

Farklı Risk Analiz Metotlarının Karşılaştırılması: Kaynak Atölyesi Uygulama Örneği

Selin ASLANTAŞ¹
Yusuf İshak ERPEK²

Öz

Metal sektörünün ticaret hacmi gün geçtikçe genişlerken, metal üretimi-işlemesi yapan kaynak atölyelerinin sayısı da artmaktadır. Metal sektörü ve alt sanayi kolları İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) açısından çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Bu işkollarında çalışmaların verimli olabilmesi için tehlikelerin saptanarak risk analizi yapılması zorunluluğu vardır. Risklerin farklı yapılarda olması çeşitli risk analiz metotlarının da geliştirilmesine neden olmuştur. Bu çalışmada, metal üretimi-işlemesi yapan bir kaynak atölyesinde saptanan risk etmenlerinin 5 farklı risk analiz metodu ile analizi yapılmış ve ardından bu analiz metotlarının sonuçları karşılaştırılmıştır. Risk analizi aşamasında, işyeri ve işyerinde bulunan tehlikeler sabit tutularak risk analiz metotlarının analiz sürecinde bulunan frekans ve keşfedilebilirlik gibi analiz kriterleri verilerinin seçilen risk analiz metotları ile elde edilen sonuçlara etkilerinin olup olmadığı araştırılmıştır. 30 adet tehlike kaynağı saptanan bu işyerinde Risk Analiz metotları olarak Fine Kinney Metodu, 5x5 L Tipi Matris, Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA), Hata Ağacı Analizi (FTA) ve Olursa Ne Olur Analizi (What if?) metotları kullanılmıştır. Risk analiz metotlarının aynı tehlike ve riskler için farklı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki birbirinden farklı risk analizi metotları arasında en çok sayıda 1.derecede risk öncelik sırasına sahip yani en hızlı şekilde önlem alınması gereken risklerin fazla olduğu analiz metodu Hata Türleri ve Etkileri Analiz metodu olmuştur.

Anahtar kelimeler: İş güvenliği, meslek hastalığı, risk analizi

Comparison of Different Risk Analysis Methods: A Case of Welding Workshop

Abstract

While the trade volume of the metal sector is expanding day by day, the number of welding workshops engaged in metal production and processing is also increasing. The metal sector and sub-industry branches are in the very dangerous class in terms of Occupational Health and Safety (OHS). In order for the work to be productive in these lines of business, it is necessary to identify the hazards and make a risk assessment. The fact that the risks have different structures has led to the development of various risk assessment methods. In this study, the risk factors identified in a metal production-processing welding workshop were analyzed with 5 different risk assessment methods, and then the results of these assessment methods were compared. During the risk assessment phase, the workplace and workplace hazards were kept constant and it was investigated whether the data of assessment criteria such as frequency and discoverability in the analysis process of risk assessment methods have an effect on the results obtained with the selected risk assessment methods. Fine Kinney Method, 5x5 L-Type Matrix, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), Fault Tree Analysis (FTA) and What If Analysis methods were used as Risk Assessment methods in this workplace where 30 sources of danger were identified. It has been determined that risk assessment methods give different results for the same hazards and risks. Among the different risk analysis methods in this study, the method of analysis that has the highest number of first-degree risk priority, that is, the risks that need to be taken quickly, is the Failure Modes and Effect Analysis.

Keywords: Occupational safety, occupational disease, risk analysis

¹ Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Koordinatörlüğü, selin.aslantas@sbu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2028-8297

² İstanbul Gedik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, yusufcerpek@gmail.com, ORCID: 0009-0000-0643-983X

Makale Geliş Tarihi: 24.11.2023, Makale Kabul Tarihi: 03.01.2024

ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article)

*Bu makale intihal programında taranmış ve en az iki hakem incelemesinden geçmiştir. (This article has been scanned via plagiarism software and reviewed by at least two referees).

Doi: 10.51524/uhusbad.1395731

Giriş

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) çalışma ortamındaki tehlikelerden kaynaklanan iş kazası ve meslek hastalığının oluşumunu önlemeyi, çalışanlar için uygun ve güvenli bir çalışma ortamı yaratmayı amaç edinen, işyeri ortamında bulunan çalışanlara zarar verebilecek mevcut tehlikelere karşı proaktif (önleyici) bir anlayışı benimseyen multidisipliner bir yaklaşımdır (Aker 2020). Ülkemizde 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında işyerleri “çok tehlikeli”, “tehlikeli” ve “az tehlikeli” olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır.

Barındırdığı tehlike ve risk durumundan değerlendirildiğinde metal, maden, inşaat ve tekstil sektörleri en önde gelen çalışma alanlarındandır. Metal sektörü işletmeler arasında sıkı bir rekabetin olduğu ve esnek çalışma saatlerine sahip bir sektördür. Ülkemizde öncü sektör konumunda yer alan metal sektörü, genellikle demir – çelik, döküm, ham çelik, demir dışı metaller, alüminyum ve bakır metal sektörü alanları ana sanayi kollarını da içermektedir. Metal sektörü için gerektirdiği nitelik ile çalışma ortamında barındırdığı risk ve tehlikelerden dolayı bilgi, marifet, tecrübe ve sürekli kontrol gerektiren ağır ve çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır (Güllüoğlu ve Güllüoğlu 2019). Metal malzemeler, geçmişten günümüze kadar ürünlerin kalitesini ve dayanıklılığını arttırmak için kullanılmaktadır. Metal kaynak atölyeleri, birçok işkolunun vazgeçilemez ihtiyaçları arasında yer alan metal malzemelerin bir araya getirilmesi için sıkça kullanılan endüstriyel tesislerdir. Bu tesislerde çalışan işçilerin sağlığı ve güvenliği, işverenler ve yöneticiler için büyük bir sorumluluktur ve İSG önlemleri, bu bağlamda kritik bir rol oynamaktadır.

İSG yönetimi, işyerlerinde potansiyel tehlikeleri tanımlamak, analiz etmek ve kontrol etmek için bir dizi strateji ve metot içerir. Bu süreçlerden biri de risk analizidir. İşyerlerindeki potansiyel tehlikelerin tanımlanması ve bu tehlikelerin çalışanlar, ekipmanlar ve çevre üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesi anlamına gelen risk analiz iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması için temel bir adım olmakla beraber yasal düzenlemelere uyumu sağlamak için de gereklidir.

İşyerleri, çalışma ortamı şartlarından ve yapılan işlerden kaynaklanan çeşitli riskler barındırmaktadır. Yapılan işlerden doğan riskleri tespit edip bu risklerin meydana getirebileceği sonuçları önceden öngörebilmek, çalışma ortamında oluşturabileceği can ve mal kaybını önleyebilmek veya risk düzeylerini azaltabilmek için kullanılan çeşitli risk analiz metotları bulunmaktadır. Bu risk analiz metotları çalışma ortamına ve yapılan işin niteliğine göre değişiklik göstermektedir (Bayram ve Çelenk 2022). Bu çalışmada metal üretimi-işlemesi yapan bir kaynak atölyesindeki çeşitli riskler için Finne Kinney Metodu, 5x5 L Tipi Matris, Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA), Hata Ağacı Analizi (FTA) ve Olursa Ne Olur Analizi (What if?) olmak üzere 5 farklı risk analizi metoduyla uygulama yapılmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

1. Gereç ve Yöntem

Metal üretimi-işlemesi yapan kaynak atölyesinde otuz (30) adet tehlike kaynağı saptanmıştır. Bu tehlike kaynaklarından ortaya çıkabilecek risk etmenlerinin beş (5) farklı risk analiz metodu ile analizi yapılarak sonuçları karşılaştırılarak hangi risk analizinin kullanılmasının daha uygun olacağı değerlendirilmiştir.

