text{g/g}$ kreatinin ($\mu\text{g/g}$ crea) olarak hesaplandı. İdrardaki $\beta 2$ mikroglobulin analizi için spot idrar örnekleri ayrı ayrı polipropilen kaplarda toplandı. NaOH (1 M) kullanılarak idrar pH değeri 6-8'e ayarlandı. $\beta 2$ mikroglobulin analizinde Chemiluminescent immunoserolojik yöntemi ve Siemens Immulite 20000 XPI cihazı kullanıldı.

Bu yöntemde kişinin mesanesi tamamen boşaldıktan sonra 1 bardak su içmesi sonrası biriken idrarda analiz yapılması esastır.

Serum kreatinin düzeyi ise Abbott Architect C 800 (AA- C 800) cihazı kullanılarak belirlendi. Glomeruler filtrasyon oranı (GFR), serum kreatin değerleri Cockcroft ve Gault denklemine göre belirlendi⁷⁰. Bu denklem, kişinin yaş, cinsiyet, ağırlık ve serum kreatinin düzeyine göre hesaplanan en özgün klirens hesaplama denklemlerinden biridir.

Bu formüle göre GFR fonksiyon değeri;
$$GFR = (140 - \text{bireyin yaşı}) \times \text{bireyin ağırlığı} / (\text{serum kreatinin değeri} \times 72)^*$$
dir.

*Cockcroft Gault formülüne göre kadınlar için bu değer ayrıca 0.85 ile çarpılmalıdır.

3.4. Kullanılan Cihazlar Ve Sarf Malzemeler

- Selülöz membran filtre
- Kişisel toz toplama pompası
- Shimadzu AA630 marka atomik absorpsiyon spektrofotometresi
- Abbott Architect C 800 (AA- C 800)
- Siemens Immulite 20000 XPI
- Deiyonize saf su cihazı
- %65'lik nitrik asit çözeltisi (Sigma-258121)
- Krom standardı (Merck-119779)
- Nikel standardı (Merck-112277)
- Santrifüj cihazı

3.5. Kan Ve İdrar Örneklerindeki Krom Ve Nikelin İstatistiksel Analizleri

Laboratuvar analizlerinden ve anket çalışmalarından elde edilen veriler ile SPSS istatistiksel yazılım paketi (SPSS20-IBM) kullanılarak analizler yapıldı. Elektro kaplama ve kontrol grubundaki çalışanların kan ve idrar analiz sonuçlarının karşılaştırılmasında Mann-Whitney-U testi kullanıldı ve standart sapmalar hesaplandı. Sosyo-demografik veriler ile çalışanlarda metal düzeyleri arasında korelasyon ilişkisini belirlemek için Spermán's test kullanıldı. Elde edilen sonuçlar geometrik ortalama ve standart sapma olarak verilerek p değerlerinin 0.05'den daha küçük olması şartı ile anlamlı olarak kabul edilmiştir.

3.6. Kullanılan İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metodolojisi İle Risk Değerlendirmesi Süreçleri

Risk değerlendirmesinde kullanılacak metodun belirlenmesinde iş yerine ait elde edilen veriler önemli yer tutmaktadır. Bu kapsamda yapmış olduğumuz araştırmalar çerçevesinde saha çalışması yapmış olduğumuz iş yerlerinin iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin geçmişe yönelik kayıtları, aynı sektörde faaliyet gösteren birden fazla işyerinin çevresel ve yerleşim yerlerinden ötürü kendine özgü riskleri de dikkate alındığında elektro kaplama sektörüne rehberlik etmesi amacıyla çek list kullanarak tehlike ve risklerin analizi yapılması kararlaştırılmıştır. Bu tip bir analiz Tablo 9'da belirtilen türden bir form kullanılarak gerçekleştirilir

Tablo 9. Risk değerlendirme ek-listi

Konu Başlığı	Kontrol Listesi	EVET	HAYIR	Alınması Gereken nlemler

Bu kapsamda yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen Uluslararası çalışmalara paralel olarak Avustralya'nın Safe Work Australia isim ajansı A.B.D.'nin NIOSH isimli ulusal iş sağlığı ve güvenliği enstitüsü ile Türk standartları enstitüsünün yapmış olduğu çalışmalar ve elektro kaplama yapılan iş yerlerinde yapılan gözlemler neticesinde elde edilen veriler işığında elektro kaplama yapılan iş yerlerine yönelik hazırlan ek-list hazırlanmış ve ek-2'de sunulmuştur ^{33,66,71} .

4. BULGULAR

4.1. Elektro Kaplama Yapılan İşyerlerinde Çalışanlara Dair Elde Edilen Demografik Veriler Ve Kimyasal Maruziyet Değerlerinin İncelenmesi

Cr ve Ni kaplama çalışanları ve kontrol gruplarının demografik bilgileri Tablo 10.'da sunulmuştur. Bu çalışmada, araştırmalar bireylerin yaş ortalaması çalışanlar ve kontrol grubu için sırasıyla 33 (21-58 aralığı) ve 39 (27-52 aralığı) olarak bulunmuştur. Çalışanların çalışma yılı 6 ay ile 35 yıl arasında iken, sigara ve alkol tüketimlerinin ortalaması sırasıyla %62.5 ve %12.5 olarak bulunmuştur. Maruz kalma süresi dikkate alınarak çalışanlar 2 gruba ayrılmıştır;

Grup 1: 1-9 yıl arasında çalışanlar,

Grup 2: 10 yıldan daha fazla yıl çalışanlar olarak. Bu iki grup arasında istatistiki önemde artış görülmüştür. ($p < 0.05$).

Tablo 10. Cr ve Ni'ye maruz kalan çalışanlar ile kontrol grubuna ait demografik veriler

	Demografik veriler	Maruz Grup (n=40) (GO±SD)	Kontrol (n=15) (GO±SD)
Değişken	Yaş (yıl)	32.21±9	35.6±8
	Boy (m)	1.73±0.06	1.73±0.09
	Kilo (kg)	77.76±13	81.2±12
	Evlilik durumu		
	Evli	% 17.5	% 15
	Bekar	% 82.5	% 85
Maruziyet Süresi	1-9 yıl	7.33±4*	-
	>10 yıl	11.68±5*	-
Sigara Kullanımı	Aktif içici	% 62.5	% 20
	Önceden içenler	% 4	% 1
	Paket	18.76±8	14.67±9
	Uzun Süreli kullananlar	12.48±7	11±6
Alkol tüketimi	En az hafta 1	% 21.42	% 5

*p <0.05 GO:Geometrik Ortalama

Cr/Ni kaplama çalışanları ve kontrol grubundaki ortalama Cr ve Ni seviyeleri Tablo 11.'de gösterilmiştir. Çalışma gruplarıyla kontrol grubu karşılaştırıldığında KCr düzeyi çalışma grubunda daha yüksek bulunurken, SNi düzeyleri kontrol grubunda istatistiki oranda yüksek bulunmuştur (p<0.05). İdrar örneklerindeki Cr (İCr) ve Ni (İNi) düzeylerine bakıldığında, çalışanların İCr düzeylerinin kontrol grubundakilere göre istatistiki önemde artış belirlenmiştir (p<0.05). İdrarda Ni seviyesi kontrol grubuna göre yaklaşık üç kat fazla olarak ortaya çıkmıştır. (p<0.05)

Tablo 11: Cr ve Ni maruziyet grubu ile kontrol grubunun kan/idrar örneklerindeki ölçülen parametreler

Gruplar	KCr ($\mu\text{g/L}$)	SNi ($\mu\text{g/L}$)	ICr ($\mu\text{g/g crea}$)	INi ($\mu\text{g/g crea}$)	$\beta_2\mu\text{G}$ ($\mu\text{g/mL}$)	GFR (ml/min)
Maruziyet grubu (40)	8.50 \pm 5.41	0.24 \pm 0.05	0.70 \pm 0.55	0.90 \pm 0.95	55.81 \pm 60.85	153.82 \pm 36.69
Kontrol grubu (15)	3.58 \pm 2.34	0.42 \pm 0.19	0.34 \pm 0.17	0.78 \pm 0.10	38.69 \pm 47.14	125.50 \pm 34.80
*P değeri	*p<0.05	*p<0.05	*p<0.05	*p<0.05	*p<0.05	*p<0.05

*p <0.05

Çalışanların ve kontrol grubunun tam kan analizlerinin sonuçları Tablo 12'de gösterilmiştir. Genellikle çalışanların hemoglobin, hematokrit, eritrosit, lökosit, lenfosit, eritrosit başına ortalama hemoglobin yoğunluğu (MCHC) ve ortalama trombosit hacmi (MPV) değerleri kontrol grubuna göre artış gösterdi. Yalnızca hematokrit, hemoglobin ve eozinofil değerlerinde istatistiki önemde bir artış bulunmuştur (p<0.05).

Tablo 12. Krom ve nikel maruziyet grubu ile kontrol grubunun hematolojik verileri

Hematolojik Parametreler	Maruz Kalan grup (n=40) (GO±SD)	Kontrol grubu (n=15) (GO±SD)
Hemoglobin (g dL ⁻¹)	15.01±0.16*	14.23±1.11*
Hematokrit (%)	44.42±0.41*	42.31±2.80*
Eritrosit (RBC) (10 ⁶ /mm ³)	4.90±0.30	4.70±0.30
Lökosit (K/μL)	6.17±1.89	5.70±1.01
Nötrofil %	35.26±1.35	34.66±5.50
Monosit %	6.59±0.21	6.46±1.96
Eozinofil %	6.59±0.21*	4.46±1.96*
Bazofil %	2.05±0.18	1.45±0.54
Lenfosit %	36.25±8.50	35±5.90
Lenfosit (K/μL)	2.10±0.52	1,99±0.32
Trombosit (10 ³ /mm ³)	236±53	276±81
MCV (μm ³)	90.35±5.71	90.40±3.53
MCH (pg)	30.58±2.46	30.89±1.90
MCHC (g dL ⁻¹)	38.82±1.18	34.14±0.63
RDW (%)	14.48±1.10	14±1.02
MPV (μm ³)	8,8±0.89	8,5±0.89
PCT (%)	0.21±0.03	0,23±0.04
PDW (μm ³)	15.6±2.80	15.08±2.93

*p <0.05; GO:Geometrik ortalama; SD:standartsapma

Hem kontrol grubu hem de çalışanlara yapılan anket sonuçlarından elde edilen demografik veriler ile metal düzeyleri ve böbrek fonksiyonun parametreleri arasındaki korelasyonlara ilişkin bulgular tablo 13.'de verilmiştir. Çalışanların yaşı ile bu metallere maruz kalma süresi arasındaki ilişkiye bakıldığında aralarında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Yaş ile maruziyet süresi ve böbrek fonksiyonun göstergesi olan GFR ilişkisine bakıldığında negatif bir korelasyon bulunmuştur (r=0.376, p=0.017; r=-0.365, p=0.035, sırasıyla).

Metal düzeyleri arasındaki korelasyona bakıldığında sonuçlar gösterdi ki KCr ve SNi düzeyleri arasında negatif bir korelasyon bulunurken, İCr, İNi düzeyleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($r=-0.385$, $p=0.006$; $r=0.596$, $p=0.000$, sırasıyla).

