



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEZSİZ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI (İ.Ö.)

**METAL KAPLAMA SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAPSAMINDA
RİSK DEĞERLENDİRİLMESİ VE MİNİMİZASYONU, KAPI KOLU FABRİKASI
ÖRNEĞİ**

DÖNEM PROJESİ

AYKUT AY

DÖNEM PROJESİ DANIŞMANI

PROF. DR. EDİP AVŞAR

BİLECİK, 2026

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEZSİZ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI (İ.Ö.)

**METAL KAPLAMA SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAPSAMINDA
RİSK DEĞERLENDİRİLMESİ VE MİNİMİZASYONU, KAPI KOLU FABRİKASI
ÖRNEĞİ**

DÖNEM PROJESİ

AYKUT AY

DÖNEM PROJESİ DANIŞMANI
PROF. DR. EDİP AVŞAR

BİLECİK, 2026

ÖN SÖZ

Bu tez çalışması, kapı kolu üreten bir metal kaplama işletmesinde İSG risklerini belirlemek ve analiz etmek amacıyla hazırlanmıştır. Kesim, pres, polisaj, kaplama, montaj ve paketleme süreçlerinde çalışanların maruz kaldığı mekanik, kimyasal, fiziksel ve ergonomik riskler değerlendirilmiştir. Risk analizinde L Tipi Matris ve Fine-Kinney yöntemleri kullanılmıştır. En yüksek risklerin ise pres, kaplama ve polisaj bölümlerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Pres bölümünde mekanik yaralanmalar, kaplamada kimyasal maruziyet, polisajda gürültü ve metal tozu; montaj ve paketlemede ise ergonomik riskler öne çıkmıştır. Bu kapsamda havalandırma, makine koruyucuları, KKD kullanımı, eğitim ve ergonomi iyileştirmeleri önerilerek iş kazalarının azaltılması ve çalışan sağlığının korunması hedeflenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu proje çalışmamın her aşamasında bilgi, birikim ve tecrübesiyle bana rehberlik eden değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Edip Avşar'a, çalışma sürecimde uygulamalarımı gerçekleştirmeme olanak sağlayan ve araştırmalarım için gerekli verileri temin etmemde yardımlarını esirgemeyen Doğanlar Kapı Kolları yöneticilerine ve tüm çalışanlarına, ayrıca her zaman yanımda olan değerli eşim Neslinur Ay'a içtenlikle teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışma, kapı kolu üretimi yapan bir metal kaplama işletmesinde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) risklerinin belirlenmesi ve analiz edilmesine odaklanmaktadır. Üretim sürecindeki kesim, pres, polisaj, kaplama, montaj ve paketleme aşamalarında çalışanların mekanik, kimyasal, fiziksel ve ergonomik risklere maruz kaldığı belirlenmiştir.

Risk değerlendirmesinde L Tipi Matris ve Fine-Kinney yöntemleri birlikte kullanılmış; böylece riskler hem hızlı hem de sayısal olarak detaylı biçimde analiz edilmiştir. Bulgular, en yüksek risklerin pres, kaplama ve polisaj bölümlerinde yoğunlaştığını göstermiştir. Pres bölümünde mekanik yaralanmalar, kaplama bölümünde kimyasal maruziyet, polisaj bölümünde ise gürültü ve metal tozu öne çıkan risklerdir. Montaj ve paketleme aşamalarında ise ergonomik riskler dikkat çekmektedir.

Bu doğrultuda havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi, makine koruyucularının güçlendirilmesi, kişisel koruyucu donanım kullanımının artırılması, çalışan eğitimlerinin düzenli hale getirilmesi ve ergonomik düzenlemelerin yapılması önerilmiştir. Sonuç olarak, önerilen önlemlerle iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azaltılması, çalışan sağlığının korunması ve üretim verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca İSG uygulamalarının süreklilik gerektirdiği ve risk değerlendirmelerinin periyodik olarak güncellenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş, Sağlık, Güvenlik, Metal, Kaplama, Risk, Değerlendirme, Fine-Kinne.

ABSTRACT

This study focuses on identifying and analyzing occupational health and safety (OHS) risks in a metal coating company that produces door handles. It has been determined that employees are exposed to mechanical, chemical, physical and ergonomic risks during the cutting, pressing, polishing, coating, assembly and packaging stages of the production process.

L-Type Matrix and Fine-Kinney methods were used together in risk assessment; Thus, risks were analyzed both quickly and in numerical detail. Findings showed that the highest risks were concentrated in the pressing, coating and polishing departments. Mechanical injuries in the pressing section, chemical exposure in the coating section, and noise and metal dust in the polishing section are the prominent risks. Ergonomic risks attract attention during the assembly and packaging stages.

In this regard, it has been suggested to improve ventilation systems, strengthen machine guards, increase the use of personal protective equipment, regularize employee training and make ergonomic arrangements. As a result, the proposed measures aim to reduce work accidents and occupational diseases, protect employee health and increase production efficiency. It was also emphasized that OHS practices require continuity and risk assessments should be updated periodically.

Keywords: Work, Health, Safety, Metal, Coating, Risk, Evaluation, Fine-Kinne.

BEYAN

Metal Kaplama Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Risk Değerlendirilmesi ve Minimizasyonu, Kapı Kolu Fabrikası Örneği başlıklı dönem projesinin hazırlık ve yazım aşamasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, [Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehberine](#) uygun olarak dönem projemi hazırladığımı, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel etik kurallarına uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, çalışmamın herhangi bir kısmının başka bir dönem projesi olarak sunulmadığını, aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI.....	4
2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı.....	4
2.2 Metal Kaplama Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Riskleri.....	5
2.3 Risk Değerlendirme Yöntemleri.....	7
2.3.1 L Tipi Matris Yöntemi.....	7
2.3.2 Fine-Kinney Yöntemi.....	8
2.3.3 Yöntemlerin Birlikte Kullanımı.....	9
3. İŞLETME VE ÜRETİM SÜRECİ.....	10
3.1 İşletmenin Genel Yapısı.....	10
3.2 Üretim Süreci.....	12
3.3 Üretim Aşamaları ve Kullanılan Ekipmanlar.....	14
3.3.1 Kesim İşlemi.....	14
3.3.2 Pres İşlemi.....	16
3.3.3 Polisaj ve Taşlama İşlemleri.....	17
3.3.4 Kaplama İşlemi.....	19
3.3.5 Montaj ve Paketleme İşlemleri.....	20
3.4 İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Genel Değerlendirme.....	21
4. RİSK ANALİZİ UYGULAMASI.....	24
4.1 Risk Değerlendirme Metodolojisi.....	25
4.1.1 Fine-Kinney Yöntemi.....	25

4.1.2 L Tipi Matris Yöntemi.....	25
4.2 Sahada Belirlenen Riskler	26
4.2.1. Fine-Kinney Risk Analizi Sonuçları.....	27
4.2.2. L Tipi Matris Analizi Sonuçları	28
4.3. Bulguların Değerlendirilmesi	29
5. İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ.....	31
5.1 Havalandırma Sistemine Yönelik Öneriler	31
5.2 Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımına Yönelik Öneriler	32
5.3 Eğitim Planına Yönelik Öneriler.....	33
5.4 Ergonomik Düzenlemelere Yönelik Öneriler.....	34
5.5 Makine Koruyucularına Yönelik Öneriler.....	34
5.6 Bakım ve Kontrol Prosedürlerine Yönelik Öneriler	35
5.7 Genel Değerlendirme.....	35
6. SONUÇ.....	38
KAYNAKÇA.....	40
EKLER.....	41

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Sahada Belirlenen Riskler.....	26
Tablo 4.2. Bölümlere Göre Fine-Kinney Risk Analizi	27
Tablo 5.1. Mevcut Durum – Önerilen Durum Karşılaştırması	32
Tablo 5.2. Risk Alanı – Kullanılması Gereken KKD.....	32
Tablo 5.3. Eğitim Planına Yönelik Öneriler.....	33
Tablo 5.4. Ergonomik Düzenlemelere Yönelik Öneriler.....	34

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. İşletmede Üretim Bölümleri.....	10
Şekil 3.2. Hammadde Üretim Alanı	13
Şekil 3.3. Çapak Kesim İşlemi	15
Şekil 3.4. Kapı Kolu Presleme Makinesi	17
Şekil 3.5. Açma Polisaj İşlemi	18
Şekil 3.6. Bakır-Nikel Kaplama Banyoları	19
Şekil 3.7. Montaj-Paketleme İşlemi	21

1.GİRİŞ

Metal kaplama sektörü, otomotiv, yapı donanımı, savunma sanayi ve mobilya sektörleri başta olmak üzere birçok endüstri alanında yaygın olarak kullanılır. Önemli üretim kollarından biri olan bu sektör, özellikle metal yüzeylerin dayanıklılığını artırmak, korozyonu önlemek ve estetik görünüm kazandırmak amacıyla çeşitli kimyasal ve mekanik işlemleri içermektedir. Kapı kolu üretimi gibi metal yüzey işlemleri içeren proseslerde presleme, polisaj, taşlama ve kaplama işlemleri yoğun şekilde uygulanmaktadır. Bu süreçlerde çalışanlar; mekanik yaralanmalar, kimyasal maruziyet, gürültü, titreşim ve ergonomik riskler gibi çeşitli iş sağlığı ve güvenliği tehlikeleri ile karşı karşıya kalabilmektedir. (Aker ve Özçelik, 2020, s.66.)

İmalat sektöründe üretim süreçlerinin karmaşıklaşması ve kullanılan teknolojilerin çeşitlenmesi, iş sağlığı ve güvenliği risklerinin artmasına neden olmaktadır. Özellikle metal işleme süreçlerinde yüksek devirli makinelerin kullanımı, kesici ve delici ekipmanlarla çalışma zorunluluğu, kimyasal maddelere doğrudan temas riski, çalışanların güvenliğini tehdit eden temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, üretim ortamlarında risklerin önceden belirlenmesi ve kontrol altına alınması kritik bir gereklilik haline gelmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, çalışanların güvenliğinin sağlanması, iş kazalarının önlenmesi ve üretim verimliliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Nitekim metal işleme ve kaplama sektöründe kullanılan kimyasallar, hareketli makine ekipmanları ve fiziksel çalışma koşulları risk seviyesini artırmaktadır. Bu durum yalnızca çalışan sağlığını değil, aynı zamanda üretim sürekliliğini ve işletme maliyetlerini de doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle işletmelerde risk değerlendirme çalışmalarının sistematik biçimde yürütülmesi, sadece yasal bir zorunluluk değil aynı zamanda stratejik bir yönetim aracı olarak da değerlendirilmektedir. (6331 sayılı Kanun, 2012)

Aynı zamanda, iş kazalarının büyük bir kısmının önlenemez nitelikte olması İSG uygulamalarının etkinliğini daha da önemli hale getirmektedir. Literatürde özellikle metal sektöründe meydana gelen kazaların büyük

bölümünün makine koruyucularının yetersizliği, insan hatası, yetersiz eğitim ve kontrol eksikliklerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Bu durum, risk değerlendirme çalışmalarının sadece teorik bir süreç değil, aynı zamanda sahada aktif olarak uygulanması gereken bir yönetim yaklaşımı olduğunu göstermektedir. (6331 sayılı Kanun, 2012)

Kapı kolu üretimi yapan işletmelerde ise pres makineleri, polisaj hatları ve metal kaplama üniteleri yüksek risk içeren çalışma alanları arasında yer almaktadır. Yetersiz havalandırma, makine koruyucularındaki eksiklikler, kişisel koruyucu donanım kullanım yetersizlikleri ve ergonomik uygunsuzluklar çalışan sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle kimyasal buharların yeterince kontrol altına alınmadığı kaplama bölümlerinde solunum yolu rahatsızlıkları riski artarken, polisaj ve taşlama işlemlerinde yüksek gürültü maruziyeti uzun vadede işitme kayıplarına yol açabilmektedir. Bu durum, iş kazaları ve meslek hastalıklarının oluşma riskini artırarak işletme açısından hem insan kaynağı hem de üretim kaybı açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. (Zeybek ve Kaya, 2023, s. 1242.)