1.1.Fine Kinney Risk Analizi Metodu

Fine-Kinney, risk skorlarının derecelendirilme sonuçlarına göre önceliğin hangi işlere verilmesinin ve kontrol tedbirleri için mevcut kaynakların ilk olarak nereye harcanmasının gerektiğini gösteren bir tekniktir. Risklerin ağırlık oranları hesaplanarak derecelendirme yapılmakta ve önlemlerin alınıp alınmamasına karar verilmektedir. Fine-Kinney metodu tehlikenin gerçekleşme olasılığı, zarar-sonuç (şiddet-etki) derecesi ve tehlikeye maruz kalma sıklığını yani frekans kriterini de içermektedir. Bu metot işyerlerinin istatistiklerini kullanma imkânı sağlaması, kolay kullanımı ve frekans kriterini de

içerdiğinden diğer matris metotlarına göre daha çok tercih edilmekte ve güvenilir sonuçlar vermektedir (Birgören 2017).

Fine-Kinney metodunda risk puanı $R = O \times \text{Ş} \times F$ olarak hesaplanır. Burada:

O= Olasılık yani riskin gerçekleşme ihtimali,



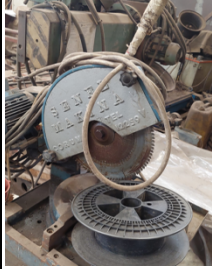
Ş= Şiddet yani riskin gerçekleştiğinde insana veya çevreye hasar verme derecesi,







F= Frekans (Sıklık) yani riske maruz kalma tekrarı,







R= Risk Skoru ise bu üç risk faktörüne verilen değerlerin çarpımıyla oluşan risk derecelendirme değeri olarak ifade edilmektedir (Erzurumluoğlu vd. 2015, Bayram ve Kaya 2022).






Bu çalışma ortamında gözlemlenen tehlikelere Tablo 1’de gösterildiği gibi olasılık, şiddet ve frekans kriter değerleri verilip, bu değerler yan yana çarpılarak risk skoru elde edilmiştir.






Tablo 1. Finne Kinney Risk Analizi Tablosu






Risk no	Ortam	Fotoğraf	Tehlike	Tespit edilen risk	Etkilenenler	Finne Kinney risk analizi					Düzeltilici ve önleyici faaliyet tedbirleri
						Olasılık	Şiddet	Frekans	Risk skoru = (O x Ş x F)	Önem derecesi	
1	Atölye		Zeminde açılan çukur, boşluk	Fark edmeden düşmeyle sakatlanma, yaralanma potansiyeli.	Tüm çalışanlar	10	3	6	180	Önemli risk	Çalışma sahasında açılan çukur bir an önce kapatılmalı, eğer kapalı tutulamıyorsa etrafına bariyerler ile önlem alınmalı, gerekli sağlık ve güvenlik işaretleri bulundurulmalı ve çalışanlar uyarılmalı.
2	Atölye		Yangın tüpünün boş olması, yüksekliğinin ve konumunun yanlış olması.	Olası bir yangın anında müdahale edememe, yanmayla birden fazla ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	3	100	1	300	Esas risk	Yangın tüplerinin düzenli aralıklarla kontrolleri yapılmalı, boş ise doldurulmalı. Olası bir yangına karşı yangın tüpleri, çalışanların kolayca ulaşabilecekleri konumlara yerden 90cm yukarıda olacak şekilde duvara sabitlenmeli. İlgili yönetmeliğe uygun olarak 30 metre aralıklarla yerden yüksekliği 1,20 metre olacak şekilde yangın dolapları kurulmalı ve bu yangın dolaplarında gerekli teçhizatlar bulundurulmalı.
3	Atölye		Profil kesimi daire testerenin önünde farklı malzemelerin bulunması.	Testere çalışınca önündeki cisimle temasında cismin sekmesiyle veya testereye elini kaptırma ile kesilme, yaralanma, uzuv kaybı	Tüm çalışanlar	6	7	2	84	Önemli risk	Daire tipi elektrikli testere önünde yabancı cisimler bırakılmamalı, uygun sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalı, testere üzerinde kullanım talimatı bulundurulmalı ve çalışanların bu konularda bilinçlendirilmesi sağlanmalı.

4	Atölye		Acil çıkış kapısına giden yol üzerine malzemeler bırakılması ve bilgilendirici levhaların çalışanların fark edebilecekleri hızda bulunmaması.	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısına ulaşmanın engellenmesiyle acil durumda mahsur kalmayla yaralanma veya ölüm.	Tüm çalışanlar	3	40	1	120	Önemli risk	Acil çıkış kapılarına giden yol üzerinde veya acil çıkış kapı önlerine kapının açılmasına veya çalışanların tahliye edilmesine engel olacak hiçbir malzeme bırakılmamalı. Çalışanlara bu konuda uyarılarda bulunulmalı.
5	Atölye		Kaynak ve oksijen tüplerini yanlış şekilde araçtan indirilip elle taşınması.	Tüplerin taşırken düşüp patlamasıyla birden fazla ölüm, facia	Tüm çalışanlar	6	100	1	600	Çok yüksek risk	Tüpler elle değil vinç ile arabadan indirilmeli, tüp taşıma arabasıyla istenilen yere taşınmalı. Çalışanlara tüp indirmenin ve taşımının nasıl güvenli bir şekilde yapılması gerektiği hakkında bilgilendirmeler yapılmalı.
6	Atölye		Çalışma ortamında bir araya düzensiz bırakılan malzemeler.	Çalışma ortamının ve malzemelerin düzensizliğiyle tutuşabilecek malzemelerin varlığı. Takılıp düşme, yanma, yaralanma, sakatlanma.	Tüm çalışanlar	10	3	10	300	Esas risk	Çalışma ortamında belirli bir düzene göre çalışma yapılmalı ve malzemeler ihtiyaç halinde kolaylıkla ulaşılacak yerlere bırakılmalı. Bu düzensizlikle çalışanlar, araç-gereçleri arama sorunu ve ararken yaralanma veya sakatlanma yaşamamaları için uyarılmalı, çalışma ortamında bir düzen dahilinde iş yapılabilmesi için ortak çalışmalar yapılmalıdır.
7	Atölye		Jeneratör önüne ve üzerine malzeme bırakılması, uyarıcı levhaların bulunmaması.	Jeneratör çalıştırılmak istendiğinde çevresindeki malzemelere takılıp düşme veya yukarıdan cisimlerin düşmesiyle yaralanma, sakatlık.	Tüm çalışanlar	6	3	2	36	Olası risk	Jeneratöre, etrafa ve jeneratör üzerine malzeme bırakılmaması konusunda uyarıcı levhalar asılmalı ve çalışanlar bu konuda bilgilendirilmeli. Ayrıca jeneratör üzerinde kullanma talimatı bulundurulmalı.
8	Atölye		Donam sac malzemenin yola doğru güvensiz bir şekilde bırakılması.	Sac kaydığında veya yola doğru devrildiğinde yaralanma, birden fazla ölüm.	Tüm çalışanlar	6	40	2	480	Çok yüksek risk	Sac yola doğru değil de atölye içerisine daha güvenli bir yere, altına sağlam takozlar koyularak sabitlenmeli.
9	Atölye		Ağız açık konumda bırakılan elektrikli metal kesme testeresi.	Elektrik sorununda veya yanlış çalıştırmada yaralanma, uzuv kaybı.	Tüm çalışanlar	6	7	2	84	Önemli risk	Elektrikli testere her zaman aşağı konumda kapalı olacak şekilde bırakılmalıdır. Çalışanlar kullandıktan sonra böyle bırakmaları için uyarılmalıdır. Üzerine yetkili harici kimsenin kullanmaması konusunda levha asılmalı ve kullanım talimatı bulundurulmalıdır.