Tablo 13. Demografik veriler ile kan ve idrar örneklerindeki ölçülen parametreler arasındaki korelasyonlar

	Metal Türü	Maruziyet Süresi	Sigara	Alkol	RBC	Htc	Lenfosit	Eozinofil	$\beta 2\mu G$
Kan	Cr	$r=0.456^{**}$ $p=0.001$	-	$r=0.292^*$ $p=0.039$	-	-	-	-	
	Ni	-	$r=0.526^{**}$ $p=0.001$	-	$r=0.345^*$ $p=0.014$	$r=0.248^*$ $p=0.035$	$r=0.287^*$ $p=0.043$	-	$r=0.279^*$ $p=0.043$
İdrar	Cr	$r=0.460^{**}$ $p=0.001$	$r=0.357^*$ $p=0.015$	-	-	-	-	$r=0.331^*$ $p=0.019$	
	Ni	-	-	-	$r=0.338^*$ $p=0.033$	-	-	-	

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Çalışmamızda Ni'in ortam havasındaki ortalama değeri 0.017 mg/m^3 olarak bulunurken Cr için bu değer 0.029 mg/m^3 olarak bulundu. Bu değerler NIOSH standartlarına göre belirlenmiş ortam havasındaki Ni ($0,015 \text{ mg/m}^3$) değerinden yüksektir. İşyeri ortam havasına ait Cr ve Ni oranları ve Uluslararası standartlarda olması gereken sınır değerleri Tablo 14.'de sunulmuştur.

Tablo 14. İşyeri ortam havasına ait ölçülen ortalama krom ve nikel değerleri

ÖLÇÜM NOKTASI	ÖLÇÜM YERİ	ÖLÇÜLEN Cr (mg/m ³)	NIOSH Cr SINIR DEĞERİ (mg/m ³)	ÖLÇÜLEN Ni (mg/m ³)	NIOSH Ni SINIR DEĞERİ (mg/m ³)
1	ÜRETİM- KAPLAMA BÖLÜMÜ	0.029	0.5	0.017	0.015
2	KALİTE KONTROL BÖLÜMÜ	0.027	0.5	0.013	0.015

4.2. Elektro Kaplama Yapılan İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Tespit Edilen Tehlikelerin İncelenmesi

İSG risklerinin tespit edilmesi için, literatür çalışmasının ardından, saha çalışmasının yapıldığı işyerlerinde gözlemler yapılmış, malzeme güvenlik bilgi formları incelenmiş ve çalışanlarla görüşülmüştür. İşyeri yetkililerinden tez çalışmasında kullanılabilmesi için gerekli izinler alınmıştır. İş sağlığı ve güvenliği açısından tehlike oluşturacak bazı uygunsuzluklar tespit edilmiş ve alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

Genel Tehlikelere İlişkin Tespitler:

Bazı işyerlerinde çalışma zemininde düşmeye ve takılmaya sebep olabilecek eşik ve benzeri seviye değişiklikleri olduğu, merdivenlerde korkuluk olmadığı ve merdiven basamaklarında kaymayı engelleyecek bantların bulunmadığı görülmüştür. Bazı işyerlerinde yeterli temizliğin yapılmadığı, tertip ve düzenin bulunmadığı tespit edilmiştir. Tank kenarlarına korkuluk yapılmadığı ve genel olarak acil çıkış kapılarının bulunmaması ile gerekli yönlendirme levhalarının asılı olmadığı tespit edilmiştir.

Fiziksel Tehlikelere İlişkin Tespitler: Genellikle kaplama yapan işyerlerinde çalışanların, malzemelerin metal sandıklara doldurulması sırasında ve silindirik galvaniz kaplarının boşatılması sırasında gürültüye maruz kaldıkları görülmüştür. Santrifüjün doldurulması ve taşıma kaplarındaki silindirlerin boşatılması sırasında da gürültü açığa çıkmaktadır. Elektro kaplamada görülen diğer bir fiziksel tehlike, yetersiz aydınlatmadır. Bazı iş yerlerinde yeterli aydınlatmanın sağlanmadığı görülmüştür.

Elektro kaplama yapan işyerlerinin genelinde, insan gücüne ihtiyaç duyulduğu ve yapılan iş itibarıyla uzun süre yük değişimi olmadan statik çalışma, bariz ölçüde eğilerek ya da dönerek çalışma, çok sık ve uzun süren yüksek frekanslı çalışma gibi kas ve iskelet sistemini zorlayan pozisyonlarda çalışıldığı görülmüştür. Ayrıca küçük işyerlerinde, çalışma alanlarının dar ve yetersiz olduğu, ağır malzemelerin askıya alınması ve askıdan çıkarılması esnasında, kaldırma, taşıma ve boşaltma işlemleri için de yardımcı araçlar kullanılmadığı gözlenmiştir.

Bazı işyerlerinde suni havalandırma sisteminin yetersiz olması sebebiyle ortam sıcaklığının arttığı, ortam buharının tahliyesinin sağlanmadığı tespit edilmiştir.

Taşlama ve cilalama makinelerinde çalışma esnasında çalışanlar tarafından kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanılmadığı, toz maruziyetinin yaşandığı tespit edilmiştir.

Mekanik Tehlikelere İlişkin Tespitler: Elektro kaplama yapılan işyerlerinde malzemelerin askıya alınması ve askıdan çıkarılması esnasında, uygun şekilde asılmayan malzemelerin çalışanlar üzerine düşme riski bulunduğu görülmüştür. Korkuluksuz iş platformlarıyla

Çalışılan işyerlerinde, çalışanın dūřme riski bulunmaktadır. İşyerinde kaplama havuzu kenarındaki iř platformu üzerinde korkuluk bulunmadığı tespit edilmiştir. Bazı işyerlerinde kullanılan iř ekipmanlarının periyodik kontrollerinin yapılmadığı gözlenmiştir.

Kullanılan vinç askılarının yıpranmış olduğu, havuz kenarındaki platformun sağlam olmadığı ve çalışma ortamının dūzensiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca malzeme vinç ile taşınırken, sesli ve ışıklı vinç ikaz sistemlerinin kullanılmadığı tespit edilmiştir.

Elektriksel Tehlikelere İlişkin Tespitler: Bazı işyerlerinde elektrik tesisatında ve panosunda kaçak akım rölesinin bulunmadığı, elektrik panosunun kapağının kapalı olmadığı, elektrik panosunun altına yalıtkan paspas koyulmadığı, elektrik panosunda uyarı levhasının yer almadığı, elektrik prizlerine fiş olmadan kablo bağlandığı, elektrik iç tesisatı ve topraklama muayenelerinin yapılmadığı, hasarlı izolasyonlu elektrik kablosu kullanıldığı tespit edilmiştir.

Yangın ve Patlama Tehlikesine İlişkin Tespitler: Bazı işyerlerinde basınçlı tüplerin kullanımı sırasında, tüplerin devrilmemesi için yapılması gereken sabitlemenin yapılmadığı, yangın söndürme cihazlarının, duvara uygun şekilde montajının yapılmadığı ve önüne malzeme bırakıldığı tespit edilmiştir. Genel olarak işyerlerinde tüplerin, dolu veya boş olduğunu belirten uygun etiketlerle etiketlenmediği, dolu ve boş olan tüplerin ayrı bölümlerde olması gerekirken, çalışma alanında ortalıkta bırakıldığı görülmüştür işyerinde gerekli tedbirler alınmadan sanayi tipi tüpler kullanılarak malzemelerin kurutulduğu ve uygun KKD olmadan çalışıldığı, patlayıcı ortam oluşma ihtimaline karşı anlık gaz ölçümü ve cebri havalandırma yapılmadığı tespit edilmiştir.

Tehlikeli madde Ve Kimyasallara İlişkin Tespitler: İşyerlerinde tehlikeli maddelerin kullanımında ve bunlarla işlem yaparken, çalışanların sigara içtiği görülmüştür Aynı zamanda bu işyerlerinde çalışanların yemek yiyebileceği ayrı bir alan bulunmadığı için, çalışanların kaplama işleminin yapıldığı alanda yemek yediği tespit edilmiştir Malzemenin temizlendiği asit havuzlarına ve çinko kaplama banyolarına malzemenin çalışanlar tarafından elle daldırıldığı işyerlerinde, çalışanların KKD kullanımının yetersiz olduğu görülmüştür. atık kimyasalların, uygun şartlarda saklanmadığı, güvensiz şekilde muhafaza edildiği depolanan atık kimyasalların üzerlerinde içeriğine ilişkin hiçbir bilgi bulunmadığı, ağır metal maruziyetine karşı herhangi bir önlem alınmadığı tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA

İstanbul'da Galvanoteknik sanayinde farklı firmalarda çalışan elektro kaplama işlemi sırasında Cr ve Ni metallerine bir arada maruz kalan çalışanların kan ve idrar örnekleri ile işyeri ortam havasında metallerin atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile analizi sonucunda vücuttaki metal yükünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, son yıllarda tubuler ve glomerül fonksiyonların değerlendirilmesinde önemli bir biyogösterge $\beta 2\mu G$ ve GFR ölçümleri de çalışmamızda metal analizleri ile birlikte değerlendirilmiştir.

Cr ve Ni ile ilgili yapılan mesleki maruziyet konusunda Tablo 15.'de gösterilen farklı ülkelerde yapılan çalışmalar (2007-2018) da, yaptığımız çalışmaya paralel olarak Cr ve Ni maruziyetlerinin izlenmesinde alınacak numune türlerini göstermektedir. Cr ve Ni maruziyetlerinin izlenmesine yönelik yapılan bu çalışmanın Dünya'da çeşitli ülkelerde örnekleri olmasına rağmen ülkemizde yapılan ilk çalışma olması Cr ve Ni maruziyetine kalan çalışanlar için son derece önem arz etmektedir.