Bu çalışmanın amacı, kapı kolu üretimi yapan bir fabrikada iş sağlığı ve güvenliği kapsamında mevcut tehlike ve risklerin sistematik bir yaklaşımla belirlenmesi, analiz edilmesi, sınıflandırılması ve uygun kontrol önlemlerinin geliştirilmesidir. Bu kapsamda işletmenin üretim süreçleri detaylı şekilde incelenerek kesim, pres, polisaj, kaplama, montaj ve paketleme gibi tüm üretim aşamalarında karşılaşılan risk faktörleri sahada gözlemlenmiştir. Özellikle çalışanların maruz kaldığı mekanik, kimyasal, fiziksel ve ergonomik risklerin ise bütüncül bir şekilde değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada Fine-Kinney ve L Tipi Matris yöntemleri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış, her iki yöntemin sonuçları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu sayede yalnızca risklerin belirlenmesine bakılmayıp; aynı zamanda risklerin önceliklendirilmesi ve hangi alanlarda daha acil müdahale gerektiğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Fine-Kinney yöntemi ile risklerin nicel olarak daha ayrıntılı şekilde değerlendirilmesi sağlanırken, L Tipi Matris yöntemi ile daha hızlı ve pratik bir risk sınıflandırması yapılmıştır. Böylece iki farklı yaklaşımın birlikte kullanılmasıyla daha güvenilir ve kapsamlı bir risk analizi elde edilmiştir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda işletmeye yönelik mühendislik, idari ve kişisel koruyucu donanım temelli iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler arasında havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi, makine güvenlik donanımlarının güçlendirilmesi, çalışanlara yönelik periyodik iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin artırılması, ergonomik çalışma koşullarının düzenlenmesi ve bakım-onarım süreçlerinin sistematik hale getirilmesi yer almaktadır. Bu uygulamaların hem çalışan sağlığını korumaya hem de üretim süreçlerinde sürekliliği sağlamaya katkı sunacağı değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma ile birlikte, işletmede mevcut iş sağlığı ve güvenliği risklerinin daha görünür hale getirilmesi, risklerin bilimsel yöntemlerle analiz edilmesi ve uygulanabilir çözüm önerileri geliştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece çalışma ortamının daha güvenli hale getirilmesi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azaltılması ve genel iş güvenliği kültürünün geliştirilmesine katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

2.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), çalışanların işyerinde karşılaşılabilecekleri fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikososyal risklerden korunmasını amaçlayan disiplinler arası bir çalışma alanıdır. İSG uygulamalarının temel amacı; iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemek, çalışan sağlığını korumak ve güvenli çalışma ortamı oluşturmaktır. Bu kapsamda İSG, yalnızca yasal bir zorunluluk değil aynı zamanda işletmelerin sürdürülebilirliği açısından stratejik bir yönetim unsuru olarak değerlendirilmektedir. (Çelik, Caniklioğlu ve Canbolat, 2023, s. 21)

Sanayileşmenin gelişmesiyle birlikte üretim süreçlerinde kullanılan makine, ekipman ve kimyasalların artması iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının önemini daha da artırmıştır. Özellikle üretim sektöründe çalışanların yoğun makine kullanımı, ağır iş yükü ve tehlikeli kimyasallara maruziyeti nedeniyle iş kazası riski yüksek seviyelerde görülmektedir. Bu durum, risklerin sadece meydana geldikten sonra değil, oluşmadan önce belirlenmesini ve kontrol altına alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle işletmelerde proaktif yaklaşımla risk değerlendirme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem taşımaktadır. (Aker ve Özçelik, s. 68)

İş sağlığı ve güvenliği yaklaşımında temel prensip, tehlikenin tamamen ortadan kaldırılamadığı durumlarda riskin kabul edilebilir seviyeye düşürülmesidir. Bu doğrultuda mühendislik kontrolleri, idari önlemler ve kişisel koruyucu donanım kullanımı gibi yöntemler bir bütün halinde ele alınmaktadır. Özellikle metal sektöründe, üretim süreçlerinin doğası gereği yüksek risk içeren çalışma ortamları bulunduğu için, sistematik risk analiz yöntemlerinin uygulanması zorunlu hale gelmektedir.

Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında düzenlenmektedir. Bu kanun doğrultusunda işverenler; risk değerlendirmesi yapmak, gerekli önlemleri almak, çalışanlara eğitim vermek ve güvenli çalışma ortamı sağlamakla yükümlüdür. Ayrıca işverenlerin, işyerinde meydana gelebilecek acil durumlara karşı hazırlıklı

olmaları ve düzenli denetim mekanizmaları oluşturmaları da yasal sorumluluklar arasında yer almaktadır. (6331 sayılı Kanun, 2012).

Bununla birlikte literatürde, İSG uygulamalarının etkinliğinin artırılmasında risk değerlendirme yöntemlerinin kritik bir rol oynadığı vurgulanmaktadır. Özellikle üretim tesislerinde kullanılan Fine-Kinney, L Tipi Matris, HAZOP ve FMEA gibi yöntemlerin, risklerin sistematik olarak sınıflandırılmasına ve önceliklendirilmesine olanak sağladığı belirtilmektedir. Bu yöntemlerin uygulanması ile iş kazalarının azaltılabileceği ve çalışma ortamlarının daha güvenli hale getirilebileceği ifade edilmektedir (Akkoyun & Fidan, 2024).

Ayrıca metal sektöründe yapılan çalışmalarda, özellikle presleme, kaplama ve taşlama gibi proseslerin yüksek risk taşıdığı belirtilerek, bu alanlarda hem mekanik hem de kimyasal riskler yoğun şekilde görülmektedir. Bu nedenle risk değerlendirme çalışmalarının yalnızca teorik düzeyde değil, sahaya dayalı uygulamalarla desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. (Uzun ve Utlu 2015, s.301)

Genel olarak iş sağlığı ve güvenliği kavramı yalnızca iş kazalarının önlenmesini değil, aynı zamanda çalışan verimliliğinin artırılmasını, iş gücü kayıplarının azaltılmasını ve işletme performansının yükseltilmesini de kapsamaktadır. Bu nedenle İSG uygulamaları, modern üretim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir

2.2 Metal Kaplama Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Riskleri

Metal kaplama sektörü; yüzey dayanımını artırmak, korozyonu önlemek ve estetik görünüm sağlamak amacıyla çeşitli kimyasal ve mekanik işlemleri içeren üretim alanlarından biridir. Bu sektör, özellikle otomotiv, beyaz eşya, mobilya ve yapı donanımı gibi birçok endüstri koluna girdi sağlayan stratejik bir üretim alanı olarak değerlendirilmektedir. Kapı kolu üretim süreçlerinde kesim, presleme, polisaj, taşlama ve elektro kaplama işlemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu üretim aşamalarında çalışanlar çok sayıda tehlike ve risk faktörü ile karşılaşmaktadır.

Metal işleme sektöründe üretim süreçlerinin yüksek enerji gerektiren makinelerle yürütülmesi, iş kazası riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Özellikle hareketli makine parçaları, kesici ekipmanlar ve yüksek basınçlı pres sistemleri, çalışanlar için ciddi mekanik tehlike oluşturmaktadır. Bu tür ortamlarda meydana gelen kazalar genellikle uzuv kaybı, ezilme ve ciddi yaralanmalarla sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle makine güvenlik sistemlerinin etkin kullanımı ve risklerin önceden analiz edilmesi kritik bir gereklilik haline gelmektedir (Köken ve Karabulut, 2022, s.402.).

Metal işleme sektöründe en sık karşılaşılan riskler arasında mekanik yaralanmalar, sıkışma ve ezilmeler, kesici-delici ekipman yaralanmaları, yüksek gürültü düzeyi, titreşim, ergonomik zorlanmalar ve kimyasal maruziyet yer almaktadır. Özellikle polisaj ve taşlama işlemleri sırasında ortaya çıkan metal tozları, uzun süreli maruziyet durumunda solunum yolu hastalıklarına neden olabilmektedir. Bununla birlikte, yüksek devirli makinelerden kaynaklanan gürültü işitme kaybı riskini artırmakta ve çalışanların yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Elektro kaplama işlemlerinde kullanılan asit ve baz içerikli kimyasallar; cilt, göz ve solunum sistemi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu kimyasalların buharlaşması sonucu oluşan gazlar, özellikle kapalı ve yetersiz havalandırılan ortamlarda çalışanlar için ciddi sağlık riskleri oluşturmaktadır. Ayrıca kimyasal sıçramalar, doğrudan temas durumunda yanık ve tahriş gibi akut sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Aynı zamanda elektrometal kaplama tesislerinde HAZOP yöntemi ile yaptıkları çalışmada kimyasal proseslerin yüksek risk düzeyine sahip olduğunu ve sistematik kontrol mekanizmaları gerektirdiğini belirtmiştir.

Metal sektöründe gürültü ve titreşim kaynaklı riskler de önemli bir problem oluşturmaktadır. Özellikle pres makineleri, taşlama ekipmanları ve polisaj makineleri yüksek seviyede ses ve titreşim üretmektedir. Bu durum çalışanlarda uzun vadede işitme kaybı, el-kol titreşim sendromu ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Ergonomik riskler üzerine yapılan çalışmalarda tekrarlı hareketler, uygunsuz çalışma pozisyonları ve ağır yük kaldırmanın çalışan sağlığını olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Aydın, Özalp ve Gündüz, 2022, s.342).

Bunlara ek olarak metal kaplama sektöründe iş kazalarının önemli bir kısmının insan faktörü, eğitim eksikliği ve yetersiz denetimlerden kaynaklandığı da literatürde vurgulanmaktadır. Özellikle kişisel koruyucu donanım kullanımının yetersiz olması, risklerin etkisini artıran önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca üretim hızının yüksek olması ve iş yoğunluğu, çalışanların dikkat seviyesini düşürerek hata yapma olasılığını artırabilmektedir.

Nitekim metal kaplama sektörü çok boyutlu risklerin bir arada bulunduğu yüksek tehlike sınıfına giren üretim alanlarından biridir. Bu nedenle bu sektörde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının sadece yasal bir zorunluluk olarak değil, aynı zamanda üretim kalitesi ve sürdürülebilirlik açısından stratejik bir gereklilik olarak ele alınması gerekmektedir.

2.3 Risk Değerlendirme Yöntemleri

Risk değerlendirmesi; işyerinde mevcut veya dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin oluşturduğu risklerin analiz edilmesi, risk seviyelerinin derecelendirilmesi ve gerekli kontrol önlemlerinin planlanması sürecidir. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında risk değerlendirme yöntemleri, tehlikelerin sistematik biçimde analiz edilmesine yardımcı olmakta ve işletmelerin daha güvenli çalışma ortamları oluşturmalarına katkı sağlamaktadır. Bu süreç aynı zamanda yalnızca mevcut durumun analizini değil, gelecekte oluşabilecek potansiyel risklerin de öngörülmesini içermektedir.