10	Atölye		Çalışanların olduğu bölge üzerinde bırakılan vinç.	Olası bir elektrik kesintisinde veya halat kopmasında yaralanma, ölüm.	Tüm çalışanlar	3	40	1	120	Önemli risk	Vinç her zaman kullanıldıktan sonra çalışanların olduğu bölge üzerinde değil boş bir bölgeye güvenli bir şekilde bırakılmalıdır. Yük kaldırırken de çalışanlar uyarılmalı, çalışanlar üzerinden yük taşınmamalıdır. Vinci tecrübeli ve işten anlayan çalışanlar kullanılmalı ve bu konuda bilgilendirilmelidir.
11	Atölye		İzocam malzemenin çalışma ortamı içerisinde açık ve güvensiz bir şekilde bırakılması.	Malzemede bulunan kimyasal soluma sonucu akciğere yapışır ve meslek hastalığı, iş göremezlik meydana gelme potansiyeli.	Tüm çalışanlar	3	7	3	63	Olası risk	İzocam içerisindeki uçucu kimyasal maddenin solunmasıyla akciğeri çokça tahriş edebilen bir maddedir. Bu yüzden çalışanların olduğu bölgeden uzakta uygun koşullardaki depolara taşınmalıdır.
12	Atölye		Kaynak ve oksijen tüplerinin çalışma ortamı içerisinde direkt olarak güneşle ve dışarıyla temas eden bir yerde güvensiz şekilde bırakılması.	Olası bir gaz kaçağı veya basınç değişimiyle ve kaynak çapağıyla patlama. Buna bağlı olarak yaralanma, birden çok ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	100	1	600	Çok yüksek risk	Kaynak tüplerinin çalışma ortamından uzak bir yerde, direkt güneş ile temasının olmadığı, dolu ve boşların ayrı ayrı konumlandırıldığı kendi basınç seviyelerine özgü bir tüp alanının olması gerekmektedir. Bunun için uygun bir yer tahsis edilmelidir.
13	Atölye		Tank üzerine kaynak yapmak için dayanan merdivenin bir yere sabitlenmemesi.	Merdivenin kayması veya çalışanın düşmesi sonucu kırık oluşma, yaralanma, sakatlanma	Tüm çalışanlar	6	15	2	180	Önemli risk	Merdivenin tanka ve temas ettiği zemine punta ile sabitlenmesi gerekir. Tank üzerine yetkisiz kaynakçıdan başkası çıkarmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.
14	Atölye		Vinçle yük taşımak için bağlanan sapanın kesik ve hasarlı olması.	Hasarlı sapan yük bağlıken kopabilir ve çalışanlar yükün altında kalabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	10	15	1	150	Önemli risk	Bu sapanların dayanıklılık testlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Hasarlı sapanlarla yük kaldırma işlemi yapılmamalı ve bağlanan yüke dayanıklı olacak şekilde standartlara uygun sapan veya halatlarla değişimleri yapılmalıdır. Çalışanlara da böyle hasarlı sapanları kullanmamaları gerektiği konusunda uyarılarda bulunulmalıdır.
15	Atölye		Tüp taşıma arabasının tekerleğinin hasarlı-kırık olması.	Tüpü taşıırken araba yan yatabilir. Tüpün yere veya çalışanın üzerine düşmesiyle patlayabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	40	1	240	Esas risk	Tüp taşıma arabası tekerleğinin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu araba çalışma ortamından uzaklaştırılmalı ve bir daha kullanılmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.

16	Atölye		Malzemenin dik ve güvensiz bir şekilde bırakılması.	Devrilmesi veya kayması sonucu yaralanma, sakatlık.	Tüm çalışanlar	10	3	6	180	Önemli risk	Kayıp devrilebilecek büyük metal malzemeler çalışma ortamı içerisinde dik bir şekilde bırakılmamalı. Böyle malzemeler yatay bir şekilde uygun zemine altına takozlarla desteklenerek bırakılmalıdır. Çalışanlara güvenli çalışma şekilleri eğitimi verilmelidir.
17	Atölye		Forklift üzerinde sağlık ve güvenlik işaretleri bulunmaması ve sesli tepe lambasının çalışmaması.	Geri geri gelirken sesli uyarı işaretinin eksikliğinden çalışanlara çarpabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	15	3	270	Esas risk	Yanmayan sesli tepe lambası değiştirilmelidir. Forklift gibi yük kaldırma araçlarının arka kısımlarına 3 metre mesafeden daha fazla yaklaşmaması için uyarı işaretleri asılmalıdır. Bunun yanında forklifte şoförden başka kimsenin binmemesi, kaldırma araçlarının çalıştıkları ortamlarda azami hızları gösteren, dikkat forklift çıkabilir gibi uyarıcı uygun sağlık ve güvenlik işaretleri de bulundurulmalıdır.
18	Atölye		Kaynak yapan çalışana çıplak gözle KKD kullanmadan yaklaşılması.	Kaynak ışınının gözü kamaştırması, maskesiz çalışarak kaynak dumanını soluma ve çapakların sıçramasıyla yaralanma, zehirlenme, meslek hastalığı potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	7	6	252	Esas risk	Çalışanlara KKD kullanmanın önemi ve çalışma ortamındaki risklerin vereceği zararlar konusunda İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimi verilmeli veya bu eğitimler revize edilmeli. İlgili alanlara iş güvenliği kültürünün oluşması için sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalı. Toplu koruma önlemleri alınmalı ve KKD kullanımını arttıracak düzenlemeler yapılmalı.
19	Atölye		Tavanda sarkan elektrik kablosu.	Malzemelerin ve vincin sarkan kabloya takılmasıyla yükler devrilebilir, elektrik çarpabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	15	2	180	Önemli risk	Sarkan elektrik kablosu yukarıda sabitlenmeli. Elektrik tesisatı gözden geçirilmeli.
20	Atölye		Taş motorunun elektrikle bağlantısı kesilmeden dik bir şekilde bırakılması.	Olası elektrik kesintisinde akımın gelip gitmesiyle taş motoru sekerek çalışabilir. Böylelikle yaralanma, uzuv kaybı, sakatlık potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	7	3	126	Önemli risk	Taş motorunun düz bir zemine taş kısmının yukarıda kalacak şekilde yatay olarak prizden çekilerek bırakılmasının doğru olduğu çalışanlara eğitimlerde ve hatalarında anlatılmalıdır. Bu taş motorları ani sekmelere karşı üzerinde koruyucu metal kısmı olan ve daha çok güven oluşturan taş motorlarıyla değiştirilmelidir.