Tablo 15. Krom ve nikel metalleri ile ilgili mesleki maruziyet konusunda yapılan (2007-2018) çalışmalar

SEKTÖR/METAL	NUMUNE	ÜLKE	KAYNAKLAR
Ektrokaplama/Cr Ve Ni	Yanak Hücreleri	Hindistan	8
Krom Üretim Tesisi/Cr	Ortam Havası, İdrar, Kan	Çin	47
Çeşitli Fabrikalar/Cr	Toprak	Portekiz	44
Ark Kaynağı / Cr ve Ni	İdrar	Fransa	72
Çelik Endüstrisi/Ni	Ortam Havası	İtalya	73
Çeşitli Sektörler/Cr	Kan ve İdrar	Türkiye	74
Deri Tabaklama/Cr	Ortam Havası,İdrar/Kan	Çin	75
Deri Tabaklama/Cr	Kan	Hindistan	76
Deri Tabaklama/Cr	Kan	Pakistan	77
Deri Tabaklama Krom Kaplama/Cr	Kan	Hindistan	78
Elektrik/Cr	İdrar	Tayvan	79
Ektrokaplama/Cr ve Ni	Ortam Havası ve İdrar	Çin	80
Havacılık Endüstrisi/Cr	İdrar	İtalya	81
Metalurji/Cr Ve Ni	İdrar ve Saç Örneği	Sudan	82
Nikel Endüstrisi/Ni	İdrar	Çin	83
Nikel Kaplama/Ni	Kan	İtalya	84
Nikel Kaplı Pil Tamiri ve Satışı-/Cr ve Ni	Kan ve İdrar	Mısır	85
Rafineri/Ni	Ortam Havası	Güney Afrika	86
Termik Santral/Ni	Kan	Kosova	87
Ektrokaplama/Cr ve Ni	Kan ve İdrar	Çin	88
Ektrokaplama/Cr ve Ni	Kan ve Saç Örneği	Hindistan	89
Elektrik – Elektronik Geri Dönüşümü /Cr ve Ni	Kan ve İdrar	İsveç	90

Yaşam şekillerinde metallerin emilimleri ve atılımları konusunda farklılıklar gösterdiği bu nedenle metallere maruz kalan çalışanların kan ve idrar seviyelerinde metallerin düzeylerinin izlenmesi önem kazanmaktadır. Farklı Ülkelerde (Çin, Bulgaristan, Güney Hindistan) yapılan çalışmalarda elektro kaplamalarda çalışanların kan ve idrar örneklerindeki Cr, Ni değerleri kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur ^{88,89,91}. Bizim çalışmamızda da tablo 11'de görüldüğü üzere, elektro kaplama işçilerinde benzer bulgular gözlenmiştir. Tablo 10'da görüldüğü üzere maruziyet yılları dikkate alındığında, 1-9 yıl ve 10 yıl sonrasında çalışanlar iki gruba ayrıldığında, 10 yıldan daha fazla çalışanların kan örneklerindeki metal düzeylerinin istatistiki oranda yüksek olduğu bulunmuştur (7.33 ± 4 ; 10.80 ± 7 , $p < 0.05$). Ayrıca kanda Cr düzeyi ile maruziyet süresi arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, ikisi arasında pozitif bir korelasyon gözlenmiştir ($r = 0.456$). Aynı korelasyon Khelifi ve ark. (2013) ile Hashim ve ark. (2015) tarafından da bulunmuştur ($r = 0.118$; $r = 0.315$) ^{92,93}. Sonuçlar KCr seviyesinin elektrokaplama işçilerindeki Cr'ye maruziyetin biyogöstergesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Cr ve Nikel metallerinin birbirleri ile etkileşimleri konusunda çalışmalar bulunmakla birlikte çelişkili sonuçlarda mevcuttur. Bu nedenle Cr ve Ni'in kombinasyonun kronik toksik etkilerini tahmin edebilmek hem oldukça güçtür hem de oldukça önemlidir.⁹ Farelerde yapılan Cr-Ni'in letal dozlarının kombine edildiği maruziyet çalışmasında, Ni düşük dozlarda verildiğinde antagonistik etki görülürken ⁹⁴, ratlara intraperitoneal verilen Ni'in yüksek dozlarında additif etki gözlenmiştir ⁹⁵. Çalışmamızda da Cr düzeylerinin Ni düzeylerinden daha yüksek bulunması nedeniyle antagonistik etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca KCr düzeylerinin yüksekliği ile SNi düzeyinin düşüklüğü arasında istatistiki olarak önemli negatif bir korelasyon bulunmuştur ($r = -0.385$, $p = 0.006$). Bulgularımız diğer çalışmaları ile de uyumludur ^{87,96}.

Kim ve ark. (2005)⁹⁶'nın spinal artrodezi tedavisi sonrasında kullanılan paslanmaz çelik implantları üzerinde yaptıkları çalışmada KCr ve KNi düzeyleri arasında negatif bir korelasyon bulmuştur. Bu korelasyon ile Ni'nin emilimi ve taşınmasını Cr engellediği ve bir antagonizma gösterdiği düşünülmektedir.

Metallerin biyolojik yarı ömürler uzun olması nedeniyle maruziyetten sonra vücutta birikim göstermektedir. Maruziyet yoluna bakılmaksızın, absorbe olan Cr'un atılması başlıca idrar yoluyla olmaktadır. İdrar Ni düzeyleri ise, Ni tozlarına ve çözünebilir Ni bileşiklerine tahmini son maruziyeti göstermektedir. Bu nedenle çalışmada, idrardaki Cr/Ni düzeylerinin kontrol grubundan daha yüksek bulunması maruziyetin göstergesidir (0.70±0.55 µg/g kreatinin, 0.34±0.17 µg/g kreatinin Cr maruz ve kontrol grupları için sırasıyla), (0.90±0.95 µg/g kreatinin, 0.78±0.10 µg/g kreatinin Ni, maruz ve kontrol grupları için sırasıyla). Bu konuda yapılan maruziyet çalışmaları da benzer bulguları rapor etmiştir^{85, 89}. Çalışmada ayrıca, kandaki ve idrardaki Cr düzeyleri arasında da pozitif bir korelasyon bulunmuştur (r=0.596, p=0.000). Zhang ve ark.'nın (2008)⁹⁷ Cr'un mesleki maruziyetini gösteren bir çalışmada da benzer korelasyon bildirmiştir. Sonuçlarımız, çalışanlarda Cr ve Ni'nin mesleki maruziyetin sonucunda alınan kan ve idrar örneklerindeki bu değerlerin maruziyetin biyogöstergesi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir⁷⁹.

Hematopoetik sistem, kan ve kemik iliğinden oluşur ve hücre proliferasyonu nedeniyle de çevresel etkenlere oldukça duyarlıdır⁹⁸. Tablo 12'de görüldüğü üzere çalışmamızda, hemogram verileri kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, çalışan grubun değerlerinde genellikle bir artış görülmekle birlikte bu artışın istatistiki önemde olmadığı, ihmal edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Hemoglobin, hematokrit ve eozinofil değerlerinde kontrol grubuna göre bulunan istatistiki artış diğer araştırmacıların sonuçları ile de benzerdir^{89,99}.

Hemoglobin ve hematokrit değerleri plazma hacmine bağlı olmakla birlikte genellikle şiddetli dehidrate olan bireylerde hemoglobin ve hematokrit değerlerinde bir artış olmaktadır ¹⁰⁰. Zhang ve ark. (2011)⁸⁸'nin yaptığı bir çalışmada Çin-Hangzhou'daki elektro kaplama tesislerinde çalışanların eritrositlerinde kontrol grubuna göre ortalama 2 kat daha fazla oranda Cr'un olduğu tespit edilmiştir (4,41 µg/l–1,54 µg/l). Hindistan'da yapılan 2012 yılına ait bir Cr-Ni kaplama tesisinde Cr ve Ni'e maruz kalan çalışanlar üzerine yapılan bir çalışmada Cr ve Ni maruziyetinin çalışanların eritrositlerinde daha yüksek oranda sedimentasyon oluşması ve eozinofillerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir ⁸⁹. Çalışmamızda da aynı sonuçlara ulaşılmıştır. Ayrıca, eritrositlerin artması ile idrar Ni düzeylerinin yüksekliği arasında da pozitif bir korelasyon bulunmuştur (r=0.338 p<0.05). Rosati ve ark'nın (2016)¹⁰¹ İtalya'da sokakta çalışanlarının hemogram değerleri ile dış ortam havasındaki Ni ve bileşikleri ile arasındaki korelasyonun değerlendirdiği çalışmada da bu korelasyon gözlenmiştir (r=0.520, p=0,025).

Tütünde Ni ve Cr gibi metaller bulunmaktadır ¹⁰². Çalışmada yapılan anket sonuçlarından elde edilen bilgilerden uzun süre sigara içenler ile idrar ve kan örneklerinde metallerin düzeyleri değerlendirildiğinde, uzun dönem sigara içenlerin S_{Ni} ve İ_{Cr} düzeyleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Mulyana ve ark (2015)¹⁰³'nin kaynak yapan çalışanlarda kaynak dumanına maruz kalma kan Cr düzeyleri ile sigara arasında istatistiki önemde bir pozitif korelasyon rapor etmiştir. Çalışanlarda alkol kullanımı değerlendirildiğinde ise, alkol kullanımı ile kan Cr düzeyleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Alkol alınması kan Cr düzeylerini artırmaktadır. Aynı korelasyon Tunus'ta Cr ve Ni maruziyeti nedeniyle baş ve boyun kanseri olan hastalarda da bulunmuştur ⁹².

Cr-Ni'in mesleki olarak kronik maruziyeti sonucu absorbe olarak yüksek oranda böbreklerde biriktiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır^{19,20,34}. β 2 mikroglobulin Cr ve Ni gibi metallerin sebep olduğu böbrek tubular disfonksiyonunu gösteren bir proteindir¹⁰⁴. Çalışmamızda, çalışanların idrar β -2 mikroglobulin düzeyleri kontrol grubundan yüksek bulunmuştur (55.81±60.85 μ g/mL; 38.69±47.14 μ g/mL, sırasıyla). Serum Ni seviyeleri ile β -2 mikroglobulin arasında da pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Diğer taraftan Sunderman ve Horak (1981)¹⁰⁵ de idrar Ni düzeyleri ile β -2 mikroglobulin arasında bir korelasyon rapor etmiştir. Bu çalışma da da SNI ile β -2 mikroglobulin arasında bir korelasyon bulunmuştur. Buna karşılık Cr maruziyet çalışmalarında da benzer bulgu olmakla birlikte kan/idrar Cr düzeyleri ile idrar β -2 mikroglobulin arasında da bir korelasyon bulunmuştur^{48,106}. İdrarda metal düzeyleri ile β -2 mikroglobulin arasında görülen bu korelasyonlar metal yükündeki artışla birlikte bir tubuler hasarın göstergesi olabilmektedir. GFR böbrek fonksiyonunun en önemli göstergesidir⁴⁷. Çalışmamızda, çalışanların GFR'nin kontrol grubundan anlamlı oranda yüksek olduğu görülmüştür (153.82±36.69 ml/min, 125.50±34.80 ml/min, sırasıyla), özellikle yaş ile GFR arasında negatif bir korelasyon gözlenmiştir (r=-0.365, p=0.035). Ayrıca maruziyet süresinin yaş ve metal düzeyleri ile birlikte bir artış göstermesi, yaşca büyük, deneyimli çalışanların kişisel koruyucu ekipmanları daha az kullandığı ve daha fazla bu metallerle maruz kalmasıyla açıklanabilir. Ayrıca yaş ile birlikte böbrek fonksiyonlarında azalma da bu metallerin atılımını azaltmaktadır.

Ortam havasında Ni karbonilin belirli konsantrasyonlarda mevcudiyeti solunum yolları ve akciğerlerde ciddi hasarlara yol açabilmektedir. Bu çalışmada elektro kaplama yapılan işyerlerinden alınan ortam havasında ölçülen Cr ve Ni için alınan veriler NIOSH ve OSHA'da belirtilen değerlerin üzerinde değildir¹⁰⁷. Yapılan ölçüm sonuçlarına göre Cr ve Ni kaplama işlemi yapılan alanların ortam havasındaki Ni'in NIOSH standartlarına göre limitlerinde olduğu görülmektedir^{107,108}.