Risk değerlendirme çalışmaları, özellikle üretim sektöründe iş kazalarının azaltılması ve meslek hastalıklarının önlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Çünkü üretim ortamlarında kullanılan makineler, kimyasallar ve iş süreçleri sürekli değişkenlik gösterebilmekte ve bu durum risk seviyelerinin dinamik bir yapı kazanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle risk değerlendirme çalışmalarının düzenli aralıklarla güncellenmesi gerekmektedir (Akkoyun ve Fidan, 2024 s.202).

2.3.1 L Tipi Matris Yöntemi

L Tipi Matris yöntemi, işyerlerinde yaygın olarak kullanılan basit ve pratik risk değerlendirme yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde risk düzeyi,

olasılık ve şiddet değerlerinin çarpılmasıyla belirlenmektedir. Kullanım kolaylığı ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde sıklıkla tercih edilmektedir.

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \times \text{Frekans} \quad (2.1)$$

Olasılık (O): Tehlikeli durumun veya olayın meydana gelme ihtimalini ifade eder. Genellikle 1 ile 5 arasında puanlanır (1 = Çok düşük / Nadir, 5 = Çok yüksek / Sürekli).

Şiddet (Ş): Tehlikenin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak olan zararın veya kaybın büyüklüğünü belirtir. Yine 1 ile 5 arasında değerlendirilir (1 = Çok hafif / Hafif yaralanma, 5 = Ölüm / Çok ciddi hasar).

L Tipi Matris yöntemi, risklerin hızlı bir şekilde sınıflandırılmasına olanak sağlamakta ve öncelikli risk alanlarının belirlenmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Ancak yöntemin en önemli sınırlılığı, riskleri daha genel kategorilerde değerlendirmesi ve detaylı sayısal analiz imkânı sunmamasıdır. Bu durum özellikle yüksek risk içeren endüstriyel tesislerde daha ayrıntılı analiz ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır (Akkoyun ve Fidan, 2024, s.203).

Bununla birlikte L Tipi Matris yöntemi, risk farkındalığının artırılması ve ilk seviye risk analizlerinin yapılması açısından oldukça faydalı bir yöntemdir. İşletmelerde özellikle yeni risk değerlendirme süreçlerinin başlatılmasında temel bir araç olarak kullanılmaktadır.

2.3.2 Fine-Kinney Yöntemi

Fine-Kinney yöntemi, risk değerlendirmelerinde daha ayrıntılı analiz yapılmasına olanak sağlayan nicel bir yöntemdir. Bu yöntemde risk değeri; olasılık, maruziyet sıklığı (frekans) ve şiddet parametrelerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \quad (2.2)$$

Bu yöntem sayesinde riskler yalnızca varlık açısından değil, aynı zamanda ne sıklıkla maruz kalındığı ve meydana geldiğinde oluşturacağı etki

düzeıı açısından da değerlendirilmektedir. Böylece risklerin önceliklendirilmesi daha bilimsel ve sayısal bir temele dayandırılmaktadır.

Fine-Kinney yöntemi, özellikle üretim sektöründe mekanik, kimyasal ve fiziksel risklerin yoğun olduğu ortamlarda etkili sonuçlar vermektedir. Literatürde metal sektöründe Fine-Kinney yönteminin risklerin daha doğru şekilde sınıflandırılmasına katkı sağladığı belirtilmiştir. (Aker ve ver zelik (2020). Benzer şekilde yangın ekipmanları üretim tesisinde yapılan çalışmalarda bu yöntemin kritik risklerin belirlenmesinde oldukça etkili olduğunu ifade etmişlerdir (Zeybek ve Kaya, 2023, s. 1243).

Ayrıca Fine-Kinney yönteminin en önemli avantajlarından biri, risklerin sayısal olarak ifade edilmesi sayesinde işletmeler arasında karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlamasıdır. Bu zellik, özellikle büyük ölçekli üretim tesislerinde risk yönetiminin daha sistematik bir şekilde yürütülmesine katkı sağlamaktadır. (EK-1)

2.3.3 Yöntemlerin Birlikte Kullanımı

Risk değerlendirme çalışmalarında tek bir yöntemin kullanılması bazı durumlarda yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle literatürde birden fazla yöntemin birlikte kullanılması önerilmektedir. Özellikle L Tipi Matris ve Fine-Kinney yöntemlerinin birlikte uygulanması hem hızlı n değerlendirme hem de detaylı analiz yapılmasına olanak sağlamaktadır. (Akkoyun ve Fidan, 2024, s. 203).

Bu çalışmada da kapı kolu üretim tesisindeki risklerin değerlendirilmesinde hem L Tipi Matris hem de Fine-Kinney yöntemleri birlikte kullanılacaktır. Bu sayede risklerin farklı açılardan değerlendirilmesi sağlanacak ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak analiz edilecektir. Böylece daha güvenilir ve kapsamlı bir risk değerlendirme süreci gerçekleştirilmiş olacaktır. (EK-2)

3. İŞLETME VE ÜRETİM SÜRECİ

3.1 İşletmenin Genel Yapısı

Bu çalışma kapsamında incelenen işletme, metal kaplama ve kapı kolu üretimi alanında faaliyet göstermektedir. İşletme, endüstriyel üretim kapasitesi açısından orta ölçekli bir yapıya sahip olup seri üretim sistemi ile çalışmaktadır. Üretim süreçleri, hammaddenin girişinden nihai ürünün sevkiyatına kadar geçen tüm aşamaları kapsamaktadır. Bu süreçler; metal şekillendirme, yüzey işleme, kaplama, montaj ve paketleme aşamalarından oluşmaktadır. Üretim faaliyetleri farklı üretim hatlarında yürütülmekte olup her hatta farklı türde makine ve ekipmanlar kullanılmaktadır.

Metal kaplama sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde üretim süreçleri genellikle yüksek fiziksel, kimyasal ve mekanik risk içeren çalışma ortamlarından oluşmaktadır. Bu sektörün doğası gereği, yüksek sıcaklık, kimyasal maddeler, hareketli makineler ve ağır iş yükü gibi faktörler çalışanlar üzerinde önemli riskler oluşturmaktadır. Özellikle pres makineleri, polisaj ekipmanları ve kimyasal kaplama üniteleri iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik alanlar arasında değerlendirilmektedir. Bu tür ekipmanlar, kontrolsüz kullanım veya yetersiz koruyucu önlemler durumunda ciddi iş kazalarına neden olabilmektedir.



Şekil 3.1 İşletmede Üretim Bölümleri

Bu bölümlerin her biri farklı risk profiline sahip olup üretim sürecinin bütününe oluşturmaktadır. Kesim ve pres bölümlerinde mekanik yaralanma riski ön plandayken, polisaj bölümünde yüksek gürültü ve metal tozu maruziyeti önemli bir risk faktörüdür. Kaplama bölümünde ise kimyasal maddelere bağlı sağlık riskleri daha belirgin hale gelmektedir. Montaj ve paketleme bölümlerinde ise ergonomik riskler ve tekrarlı hareketlere bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları daha sık görülmektedir. (Aker ve Özçelik, 2020, s. 66).

Ayrıca işletmede bakım-onarım, depo ve kalite kontrol birimleri de üretim sürecini destekleyen yardımcı bölümler arasında yer almaktadır. Bakım-onarım birimi, makinelerin düzenli çalışmasını sağlamak ve arıza kaynaklı riskleri azaltmak açısından kritik bir role sahiptir. Depo alanları ise malzeme akışının düzenli yürütülmesi ve stok yönetimi açısından önem taşımaktadır. Kalite kontrol birimi ise üretim sonrası ürünlerin standartlara uygunluğunu denetleyerek hatalı üretimin önüne geçmektedir.

İşletmede çalışan personellerin üretim alanlarına göre farklı görev dağılımları bulunmaktadır. Üretim personelleri yoğun olarak makine kullanımına bağlı çalışırken, kaplama bölümünde çalışan personeller kimyasal maddeler ile doğrudan temas riski altında faaliyet göstermektedir. Bu durum, çalışanların maruz kaldığı risk seviyelerinin bölümden bölüme değişmesine neden olmaktadır. Özellikle kimyasal buharlar, asitler ve çözeltiler ile çalışan personelin uygun kişisel koruyucu donanım kullanmaması durumunda ciddi sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir.

Bu nedenle işletmede iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının etkin bir şekilde yürütülmesi, çalışanların düzenli olarak eğitilmesi ve risk değerlendirme çalışmalarının periyodik olarak güncellenmesi büyük önem taşımaktadır. Elektrometal kaplama tesislerinde yapılan çalışmada kimyasal proseslerin yüksek risk içerdiğini ve bu nedenle sistematik risk analizlerinin zorunlu olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde üretim ortamlarında iş güvenliği kültürünün geliştirilmesinin iş kazalarının azaltılmasında önemli bir faktör olduğu literatürde vurgulanmaktadır.

3.2 Üretim Süreci

Kapı kolu üretim süreci, birbirini takip eden ve her biri farklı teknik gereklilikler ile risk unsurları içeren üretim aşamalarından oluşmaktadır. Bu süreç, hammadde olarak gelen metal levha veya alaşımların işlenerek nihai ürüne dönüştürülmesini kapsamaktadır. Üretim hattı seri üretim mantığıyla çalıştığı için her bir aşama bir sonraki aşamayı doğrudan etkilemekte ve süreçler arasında süreklilik gerektirmektedir.

Üretim sürecinin her bir aşamasında kullanılan makine ve ekipmanlar, çalışanlar açısından farklı tehlike kaynakları oluşturmaktadır. Özellikle yüksek tonajlı pres makineleri, döner polisaj sistemleri ve kimyasal kaplama banyoları, iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik risk alanları olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle üretim sürecinin her aşamasında uygun kontrol önlemlerinin uygulanması gerekmektedir.

Bu süreçte metal hammaddeler öncelikle kesim işlemi ile belirli ölçülerde şekillendirilmekte, ardından pres makineleri ile form verilmektedir. Daha sonra yüzey kalitesini artırmak amacıyla polisaj ve taşlama işlemleri uygulanmakta, sonrasında ise metal kaplama işlemi ile ürünün dayanıklılığı ve estetik görünümü artırılmaktadır. Montaj aşamasında ürünün tüm parçaları birleştirilmekte ve son olarak kalite kontrol sonrası paketleme ve sevkiyat işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Bu üretim akışı hem mekanik hem de kimyasal süreçleri içermesi nedeniyle çok yönlü risk faktörlerine sahiptir. Özellikle pres ve kesim aşamalarında mekanik yaralanma riski yüksekken, kaplama aşamasında kimyasal maruziyet riski ön plana çıkmaktadır. Polisaj ve taşlama işlemleri ise yüksek gürültü, titreşim ve metal tozu maruziyeti açısından önemli riskler içermektedir. (Köken ve Karabulut, 2022, s. 402).



Şekil 3.2. Hammadde Üretim Alanı

Kesim aşamasında genellikle metal levhalar belirli ölçülerde kesilerek bir sonraki üretim aşamasına hazır hale getirilmektedir. Bu aşamada kesici ekipmanlar ve otomatik makineler kullanıldığı için el ve parmak yaralanmaları önemli bir risk oluşturmaktadır. Pres aşamasında ise yüksek kuvvet uygulayan makineler ile metal parçalar şekillendirilmekte olup sıkışma ve ezilme riski oldukça yüksektir.