21	Atölye		Forklift lastiğinin yırtık olması.	Lastik patlarsa forkliftteki yük çalışanların üzerine devrilebilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	15	2	180	Önemli risk	Lastik bir an önce değiştirilmelidir. Yük kaldırma araçlarının bakımları düzenli periyotlarla yapılmalıdır. Bakımlarının düzenli bir şekilde yapıldığına dair çizelgeler oluşturulmalıdır.
22	Atölye		Oksijen tüpünün yanlış konumda bırakılması, hortumunun düzensiz sarılması ve üzerine kıyafet bırakılması.	Olası bir çapak sıçramasıyla kıyafet yanar ve tüp patlayabilir. Yaralanma, zehirlenme, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	3	100	1	300	Esas risk	Çalışanlara kıyafetlerinin soyunma odalarında bırakılması konusunda uyarılarda bulunulmalı. Tekrarlayanlara caydırıcı cezalar verilmeli.
23	Atölye		Kaynak kedisinin yol üstü bir konumda bulunması.	Çalışanların kediye ve kablolarla takılarak düşmesiyle yaralanma potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	3	3	54	Olası risk	Kaynak makinesinin kaynak işlemi yapılacak yere yakın bir konuma çekilmesi gerekmektedir. Böylelikle kaynak makinesine bağlı olan kedi de yol üstü bir konumdan daha güvenli bir konuma geçmiş ve kaynak torcuna daha yakın olur. Bu vaziyette çalışanlar uyarılmalı.
24	Atölye		Taşlama yapan çalışanın KKD kullanmaması.	Taş motoru sekebilir ve göze çapak kaçabilir. Yaralanma, uzuv kaybı, ölüm potansiyeli	Tüm çalışanlar	10	15	3	450	Çok yüksek risk	Taşlama yapan çalışanların gözlük, maske ve yüz siperliği gibi gerekli KKD'leri kullanmaları için uyarılar yapılmalı ve bu KKD'ler çalışanlara temin edilmeli. Çalışma ortamında iş güvenliği kültürünü ve KKD kullanımını arttırmak için çalışanlara uygun cezalar verilebilir.
25	Atölye		Elektrik panosunun korunaksız ve açık bir şekilde bulunması.	Çalışma ortamındaki panonun yetkisiz kullanımında veya dışarı ile temasında elektrik çarpmasıyla yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	15	2	180	Önemli risk	Çalışma ortamındaki elektrik panolarının kapakları olmalı ve bu kapaklar kapalı şekilde bulunmalıdır. Yetkisiz kimsenin kullanmaması konusunda çalışanların fark edebilecekleri büyüklükte ve uygun renkte uyarıcı levhalar asılmalıdır.

26	Atölye		Toz altı kaynak makinesi kontrol kumandasının aşağı sarkması.	Kontrol kumandası sağa sola çarpabilir, kaynak makinesi kontrolsüz bir şekilde aşağı düşebilir ve çalışanlar altında kalabilir. Böylelikle yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	40	2	480	Çok yüksek risk	Kontrol kumandası yukarıya toz altı kaynağı yapılacak yere yakın bir konumda makine hareketlerinin kolaylıkla kontrol edebileceği şekilde bırakılmalıdır. Yetkisi olmayanların kullanmaması konusunda uyarılarda bulunulmalıdır.
27	Atölye		Metal malzemelerin malzeme dolabı üzerinde istiflenmesi.	Yanlış istifleme sonucu malzemeler devriliş çalışanların üzerine düşebilir. Böylelikle yaralanma, sakatlık, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	15	2	180	Önemli risk	Malzeme dolabı üzerine devrilebilecek araç gereçler konmamalı ve metal malzemeler istiflenmemeli. Çalışanlara istiflemenin zeminden itibaren duvara yaslı bir şekilde kontrol edilebilecek bir yüksekliğe kadar düzenli olarak yapılması gerektiği anlatılmalıdır.
28	Atölye		Acil çıkış kapısının sürekli kapalı olması.	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısından çıkamama ve acil duruma maruz kalmayla yaralanma, ölüm	Tüm çalışanlar	3	100	1	300	Esas risk	Acil çıkış kapıları olası bir acil duruma karşı çalışanların güvenle tahliye edilebilmesi için sürekli açık bırakılmalıdır. Acil çıkış kapısına giden yol üzerinde veya kapı önünde malzemeler varsa kaldırılmalıdır.
29	Atölye		Çalışma ortamındaki kabloların iç içe ve düzensiz olması.	Takılıp düşmeyle yaralanma.	Tüm çalışanlar	10	1	6	60	Olası risk	Gereksiz kablolar toplanmalı, kablolar gerili bir şekilde aletler kullanılmamalı.
30	Atölye		Hurda metal parçaların çalışma ortamına atılması.	Parça düşmesi veya takılıp düşmeyle yaralanma, sakatlık potansiyeli.	Tüm çalışanlar	6	3	6	108	Önemli risk	Metal parçalar çalışma ortamına değil hurda kazanına atılmalı. Çalışanlar bu konuda uyarılmalı. Hurda kazanlarına tabela asılarak yerleri belirtilmeli.

Oluşan risk skorları risk önem derecelerine göre sınıflandırıldığında 4 tehlike ‘olası risk’, 14 tehlike ‘önemli risk’, 7 tehlike ‘esas risk’ ve 5 tehlikenin de ‘çok büyük risk’ seviyesine sahip olduğu saptanmıştır. Her tehlikeye ait risk seviyelerini kabul edilebilir bir seviyeye düşürmek ve güvenli çalışma ortamı oluşturabilmek için alınması gereken sağlık ve güvenlik önlemleri belirlenerek çizelgeye eklenmiş, böylelikle Tablo 1’deki Finne Kinney risk analizi tamamlanmıştır.

1.2. 5x5 L Tipi Matris Risk Analizi Metodu


Yalnız başına risk analizi yapması gereken uzmanlar için en uygun teknik olan 5x5 L tipi matris metodu riskin gerçekleşmesine neden olan durumlar ile riskin gerçekleştikten sonraki sonuçları arasında ilişki kurmada kullanılmaktadır. Çeşitli süreçler içeren veya birbirinden değişik süreçlere sahip işlerin hepsi için yalnız başına yeterli olmayıp ve analistin deneyimlerine göre analizin başarısı değişebilmektedir (Hafizoğlu 2006). Bu metotta öncelikle çalışma ortamındaki tehlikeler ve tehlikelerden kaynaklanarak oluşabilecek riskler belirlenmekte, daha sonra bir olayın gerçekleşme ihtimali (olasılık) ile gerçekleşmesi takdirinde sonucunun etki derecesi (şiddet) ölçümü yapılmaktadır. Şekil 2' de gösterilen olasılık ve şiddet derecelendirme skalasındaki kriterlere göre verilen bu ölçüm değerleri risk analizi yapanın tecrübesi doğrultusunda kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir. İki ölçüm değerinin çarpımıyla elde edilen risk skorlarının derecelerine göre alınabilecek önlemler birbirinden farklı olmaktadır.






Şekil 1. L Tipi Risk Matrisi Derecelendirme Skalası







OLASILIK		SONUÇ (ŞİDDET)				
		5	4	3	2	1
5	Çok Yüksek	25	20	15	10	5
4	Yüksek	20	16	12	8	4
3	Orta	15	12	9	6	3
2	Küçük	10	8	6	4	2
1	Çok Küçük	5	4	3	2	1






Çalışmanın uygulandığı atölyede yapılan 5x5 L tipi matris risk analizi Tablo 2'de gösterilmektedir. Risk skorunun hesaplanmasında olasılık ve şiddet değerlerinin çarpımı kullanılmış ve önem dereceleri belirlenmiştir.