Tez çalışmasında iş yerlerindeki çalışma ortamları içerisindeki tehlikeler genel, fiziksel, kimyasal, elektriksel, yangın ve patlama ile mekanik tehlikeler olarak sınıflandırılmıştır.

Yüksekte çalışma, kayma-takılma-düşme, korumasız hareket eden makine parçaları, tehlikeli yüzeylere sahip parçalar, sıcak parçalarla temas, hareketli taşıma araçları ve iş araçları ile ilgili tehlikeler mekanik tehlikeler içerisinde değerlendirilmiştir. İşyeri ortamı ile ilgili tehlikeler ise genel tehlikeler başlığı altında ele alınmıştır. Belirlenen tehlike kaynaklarına ilişkin karşılaşılabilecek riskler ve çözüm önerileri kontrol listesi tablosu halinde sunulmuştur. Bu tablolara göre elektro kaplamada kullanılacak kontrol listesi, ilgili tehlikelerin kategorilenmesi ile hazırlanmıştır.

Elektro kaplama yapan işyerlerine bakıldığında; bazı işyerlerinde, çalışanların, yardımcı araçlar ve uygun KKD kullanmadan malzemeyi işlem havuzuna daldırması sonucu deri yoluyla kimyasallara maruz kaldığı görülmüştür. Tüm işyerlerinde, çalışma alanlarının düzensiz olduğu, çalışanların ergonomik olmayan koşullarda çalıştığı ve elektrik ile ilgili tehlikelerin göz ardı edildiği tespit edilmiştir. İşyerlerinde bazı çalışanların ellerini yıkamadan kaplama alanında yemek yediği ve işlem esnasında sigara içtiği görülmüştür. Bu durum çalışanların sindirim yoluyla kimyasallara maruziyetini arttırmaktadır.

Çalışma ile ilgili bazı işyerlerinin çalışanlarıyla yapılan görüşmelerde, en çok iş kazasının malzemenin, askıya alınması, askıdan çıkarılması ve asitle yıkama işlemi sırasında meydana geldiği belirtilmiş, çalışanlar açısından deri yoluyla asit ve ağır metal maruziyeti yaşandığı gözlenmiştir.

Tüm bu veriler ışığında çalışma kapsamında elde edilen bulgular Dünya'daki diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

6. SONUÇ

İş sağlığı ve güvenliği; çalışanları sadece iş yerindeki çalışma ortamında bulunan potansiyel tehlikelerden korumakla kalmayıp kişilerin hayatı boyunca sağlıklı ve refahlı biçimde yaşamasını sağlayan bir kavramdır. Özellikle bu tez çalışmasının konusu olan elektro kaplama sektörü çalışanlarının kimyasal maruziyetler sonrasında karşılaşılabilecekleri hastalıklar dikkate alındığında, söz konusu maruziyetlerin çalışanın işten ayrılması veya emeklilik döneminde dahi sağlık sorunları ile karşılaşılabileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Elektro kaplama sektörü çalışanlarının yapılan saha çalışmaları ve literatür araştırmaları sonrasında iş kazası ve meslek hastalıkları ile karşılaşma ihtimalleri yüksek görünmektedir. Çalışma yapılan iş yerleri ve elektro kaplama sektöründe iş sağlığı ve güvenliğine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde iş yerlerindeki potansiyel tehlikeleri genel, fiziksel, kimyasal, yangın ve patlama, elektriksel ile mekanik tehlikeler olarak sıralanabilir ^{33, 71}.

Ayrıca tez konusu kapsamında yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar mesleki olarak maruz kalınan Cr ve Ni metallerinin böbreklerde birikerek böbrek hasarına neden olabileceği, çalışanların yaşam tarzlarının da bu maruziyetin sonuçlarını önemli ölçüde etkilediği görülmektedir.

Öneriler: Bu kapsamda elektro kaplama sektöründe çalışanlara ve faaliyet gösteren işverenlere rehberlik etmesi açısından gerekli sağlık ve güvenlik tedbirleri tehlike türlerine göre aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

Genel Tehlikelere İlişkin Öneriler: İş yeri zeminlerinin dökümler sonucunda kaygan olmasına yönelik sürekli temizlik yapılması sağlanmalı, kaygan zeminlerdeki temizlik işlemleri bitirilinceye kadar gerekli uyarı levhaları ile işletme içerisindeki çalışan ve ziyaretçilere gerekli yönlendirmeler ve bilgilendirmeler yapılmalıdır. İşletme içerisinde gerekli KKD'lerin kullanımına özen gösterilmelidir. Kişisel koruyucu donanımların seçimi ve kullanımı açısından ilgili standartlara uygunluklar kontrol edilmelidir.

Acil durumlara karşı ilgili güncel standartlara uygun göz duşu ile vücut duşlarının işyerlerinin ilgili yerlerinde yeteri kadar bulundurulması, iş yeri genelinde acil durum aydınlatma armatürlerinin kullanıma hazır halde bulundurulması, acil durum kaçış kapılarının yapılması, acil durumlarda çalışanları uyarı ve yönlendirmeye yönelik acil durum ses sistemlerinin iş yerleri içerisinde kurulumu, ilk yardım ve basit müdahalelere yönelik asgari içerikli ilk yardım çantalarının iş yerlerinin ilgili yerlerinde yeterli sayıda sertifikalı ilkyardımcı personeller tarafından kullanılabilir şekilde hazırda bulundurulması sağlanmalıdır. İş yerleri içerisinde işletmenin büyüklüğü ve yanıcı malzemenin türüne göre uygun yangın söndürücülerin hazır halde bulundurulması, yangınla mücadele konusunda eğitim almış destek elemanları tarafından kolay kullanılabilmesi önerilmektedir.

Çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmesi esnasında ulusal güncel mevzuatta bulunan asgari eğitim konularına ilaveten, elektro kaplama sektörü çalışanlarına özgü spesifik eğitim programları hazırlanarak buna paralel şekilde iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri yapılmalıdır. Yapılan tez çalışması sonrasında maruziyetlerin alkol, sigara ve beslenme alışkanlıkları ile ilişkili olarak çalışanların sağlıklarında daha büyük hasarlara yol açabileceği öngörülmektedir.

Elde edilen bu veri ve sonuçlara istinaden iş yerlerinde tütün ve tütün ürünlerinin zararları, alkol kullanımının sağlık üzerindeki etkileri ve sağlıklı beslenme yöntemlerine yönelik eğitim programlarının yapılması işverenlerce sağlanmalıdır. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yanı sıra mesleki yeterliliklerinin de varlıkları kontrol edilmeli, ilgili çalışanların gerekli mesleki yeterliliklere haiz olması önerilmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği kanunu gereği çalışanlara yönelik yapılan sağlık gözetimleri kapsamında gerçekleştirilen iş giriş muayeneleri ile periyodik muayenelerde krom ve idarar krom ile nikel testlerinin de yapılmasının sağlanması, çalışanlara yönelik gerekli deri ve solunum yolu muayenelerinin dikkatle yapılması, alerjisi olan personellerin başka birimlerde çalıştırılmasına yönelik gerekli yönlendirmelerin yapılması son derece önem arz etmektedir. Çalışanların cildi dikkatle incelenerek krom ülserasyonu veya başlangıç belirtileri kontrol edilmelidir ¹.

Kaplama havuzları, tanklar ve seviye farkı olup düşme sonucunda yaralanma veya ölüm sonuçları ile karşılaşılacak kenarlarda her yönden 125 kg yük'e dayanıklı korkuluk sistemleri kullanımı önerilmektedir. Elektro kaplama makinelerinde kullanılan merdiven, köprü ve korkulukların standartlarını sağlaması önerilmektedir. Elektro kaplama makinelerinde güncel ilgili standartlarda tanımlanan güvenlik mesafelerine uyulması, güvenlik mesafelerini dikkate alan çit tipi muhafazalar kullanılması işverenlere önerilir. Tabanlarda düşme, takılma veya tökezlemelere karşı çıkıntı olmaması kontrol edilmelidir. İşyerlerinde Yüksekte yapılan çalışmalar için ankraj oluşturulmalı, merdiven, iskele, manlift veya sepetli vinç v.b. ekipmanların kullanılması önerilir. Yüksekte yapılan çalışmalarda çalışanlarca ayrıca TS EN 361 standardına uygun paraşüt tipi emniyet kemeri, TS EN 358 standardına uygun emniyet halatı ve 5,8 metre üstü yüksekliklerde ilaveten TS EN 355 standardında imal edilmiş şok emici kullanılması önerilmektedir.

Kaldırma operasyonlarında işaretçi eğitimi almış personellerin görev alması, asılı yük altında çalışan veya ziyaretçi bulundurulmaması önerilir. İşyerlerinde kullanılan tüm iş ekipmanlarının iş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları hakkında yönetmelik hükümleri çerçevesinde gerekli standartlara uygun şekilde talimatları hazırlanarak kullanılması, periyodik kontrollerinin asgari belirtilen periyotlar çerçevesinde ilgili standartlar çerçevesinde yapılması önerilmektedir. Kullanılan iş ekipmanlarına periyodik muayenelere ilaveten imalatçı firmanın vermiş olduğu bilgiler çerçevesinde bakım planlamaları hazırlanarak gerekli rutin bakımlarının düzenli şekilde yapılması işverenlere önerilir.

Fiziksel Tehlikelere İlişkin Öneriler: İş yerine yönelik gerekli ortam ölçümlerinin yetkili kurumlar tarafından konusunda ehil personeller tarafından ilgili standartlar çerçevesinde yapılması sağlanmalı, elde edilen sonuçlar çerçevesinde gerekli tedbirlerin işyerlerinde alınması işverenlerce sağlanması önerilmektedir.

İş yerlerinde kullanılan basınçlı gaz tüpleri dolu ve boş olmak üzere ayrı yerlerde sabitlenerek muhafaza edilerek depolama matrisine uygun şekilde saklanması işverenlere önerilmektedir.

İş yeri elektrik iç tesisatı ve topraklama tesisatlarının periyodik kontrollerinin yapılması, elektrik panolarında kaçak akım rölesi kullanılması, ekli veya yaralı olup izolasyonu hasar gören elektrik kablolarının kullanılmaması, soket çıkışlarına aşırı yükleme yapılmaması ve elektrik müdahalelerine yetkili personel dışındakilerin müdahalesinin engellenmesi önerilmektedir.

İşyerlerinde yeterli aydınlatma için aydınlatma ölçümleri yapılmalıdır. Elektro kaplama yapılan iş yerlerinde en az 300 lüks, taşıma ve depolama alanlarında en 200 lüks aydınlatma olması tavsiye edilmektedir ⁶⁷.

Ortamda meydana gelebilecek ısı tehlikelerine karşı soğutma sistemi, cebri havalandırma veya TS EN 981 standardına uygun sesli ve/veya görünür sinyali olan ısı durdurma teçhizatı kullanımı önerilir. Bu tür önlemlerin alınmaması durumunda kişisel koruyucu donanım olarak TS EN 469/531 standartlarına göre imal edilmiş ısı ve alevden koruyucu iş elbiselerinin kullanılması işverenlere önerilmektedir.