Polisaj ve taşlama aşamasında yüzey pürüzlülüğü giderilmekte ve ürün estetik hale getirilmektedir. Bu süreçte yüksek hızda dönen ekipmanlar kullanıldığı için hem mekanik yaralanma riski hem de yüksek gürültü maruziyeti söz konusudur. Ayrıca bu aşamada ortaya çıkan metal tozları solunum yolu hastalıklarına neden olabilmektedir.

Kaplama aşamasında ürünler çeşitli kimyasal banyolara daldırılarak yüzey kaplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu süreçte asit ve baz içerikli

kimyasallar kullanıldığı için cilt, göz ve solunum sistemi açısından ciddi riskler bulunmaktadır. Yetersiz havalandırma durumunda kimyasal buhar maruziyeti artmakta ve çalışan sağlığını olumsuz etkilemektedir. (Uzun ve Utlu, 2015, s. 302).

Montaj aşamasında farklı parçalar birleştirilerek ürün son haline getirilmektedir. Bu aşamada daha çok ergonomik riskler ön plana çıkmakta olup tekrarlı hareketler ve uzun süreli ayakta çalışma kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilmektedir. Kalite kontrol aşamasında ise ürünlerin standartlara uygunluğu kontrol edilmekte ve hatalı ürünler ayrılmaktadır. Paketleme ve sevkiyat aşamasında ise ürünlerin taşınması ve depolanması sırasında manuel taşıma kaynaklı fiziksel zorlanmalar görülebilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde kapı kolu üretim süreci, farklı risk türlerini aynı anda barındıran kompleks bir üretim hattıdır. Bu nedenle her bir üretim aşamasının ayrı ayrı değerlendirilmesi ve risk analizlerinin süreç bazlı yapılması büyük önem taşımaktadır.

3.3 Üretim Aşamaları ve Kullanılan Ekipmanlar

3.3.1 Kesim İşlemi

Kesim bölümünde metal hammaddeler belirli ölçülerde kesilerek üretime uygun hale getirilmektedir. Bu aşama üretim sürecinin ilk ve en kritik adımlarından biri olup, sonraki tüm üretim aşamalarının doğruluğunu doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle kesim işlemlerinde ölçü hassasiyeti, makine güvenliği ve operatör kontrolü büyük önem taşımaktadır. Kesim işlemlerinde genellikle giyotin makaslar, eksantrik kesim presleri, CNC kesim makineleri ve

çeşitli el aletleri kullanılmaktadır.



Şekil 3.3. Çapak Kesim İşlemi

Kesim işlemleri sırasında çalışanlar; kesilme, sıkışma, çapak sıçraması ve metal parçaların kontrolsüz hareketi gibi risklerle karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle yüksek hızda çalışan kesim makineleri, ciddi mekanik yaralanma riski oluşturmaktadır. Ayrıca kesim sırasında oluşan metal çapakları göz ve deri yaralanmalarına neden olabilmektedir. Bu nedenle uygun kişisel koruyucu donanım (eldiven, gözlük ve koruyucu kıyafet) kullanımı zorunlu hale gelmektedir.

Bunun yanında hareketli ekipmanların yoğun kullanımı nedeniyle makine kaynaklı mekanik tehlikeler önemli risk faktörleri arasında yer

almaktadır. Takım tezgâhlarında ve metal işleme makinelerinde meydana gelen titreşim ve mekanik hareketlerin iş kazası riskini artırdığını ve bu tür ekipmanlarda koruyucu sistemlerin kritik rol oynadığını da belirtilmektedir. (Köken ve Karabulut, 2022, s. 403).

3.3.2 Pres İşlemi

Pres bölümünde metal parçalar yüksek basınç altında şekillendirilerek kapı kolu formuna getirilmektedir. Bu bölüm üretim sürecinin en yüksek risk taşıyan alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Pres işlemlerinde genellikle eksantrik presler, hidrolik pres makineleri ve otomatik besleme sistemleri kullanılmaktadır.

Pres makineleri metal sektöründe iş kazalarının yoğun görüldüğü ekipmanlar arasında yer almaktadır. Özellikle el sıkışması, ezilme, sıkışma ve uzuv kaybı gibi ciddi yaralanmalar bu bölümde sık karşılaşılan riskler arasındadır. Makine koruyucularının eksik olması, sensör sistemlerinin bulunmaması veya uygun şekilde kullanılmaması risk seviyesini önemli ölçüde artırmaktadır.

Metal sektöründe pres makinelerinin yüksek riskli ekipmanlar arasında yer almaktadır ve bu makinelerde güvenlik donanımlarının etkin kullanılması iş kazalarını azaltmada kritik rol oynamaktadır. Ayrıca otomasyon seviyesinin artırılmasının insan-makine etkileşiminden kaynaklanan riskleri azaltabileceği ifade edilmektedir (Aker ve Özçelik, 2020, s. 67.)



Şekil 3.4. Kapı Kolu Presleme Makinesi

3.3.3 Polisaj ve Taşlama İşlemleri

Polisaj bölümünde ürün yüzeyleri parlatılmakta ve yüzey düzgünlüğü sağlanmaktadır. Bu işlemler sırasında polisaj motorları, taşlama makineleri, zımparalama ekipmanları ve yüksek devirli döner sistemler kullanılmaktadır. Bu aşama ürünün estetik kalitesini belirleyen önemli bir üretim basamağıdır.

Polisaj işlemleri sırasında oluşan metal tozları çalışanların solunum sistemi açısından ciddi risk oluşturmaktadır. Uzun süreli maruziyet durumunda

bronşit, astım ve benzeri solunum yolu hastalıkları görülebilmektedir. Ayrıca yüksek gürültü düzeyi ve sürekli titreşim maruziyeti çalışanlarda işitme kaybı ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir.



Şekil 3.5. Açma Polisaj İşlemi

Üretim hatlarında ergonomik risklerin incelendiği çalışmalarda tekrarlı hareketlerin, titreşimli ekipman kullanımının ve yüksek gürültü seviyelerinin çalışan sağlığını olumsuz etkilediğini belirtilmiştir. Bu nedenle polisaj ve

taşlama bölümlerinde mühendislik kontrolleri ve kişisel koruyucu donanım kullanımı büyük önem taşımaktadır (Aydın, zalp ve Gündüz, 2022, s. 342).

3.3.4 Kaplama İşlemi

Kaplama bölümünde ürün yüzeylerine elektro kaplama işlemleri uygulanmaktadır. Bu aşamada ürünlerin korozyona karşı dayanıklılığını artırmak ve estetik görünüm kazandırmak amacıyla çeşitli kimyasal banyolarda kullanılmaktadır. Bu banyolarda asit, baz ve tuz içeren kimyasal czltiler yer almaktadır.



şekil 3.6. Bakır-Nikel Kaplama Banyoları

Kaplama prosesleri iş sağlığı ve güvenliği açısından en riskli bölümlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Kimyasal sıçramalar, buhar maruziyeti, yetersiz havalandırma ve kaygan zeminler önemli tehlike kaynakları arasında yer almaktadır. Özellikle kapalı alanlarda çalışan personelin kimyasal buharlara uzun süre maruz kalması ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

Elektrometal kaplama proseslerinde kimyasal riskler yüksek seviyede olup bu tür süreçlerde HAZOP gibi sistematik analiz yöntemlerinin kullanılmasının gerekli görülmüştür. Ayrıca uygun havalandırma sistemlerinin kurulmasının ve kimyasal güvenlik prosedürlerinin uygulanmasının riskleri önemli ölçüde azalttığı ifade edilmektedir (Uzun ve Utlu, 2015, s. 281).

3.3.5 Montaj ve Paketleme İşlemleri

Montaj bölümünde kapı kolu parçaları birleştirilerek ürün son haline getirilmektedir. Bu aşamada el aletleri, küçük montaj ekipmanları ve yarı otomatik sistemler kullanılmaktadır. Paketleme bölümünde ise ürünler sevkiyata hazır hale getirilmekte ve depolama için hazırlanarak lojistik sürece aktarılmaktadır.

Bu bölümlerde en yaygın riskler ergonomik risklerdir. Tekrarlı hareketler, uygunsuz çalışma pozisyonları, uzun süre ayakta çalışma ve manuel taşıma işlemleri çalışanlar üzerinde fiziksel zorlanmalara neden olmaktadır. Özellikle ağır ürünlerin sürekli kaldırılması ve taşınması bel ve sırt rahatsızlıklarının oluşma riskini artırmaktadır.

Üretim sektöründe ergonomik risk faktörlerini incelenen çalışmalarında uzun süreli tekrarlı hareketlerin kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının en önemli nedenlerinden biri olduğun belirtilmiştir. Bu nedenle montaj ve paketleme bölümlerinde iş rotasyonu, ergonomik çalışma istasyonları ve kaldırma yardımcı ekipmanlarının kullanılması önerilmektedir (Gülbandılar ve Kahya, 2023, s. 434).



Şekil 3.7. Montaj-Paketleme İşlemi

3.4 İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Genel Değerlendirme

İşletmede gerçekleştirilen ön gözlemler ve üretim süreçlerine yönelik incelemeler sonucunda, özellikle pres, polisaj ve kaplama bölümlerinin yüksek risk düzeyine sahip olduğu değerlendirilmiştir. Bu bölümlerde kullanılan

makinelerin çalışma prensipleri, kimyasal maddelerle temas ve fiziksel iş yükü dikkate alındığında, çalışanların çok yönlü risklere maruz kaldığı görülmektedir. Pres bölümünde mekanik yaralanmalar, polisaj bölümünde gürültü ve toz maruziyeti, kaplama bölümünde ise kimyasal buhar ve sıvı temas riskleri öne çıkan temel tehlikeler olarak belirlenmiştir.

Metal sektöründe yapılan çalışmalar, özellikle yüksek tonajlı pres makineleri ve kimyasal kaplama ünitelerinin bulunduğu işletmelerde iş kazası riskinin diğer üretim alanlarına göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, üretim süreçlerinin doğası gereği hem mekanik hem de kimyasal tehlikelerin aynı ortamda bulunmasından kaynaklanmaktadır. Metal işleme sektöründe makine kaynaklı risklerin çalışanlar üzerinde ciddi yaralanmalara yol açabileceğini ve bu risklerin ancak uygun koruyucu sistemlerle azaltılabileceği belirtilmektedir.

Bunun yanında kaplama bölümlerinde kullanılan asit ve baz içerikli kimyasalların yetersiz havalandırma koşullarında ciddi sağlık riskleri oluşturduğu bilinmektedir. Elektrometal kaplama proseslerinde kimyasal maruziyet yüksek riskli bir unsur olup, bu tür alanlarda sistematik risk analizlerinin zorunlu olmaktadır. Kimyasal buharların uzun süreli solunması çalışanlarda solunum yolu hastalıkları, cilt tahrişleri ve göz rahatsızlıkları gibi sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Köken ve Karabulut, 2022, s. 400).

Polisaj ve taşlama bölümlerinde ise yüksek gürültü seviyeleri ve titreşimli ekipman kullanımı önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır. Bu durum uzun vadede işitme kaybı, el-kol titreşim sendromu ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilmektedir. Üretim hatlarında ergonomik risklerin değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda, tekrarlı hareketler ve titreşimli ekipman kullanımının çalışan sağlığı üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturduğunu belirtilmektedir (Aydın, Özalp ve Gündüz, 2022, s. 343).