Tablo 2. 5x5 L Tipi Matris Risk Analizi Tablosu

Risk no	Ortam	Fotoğraf	Tehlike	Tespit edilen risk	Etkilenenler	5x5 L tipi matris risk analizi			Düzeltilici ve önleyici faaliyet tedbirleri	
						Olasılık (1-5)	Şiddet (1-5)	Risk skoru = (O x S)		
1	Atölye		Zeminde açılan çukur, boşluk	Fark edemeden düşmeyle sakatlanma, yaralanma potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	3	15	Önemli risk	Çalışma sahasında açılan çukur bir an önce kapatılmalı, eğer kapalı tutulmıyorsa etrafına bariyerler ile önlem alınmalı, gerekli sağlık ve güvenlik işaretleri bulundurulmalı ve çalışanlar uyarılmalı.



2	Atölye		Yangın tüpünün boş olması, yüksekliğinin ve konumunun yanlış olması.	Olası bir yangın anında müdahale edememe, yanmayla birden fazla ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	3	5	15	Önemli risk	Yangın tüplerinin düzenli aralıklarla kontrolleri yapılmalı, boş ise doldurulmalı. Olası bir yangına karşı yangın tüpleri, çalışanların kolayca ulaşabilecekleri konumlara yerden 90cm yukarıda olacak şekilde duvara sabitlenmeli. İlgili yönetmeliğe uygun olarak 30 metre aralıklarla yerden yüksekliği 1,20 metre olacak şekilde yangın dolapları kurulmalı ve bu yangın dolaplarında gerekli teçhizatlar bulundurulmalı.
3	Atölye		Profil kesimi daire testerenin önünde farklı malzemelerin bulunması.	Testere çalışınca önündeki cisimle temasında cismin sekmesiyle veya testereye elini kaptırmayla kesilme, yaralanma, uzuv kaybı	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Daire tipi elektrikli testere önünde yabancı cisimler bırakılmamalı, uygun sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalı, testere üzerinde kullanım talimatı bulundurulmalı ve çalışanların bu konularda bilinçlendirilmesi sağlanmalı.
4	Atölye		Acil çıkış kapısına giden yol üzerine malzemeler bırakılması ve bilgilendirici levhaların çalışanların fark edebilecekleri hizada bulunmaması.	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısına ulaşmanın engellenmesiyle acil durumda içeride mahsur kalmayla yaralanma veya ölüm.	Tüm çalışanlar	3	4	12	Orta düzey risk	Acil çıkış kapılarına giden yol üzerinde veya acil çıkış kapı önlerine kapının açılmasına veya çalışanların tahliye edilmesine engel olacak hiçbir malzeme bırakılmamalı. Çalışanlara bu konuda uyarılarda bulunulmalı.
5	Atölye		Kaynak ve oksijen tüplerinin yanlış şekilde araçtan indirilip elle taşınması.	Tüplerin taşırken düşüp patlamasıyla birden fazla ölüm, facia	Tüm çalışanlar	4	5	20	Önemli risk	Tüpler elle değil vinç ile arabadan indirilmeli, tüp taşıma arabasıyla istenilen yere taşınmalı. Çalışanlara tüp indiriminin ve taşımının nasıl güvenli bir şekilde yapılması gerektiği hakkında bilgilendirmeler yapılmalı.
6	Atölye		Çalışma ortamında bir araya düzensiz bırakılan malzemeler.	Çalışma ortamının ve malzemelerin düzensizliğiyle tutuşabilecek malzemelerin varlığı. Takılıp düşme, yanma, yaralanma, sakatlanma.	Tüm çalışanlar	5	3	15	Önemli risk	Çalışma ortamında belirli bir düzene göre çalışma yapılmalı ve malzemeler ihtiyaç halinde kolaylıkla ulaşılacak yerlere bırakılmalı. Bu düzensizlikle çalışanlar, araç-gereçleri arama sorunu ve ararken yaralanma veya sakatlanma yaşamaları için uyarılmalı, çalışma ortamında bir düzen dahilinde iş yapılabilmesi için ortak çalışmalar yapılmalıdır.

7	Atölye		Jeneratör önüne ve üzerine malzeme bırakılması, uyarıcı levhaların bulunmaması.	Jeneratör çalıştırılmak istendiğinde çevresindeki malzemelere takılıp düşme veya yukarıdan cisimlerin düşmesiyle yaralanma, sakatlık.	Tüm çalışanlar	3	3	9	Orta düzey risk	Jeneratöre, etrafa ve jeneratör üzerine malzeme bırakılmaması konusunda uyarıcı levhalar asılmalı ve çalışanlar bu konuda bilgilendirilmeli. Ayrıca jeneratör üzerinde kullanma talimatı bulundurulmalı.
8	Atölye		Donam sac malzemenin yola doğru güvensiz bir şekilde bırakılması.	Sac kaydığında veya yola doğru devrildiğinde yaralanma, birden fazla ölüm.	Tüm çalışanlar	4	5	20	Önemli risk	Sac yola doğru değil de atölye içerisine daha güvenli bir yere, altına sağlam takozlar koyularak sabitlenmeli.
9	Atölye		Ağzı açık konumda bırakılan elektrikli metal kesme testeresi.	Elektrik sorununda veya yanlış çalıştırmada yaralanma, uzuv kaybı.	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Elektrikli testere her zaman aşağı konumda kapalı olacak şekilde bırakılmalıdır. Çalışanlar kullandıktan sonra böyle bırakmaları için uyarılmalıdır. Üzerine yetkili harici kimsenin kullanmaması konusunda levha asılmalı ve kullanım talimatı bulundurulmalıdır.
10	Atölye		Çalışanların olduğu bölge üzerinde bırakılan vinç.	Olası bir elektrik kesintisinde veya halat kopmasında yaralanma, ölüm.	Tüm çalışanlar	3	5	15	Önemli risk	Vinç her zaman kullanıldıktan sonra çalışanların olduğu bölge üzerinde değil boş bir bölgeye güvenli bir şekilde bırakılmalıdır. Yük kaldırırken de çalışanlar uyarılmalı, çalışanlar üzerinden yük taşınmamalıdır. Vinci tecrübeli ve işten anlayan çalışanlar kullanılmalı ve bu konuda bilgilendirilmelidir.
11	Atölye		İzocam malzemenin çalışma ortamı içerisine açık ve güvensiz bir şekilde bırakılması.	Malzemede bulunan kimyasal soluma sonucu akciğere yapışır ve meslek hastalığı, iş göremezlik meydana gelme potansiyeli.	Tüm çalışanlar	3	4	12	Orta düzey risk	İzocam içerisindeki uçucu kimyasal maddenin solunmasıyla akciğeri çokça tahriş edebilen bir maddedir. Bu yüzden çalışanların olduğu bölgeden uzakta uygun koşullardaki depolara taşınmalıdır.
12	Atölye		Kaynak ve oksijen tüplerinin çalışma ortamı içerisinde direkt olarak güneşle ve dışarıyla temas eden bir yerde güvensiz şekilde bırakılması.	Olası bir gaz kaçağı veya basınç değişimiyle ve kaynak çapağıyla patlama. Buna bağlı olarak yaralanma, birden çok ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	5	25	Kabul edilemez risk	Kaynak tüplerinin çalışma ortamından uzak bir yerde, direkt güneş ile temasının olmadığı, dolu ve boşların ayrı ayrı konumlandırıldığı kendi basınç seviyelerine özgü bir tüp alanının olması gerekmektedir. Bunun için uygun bir yer tahsis edilmelidir.