Kimyasal Tehlikelere İlişkin Öneriler: Doğrudan gaz ısıtmalı hava sistemi ile teçhiz edilen makinelerde yanmadan kaynaklı toksik gaz konsantrasyonu uluslararası standartlarda belirtilen maruziyet limitlerinin altında tutulmalıdır ⁶⁶. Kimyasal maruziyet yaşanması durumunda çalışma ortamının derhal terk edilmesi, iş yeri ortam hacmine uygun cebri havalandırma sistemi kurulması, kimyasal maruziyetin temas ettiği cildin derhal bol su ile yıkanması, çalışanların uygun yarım ve tam yüz maskelerinin kullanması önerilmektedir. Kullanılan kimyasalların üretici firma tarafında hazırlanmış malzeme güvenlik bilgi formları temin edilmeli, bu formların içeriğinde belirtilen kurallara uyularak çalışanlara gerekli bilgilendirmelerin yapılması önem arz etmektedir. Kimyasalların depolanmasında kimyasal depolama matrisi kurallarına uyulması önerilmektedir.

Yangın ve Patlama Tehliklerine İlişkin Öneriler: Elektrok kaplama sektöründe solventli kaplama malzemesi kullanılan makinelerde tutuşabilir maddelerin konsantasyonu % 25 LEL değeri ile sınırlandırılmalı, solventli kaplama malzemesi sıcaklığının tutuşma sıcaklığından en az 20 °C daha soğuk seviyede tutulması sağlanmalı, kaplama esnasında ortaya çıkan patlayıcı özellikteki hidrojen gazının kontrol altında tutulması için gerekli ölçümler ve havalandırmalar sağlanmalıdır ⁶⁶.

Sonuç olarak elektro kaplama sektörü yapılan araştırma, gözlem ve bulgular çerçevesinde insan sağlığı açısından son derece önemli bir yere sahiptir. İş yerlerinde oluşabilecek genel, mekanik, fiziksel ve kimyasal v.b. tehlikelerin elektrik çarpması, yangın, patlama, düşme v.b. hayati tehlike sonuçlarını doğurabilecek iş kazalarının yanı sıra, çalışanların bulunduğu iş yerinden ayrılarak maruziyetin sona ermesinden sonra dahi çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına engel olamayacaktır. Bu sebeplerden dolayı elektro kaplama sektörünün çalışan sağlığı ve güvenliğine ilişkin tespit edilen tehlikelerinin kaynağında ve gecikmeden ortadan kaldırılması son derece önem taşımaktadır. Bununla ilgili olarak iş yerlerinin çalışanlarına yönelik detaylı periyodik sağlık taramalarını yaptırmaları, görevli iş yeri hekiminin periyodik muayene çerçevesinde yapmış olduğu önerilere dikkatle riayet edilmesi, iş yerinde yeterli emiş gücüne sahip havalandırma sistemi kurulumu ile gerekli ekipman muayene, kontrol ve bakımlarının da düzenli takibi, çalışma ortamının daimi gözetilmesi ile gerekli önlemlerin alınması son derece önem arz etmektedir. Bu tez çalışmasında elde edilen bulgulara paralel olarak sektöre yönelik çalışan sağlığı ile güvenliğine ilişkin kamu ve meslek kuruluşlarının katkılarıyla hazırlanacak iş sağlığı ve güvenliği rehberleri de iş yerlerinde alınacak önlemlerle izlenecek adımlara yol gösterici olacaktır.

7. ÖZET

ELEKTRO KAPLAMA SEKTÖRÜNDE ÇALIŞANLARIN KROM VE NİKEL MARUZİYETİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Metaller insanlar tarafından bilinen en eski toksik bileşiklerdir. Galvanoteknik sektöründe çalışanlarda özellikle krom (Cr) ve nikel (Ni) metalleri içeren kimyasallara birlikte maruz kalmaktadır. Çalışanların bu tür kimyasallara olan maruziyetleri başlıca solunum ve deri yoluyla olmakla birlikte bu tür kimyasallar ayrıca akut ya da kronik etkilere de sahip olabilmektedir. Yapılan bu çalışmada Galvano teknik sektörünün farklı iş kollarından 40 çalışan ve 15 kontrol olmak üzere toplam 55 erkek çalışandan kan ve idrar örnekleri alındı. Bu çalışmanın amacı bu iki metale birlikte mesleki olaka maruz kalan çalışanların kan, idrar düzeylerini ve böbrekler üzerine olan etkilerini araştırmaktır. Metallerin kan/serum ve idrardaki düzeyleri grafit atomik absorpsiyon spektrofotometrisi ile ölçüldü. Böbrek fonksiyonunu değerlendirebilmek için kreatinin düzeyleri ölçülerek glomeruler filtrasyon hızı (GFR) ve idrarda β 2-mikroglobulin (B2M) belirlendi. Ayrıca bu çalışanların hematolojik verileri de kontrol grubuyla karşılaştırıldı. Araştırma kapsamında belirlenen işyerlerinde çalışanların işyeri ortam havasındaki Cr ve Ni konsantrasyonları da belirlendi. Anket sonuçlarında alınan demografik verilerle ölçülen değerler arasındaki korelasyonlar değerlendirildi. Çalışmanın sonuçları gösterdi ki; geometrik ortalamalarına bakıldığında GFR, B2M, kan krom, idrar krom düzeyleri kontrol grubuna göre artış gösterdi. Bununla birlikte çalışanların serum nikel düzeyleri kontrol grubundan düşük bulundu. Ayrıca kan krom ve serum nikel arasında negatif bir korelasyon bulundu. Yaş ile maruziyet süresi arasında pozitif bir korelasyon bulundu. Demografik verilerin (yaş, maruziyet süresi, sigara ve alkol alışnağı vb) bu metal düzeylerini ve böbrek fonksiyonlarını etkilediği de görülmüştür. İş sağlığı ve güvenliği açısından yapılan tehlike tespitleri ve oluşturdukları potansiyel

riskler ele alınarak elde edilen sonuçlar çerçevesinde elektro kaplama yapılan iş yerlerine alınması gerekli önlemler konusunda rehberlik edecek iş sağlığı ve güvenliği kontrol listesi hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Krom, nikel, toksisite, elektro kaplama, maruziyet, tehlike, risk, iş sağlığı ve güvenliği



8. SUMMARY

EVALUATION OF EMPLOYEES 'HEALTH AND SAFETY TO THE CHROMIUM AND NICKEL EXPOSURE OF WORKERS IN THE ELECTROPLATING SECTOR

Metals are the oldest toxic compounds known to humans. Employees in the galvano technology sector are exposed to chemicals, especially chromium (Cr) and nickel (Ni) metals. These metal exposures are primarily through respiration and skin, it can also have acute or chronic effects. In this study, blood and urine samples were taken from 55 different men and women working in different sectors of Galvano technical sector, 40 employees and 15 employees in the control group. The aim of this study is to investigate the effects of workers' exposure to metal in the work place on blood, urine and kidneys. Levels of the metals in the blood/urine were measured by graphite atomic absorption spectrophotometry. To assess renal function, creatinine levels were measured and glomerular filtration rate (GFR) and β 2-microglobulin (B2M) were determined in urine. Hematologic data of these workers were also compared with the control group. The concentrations of Cr and Ni in the ambient air in the workplaces identified in the survey were also determined. Correlations between demographic data and measured values were evaluated in the survey results. The results of the study showed that; GFR, B2M, blood chromium and urine chromium levels were increased according to geometric mean. However, the serum nickel levels of the workers were found to be lower than the control group. There was also a negative correlation between blood chromium and serum nickel. There was a positive correlation between age and duration of exposure. Demographic data (age, duration of exposure, cigarette and alcohol consumption, etc.) have also been shown to affect these metal levels and renal function.

Occupational health and safety checklists have been prepared to guide the necessary precautions to be taken to the electroplated work places within the framework of the results obtained by addressing the hazards detected in terms of occupational health and safety and the potential risks they have created.

Key words: Chromium; nickel; toxicity; electro plating, danger, risk, exposure, occupational health and safety



9. KAYNAKLAR

1. Yıldırım, G. Galvano Sektöründe Meslek Hastalıkları, Zehirlenmeler ve İlk Yardım.2005.
<http://www.galvanoteknik.org/dosyalar/iskazalari2005.pdf>
2. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB), Meslek Hastalıkları Rehberi, Ankara, Matsa Basımevi; 2011.
3. Awodele O, Popoola TD, Ogbudu BS, Akinyede A, Coker HAB, Akintonwa A. Occupational hazards and safety measures amongst the paint factory workers in lagos, Nigeria. Safety and Health at Work, 2014; 5:106-111.
4. Aytekin A, Yılmaz H. Mesleksel nikel dermatiti. Marmara Medical J, 2014; 27:7-12.
5. Harada M. Minamata disease:methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. Crit Rev Toxicol 1995; 25(1):1-24.
6. Bakar C., Baba A. Metaller ve insan sağlığı: Yirminci yüzyıldan bugüne ve geleceğe miras kalan çevre sağlığı sorunu, I. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 2009; 162-185.
7. Sadhra S, Petts J, Mcalpine S, Pattison H., MacRae S. Workers' understanding of chemical risks: electroplating case study. Occup Environ Med 2002; 59: 689-695.
8. Qayyum S, Ara A, Usmani JA, Effect of nickel and chromium exposure on buccal cells of electroplaters, Toxicol Ind Health, 2012; 28(1):74–82

9. World Health Organization (WHO), Chromium; Environmental Health Criteria 1988; No:61, Geneva.
10. Guertin J, Jacobs JA. and Avakian CP. Chromium (VI) Handbook, 1st Edition. Boca Raton: CRC Press; 2005
11. Sikaily AE, Nemr AE, Khaled A., Abdelwehab O. Removal of toxic chromium from wastewater using green alga *Ulva lactuca* and its activated carbon. *J Hazard Mater* 2007; 148: 216–228
12. Liu CS, Kuo HW, Lai JS. Urinary N-acetyl- β -glucosaminidase as an indicator of renal dysfunction in electroplating workers. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71:348-35.
13. Duda-Chodak A, Blaszczyk U. The impact of nickel on human health. *J Elementol* 2008; 13:685-696.
14. Bai YN, Min YA, Quan PH, Jie H, Ning C, Zhang ZT et al. Nickel-exposed Workers in China: A Cohort Study, *Biomed Environ Sci*, 2014; 27(3): 208-211
15. IARC Chromium, Nickel and Welding, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Geneva: WHO; 1990.
16. Das KK, Das SN, Dhundasi SA. Nickel, its adverse health effects and oxidative stress. *Indian J Med Res* 2008; 128:412-425
17. El Safty AMK, Fatehya MM, Hind MR, Faten S.B. Susceptibility to infection among nickel electroplaters. *J American Sci*, 2009; 5(3):74-82.
18. Eckenfelder WW., *Industrial Water Pollution Control*, Second Edition, New York:McGraw-Hill International Editions; 1989

19.Metal Yüzeylerinin Korunma Yöntemleri ve Pasivasyon Erişim Tarihi: 30.05.2018.<http://kimyasaldeneyler.blogspot.com.tr/2013/05/metalyuzeylerininkorunmayontemlerihtml#!/2013/05/metal-yuzeylerinin-korunma-yontemleri.html>