Genel olarak değerlendirildiğinde, işletmede öne çıkan başlıca risk faktörleri; mekanik yaralanma riski, kimyasal maruziyet, gürültü, titreşim ve ergonomik zorlanmalar olarak belirlenmiştir. Bu risklerin bir arada bulunması, işletmede iş sağlığı ve güvenliği yönetiminin çok boyutlu bir şekilde ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu nedenle işletmede sistematik risk değerlendirme çalışmalarının düzenli olarak yapılması, mühendislik kontrollerinin geliştirilmesi, çalışan eğitimlerinin artırılması ve kişisel koruyucu donanım kullanımının yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca makine güvenlik sistemlerinin iyileştirilmesi, havalandırma altyapısının güçlendirilmesi ve ergonomik çalışma koşullarının sağlanması, iş kazalarının azaltılmasına doğrudan katkı sağlayacaktır. Yapılan çalışmalarda üretim tesislerinde yapılan risk değerlendirme çalışmalarının düzenli güncellenmesinin iş güvenliği performansını artırdığını ve kazaların önlenmesinde önemli rol oynadığını belirtmiştir (Akkoyun ve Fidan, 2024, s. 202).

Sonuç olarak, işletmede iş sağlığı ve güvenliği kültürünün geliştirilmesi yalnızca yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda üretim verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilir çalışma ortamının sağlanması açısından stratejik bir gerekliliktir.

4. RİSK ANALİZİ UYGULAMASI

Bu bölümde kapı kolu üretimi yapan işletmede gerçekleştirilen saha gözlemleri, çalışan görüşmeleri ve üretim süreçleri doğrultusunda belirlenen iş sağlığı ve güvenliği riskleri detaylı olarak değerlendirilmiştir. Risk analiz çalışması, yalnızca teorik bir inceleme değil, doğrudan üretim alanında yapılan gözlemler ve fiili çalışma koşullarının incelenmesine dayandırılmıştır. Bu kapsamda çalışanların günlük iş akışları, kullanılan makineler, kimyasal maddeler ve çalışma ortamı koşulları birlikte ele alınmıştır.

Risklerin analiz edilmesinde Fine-Kinney ve L Tipi Matris yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bu iki yöntemin birlikte tercih edilmesinin temel nedeni, L Tipi Matris yönteminin hızlı ve pratik bir ön değerlendirme sağlaması, Fine-Kinney yönteminin ise daha ayrıntılı ve sayısal bir önceliklendirme imkânı sunmasıdır. Böylece risklerin yalnızca sınıflandırılması değil, aynı zamanda sayısal olarak karşılaştırılması da mümkün olmuştur (Akkoyun ve Fidan, 2024, s. 203).

Risk değerlendirme çalışmaları kapsamında işletmenin kesim, pres, polisaj, kaplama, montaj ve paketleme bölümleri ayrı ayrı incelenmiştir. Yapılan saha gözlemleri sonucunda özellikle mekanik yaralanmalar, kimyasal maruziyet, gürültü, titreşim ve ergonomik risklerin ön plana çıktığı belirlenmiştir. Bu bulgular, metal işleme sektöründe yapılan benzer çalışmalarla da paralellik göstermektedir.

Literatürde metal sektöründe en yüksek risk seviyelerinin özellikle pres ve kaplama proseslerinde görüldüğü belirtilmektedir. Metal üretim tesislerinde yaptıkları çalışmada pres makinelerinin yüksek mekanik risk içerdiğini ve kimyasal işlemlerin bulunduğu kaplama alanlarının ise ciddi sağlık riskleri oluşturduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda elektrometal kaplama tesislerinde kimyasal proseslerin yüksek risk taşıdığı ve bu alanlarda sistematik risk analizlerinin zorunlu olduğunu vurgulanmıştır (Uzun ve Utlu (2015).

4.1 Risk Değerlendirme Metodolojisi

4.1.1 Fine-Kinney Yöntemi

Fine-Kinney yöntemi risk değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan nicel ve detaylı analiz imkânı sunan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde risk değeri; olasılık, maruziyet sıklığı ve şiddet parametrelerinin çarpılmasıyla hesaplanmaktadır.

$$Risk\ Skoru = Olasılık \times Şiddet \times Frekans \quad (4.1)$$

olarak değerlendirilmektedir. Bu parametreler sayesinde riskler yalnızca meydana gelme ihtimaline göre değil, aynı zamanda maruz kalma sıklığı ve sonuçlarının ağırlığına göre de sınıflandırılmaktadır.

Fine-Kinney yönteminin en önemli avantajlarından biri, risklerin sayısal olarak ifade edilmesine imkân sağlamasıdır. Bu durum, risklerin karşılaştırılmasını ve önceliklendirilmesini daha objektif hale getirmektedir. Üretim tesislerinde yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda ise Fine-Kinney yönteminin özellikle detaylı risk analizi gerektiren endüstriyel ortamlarda daha etkin sonuçlar verdiğini belirtilmiştir (Akkoyun ve Fidan, 2024, s. 204).

4.1.2 L Tipi Matris Yöntemi

L Tipi Matris yöntemi, risk değerlendirme çalışmalarında en yaygın kullanılan basit ve görsel olarak anlaşılması kolay yöntemlerden biridir. Bu yöntemde risk düzeyi, olasılık ve şiddet değerlerinin çarpılması ile belirlenmektedir.

$$Risk\ Skoru = Olasılık \times Şiddet \quad (4.2)$$

Bu yöntem özellikle hızlı değerlendirme gerektiren durumlarda ve ön analiz aşamalarında tercih edilmektedir. Renk kodlaması ve basit yapısı sayesinde risklerin görsel olarak sınıflandırılmasına olanak sağlamaktadır.

Ancak literatürde bu yöntemin riskleri daha genel kategorilerde değerlendirdiği ve ayrıntılı sayısal önceliklendirme sağlamadığı ifade edilmektedir. Aynı zamanda metal sektöründe yaptıkları çalışmada L Tipi Matris yönteminin hızlı değerlendirme açısından avantajlı olduğunu ancak detaylı analiz gerektiren durumlarda Fine-Kinney yöntemine göre daha sınırlı kaldığını belirtmiştir (Aker ve Özçelik, 2020, s. 67).

4.2 Sahada Belirlenen Riskler

Saha çalışmaları sonucunda işletmede belirlenen başlıca riskler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Bu riskler doğrudan üretim süreçleri sırasında gözlemlenmiş ve çalışan geri bildirimleri ile desteklenmiştir.

Tablo 4.1. Sahada Belirlenen Riskler

<i>Bölüm</i>	<i>Tehlike</i>	<i>Risk Türü</i>	<i>Olası Sonuç</i>
Kesim	Kesici ekipman kullanımı	Mekanik risk	El kesilmesi
Pres	Hareketli makine parçaları	Mekanik risk	Ezilme, uzuv kaybı
Polisaj	Yüksek gürültü	Fiziksel risk	İşitme kaybı
Polisaj	Metal tozu	Kimyasal/Fiziksel risk	Solunum rahatsızlığı
Kaplama	Kimyasal buhar	Kimyasal risk	Solunum yolu hastalıkları
Kaplama	Kaygan zemin	Fiziksel risk	Düşme ve yaralanma
Montaj	Tekrarlı hareketler	Ergonomik risk	Kas-iskelet rahatsızlıkları
Paketleme	Manuel taşıma	Ergonomik risk	Bel ve sırt rahatsızlıkları

Metal sektöründe gerçekleştirilen çalışmalarda mekanik ve kimyasal risklerin iş kazalarının temel nedenleri arasında yer aldığı belirtilmektedir. Takım tezgâhlarında meydana gelen mekanik risklerin özellikle kesim ve pres işlemlerinde yoğunlaştığını ve uygun koruyucu sistemlerin kullanılmaması

durumunda ciddi yaralanmalar oluşabileceği de ifade edilmektedir (Köken ve Karabulut, 2022, s. 402).

4.2.1. Fine-Kinney Risk Analizi Sonuçları

İşletmede belirlenen riskler Fine-Kinney yöntemi kullanılarak detaylı şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

El sıkışması tehlikesi için olasılık (O) 6, frekans (F) 6 ve şiddet (S) 15 olarak değerlendirilmiş olup risk puanı (R) 540'tır. Bu değer, çok yüksek risk seviyesinde yer almaktadır. Benzer şekilde kimyasal buhar tehlikesi için de olasılık 6, frekans 6 ve şiddet 15 olarak belirlenmiş, risk puanı 540 olup çok yüksek risk sınıfında değerlendirilmiştir.

Gürültü maruziyeti tehlikesinde olasılık 6, frekans 3 ve şiddet 15 olarak hesaplanmış, risk puanı 270 olup yüksek risk seviyesindedir. Metal tozu tehlikesinde ise olasılık 3, frekans 6 ve şiddet 15 değerleriyle risk puanı 270 olarak bulunmuş ve bu tehlike de yüksek risk grubunda yer almıştır.

Tekrarlı hareket tehlikesi için olasılık 6, frekans 3 ve şiddet 7 olarak değerlendirilmiş, risk puanı 126 olup önemli risk seviyesinde sınıflandırılmıştır. Manuel taşıma tehlikesinde ise olasılık 3, frekans 3 ve şiddet 7 olarak belirlenmiş, risk puanı 63 olup orta risk seviyesinde yer almaktadır.

Tablo 4.2. Bölümlere Göre Fine-Kinney Risk Analizi

DEĞER	İHTİMAL	DEĞER	FREKANS	DEĞER	ŞİDDET
0,2	PRATİK OLARAK İMKANSIZ	0,5	ÇOK NADİR	1	DIKKATE ALINMALI
0,5	ZAYIF İHTİMAL	1	OLDUKÇA NADİR	3	ÖNEMLİ
1	OLDUKÇA DÜŞÜK İHTİMAL	2	NADİR	7	CİDDİ
3	NADİR FAKAT OLABİLİR	3	ARA SIRA	15	ÇOK CİDDİ
6	KUVVETLE MUHTEMEL	6	SIKLIKLA	40	ÇOK KÖTÜ
10	ÇOK KUVVETLİ İHTİMAL	10	SÜREKLİ	100	FELAKET
			YILDA BİR YA DA DAHA AZ		HAFIF-ZARARSIZ VEYA ÖNEMSİZ
			YILDA BİR YA DA BİRKAÇ KEZ		MINÖR-DÜŞÜK İŞ KAYBI, KÜÇÜK HASAR, İLK YRD.
			AYDA BİR YA DA BİRKAÇ KEZ		MAJÖR-ÖNEMLİ ZARAR, DIŞ TEDAVİ, İŞGÜNÜ KAYBI
			HAFTADA BİR YA DA BİRKAÇ KEZ		SAKATLIK, UZUV KAYBI, ÇEVRESEL ETKİ
			GÜNDE BİR YA DA DAHA FAZLA		ÖLÜM, TAM MALULİYET, AĞIR ÇEVRE. ETKİSİ
			SÜREKLİ YA DA SAATTE BIRDEN FAZLA		BIRDEN ÇOK ÖLÜM, ÖNEMLİ ÇEVRE FELAKETİ

Analiz sonuçlarına göre en yüksek risk seviyesinin pres ve kaplama bölümlerinde bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle kimyasal buhar maruziyeti ve makine kaynaklı mekanik risklerin çalışan güvenliği açısından kritik seviyede olduğu görülmektedir.