13	Atölye		Tank üzerine kaynak yapmak için dayanan merdivenin bir yere sabitlenmemesi.	Merdivenin kayması veya çalışanın düşmesi sonucu kırık oluşma, yaralanma, sakatlanma	Tüm çalışanlar	5	4	20	Önemli risk	Merdivenin tanka ve temas ettiği zemine punta ile sabitlenmesi gerekir. Tank üzerine yetkisiz kaynakçıdan başkası çıkarmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.
14	Atölye		Vinçle yük taşımak için bağlanan sapanın kesik ve hasarlı olması.	Hasarlı sapan yük bağlarken kopabilir ve çalışanlar yükün altında kalabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	5	25	Kabul edilemez risk	Bu sapanların dayanıklılık testlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Hasarlı sapanlarla yük kaldırma işlemi yapılmamalı ve bağlanan yüke standartlara uygun sapan veya halatlarla değişimleri yapılmalıdır. Çalışanlara da böyle hasarlı sapanları kullanmamaları gerektiği konusunda uyarılarda bulunulmalıdır.
15	Atölye		Tüp taşıma arabasının tekerleğinin hasarlı-kırık olması.	Tüpü taşıırken araba yan yatabilir. Tüpün yere veya çalışanın üzerine düşmesiyle patlayabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Tüp taşıma arabası tekerleğinin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu araba çalışma ortamından uzaklaştırılmalı ve bir daha kullanılmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.
16	Atölye		Malzemenin dik ve güvensiz bir şekilde bırakılması.	Devrilmesi veya kayması sonucu yaralanma, sakatlık.	Tüm çalışanlar	5	3	15	Önemli risk	Kayıp devrilebilecek büyük metal malzemeler çalışma ortamı içerisinde dik bir şekilde bırakılmamalı. Böyle malzemeler yatay bir şekilde uygun zemine altına takozlarla desteklenerek bırakılmalıdır. Çalışanlara güvenli çalışma şekilleri eğitimi verilmelidir.
17	Atölye		Forklift üzerinde sağlık ve güvenlik işaretleri bulunmaması ve sesli tepe lambasının çalışmaması.	Geri geri gelirken sesli uyarı işaretinin eksikliğinden çalışanlara çarpabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Yanmayan sesli tepe lambası değiştirilmelidir. Forklift gibi yük kaldırma araçlarının arka kısımlarına 3 metre mesafeden daha fazla yaklaşılması için uyarı işaretleri asılmalıdır. Bunun yanında forklifte şoförden başka kimsenin binmemesi, kaldırma araçlarının çalıştıkları ortamlarda azami hızları gösteren, dikkat forklift çıkabilir gibi uyarıcı uygun sağlık ve güvenlik işaretleri de bulundurulmalıdır.

18	Atölye		Kaynak yapan çalışana çıplak gözle KKD kullanmadan yaklaşılması.	Kaynak ışınının gözü kamaştırması, maskesiz çalışarak kaynak dumanını soluma ve çapakların sıçramasıyla yaralanma, zehirlenme, meslek hastalığı potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	4	20	Önemli risk	Çalışanlara KKD kullanmanın önemi ve çalışma ortamındaki risklerin vereceği zararlar konusunda İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimi verilmeli veya bu eğitimler revize edilmeli. İlgili alanlara iş güvenliği kültürünün oluşması için sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalı. Toplu koruma önlemleri alınmalı ve KKD kullanımını arttıracak düzenlemeler yapılmalı.
19	Atölye		Tavanda sarkan elektrik kablosu.	Malzemelerin ve vincin sarkan kabloya takılmasıyla yükler devrilebilir, elektrik çarpabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Sarkan elektrik kablosu yukarıda sabitlenmeli. Elektrik tesisatı gözden geçirilmeli.
20	Atölye		Taş motorunun elektrikle bağlantısı kesilmeden dik bir şekilde bırakılması.	Olası elektrik kesintisinde akımın gelip gitmesiyle taş motoru sekerek çalışabilir. Böylelikle yaralanma, uzuv kaybı, sakatlık potansiyeli.	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Taş motorunun düz bir zemine taş kısmının yukarıda kalacak şekilde yatay olarak ve prizden çekilerek bırakılmasının doğru olduğu çalışanlara eğitimlerde ve hatalarında anlatılmalıdır. Bu taş motorları ani sekmelere karşı üzerinde koruyucu metal kısmı olan ve daha çok güven oluşturan taş motorlarıyla değiştirilmelidir.
21	Atölye		Forklift lastiğinin yırtık olması.	Lastik patlarsa forkliftteki yük çalışanların üzerine devrilebilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	3	4	12	Orta düzey risk	Lastik bir an önce değiştirilmelidir. Yük kaldırma araçlarının bakımları düzenli periyotlarla yapılmalıdır. Bakımlarının düzenli bir şekilde yapıldığına dair çizelgeler oluşturulmalıdır.
22	Atölye		Oksijen tüpünün yanlış konumda bırakılması, hortumunun düzensiz sarılması ve üzerine kıyafet bırakılması.	Olası bir çapak sıçramasıyla kıyafet yanar ve tüp patlayabilir. Yaralanma, zehirlenme, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	4	5	20	Önemli risk	Çalışanlara kıyafetlerinin soyunma odalarında bırakılması konusunda uyarılarda bulunulmalı. Tekrarlayanlara caydırıcı cezalar verilmeli.