20.Makina Mühendisleri Odası. Makina Mühendisliği El Kitabı Üretim ve Tasarım Cilt 2. Ankara: Oda; 1994

21. Hyner J., Durney LJ. Design for plating, Electroplating Engineering Handbook, 4th Edition, Edited by Lawrence J.Durney, Van Nostrand Reinhold, New York, 1984

22.TS 10172 Metalik kaplamalar, Elektrolitik kaplamada kullanılan terimler ve tarifler. Türk Standardı. Ankara: TSE; 1992

23.GTO GmbH, Gesellschaft Für Technische Oberflächenveredelung ErişimTarihi:30.05.2018.<http://gtogalvanotechnik.de/qualitaet/galvanogerechtes-konstruieren.html>

24.Weiner, R., Walmsley, A., Chromium Plating. New Jersey: Finishing Publications Ltd. Teddington; 1980

25.Guffie, R.K., Hard Chromium Plating, Products Finishing. Cincinnati: Hanser Gardner Pub; 1986

26.Berk V. 2004. Yüzey İşlemler Teknolojileri-I. Erişim Tarihi: 20.04.2018 <http://www.galvanoteknik.org/dosyalar/yuzeyislemtek.pdf>

27.Tuncay F. Bir Krom- Nikel Kaplama Tesisinde Temiz Üretim Olanaklarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2011

- 28.Dennis JK, Such TE. Chromium Plating, Nickel And Chromium Plating. Ohio: Woodheada Publishing Ltd.;1993
- 29.Gezerman AO, Çorbacioğlu BD. Nikel Kaplama Banyolarının Karakteristiklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi; 2007
- 30.Bayramoğlu M, Onat B, Geren N. Statistical optimization of process parameters to obtain maximum thickness and brightness in chromium plating. JourofMatProcessTechnology 203, 2008;277-286
- 31.Temelkuran T. Elektroliz İle Nikel-Krom Kaplamalar. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 1997
- 32.Silverman, J. Metal Finishing. Trans IMF 2002; 48(2):52-53
- 33.Safe Work Australia, Controlling Risks Associated with Electroplating, 2012.(Erişim tarihi:25.05.2018) http://www.safeworkaustralia.gov.au/sitesSWA/about/Publications/Documents/678/Controlling_Risks_Associated_with_Electroplating.pdf
- 34.Sülfürik Asit Kimyasalı Malzeme Güvenlik Bilgi Formu, Hazırlanma Tarihi: 29.04.2016, Carl Roth GmbH, Karlsruhe/Almanya
- 35.Hidroklorik Asit Kimyasalı Malzeme Güvenlik Bilgi Formu, Hazırlanma Tarihi: 20.04.2015, AK-KİM Kimya San ve Tic. A.Ş., Yalova
- 36.Borik Asit Kimyasalı Malzeme Güvenlik Bilgi Formu, Hazırlanma Tarihi: Şubat 2012, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- 37.Sodyum Bisüfit Kimyasalı Malzeme Güvenlik Bilgi Formu, Hazırlanma Tarihi: 01.06.2015, AK-KİM Kimya San ve Tic. A.Ş., Yalova

38.Cameron, KS, Buchner V., Tchounwou, PB. Exploring the molecular mechanisms of nickel-induced genotoxicity and carcinogenicity. Environ Health, 2011; 26(2):81-92.

39.ATSDR, Toxicological profile:Nickel, 2005. Erişim Tarihi: 26.05.2018
<https://www.nickelinstitute.org/NickelUseInSociety/AboutNickel/WhereWyNickellsUsed.aspx>

40.Köse CH. Hydrometallurgical processing of lateritic nickel ores. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi; 2010.

41.Sancini A, De Sio S, Gioffre PA, Casale T, Giubilati R, Pimpinella B, Scala B, Suppi A, Bonomi S, Samperi I, Rosati MV, Tomei G, Tomei Fi Caciari T. Correlation between urinary nickel and testosterone plasma values in workers occupationally exposed urban stressors. Ann Ig, 2014;26; 237-254

42.OSHA 2012 Occupational Safety and Health Administration.Nickel, Metal and Insoluble Compounds (as Ni). Erişim Tarihi:4.07.2017.
https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_256200.html

43.Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for chromium. 2012. Erişim Tarih: 23.03.2018
<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf>

44.Oliveria H. Chromium as an environmental pollutant:Insights on induced plant toxicity. JourofBotany. 2012: 1-8.

45.OSHA 2006. Occupational Safety and Health Administration, Occupational Exposure to hexavalent Chromium. Erişim Tarihi:4.07.2017.

https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=18599&p_table=federal_register

46.Moulin JJ. A met-analysis of epidemiologic studies of lung cancer in welders. Scand J Work Environ Helath, 1997,23(2):104-113.

47.Wang T, Jia G, Zhang J, Ma Y, Feng W., Liu L., et al. Renal impairment caused by chronic occupational chromate exposure. Int. Arch Occup Environ Health 2011; 84:393-401.

48.Wedeen RP, Qian L. Chromium-induced kidney disease. EnvironHealthPerspectives, 1991; 92:71-74.

49.İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, Resmi Gazete Sayısı: 28509, Resmi Gazete Tarihi: 26.12.2012, T.C. Resmi Gazete, Ankara

50.Centel T. Çocuklar ile Gençlerin İş Güvenliği. İÜ Yayınları 1992; 3041: 58

51.Gülmez M. Avrupa Birliği ve Sosyal Politika, Aydoğdu Ofset, 2003, Ankara

52.Hermans S., Cansevdi, H. Avrupa Birliği'nin Sosyal Politikası ve Türkiye'nin Uyumu. İstanbul: İktisadi Kalk.Vak. Yayınları 2001; 6:12

53.Topçu U. İşyerinde Sağlık ve Güvenlik Birimi Oluşturma Zorunluluğu ve İşverene Getirilen Yükümlülükler. Sosyal Güvenlik Dünyası, İş Hukuku Dergisi, 12: 65, 2009

54. ILO standards-related activities in the area of occupational safety and health, Report VI, International Labour Conference, 91st session. Erişim Tarihi 02.06.2018 <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/integrat/survindex.m>

55. Gerek, N. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği. Anadolu Üni Yayınları 2006; 1569:14-36.

56. Ünsar, S. Türkiye’de İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Uygulamalarının Mevcut Durumu ve Konuyla İlgili Yapılan Bir Araştırma. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü; 2003

57. Tekin, S., İşletmelerde İş Sağlığı Ve Güvenliğine Yapılan Yatırımların Maliyet Kazanç Analizi. Etüt Çalışması, Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı; 2004.

58. Seul İş Sağlığı ve Güvenliği Deklarasyonu, 2008 Erişim Tarihi 02.06.2018 www.seouldeclaration.org/de/content/download/299/4441/version/2/.../Seoul-tr.pdf

59. TS 18001 İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Şartlar. Türk Standardı. Ankara: TSE; 2014

60. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Resmi Gazete Sayısı: 28339, Resmi Gazete Tarihi: 30.06.2012, T.C. Resmi Gazete, Ankara

61. International Labor Office, Major Hazard Control – A Practice Manuel, Geneva, 1991.

62. International Labor Office, Guidelines on occupational safety and health management systems (ILO-OSH 2001), Geneva, 2001

63.TS EN 31010 Risk Yönetimi ve Risk Değerlendirme Teknikleri. Türk Standardı. Ankara: TSE; 2010

64.Özkılıç, Ö., İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. Ankara, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu Yayınları; 2005

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

66.TS EN 12581+A1:2010-11, "Kaplama Tesisleri - Organik Sıvı Kaplama Malzemeleri – Elektro Kaplama Ve Daldırmalı Kaplama Makinaları - Güvenlik kuralları", TSE, 2010

67.Gimber, B., Galvaniz-Tehlike Değerlenme Rehberi.Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (Çev), 6. Basım, İstanbul: Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası Yayınları; 2008.

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

69.Manual of Analytical Methods CHROMIUM and compounds, as Cr: METHOD 7024, NIOSH; 1994.

70.Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. Nephron 1976;16: 31-41

71.Institution of Occupational Safety and Health (IOSH), Health And Safety Guide For Electroplating Shops, Ohio, IOSH Press;1975.

72. Persoons R, Arnoux D, Monssu T, Culié O, Rache G, Duffaud B., et al. Determinants of occupational exposure to metals by gas metal arc welding and risk management measures. *Toxicol Lett* 2014; 231(2): 135-141.

73. Cantone L, Nordio F, Hou L, Apostoli P, Bonzini M, Tarantini L., et al. Inhalable Metal-Rich Air Particles and Histone H3K4 Dimethylation and H3K9 Acetylation in a Cross-sectional Study of Steel Workers. *EHP* 2011; 119(7): 964-969

74. Hocaoglu A, Bal C, Celik HT, Abusoglu S, Yilmaz H, Tutkun E. Mean platelet volume level in chromium exposed workers. *Toxicol Lett.* 2014; 229: S93.

75. Meibian Z, Zhijian C, Qing C, Hua Z, Jianlin L, Jiliang H. Investigating DNA damage in tannery workers occupationally exposed to trivalent chromium using comet assay *MR* 2008; 654(2008): 45-51

76. Ambreen K, Khan FH, Bhadauria S, Kumar S. Genotoxicity and oxidative stress in chromium-exposed tannery workers in North India. *TIH* 2014; 30(5): 405-414

77. Khan DA, Mushtaq S, Khan FA, Khan MQ. Toxic effects of chromium on tannery workers at Sialkot (Pakistan). *TIH* 2013; 29(2): 209-215

78. Katiyar S, Awasthi SK, Srivastava JK. Effect of chromium on the level of IL-12 and IFN-gamma in occupationally exposed worker. *STE* 2008; 407(2008); 1868-1874

79. Wu CC, Liu HM. Determinants of Metals Exposure to Metalworking Fluid Among Metalworkers in Taiwan. *EOH* 2014; 69(3): 131-138

80.Chen YC, Coble JB, Deziel NC, Ji BT, Xue S, Lu W. Reliability and validity of expert assessment based on airborne and urinary measures of nickel and chromium exposure in the electroplating industry. JESEE 2014; 24: 622-628

81.Genovese G, Castiglia L, Pieri M, Novi C, d'Angelo R, Sannolo N et al. Occupational Exposure to Chromium of Assembly Workers in Aviation Industries. JOEH 2015; 12: 518-524

82.Abdelbagi AM, Abdelrahman WS, Eltayeb MAH, Idris AM. Biomonitoring of Occupational Exposure to Heavy Metals in Metallurgical Factories in Khartoum State (Sudan). FEB 2013; 22(12): 3625-3631

83.Yang J, Chen W, Li X, Sun J, Guo Q, Wang Z. Relationship Between Urinary Nickel and Methylation of p15, p16 in Workers Exposed to Nickel. JOEM 2014; 56(5): 489-492

84.Bonin S, Larese FF, Trevisan G, Avian A, Rui F, Stanta G et al. Gene expression changes in peripheral blood mononuclear cells in occupational exposure to nickel, JW & SAS 2011; 20: 145-158