Kaynaklarda metal sektöründe yaptıkları çalışmada benzer şekilde pres makineleri ve kimyasal kaplama proseslerinin en yüksek risk grubunda yer aldığı belirtilmiştir. Bu durum, çalışma bulgularını literatür ile uyumlu hale getirmektedir (Aker ve Özçelik, 2020, s. 67).

4.2.2. L Tipi Matris Analizi Sonuçları

İşletmedeki riskler ayrıca L Tipi Matris yöntemi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki sunulmuştur.

Pres bölümünde el sıkışması tehlikesi bulunmaktadır. Bu tehlikenin olasılığı 5, şiddeti 5 olarak değerlendirilmiş olup risk düzeyi 25'tir ve sonuç olarak kabul edilemez risk sınıfında yer almaktadır. Kaplama bölümünde kimyasal buhar tehlikesi mevcuttur. Bu tehlike için olasılık 5, şiddet 5 olarak belirlenmiş, risk düzeyi 25 olup kabul edilemez risk olarak değerlendirilmiştir.

Polisaj bölümünde iki farklı tehlike öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki gürültü olup olasılığı 4, şiddeti 4 ve risk düzeyi 16'dır. İkinci tehlike ise metal tozu olup yine olasılık 4, şiddet 4 ve risk düzeyi 16 olarak belirlenmiştir. Her iki tehlike de yüksek risk sınıfında yer almaktadır.

Montaj bölümünde tekrarlı hareketler tehlike oluşturmaktadır. Bu durumun olasılığı 3, şiddeti 3 ve risk düzeyi 9 olarak hesaplanmış olup orta risk grubunda değerlendirilmektedir. Paketleme bölümünde ise manuel taşıma tehlikesi bulunmaktadır. Bu tehlikenin olasılığı 3, şiddeti 2 ve risk düzeyi 6'dır. Sonuç olarak düşük risk seviyesinde yer almaktadır.

L Tipi Matris sonuçları da Fine-Kinney yöntemi ile paralellik göstermekte olup özellikle pres ve kaplama bölümlerinin en yüksek riskli alanlar olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak Fine-Kinney yönteminin daha detaylı

sayısal önceliklendirme sağlaması nedeniyle risk yönetiminde daha hassas bir değerlendirme sunduğu görülmektedir (Akkoyun ve Fidan, 2024, s. 203).

4.3. Bulguların Değerlendirilmesi

Gerçekleştirilen risk analizleri sonucunda işletmede özellikle pres, polisaj ve kaplama bölümlerinin yüksek risk seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan saha gözlemleri ve Fine-Kinney ile L Tipi Matris analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, bu bölümlerin hem olasılık hem de şiddet açısından kritik riskler içerdiği görülmektedir. Özellikle pres bölümünde hareketli makine parçaları ve yüksek basınçla çalışan sistemler nedeniyle mekanik yaralanma riskinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, metal sektöründe yapılan benzer çalışmalarla da uyum göstermektedir. Metal üretim tesislerinde pres makinelerinin en yüksek riskli ekipmanlar arasında yer aldığını ve ciddi iş kazalarına neden olabileceği kaynaklarda yazmaktadır (Aker ve Özçelik, 2020, s. 67).

Mekanik yaralanmalar, kimyasal maruziyet ve fiziksel risk etmenleri çalışan sağlığını tehdit eden başlıca unsurlar olarak tespit edilmiştir. Özellikle kimyasal proseslerin yürütüldüğü kaplama bölümünde asit ve baz içerikli çözeltilerin kullanımı, uygun mühendislik kontrolleri sağlanmadığında ciddi sağlık riskleri oluşturmaktadır. Elektrometal kaplama proseslerinde yapılan çalışmalarda kimyasal buharların solunum sistemi üzerinde kalıcı hasarlara yol açabileceği ve bu nedenle havalandırma sistemlerinin kritik öneme sahip olduğunu vurgulanmıştır (Uzun ve Utlu, 2015, s. 81).

Özellikle kaplama bölümünde kullanılan kimyasalların uygun havalandırma sistemleri olmadan kullanılması çalışanların solunum sistemi açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu durum sadece akut etkiler değil, uzun vadede meslek hastalıkları açısından da ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Ayrıca kimyasal sıçrama riski nedeniyle göz ve cilt yaralanmaları da önemli tehlikeler arasında yer almaktadır.

Polisaj bölümünde ise gürültü ve metal tozu maruziyetinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek devirli makinelerden kaynaklanan ses düzeyi, çalışanlarda uzun vadede işitme kaybı riskini artırmaktadır. Aynı zamanda metal

tozlarının solunum yoluyla alınması, mesleki solunum hastalıklarına zemin hazırlayabilmektedir. Üretim hatlarında yapılan ergonomi ve risk analiz çalışmalarında, gürültü ve titreşimin çalışan sağlığı üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (Aydın, Özalp ve Gündüz (2022)).

Ergonomik açıdan montaj ve paketleme bölümlerinde tekrarlı hareketler ile manuel taşıma işlemlerinin çalışan sağlığını olumsuz etkilediği değerlendirilmiştir. Özellikle uzun süre aynı pozisyonda çalışma, ağır yük kaldırma ve sürekli tekrar eden hareketler kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Bu tür riskler genellikle uzun vadede ortaya çıktığı için işletmeler tarafından çoğu zaman göz ardı edilebilmektedir. Üretim sektöründe ergonomik risklerin kas-iskelet sistemi hastalıklarının en önemli nedenlerinden biri olduğu bilgisine ulaşılmaktadır (Gülbandılar Canbazoğlu ve Kahya (2023)).

Bu bulgular doğrultusunda işletmede mühendislik kontrollerinin geliştirilmesi, kişisel koruyucu donanım kullanımının artırılması ve çalışan eğitimlerinin düzenli hale getirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca risklerin kaynağında kontrol edilmesi gerektiği ve sadece kişisel koruyucu donanımlara bağlı kalınmasının yeterli olmayacağı değerlendirilmiştir. Mekanik ve fiziksel risklerin azaltılmasında mühendislik kontrollerinin öncelikli olması gerekmektedir. Birlikte, KKD kullanımının ise tamamlayıcı bir önlem olarak değerlendirilmesi gerekir (Köken ve Karabulut, 2022, s. 401).

Sonuç olarak, işletmede elde edilen bulgular hem literatür ile uyumlu hem de sektörün genel risk yapısını yansıtan niteliktedir. Bu nedenle risk yönetim sürecinin sürekli iyileştirme prensibi ile ele alınması ve periyodik olarak güncellenmesi büyük önem taşımaktadır.

5. İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ

Gerçekleştirilen risk değerlendirme çalışmaları sonucunda işletmede özellikle pres, polisaj ve kaplama bölümlerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskler bulunduğu tespit edilmiştir. Bu risklerin bir kısmının yüksek şiddetli ve sık maruziyet gerektiren yapıda olması, yalnızca bireysel önlemlerle değil sistematik iyileştirmelerle kontrol altına alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle belirlenen risklerin azaltılması amacıyla mühendislik kontrolleri, idari düzenlemeler ve kişisel koruyucu donanım uygulamalarına yönelik kapsamlı iyileştirme önerileri geliştirilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında risklerin tamamen ortadan kaldırılması çoğu endüstriyel ortamda mümkün olmadığından, temel amaç risk seviyesinin kabul edilebilir düzeye indirilmesidir. Bu yaklaşım “risk kontrol hiyerarşisi” çerçevesinde ele alınmakta olup öncelik sırasıyla tehlikenin ortadan kaldırılması, ikame, mühendislik kontrolleri, idari kontroller ve son olarak kişisel koruyucu donanım kullanımı şeklinde uygulanmaktadır. Bu nedenle öneriler hazırlanırken yalnızca mevcut risklerin azaltılması değil, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilir güvenlik kültürünün oluşturulması da hedeflenmiştir (Çelik, Caniklioğlu ve Canbolat, 2023, s. 21).

5.1 Havalandırma Sistemine Yönelik Öneriler

Kaplama ve polisaj bölümlerinde gerçekleştirilen gözlemler sonucunda kimyasal buhar ve metal tozu maruziyetinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle kaplama proseslerinde kullanılan asit ve baz içerikli kimyasalların buharlaşması, kapalı ortamda çalışan personel için ciddi solunum yolu riskleri oluşturmaktadır. Benzer şekilde polisaj işlemlerinde ortaya çıkan ince metal tozlarının uzun süreli solunması, mesleki solunum hastalıklarına zemin hazırlayabilmektedir.

Elektro metal kaplama proseslerinde yetersiz havalandırma sistemlerinin kimyasal maruziyet riski önemli ölçüde artırılıp, bu durumun çalışan sağlığı üzerinde kalıcı etkiler oluşturabilmektedir. Bu nedenle işletmede lokal emiş sistemlerinin kurulması ve mevcut genel havalandırma kapasitesinin artırılması kritik bir iyileştirme olarak değerlendirilmektedir (Uzun ve Utlu, 2015, s. 282).

Tablo 5.1. Mevcut Durum – Önerilen Durum Karşılaştırması

<i>Mevcut Durum</i>	<i>Önerilen Durum</i>
Kaplama alanında yetersiz havalandırma	Lokal emiş sistemlerinin kurulması
Polisaj bölümünde yoğun metal tozu	Toz emiş sistemlerinin güçlendirilmesi
Ortam havasının düzensiz kontrolü	Periyodik hava ölçümlerinin yapılması

Bu iyileştirmeler sayesinde çalışanların kimyasal buhar ve toz maruziyetinin azaltılması, dolayısıyla solunum yolu hastalıklarının önlenmesi hedeflenmektedir.

5.2 Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımına Yönelik Öneriler

Saha gözlemleri sırasında bazı çalışanların kişisel koruyucu donanımları düzenli ve doğru şekilde kullanmadığı belirlenmiştir. Özellikle kulak koruyucu, gözlük, eldiven ve solunum maskesi kullanımında eksiklikler olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, mevcut risklerin etkisini artırmakta ve iş kazası olasılığını yükseltmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği mevzuatı kapsamında KKD kullanımı, risklerin kaynağında kontrol edilemediği durumlarda çalışanları koruyan en önemli son savunma hattıdır. Ancak literatürde KKD kullanımının tek başına yeterli olmadığı, bunun eğitim ve denetim süreçleri ile desteklenmesi gerektiği de vurgulanmaktadır (6331 sayılı Kanun, 2012).

Tablo 5.2. Risk Alanı – Kullanılması Gereken KKD

<i>Risk Alanı</i>	<i>Kullanılması Gereken KKD</i>
Polisaj bölümü	Toz maskesi, kulak koruyucu
Kaplama bölümü	Kimyasala dayanıklı eldiven, gözlük, maske
Pres bölümü	Çelik burunlu ayakkabı, koruyucu eldiven
Paketleme bölümü	Bel destek ekipmanları

Ayrıca çalışanların KKD kullanım alışkanlıklarının geliştirilmesi amacıyla düzenli saha denetimlerinin yapılması, uyarı ve teşvik sistemlerinin

uygulanması ve görsel hatırlatıcıların üretim alanlarına yerleştirilmesi önerilmektedir. (EK-3)

5.3 Eğitim Planına Yönelik Öneriler

İş sağlığı ve güvenliği eğitimleri, çalışanların riskler konusunda bilinçlendirilmesi ve güvenli davranış alışkanlıklarının kazandırılması açısından kritik öneme sahiptir. Yapılan incelemelerde bazı çalışanların özellikle kimyasal kullanım, acil durum prosedürleri ve makine güvenliği konularında yeterli bilgiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Üretim sektöründe çalışan eğitimleri iş kazalarının azaltılmasında doğrudan etkilidir ve eğitim seviyesinin artması riskli davranışları önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle işletmede eğitimlerin tek seferlik değil, sürekli ve periyodik bir süreç olarak yürütülmesi gerekmektedir (Aker ve Özçelik, 2020, s. 68).