23	Atölye		Kaynak kedisinin yol üstü bir konumda bulunması.	Çalışanların kediye ve kablolarla takılarak düşmesiyle yaralanma potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	3	15	Önemli risk	Kaynak makinesinin kaynak işlemi yapılacak yere yakın bir konuma çekilmesi gerekmektedir. Böylelikle kaynak makinesine bağlı olan kedi de yol üstü bir konumdan daha güvenli bir konuma geçmiş ve kaynak torcuna daha yakın olur. Bu vaziyette çalışanlar uyarılmalı.
24	Atölye		Taşlama yapan çalışanın KKD kullanmaması.	Taş motoru sekebilir ve göze çapak kaçabilir. Yaralanma, uzuv kaybı, ölüm potansiyeli	Tüm çalışanlar	5	4	20	Önemli risk	Taşlama yapan çalışanların gözlük, maske ve yüz siperliği gibi gerekli KKD'leri kullanmaları için uyarılar yapılmalı ve bu KKD'ler çalışanlara temin edilmeli. Çalışma ortamında iş güvenliği kültürünü ve KKD kullanımını arttırmak için çalışanlara uygun cezalar verilebilir.
25	Atölye		Elektrik panosunun korunaksız ve açık bir şekilde bulunması.	Çalışma ortamındaki panonun yetkisiz kullanımında veya dışarı ile temasında elektrik çarpmasıyla yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Çalışma ortamındaki elektrik panolarının kapakları olmalı ve bu kapaklar kapalı şekilde bulunmalıdır. Yetkisiz kimsenin kullanmaması konusunda çalışanların fark edebilecekleri büyüklükte ve uygun renkte uyarıcı levhalar asılmalıdır.
26	Atölye		Toz altı kaynak makinesi kontrol kumandasının aşağı sarkması.	Kontrol kumandası sağa sola çarpabilir, kaynak makinesi kontrolsüz bir şekilde aşağı düşebilir ve çalışanlar altında kalabilir. Böylelikle yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	4	4	16	Önemli risk	Kontrol kumandası yukarıya toz altı kaynağı yapılacak yere yakın bir konumda makine hareketlerinin kolaylıkla kontrol edebileceği şekilde bırakılmalıdır. Yetkisi olmayanların kullanmaması konusunda uyarılarda bulunulmalıdır.
27	Atölye		Metal malzemelerin malzeme dolabı üzerinde istiflenmesi.	Yanlış istifleme sonucu malzemeler devrilip çalışanların üzerine düşebilir. Böylelikle yaralanma, sakatlık, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	4	20	Önemli risk	Malzeme dolabı üzerine devrilebilecek araç gereçler konmamalı ve metal malzemeler istiflenmemeli. Çalışanlara istiflemenin zeminden itibaren duvara yaslı bir şekilde kontrol edilebilecek bir yüksekliğe kadar düzenli olarak yapılması gerektiği anlatılmalıdır.
28	Atölye		Acil çıkış kapısının sürekli kapalı olması.	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısından çıkamama ve acil duruma maruz kalmayla yaralanma, ölüm	Tüm çalışanlar	3	5	15	Önemli risk	Acil çıkış kapıları olası bir acil duruma karşı çalışanların güvenle tahliye edilebilmesi için sürekli açık bırakılmalıdır. Acil çıkış kapısına giden yol üzerinde veya kapı önünde malzemeler varsa kaldırılmalıdır.

29	Atölye		Çalışma ortamındaki kabloların iç içe ve düzensiz olması.	Takılıp düşmeyle yaralanma.	Tüm çalışanlar	5	2	10	Orta düzey risk	Gereksiz kablolar toplanmalı, kablolar gerili bir şekilde aletler kullanılmamalı.
30	Atölye		Hurda metal parçaların çalışma ortamına atılması.	Parça düşmesi veya takılıp düşmeyle yaralanma, sakatlık potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	3	15	Önemli risk	Metal parçalar çalışma ortamına değil hurda kazanına atılmalı. Çalışanlar bu konuda uyarılmalı. Hurda kazanlarına tabela asılarak yerleri belirtilmeli.

Oluşan risk skorları incelendiğinde 2 adet “kabul edilemez risk düzeyi”, 23 adet “önemli risk düzeyi” ve 5 adet “orta risk düzeyi” ortaya çıkmaktadır.

1.3. Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodu (FMEA)

Ürünlerin ve süreçlerin geliştirilmesinde öncelikli olarak hata riskinin ortadan kaldırılmasına odaklanan ve bu amaçla yapılan çalışmalarını belgelendiren bir teknik olan FMEA önleyici faaliyetlerle ilgilenmektedir. Bu metotta başarısızlığın yaşanabileceği kısımların ayrı ayrı analizi yapılır, kişisel düşünceler de dikkate alınarak değer biçilir ve sistem bölümlerinin hepsine uygulanır. Kullanımı kolaydır ve geniş teorik bilgi gerektirmemektedir (Özkılıç 2005, Hafizoğlu 2006).





FMEA metodunda ilk önce olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerleri atanmakta ve bu değerler çarpılarak Risk Öncelik Sırası (RÖS) hesaplanmaktadır Daha sonra hatalar Şekil 2’de yer alan RÖS’e göre sıralanarak önlem alınması gereken düzeyde olan risklere özgü önlemler belirlenmektedir. Öngörülen önlemlerin uygulanmasından sonra tekrar aynı potansiyel hataların (risk) olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerleri bulunarak yeni RÖS değerlerinin hesaplanmaktadır. Böylelikle riskler kabul edilebilir bir seviyeye indirilmiş olmaktadır (Osman ve Aran 2009).






Şekil 2. Risk Öncelik Sırası Değerleri







Sıra	Risk Öncelik Değeri	Karar
1	01 - 50 arası	Düşük Riskli
2	50 - 100 arası	Orta Riskli
3	100 - 200 arası	Yüksek Riskli
4	200 - 1000 arası	Çok Yüksek Riskli






Kaynak atölyesinde gerçekleştirilen FMEA risk analizi için belirlenen olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerleri ve bunların çarpımı sonucu elde edilen risk skorları Tablo3’te gösterilmektedir.






Tablo 3. FMEA Risk Analizi Tablosu






Risk no	Ortam	Fotoğraf	Tehlike	Tespit edilen risk	FMEA risk analizi				Düzeltilici ve önleyici faaliyet tedbirleri	
					Etkilenenler	Olasılık	Şiddet	Fark edilebilirlik		Risk skoru = (O x Ş x FE)
1	Atölye		Zeminde açılan çukur, boşluk	Fark edemeden düşmeyle sakatlanma, yaralanma potansiyeli.	Tüm çalışanlar	9	5	8	360	Çalışma sahasında açılan çukur bir an önce kapatılmalı, eğer kapalı tutulmıyorsa etrafına bariyerler ile önlem alınmalı, gerekli sağlık ve güvenlik işaretleri bulundurulmalı ve çalışanlar uyarılmalı.
2	Atölye		Yangın tüpünün boş olması, yüksekliğinin ve konumunun yanlış olması.	Olası bir yangın anında müdahale edememe, yanmayla birden fazla ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	10	4	200	Yangın tüplerinin düzenli aralıklarla kontrolleri yapılmalı, boş ise doldurulmalı. Olası bir yangına karşı yangın tüpleri, çalışanların kolayca ulaşabilecekleri konumlara yerden 90cm yukarıda olacak şekilde duvara sabitlenmeli. İlgili yönetmeliğe uygun olarak 30 metre aralıklarla yerden yüksekliği 1,20 metre olacak şekilde yangın dolapları kurulmalı ve bu yangın dolaplarında gerekli teçhizatlar bulundurulmalı.
3	Atölye		Profil kesimi daire testerenin önünde farklı malzemelerin bulunması.	Testere çalışınca önündeki cisimle temasında cismin sekmesiyle veya testereye elini kaptırma ile kesilme, yaralanma, uzuv kaybı	Tüm çalışanlar	8	6	6	288	Daire tipi elektrikli testere önünde yabancı cisimler bırakılmamalı, uygun sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalı, testere üzerinde kullanım talimatı bulundurulmalı ve çalışanların bu konularda bilinçlendirilmesi sağlanmalı.
4	Atölye		Acil çıkış kapısına giden yol üzerine malzemeler bırakılması ve bilgilendirici levhaların çalışanların fark edebilecekleri hizada bulunmaması.	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısına ulaşmanın engellenmesiyle acil durumda içeride mahsur kalmayla yaralanma veya ölüm.	Tüm çalışanlar	5	8	4	160	Acil çıkış kapılarına giden yol üzerinde veya acil çıkış kapı önlerine kapının açılmasına veya çalışanların tahliye edilmesine engel olacak hiçbir malzeme bırakılmamalı. Çalışanlara bu konuda uyarılarda bulunulmalı.