85.El Shafei HM. Assessment of liver function among nickel-plating workers in Egypt, EMHJ 2011; 17(6): 490-494

86.Harmse J, Engelbrecht J. Air sampling of nickel in a refinery. IJEHR 2007; 17(4): 319-325

87.Zeneli L, Sekovanic A, Daci N. Chronic exposure to aluminum, nickel, thallium and uranium and their relationship with essential elements in human whole blood and blood serum. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng 2015;50:540-6

88.Zhang XH, Zhang X, Wang XC, Jin LF, Yang ZP, Jiang CX, Chen Q, Ren XB, Cao JZ, Wang Q, Zhu YM. Chronic occupational exposure to hexavalent chromium causes DNA damage in electroplating workers. *BMC Public Health* 2011;11: 224

89.Jeyamala S, Kumaraguru AK, Nagarani N. Occupational health effects due to nickel and chromium exposure in electroplating workers. *Toxicol Environ Chem* 2012; 94(8): 1583-1590

90. Julander A, Lundgren L, Grandér M, Palm B, Vahter M, Lidén C. Formal recycling of e-waste leads to increased exposure to toxic metals: an occupational exposure study from Sweden. *Environ Int.* 2014; 73:243-51

91.Lukanova A, Toniolo P, Zhitkovich A, Nikolova V, Panev T, Popov T, Taioli E, Costa M. Occupational exposure to Cr (VI):comparison between chromium levels in lymphocytes, erythrocytes, and urine. *Int Arch Occup Environ Health* 1996;69: 39-44

92.Khlifi R, Olmedo P, Gil F, Feki-Tounsi M, Chakroun A, Rebai A, Hamza-Chaffai A. Blood nickel and chromium levels in association with smoking and occupational exposure among head and neck cancer patients in Tunisia. *Environ Sci Pollut Res Int* 2013;20:8282-8294

93.Hashim, Z., Hishim NM, Bashah, NM, Lim, NSN. Occupational Risk and Relationship between chromium and nickel in metalworking fluid with chromium and nickel levels in blood and urine among machinists in Negeri Sembilan, Malaysia. *Int J Sciences:Basic and Applied Research*, 2015;21:38-59.

94. Davydova VI, Neizvestnova EM, Blokhin VA, Sigova NV. Toxicological evaluation of the combined action of manganese, chromium and nickel. *Gig Sanit* 1981;7:20-2. PMID: 7274722.

95. Minigaliyeva IA, Katsnelson BA, Privalova LI, Gurvich VB, Panov VG, Varaksin AN et al. Toxicodynamic and toxicokinetic descriptors of combined chromium (VI) and nickel toxicity. *Int J Toxicol* 2014;33:498-505.

96. Kim YJ, Kassab F, Berven SH, Zurakowski D, Hresko MT, Emans JB, Kasse JR. Serum levels of nickel and chromium after instrumented posterior spinal arthrodesis. *Spine* 2005;30:923-6

97. Zhang M, Chen Z, Chen Q, Zou H, Lou J, He J. Investigating DNA damage in tannery workers occupationally exposed to trivalent chromium using comet assay. *Mutat Res* 2008;654: 45-51.

98. Mandal A, Suva P. Haematological changes among construction workers exposed to cement dust in West Bengal. *Prog Health Sci* 2014; 4: 88-94

99. Ahsan MM, Shakoori FR, Shakoori AR. Biochemical and haematological abnormalities in factory workers exposed to hexavalent chromium in tanneries of Kasur district. *Pakistan J Zool* 2006;8:239-253

100. Walker HK, Hall WD, Hurst JW. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*, In: Billett HH. *The Hematopoetic System* 3rd Edition. Boston: Butterworth Publishers; 1990

101. Rosati MV, Casale T, Ciarrocca M, Weiderpass E, Capozzella A, Schifano MP, Tomei F, Nieto HA, Marrocco M, Tomei G, Caciari T,

Sancini A. Nickel and blood counts in workers exposed to urban stressors. *Toxicol Ind Health* 2016;32:987-97

102. Brown CP, Spivey GH, Valentine JL, Browdy BL. Cigarette smoking and lead levels in occupationally exposed lead workers. *J Toxicol Environ Health* 1980;6: 877-83

103. Mulyana, Reismala M, Nikopama C, Wulandari A, Chandra F, Nevita T, et al. Biomonitoring for iron, manganese, chromium, aluminum, nickel and cadmium in workers exposed to welding fume: a preliminary study. *Russian Open Med J* 2015; 4:1-5.

104. Aminian O, Eftekhari S, Mazaheri M, Sharifian SA. Urinary $\beta 2$ microglobulin in workers exposed to arc welding fumes. *Acta Med Iran* 2011;49:748-52.

105. Sunderman FW, Horak E. Biochemical indices of nephrotoxicity, exemplified by studies of nickel nephropathy. In: *Organ-directed toxicity: Chemical indices and mechanisms*, eds. Brown SS, Davies DS. Oxford: Pergamon Press, London., 1981

106. Vyskocil A, Smejkalova J, Tejral J, Emminger S, Vincentova M, Ettlerova E, Lauwerys R, Bernard A. Lack of renal changes in stainless steel welders exposed to chromium and nickel. *Scand J Work Environ Health* 1992;18: 252-256

107. Nordberg, GF, Fowler, BA, Nordberg, M. & Friberg, LT. Handbook on the Toxicology of Metals, In: EDITOR, editors. Nickel. San Diego: Academic Press; 2007b.p. 743-758

108.Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M, Friberg LT. Handbook on the Toxicology of Metals, In: EDITOR, editors. Chromium. San Diego: Academic Press; 2007a. p. 487-510



10. EKLER

10.1. Etik Kurul Kararı

ZEYNEP KAMİL KADIN VE ÇOCUK HASTALIKI ABLİĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARASTIRMANIN AÇIK ADI: Mestek, omak trom (GT), kivel (G) gibi metalara maruz kalan kişilerde kalp ritim bozukluklarında bu metal duzunu yalutun araştırmaları

VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU:

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dil		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dil		
		SİGORTA	<input type="checkbox"/>		Açıklama	
	ARAŞTIRMA BÜÇESİ	<input type="checkbox"/>				
	BIYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	ILAN	<input type="checkbox"/>				
	VİLLİK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
	GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
	DİĞER	<input type="checkbox"/>				

Karar No: 89 Tarih: 05.06.2018

Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırma yapılmasına gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın çalışmanın başvuru dosyasında bulunan merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıda katılan etik kurul üyelerinin ortak kararıyla bu karar verilmiştir.

İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik Kapsamında yer alan araştırmaların yapılması için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI

BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:

Unvanı/Adı/Soyadı	Ezmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İliki	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Ayçenur ÇELAYIR	Çocuk Cerrahisi	Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi	F <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Güner KARATEKİN	Neonatoloji	Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi	F <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Çetin ÇAM	Kad. Hast. ve Doğum	Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi	F <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Sağ. Bak. Hizmet. Müdürü Dr. Yeliz DOĞAN MERİH	Doğum ve Kadın Hastalıkları	Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi	F <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Hülya CABADAK	Biyofizik	Marmara Üniversitesi	F <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Fulya İlçin GÖNENC	Hukuk	Medipol Üniversitesi	F <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Günay ÇAN	Halk Sağlığı	Cerrahpaşa Tıp Fakültesi	F <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yard. Doç. Dr. Ahmet Özer SEHRİLİ	Farmakoloji	Marmara Üniversitesi	F <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yard. Doç. Dr. Ayten ARIKAN	Tıp Tarihi ve Tıp Etiği	Yeni Yüzyıl Üniversitesi	F <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Ahmet ÇİTİNALP	Menur	Memur	F <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	F <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı:
Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi
ÇELAYIR



ZEYNEP KAMIL KADIN VE ÇOCUK HASTALIKLARI EĞİTİM VE ARAŞTIRMA
HASTANESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Mesleki olarak krom (Cr), nikel (Ni) gibi metale maruz kalan çalışanların kan idrar örneklerinde bu metal düzeyinin araştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURULU BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ZEYNEP KAMIL KADIN VE ÇOCUK HASTALIKLARI EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	Zeynep Kamil Mah. Op.Dr.Burhanettin Üstünel Sok. No:4/3 Üsküdar 34668
	TELEFON	0216 391 06 80
	FAKS	0216 343 92 51
	E-POSTA	www.etikkurulsekretarya@zeynepkamil.gov.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI ADI/SOYADI	Yard. Doç.Dr. SELMA YAZAR						
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Toksikoloji						
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Yeni Yüzyıl Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Toksikoloji ABD						
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI							
	DESTEKLEYİCİ							
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)							
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ							
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>					
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>					
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>					
FAZ 4		<input type="checkbox"/>						
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>						
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>						
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>						
İlaç dışı klinik araştırma		<input checked="" type="checkbox"/>						
DİĞER İSE BELİRTİNİZ								
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	<input type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ	<input checked="" type="checkbox"/>	ULUSAL	<input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI	<input type="checkbox"/>

ZEYNEP KAMIL KADIN VE ÇOCUK HASTALIKLARI
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
Prof. Dr. Ayşenur CELAYİR
Dip. Tes. No: 33310
Çocuk Geriatriği Eğitim Görevlisi

Etik Kurulu Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

10.2. Elektro Kaplam Sektörü İSG Kontrol Listesi

Konu Başlığı	Kontrol Listesi	EVET	HAYIR	Alınması Gerekli Önlemler
GENEL ETKENLER	Düşme ve kayma riskine karşı düzenli zemin kontrolleri yapılarak, temizlik işlemleri sağlanıyor mu?			
	İşyeri tertip ve düzeni açısından gerekli kontroller düzenli olarak yapılarak düzenleme işlemleri yapılıyor mu?			
	Acil çıkış yolları ve kapıları doğrudan dışarıya açılmakta mı?			
	Acil durum ve tahliye planları görünür bir yere asılmış mı?			
	Çalışanlar için uygun soyunma odası ve kirli kıyafet dolapları sağlanmış mı?			
	Çalışanlar için çalışma ortamının risklerinden tecrit edilmiş şekilde yeme içme alanı sağlanmış mı?			
	Kullanılan alet ve teçhizatlarda CE işareti bulunmakta mı?			
	İşyeri içerisinde ilk yardım ekipmanı mevcut mu?			
	Çalışılan alanda, çalışanların takılarak/kayarak düşebileceği ya da çarpabileceği nesnelere bulunmamasına özen gösteriliyor mu?			
	Çalışma sırasında, çalışanların kullanımı için uygun KKD temin edilerek bunların kullanımları denetleniyor mu?			
	Tüm KKD'ler CE sertifikalı mı?			
	Yapılan çalışmalarda işin özelliğine uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılması sağlanıyor mu?			
	Elektro kaplama makinelerine yönelik düşmeye karşı genel güvenlik önlemleri alınıyor mu? Gerekli güvenlik mesafelerine uyuluyor mu?			
	İşyeri içerisindeki çalışma alanlarında sigara içilmesi yasaklanmış ve çalışanlar bu konuda bilgilendirilmiş mi?			
	İşyerindeki atıklar düzenli olarak ve uygun şekilde toplanıp, atık muhafaza alanları dezenfekte ediliyor mu?			