Bu kapsamda aşağıdaki eğitimlerin düzenli olarak verilmesi önerilmektedir:

- İş sağlığı ve güvenliği temel eğitimi
- Kimyasal madde kullanım eğitimi
- Acil durum ve yangın eğitimi
- KKD kullanım eğitimi
- Ergonomi farkındalık eğitimi
- Makine kullanım güvenliği eğitimi

Tablo 5.3. Eğitim Planına Yönelik Öneriler

<i>Mevcut Durum</i>	<i>Önerilen Durum</i>
Düzensiz İSG eğitimleri	Periyodik eğitim planı oluşturulması
Yeni çalışanlara sınırlı eğitim	Oryantasyon eğitim programı uygulanması
Acil durum bilgisinin yetersiz olması	Düzenli tatbikatların yapılması

5.4 Ergonomik Düzenlemelere Yönelik Öneriler

Montaj ve paketleme bölümlerinde tekrarlı hareketler ve manuel taşıma işlemlerinin yoğun olduğu belirlenmiştir. Bu durum uzun vadede çalışanlarda kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Özellikle ağır yük kaldırma, eğilme ve uzun süre sabit pozisyonda çalışma ergonomik riskleri artırmaktadır.

Üretim hatlarında ergonomik risk faktörleri çalışan performansını düşürmekte ve uzun vadede meslek hastalıklarına yol açmaktadır. Bu nedenle ergonomik iyileştirmelerin yalnızca konfor değil, aynı zamanda iş güvenliği açısından da kritik olduğu değerlendirilmektedir (Aydın, Özalp ve Gündüz, 2022, s. 343).

Tablo 5.4. Ergonomik Düzenlemelere Yönelik Öneriler.

<i>Mevcut Durum</i>	<i>Önerilen Durum</i>
Uzun süre ayakta çalışma	Ayarlanabilir çalışma masaları
Manuel yük taşıma	Taşıma ekipmanlarının kullanılması
Tekrarlı hareketler	İş rotasyonu uygulanması
Uygunsuz oturma pozisyonu	Ergonomik oturma düzeni

5.5 Makine Koruyucularına Yönelik Öneriler

Pres ve kesim makinelerinde mekanik yaralanma risklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Hareketli makine parçaları, uygun koruyucu sistemler olmadan kullanıldığında ciddi iş kazalarına yol açabilmektedir. (EK-4)

Metal işleme sektöründe makine koruyucu eksiklikleri iş kazalarının en önemli nedenlerinden biridir. Özellikle pres makinelerinde ciddi uzuv

kayıplarına neden olabilmektedir. Bu nedenle mühendislik kontrollerinin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Köken ve Karabulut, 2022, s. 402).

Bu kapsamda işletmede;

- Pres makinelerine fotoselli güvenlik sistemi eklenmesi
- Hareketli parçalara koruyucu bariyer yerleştirilmesi
- Acil durdurma butonlarının artırılması
- Makine kullanım talimatlarının görünür alanlara yerleştirilmesi önerilmektedir.

5.6 Bakım ve Kontrol Prosedürlerine Yönelik Öneriler

İşletmede bazı ekipmanların bakım süreçlerinin düzensiz olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, ekipman arızalarına bağlı olarak beklenmeyen iş kazası risklerini artırabilmektedir. Özellikle periyodik bakım yapılmayan makinelerde ani arızalar, üretim hattında ciddi güvenlik sorunlarına yol açabilmektedir.

İşverenlerin iş ekipmanlarının düzenli bakımını yaptırması ve güvenli çalışma koşullarını sağlaması zorunludur. Bu nedenle bakım faaliyetlerinin sistematik bir plan dahilinde yürütülmesi gerekmektedir (6331 sayılı Kanun, 2012).

Bu kapsamda;

- Periyodik bakım planı oluşturulması
- Elektrik tesisatı kontrollerinin düzenli yapılması
- Havalandırma sistemlerinin periyodik kontrolü
- Basınçlı ekipmanların test edilmesi
- Bakım kayıtlarının dijital ortamda tutulması önerilmektedir.

5.7 Genel Değerlendirme

Gerçekleştirilen iyileştirme önerilerinin uygulanması ile işletmedeki iş kazası ve meslek hastalığı risklerinin azaltılması hedeflenmektedir. Yapılan risk analizleri sonucunda özellikle pres, kaplama ve polisaj bölümlerinde yoğunlaşan

yüksek risklerin sistematik önlemlerle kontrol altına alınabileceği görülmektedir. Bu kapsamda önerilen mühendislik kontrolleri, idari düzenlemeler ve kişisel koruyucu donanım uygulamalarının birlikte ve bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği literatüründe, risklerin azaltılmasında tek bir önlemin yeterli olmadığı, bunun yerine çok katmanlı bir güvenlik yaklaşımının uygulanmasının daha etkili sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Özellikle mühendislik kontrolleri ile tehlikenin kaynağında azaltılması, çalışanların riskle karşılaşma olasılığını doğrudan düşürmektedir. İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinde risk kontrol hiyerarşisine uygun uygulamaların iş kazalarını önemli ölçüde azalttığını ifade edilmektedir.

Bununla birlikte çalışan eğitimlerinin sürekliliği, işletme içerisinde güvenlik kültürünün oluşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Eğitimler sayesinde çalışanların riskleri tanıma, doğru davranış geliştirme ve güvenli çalışma alışkanlıkları kazanma düzeyi artmaktadır. Üretim sektöründe yapılan çalışmalarda düzenli eğitimlerin iş kazası oranlarını düşürdüğü ve çalışan farkındalığını artırdığını belirtilmiştir (Aker ve Özçelik, 2020, s. 69).

Ayrıca düzenli denetim ve kontrol mekanizmalarının uygulanması, alınan önlemlerin etkinliğinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Sadece iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi yeterli olmayıp, bu önerilerin sahada ne ölçüde uygulandığının sürekli izlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda iç denetim sistemlerinin kurulması ve risk değerlendirmelerinin periyodik olarak güncellenmesi önerilmektedir.

Fine-Kinney ve L Tipi Matris analizleri sonucunda yüksek riskli olarak belirlenen alanlarda önerilen iyileştirmelerin uygulanması, çalışan güvenliği açısından önemli katkılar sağlayacaktır. Özellikle pres ve kaplama bölümlerinde gerçekleştirilecek mühendislik iyileştirmeleri hem ciddi yaralanma risklerini hem de kimyasal maruziyet kaynaklı meslek hastalıklarını azaltacaktır. Kimyasal proseslerin yoğun olduğu üretim alanlarında sistematik risk kontrolünün uygulanması uzun vadede iş güvenliği performansını belirgin şekilde artırmaktadır (Uzun ve Utlu, 2015, s. 282).

Sonuç olarak, önerilen iyileştirmelerin bütüncül bir şekilde uygulanması durumunda işletmede iş kazalarının azaltılması, çalışan sağlığının korunması ve üretim verimliliğinin artırılması mümkün olacaktır. Bu durum yalnızca iş güvenliği açısından değil, aynı zamanda işletmenin sürdürülebilirliği ve kalite performansı açısından da önemli bir kazanım sağlayacaktır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, kapı kolu üretimi yapan bir metal kaplama işletmesinde iş sağlığı ve güvenliği kapsamında kapsamlı bir risk değerlendirmesi yapılmış, saha gözlemleri, çalışan görüşmeleri ve üretim süreçleri doğrultusunda tehlike ve riskler sistematik biçimde belirlenerek analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında hem Fine-Kinney hem de L Tipi Matris yöntemleri birlikte kullanılarak risklerin yalnızca sınıflandırılması değil, aynı zamanda karşılaştırmalı olarak önceliklendirilmesi sağlanmıştır. Bu yaklaşım, işletmedeki risk profilinin daha gerçekçi ve çok boyutlu bir şekilde ortaya konulmasına imkân vermiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda işletmede en yüksek risk seviyesine sahip alanların pres, kaplama ve polisaj bölümleri olduğu tespit edilmiştir. Pres bölümünde hareketli makine parçalarına bağlı mekanik yaralanmalar ve uzuv kayıpları riski öne çıkarırken, kaplama bölümünde kimyasal buhar ve asit-baz maruziyeti kaynaklı solunum sistemi riskleri belirgin hale gelmiştir (Aker ve Özçelik, 2020, s. 69). Polisaj bölümünde ise yüksek gürültü seviyeleri ile metal tozu maruziyetinin hem işitme kaybı hem de solunum yolu rahatsızlıkları açısından önemli risk oluşturduğu görülmüştür. Bu bulgular, metal işleme ve kaplama sektöründe yapılan önceki çalışmalarla uyum göstermekte olup özellikle mekanik ve kimyasal proseslerin yüksek risk taşıdığı literatürde de vurgulanmaktadır (Uzun ve Utlu, 2015, s. 283).

Risk analiz yöntemleri karşılaştırıldığında Fine-Kinney yönteminin riskleri daha detaylı sayısal parametrelerle değerlendirdiği ve bu sayede daha hassas bir önceliklendirme imkânı sunduğu görülmüştür. Buna karşılık L Tipi Matris yönteminin hızlı uygulanabilirliği ve görsel olarak kolay yorumlanabilir yapısı nedeniyle özellikle ön değerlendirme süreçlerinde avantaj sağladığı belirlenmiştir. Bu nedenle işletmelerde risk yönetim süreçlerinin etkinliğinin artırılması için her iki yöntemin birlikte kullanılması hem pratik hem de analitik açıdan daha dengeli bir yaklaşım sunmaktadır (Akkoyun ve Fidan, 2024, s. 203).

İşletmeye yönelik önerilen iyileştirmelerin uygulanması durumunda, özellikle mühendislik kontrollerinin (lokal havalandırma sistemleri, makine koruyucularının iyileştirilmesi), idari kontrollerin (düzenli eğitimler, iş rotasyonu, denetim mekanizmaları) ve kişisel koruyucu donanım kullanımının

artırılması ile iş kazası ve meslek hastalığı risklerinin önemli ölçüde azaltılabileceği öngörülmektedir. Ayrıca ergonomik düzenlemelerin hayata geçirilmesiyle birlikte çalışanların kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının azaltılması ve iş verimliliğinin artırılması da mümkün olacaktır. Üretim ortamlarında ergonomik iyileştirmelerin hem çalışan sağlığı hem de üretim performansı üzerinde doğrudan olumlu etkiler oluşturmaktadır (Aydın, Özalp ve Gündüz, 2022, s. 346).

Bununla birlikte, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının yalnızca tek seferlik bir çalışma olarak değil, sürekli iyileştirme prensibi çerçevesinde ele alınması gerektiği açıktır. Risklerin zamanla değişebileceği ve üretim süreçlerine bağlı olarak yeni tehlikelerin ortaya çıkabileceği dikkate alındığında, periyodik risk değerlendirmelerinin yapılması ve sistemin güncel tutulması büyük önem taşımaktadır (Çelik, Caniklioğlu ve Canbolat, 2023, s. 22).

Genel olarak bu çalışma, kapı kolu üretim tesisinde iş sağlığı ve güvenliği açısından risklerin sistematik ve bütüncül biçimde değerlendirilmesine katkı sağlamış, mevcut durumun analiz edilmesi yanında uygulanabilir iyileştirme önerileri de sunmuştur. Bu yönüyle çalışma, hem işletme içi iş güvenliği performansının artırılmasına hem de çalışan sağlığının korunmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca elde edilen bulguların benzer metal kaplama ve üretim tesisleri için de yol gösterici nitelikte olabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012). *Resmî Gazete*, 28339, 30 Haziran 2012.

Aker, A., & Özçelik, T. Ö. (2020). Metal sektöründe 5x5 matris ve Fine-Kinney yöntemi ile risk değerlendirmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 4(1), 65–75.

Akkoyun, Ö., & Fidan, M. Y. (2024). Bazalt agrega üretim tesisinde Fine-Kinney, HRNS ve John-Ridley iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yöntemlerinin uygulamalı karşılaştırılması. *Dicle University Journal of Engineering*, 15(1), 201–208.

Aydın, E., Özalp, M. T., & Gündüz, T. (2022). Üretim hatlarında ergonomik risklerin değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 27(1), 342–357.

Çelik, N., Caniklioğlu, N., & Canbolat, T. (2023). *İş sağlığı ve güvenliği mevzuatı ve uygulamaları* (2023/12 baskı). İstanbul.

Gülbandılar, S. C., & Kahya, E. (2023). Ergonomik montaj hattı dengeleme probleminin farklı risk faktörleri için modellenmesi ve çözümü. *Journal of Industrial Engineering*, 34(3), 433–457.

Köken, M., & Karabulut, Y. (2022). Takım tezgâhlarında titreşim kaynaklı risklerin azaltılması. *Politeknik Dergisi*, 25(1), 399–404.

Uzun, R. Ç., & Utlü, Z. (2015). Elektrometal kaplama işlemlerinde hazop risk değerlendirmesi: Örnek uygulama. *CBÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 279–286.

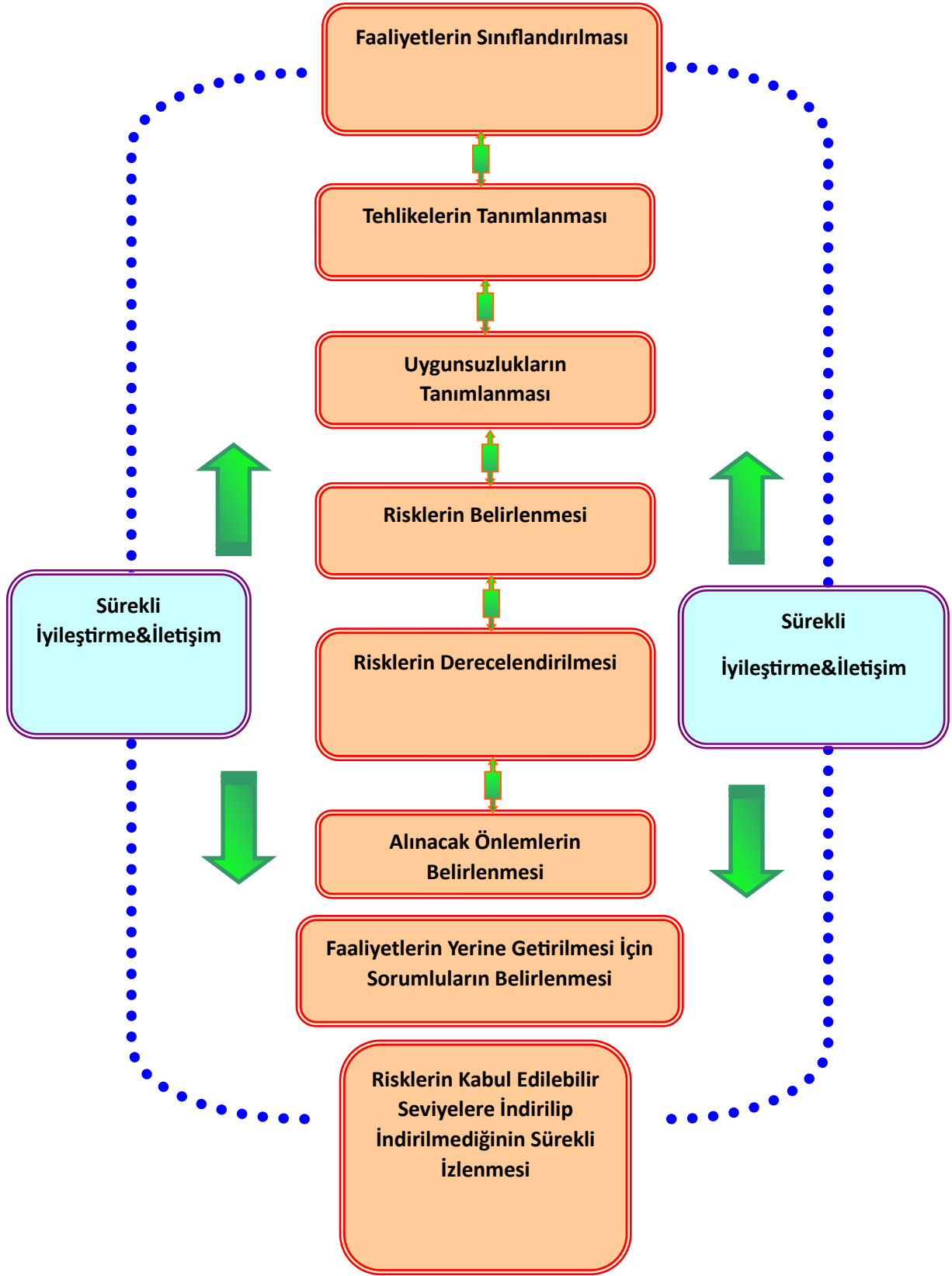
Zeybek, A. A., & Kaya, E. Ç. (2023). Yangın ekipmanları üretiminde Fine-Kinney yöntemi kullanılarak risklerin değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(3), 1241–1262.

EKLER

EK-1: FİNE-KİNNEY METODU

RİSK DEĞERİ SKORU	RİSK DEĞERLENDİRME SONUCU
$400 < R$	TOLERANS GÖSTERİLEMEZ RISK (HEMEN GEREKLİ ÖNLEMLER ALINMALI / VEYA İŞİN DURDURULMASI, TESİSİN, BINANIN KAPATILMASI VB. DÜŞÜNÜLMELİDİR.)
$200 < R < 400$	ESASLI RISK (KISA DÖNEMDE İYİLEŞTİRİLMELİDİR “BİRKAÇ AY İÇERİSİNDE”)
$70 < R < 200$	ÖNEMLİ RISK (UZUN DÖNEMDE İYİLEŞTİRİLMELİDİR “YIL İÇERİSİNDE”)
$20 < R < 70$	OLASI RISK GÖZETİM ALTINDA UYGULANMALIDIR, KONTROL YÖNTEMLERİ GELİŞTİRİLMELİDİR.
$R < 20$	ÖNEMSİZ RISK (ÖNLEM ÖNCELİKLİ DEĞİLDİR.)

EK-2: YÖNTEMLERİN BİRLİKTE KULLANIMI



EK-3: KAPLAMA BÖLÜMÜ ÇALIŞMA TALİMATI VE KKD KULLANIMI

1. AMAÇ

ÇALIŞANLARIN MEVCUT KAPLAMA BÖLÜMÜNDE, OLABİLECEK TEHLİKE VE RİSKLER İLE ÇALIŞMA ALANINDA KİMYASALLAR VE İŞ EKİPMANLARININ DOĞRU KULLANIMI BAKIMI VE KONTROLÜNÜ SAĞLAMANIN YANI SIRA KENDİLERİNE VERİLELEN KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARIN KULLANIMI VE BANYO HAZIRLANIŞ VE KONTROL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ.

2. TALİMAT

2.1 SİZLERE VERİLEN KİŞİSEL GÜVENLİK EKİPMANLARI KULLANINIZ.



2.2 YİYECEK VE YİYECEKLERDE UZAK TUTUNUZ. KESİNLİKLE KAPLAMA BÖLÜMÜNDE YEME VE İÇME İŞLEMİ YAPMAYINIZ.

2.3 ISLANMIŞ VE BULAŞMIŞ İŞ, KIYAFETLERİNE BAKIM TEMİZLEME YAPILMALIDIR. İŞ SONUNDA ELLERİNİZİ BOL SABUNLU SUYLA YIKANMALI, MESAI BİTİMİNDE KİŞİSEL HİJYEN ŞARTLARINI YERİNE GETİRİLMELİDİR.

2.4 KİRLİLİĞE MARUZ KALDIĞINIZDA SOLUNUM EKİPMANLARI KULLANILMALIDIR.

2.5 KISA DÖNEMLİ KULLANIM İÇİN FİLTRE CİHAZI FİLTRE P2 KULLANILMALIDIR.

2.6 VÜCUD KORUNMASI İÇİN KORUYUCU İŞ GİYSİLERİ GİYİLMELİDİR.

2.7 ELLERİN KORUNMASI İÇİN PVC VEYA PE ELDİVEN GİYİLMELİDİR.

2.8 GÖZLERİN KORUNMASI İÇİN GÖZLÜK KULLANILMALIDIR.

2.9 ÇALIŞTIĞINIZ KAPLAMA BÖLÜNÜMDEKİ İŞ EKİPMANLARINDA(BANYOLARDA) İŞE BAŞLAMADAN ÖNCE GEREKLİ KİMYASAL, ELEKTRİKSEL DURUMLARIN KONTROLÜNÜ VE UYGUNLUĞUNU KONTROL EDİNİZ. İŞ EKİPMANLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN EKSİKLİK VE KİMYASAL, ELEKTRİKSEL BİR ANORMAL DURUM OLDUĞUNDA ÇALIŞMA İŞLEMİNİ SONLANDIRARAK DERHAL BÖLÜM AMİRİNİZE VE YETKİLİ ELEKTRİKÇİNİZE BAŞVURUNUZ

2.10 KESİNLİKLE SİZE VERİLEN GÖREVİN DIŞINDA İŞ YAPMAYINIZ.

EK-4: TORNA TEZGÂHI İŞ GÜVENLİĞİ TALİMATI

1. Torna tezgâhında çalışırken gözlük, çelik burunlu ayakkabı ve kulak koruyucu kullan. Kesinlikle eldiven kullanmayınız.



2. Kesinlikle sarkık elbise, kravat vb. ile TORNA tezgâhında çalışma!
3. Tezgâhı çalıştırmadan önce üzerinde altında veya civarında tüm takım, alet ve edevatın ortadan kaldırılmış olduğundan emin ol.
4. Tezgâh üzerinde bulunan bütün kayışlar, kasnak, millerin kapalı bir şekilde olduğundan emin ol.
5. Kesici aksamın koruyucusunun olduğundan emin ol. Koruyucu fırlayan parça ve çapakları önleyecektir.
6. Günlük belirlenmiş işi tezgâhın yanına getir.
7. İşlenecek parçayı tezgâha dengeli oturt.
8. Yapılacak işi incele, gerekli bilgiyi al.
9. Makinanın ana şalterini aç.