Konu Başlığı	Kontrol Listesi	EVET	HAYIR	Alınması Gereklİ Önlemler
GENEL ETKENLER	Acil durumlara yönelik göz duşu, vücut duşu ve ilkyardım ekipmanları hazır vaziyette bulunduruluyor mu?			
	Yapılan işin özelliğine uygun sağlık ve güvenlik işaretleri ile çalışanlar uyarılıyor mu?			
	İskele, merdiven, kaldırma platformları gibi yüksekte yapılan çalışmalarda düşme riskine karşı gerekli tedbirler alınıyor mu?			
	Yüksek yerlerde çalışanlar için emniyet kemerleri sağlanıyor ve çalışanların bu kemerleri kullanma durumları izleniyor mu?			
	Çalışanların uzun süre aynı pozisyonda veya fiziksel anlamda zorlayıcı çalışmaları (ağır yük kaldırma dahil) engelleniyor mu?			
	Sırt ve bel incinmesi riski oluşturabilecek yüklerin itilmesini ya da çekilmesini sağlayacak uygun taşıma araçları kullanılıyor mu?			
	Makinelerin çalışanlar tarafından kazara çalıştırılmasını önleyecek tertibat ile acil durdurma butonu bulunuyor mu?			
	Elle taşınamayacak kadar ağır yüklerin çalışanlarca kaldırılması engelleniyor mu?			
	Daha önce meydana gelmiş kazalar incelenerek kayıt altına alınarak benzer kazalar ile karşılaşmamak için gerekli önlemler alınıyor mu?			
	Ramak kaza kayıtları tutularak, bu kayıtlara göre gerekli önlem ve tedbirlerin alınması sağlanıyor mu?			
	Çalışanlar iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitim almakta mı?			
	Çalışanlar tehlikeli kimyasallarla çalışma sırasında maruz kalabileceği riskler ve kimyasallar ile güvenli çalışma konusunda bilgilendiriliyor mu?			
	Çalışanlar kullandıkları makine, araç, gereç ve ekipmanların güvenli kullanımı konusunda eğitilmiş mi?			
	Makinelerin hareketli ve dönen parçaları makine koruyucuları ile koruma altına alınmış mı?			

Konu Başlığı	Kontrol Listesi	EVET	HAYIR	Alınması Gerekli Önlemler
GENEL ETKENLER	Makine ve ekipmanların doğru kullanımı, bakımı ve benzeri konularda rehberlik edecek Türkçe kullanma kılavuzları bulunuyor mu?			
	Makine ve ekipmanların, imalatçının talimatları doğrultusunda bakımları ve denetimleri yapılıyor mu?			
	İskele ve merdiven gibi ekipmanların kurulumu, doğru kullanımı, bakımı ve benzeri konularda çalışanlara yeterli talimatlar veriliyor mu?			
	Makine genel koruyucular düzenli olarak kullanılıyor ve güvenlik mesafelerine uyuluyor mu?			
	Kesici veya delici nitelikteki alet veya ekipmanların açıkta bulundurulması engelleniyor ve koruyucu içerisinde muhafaza edilmesi sağlanıyor mu?			
	Kullanılan kablolu aletlerin takılma veya düşmeyi önleyecek şekilde kullanılmasına özen gösteriliyor mu?			
	Basıncılı tüplerin, boş ve dolu olarak etiketlenmiş, devrilmeyecek şekilde depolanması sağlanıyor mu?			
FİZİKSEL ETKENLER	İşyeri içerisinde gerekli iş hijyeni ölçümleri (gürültü, toz, aydınlatma, termal konfor v.b.) periyodik olarak yapılarak gerekli tedbirler alınıyor mu?			
	İşyeri içerisinde yeterli doğal ve suni havalandırma var mı?			
	Gürültülü çalışma ortamlarında gürültüyü azaltmaya yönelik tedbirler alınıyor veya gerekli KKD'ler kullanılıyor mu?			
	Tozlu ortamlara yönelik gerekli havalandırma emiş sistemi sağlanıyor mu?			
	Isıl tehlikelere karşı gerekli tedbirler alınıyor veya KKD'ler kullanılıyor mu?			

Konu Başlığı	Kontrol Listesi	EVET	HAYIR	Alınması Gerekli Önlemler
KİMYASAL ETKENLER	Tehlikeli kimyasallar yerine tehlikeli olmayan veya daha az tehlikeli olanların kullanılması sağlanıyor mu?			
	Tehlikeli prosesler mümkün ise daha az tehlikeli olanı ile ikame ediliyor mu?			
	Kimyasal maddelerin saklama koşullarına uyularak, bu malzemelerin ısı, ışık ve diğer malzemelerden uzakta muhafaza edilmesi sağlanıyor mu?			
	Çalışanlara, kimyasalların üzerinde yer alan etiketlerdeki hususlara uygun olarak çalışmalarını konusunda talimat veriliyor mu?			
	Kimyasalların üzerinde uygulama yöntemi, kullanılacak koruyucu ekipman ve zararlarını gösteren etiketler mevcut mu?			
	Çalışılan ortamda ortaya çıkabilecek patlama, yangın, ya da zehirlenme tehlikesi bulunan durumlara karşı tedbir alınıyor mu?			
	Kimyasallar ile yapılan çalışmalar sırasında gerekli kişisel koruyucu donanımların kullanımı konusunda çalışanlara talimat veriliyor mu?			
	Kimyasalların kullanımı sırasında alerji ve tahrişleri önlemek için cilt, göz veya solunum teması engelleniyor mu?			
	Kimyasal maddelerin (özellikle içerikleri nedeniyle alevlenebilir olanların) saklama koşullarına uyuluyor, bu malzemeler ısı, ışık ve diğer malzemelerden uzakta muhafaza ediliyor mu?			
	Dökülmüş kimyasallar temizlenirken, çalışanların aerosollere karşı korunması sağlanıyor mu?			
Yüzey temizleme işleminde çalışanların asit buharına ve asit sıçramalarına maruziyeti önleniyor mu?				

Konu Başlığı	Kontrol Listesi	EVET	HAYIR	Alınması Gerekli Önlemler
YANGIN VE PATLAMA ETKENLERİ	İş yeri ortamında oluşan patlayıcı gaz birikimine yönelik gerekli ölçümler yapıp tedbirler alınıyor mu?			
	Patlayıcı gaz yoğunluğunun giderilmesi için yeterli kapasitede suni havalandırma sistemi kullanılıyor mu?			
	Yangın tehlikesi olan alanlar işaretlenmiş mi?			
	Çalışma sırasında, boya kutularının kapaklarının açık bırakılmamasına ve tinerin ortada bırakılmamasına özen gösteriliyor mu?			
	Yangın ve patlama tehlikesinin erken fark edilmesini sağlayacak yangın ve gaz dedektörleri gibi algılama sistemleri mevcut ve çalışır durumda mı?			
	Açık alev veya yüksek sıcaklık gibi tutuşturucu kaynaklar çalışma ortamından uzaklaştırılmış mı? Tutuşturucu kaynaklar patlayıcı ortam sıcaklığının altında tutuluyor mu?			
	Çalışma alanında olası bir yangın riskine karşı yangın söndürücü ekipman bulunduruluyor mu?			
ELEKTRİKSEL ETKENLER	Yanıcı gazların bulunduğu ortamlarda yer alan elektrik panoları ve cihazlara uygun yalıtım yapılmış mı			
	Elektrik panolarının önünde ulaşılmasını engelleyecek malzeme bulunması önleniyor mu?			
	Kaçak akım rölesi ana elektrik hattına bağlanarak kontrol ve bakımları düzenli olarak yapılıyor mu ?			
	Makine ve iş ekipmanlarının topraklama hattı mevcut mudur?			
	Elektrik panolarının kapakları kapalı ve kilitli tutularak, yetkisiz kişilerin müdahalesi engellenmiş mi?			
	İşyeri içerisinde kullanılan prizler kapaklı mı?			
	İzolasyonu hasarlı kablolar toplanıyor mu?			
Elektrikli ekipman ve kabloların ıslak ortam, su ve kimyasal içerikli ürünler ile temas ettirilmesi engelleniyor mu?				

10.3. ELEKTRO KAPLAMA SEKTÖRÜNDE ÇALIŞANLARA YÖNELİK ANKET FORMU

.. / .. / 2015

Kod:

Adı Soyadı:

Yaşı:

Doğum yeri:.....

Yaşadığınız Semt:.....

Telefon:.....

1. Medeni durumunuz: Evli Bekar

2. Boyunuz.....cm; kilonuz:..... kg.

3. Çalıştığınız yer ve göreviniz?:

4. Kendinizde ve ailenizde kanser hastası olan var mı? Tipi:.....

Yok Var Yakınlık derecesi:

Ailenizde: Kanserden ölen:

5. Aile bireylerinde veya sizde genetik bir hastalık var mı? Tipi:.....Yok

Var Yakınlık derecesi:

6. Herhangi bir hastalığı olan (kendinizde ve/veya ailenizde):

Şeker hastası olan: Kalp hastalığı: Hipertansiyon

Böbrek hastalığı Karaciğer Hormonal hastalık Diğer

7. Sürekli kullandığınız ilaç/vitamin var mı? Evet Hayır Adı:

Ne kadar zamandır kullanıyorsunuz:

8. Sigara içiyor musunuz?

Evet yıldıradet/gün Hayır

9. Sigara içilen ortamlarda sıkça bulunuyor musunuz? Evet Hayır

10. Alkol kullanıyor musunuz? Evet Hayır Ne kadar sıklıkla:

11. Beslenme alışkanlığınız;

Tahıl ve tahıl ürünleri (buğday, mısır, pirinç vb) Ne sıklıkta;

meyve-sebze (lahana, bezelye, bakla, vb) Ne sıklıkta;

et protein (kırmızı et, tavuk eti) Ne sıklıkta;

süt ürünleri (süt, peynir) Ne sıklıkta;

Balık Ne sıklıkta;

Çay ve kahve Ne sıklıkta;

11.ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

SOYADI, Adı: İsmail Yusuf YILDIRIM
Doğum tarihi ve yeri: 22.09.1987, İstanbul
Telefon: +90 44 44 034 / 9413
E-Posta: ismailyusufyildirim@sehir.edu.tr

Eğitim

Yüksek Lisans(Tezli): İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi (Devam)
Yüksek Lisans (Tezsiz): İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi / İş Sağlığı ve Güvenliği (2014)
Lisans: İstanbul Teknik ÜniversitesiMaden Mühendisliği (2012)

İş Deneyimi

İstanbul Şehir Üniversitesi / Öğretim Görevlisi (03.2017 – Devam)
Ekoteknik OSGB / İş Güvenliği Uzmanı-Sorumlu Müdür (07.2016 – 07.2018)
Eko Global İSG / İstanbul Bölge Koordinatörü (07.2018 – Devam)

Mesleki İlgili Alanları

Risk Değerlendirmesi, Kişisel Koruyucu Donanımlar ve Yapı İşlerinde İSG