5	Atölye		Kaynak ve oksijen tüplerin yanlış şekilde araçtan indirilip elle taşınması.	Tüplerin taşırken düşüp patlamasıyla birden fazla ölüm, facia	Tüm çalışanlar	8	10	7	560	Tüpler elle değil vinç ile arabadan indirilmeli, tüp taşıma arabasıyla istenilen yere taşınmalı. Çalışanlara tüp indirmenin ve taşımının nasıl güvenli bir şekilde yapılması gerektiği hakkında bilgilendirmeler yapılmalı.
6	Atölye		Çalışma ortamında bir araya düzensiz bırakılan malzemeler.	Çalışma ortamının ve malzemelerin düzensizliğiyle tutuşabilecek malzemelerin varlığı. Takılıp düşme, yanma, yaralanma, sakatlanma.	Tüm çalışanlar	10	5	8	400	Çalışma ortamında belirli bir düzene göre çalışma yapılmalı ve malzemeler ihtiyaç halinde kolaylıkla ulaşılabilecek yerlere bırakılmalı. Bu düzensizlikle çalışanlar, araç-gereçleri arama sorunu ve ararken yaralanma veya sakatlanma yaşamamaları için uyarılmalı, çalışma ortamında bir düzen dahilinde iş yapılabilmesi için ortak çalışmalar yapılmalıdır.
7	Atölye		Jeneratör önüne ve üzerine malzeme bırakılması, uyarıcı levhaların bulunmaması.	Jeneratör çalıştırılmak istendiğinde çevresindeki malzemelere takılıp düşme veya yukarıdan cisimlerin düşmesiyle yaralanma, sakatlık.	Tüm çalışanlar	8	5	7	280	Jeneratöre, etrafa ve jeneratör üzerine malzeme bırakılmaması konusunda uyarıcı levhalar asılmalı ve çalışanlar bu konuda bilgilendirilmeli. Ayrıca jeneratör üzerinde kullanma talimatı bulundurulmalı.
8	Atölye		Donam sac malzemenin yola doğru güvensiz bir şekilde bırakılması.	Sac kaydığında veya yola doğru devrildiğinde yaralanma, birden fazla ölüm.	Tüm çalışanlar	8	8	7	448	Sac yola doğru değil de atölye içerisine daha güvenli bir yere, altına sağlam takozlar koyularak sabitlenmeli.
9	Atölye		Ağız açık konumda bırakılan elektrikli metal kesme testeresi.	Elektrik sorununda veya yanlış çalıştırmada yaralanma, uzuv kaybı.	Tüm çalışanlar	8	6	7	336	Elektrikli testere her zaman aşağı konumda kapalı olacak şekilde bırakılmalıdır. Çalışanlar kullandıktan sonra böyle bırakmaları için uyarılmalıdır. Üzerine yetkili harici kimsenin kullanmaması konusunda levha asılmalı ve kullanım talimatı bulundurulmalıdır.

10	Atölye		Çalışanların olduğu bölge üzerinde bırakılan vinç.	Olası bir elektrik kesintisinde veya halat kopmasında yaralanma, ölüm.	Tüm çalışanlar	5	8	4	160	Vinç her zaman kullanıldıktan sonra çalışanların olduğu bölge üzerinde değil boş bir bölgeye güvenli bir şekilde bırakılmalıdır. Yük kaldırırken de çalışanlar uyarılmalı, çalışanlar üzerinden yük taşınmamalıdır. Vinci tecrübeli ve işten anlayan çalışanlar kullanmalı ve bu konuda bilgilendirilmelidir.
11	Atölye		İzocam malzemenin çalışma ortamı içerisine açık ve güvensiz bir şekilde bırakılması.	Malzemede bulunan kimyasal solunması sonucu akciğere yapışır ve meslek hastalığı, iş göremezlik meydana gelme potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	6	4	120	İzocam içerisindeki uçucu kimyasal maddenin solunmasıyla akciğeri çokça tahriş edebilen bir maddedir. Bu yüzden çalışanların olduğu bölgeden uzakta uygun koşullardaki depolara taşınmalıdır.
12	Atölye		Kaynak ve oksijen tüplerinin çalışma ortamı içerisinde direkt olarak güneşle ve dışarıyla temas eden bir yerde güvensiz şekilde bırakılması.	Olası bir gaz kaçağı veya basınç değişimiyle ve kaynak çapağıyla patlama. Buna bağlı olarak yaralanma, birden çok ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	10	7	560	Kaynak tüplerinin çalışma ortamından uzak bir yerde, direkt güneş ile temasının olmadığı, dolu ve boşların ayrı ayrı konumlandırıldığı kendi basınç seviyelerine özgü bir tüp alanının olması gerekmektedir. Bunun için uygun bir yer tahsis edilmelidir.
13	Atölye		Tank üzerine kaynak yapmak için dayanan merdivenin bir yere sabitlenmemesi.	Merdivenin kayması veya çalışanın düşmesi sonucu kırık oluşma, yaralanma, sakatlanma	Tüm çalışanlar	8	7	7	392	Merdivenin tanka ve temas ettiği zemine punta ile sabitlenmesi gerekir. Tank üzerine yetkisiz kaynakçıdan başkası çıkması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.
14	Atölye		Vinçle yük taşımak için bağlanan sapanın kesik ve hasarlı olması.	Hasarlı sapan yük bağlıken kopabilir ve çalışanlar yükün altında kalabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	10	7	8	560	Bu sapanların dayanıklılık testlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Hasarlı sapanlarla yük kaldırma işlemi yapılmamalı ve bağlanan yüke dayanıklı olacak şekilde standartlara uygun sapan veya halatlarla değişimleri yapılmalıdır. Çalışanlara da böyle hasarlı sapanları kullanmamaları gerektiği konusunda uyarılarda bulunulmalıdır.
15	Atölye		Tüp taşıma arabasının tekerleğinin hasarlı-kırık olması.	Tüpü taşıırken araba yan yatabilir. Tüpün yere veya çalışanın üzerine düşmesiyle patlayabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	8	7	448	Tüp taşıma arabası tekerleğinin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu araba çalışma ortamından uzaklaştırılmalı ve bir daha kullanılmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.

16	Atölye		Malzemenin dik ve güvensiz bir şekilde bırakılması.	Devrilmesi veya kayması sonucu yaralanma, sakatlık.	Tüm çalışanlar	10	5	8	400	Kayıp devrilebilecek büyük metal malzemeler çalışma ortamı içerisinde dik bir şekilde bırakılmamalı. Böyle malzemeler yatay bir şekilde uygun zemine altına takozlarla desteklenerek bırakılmalıdır. Çalışanlara güvenli çalışma şekilleri eğitimi verilmelidir.
17	Atölye		Forklift üzerinde sağlık ve güvenlik işaretleri bulunmaması ve sesli tepe lambasının çalışmaması.	Geri geri gelirken sesli uyarı işaretinin eksikliğinden çalışanlara çarpabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	7	7	392	Yanmayan sesli tepe lambası değiştirilmelidir. Forklift gibi yük kaldırma araçlarının arka kısımlarına 3 metre mesafeden daha fazla yaklaşılması için uyarı işaretleri asılmalıdır. Bunun yanında forklifte şoförden başka kimsenin binmemesi, kaldırma araçlarının çalıştıkları ortamlarda azami hızları gösteren, dikkat forklift çıkabilir gibi uyarıcı uygun sağlık ve güvenlik işaretleri de bulundurulmalıdır.
18	Atölye		Kaynak yapan çalışana çıplak gözle KKD kullanmadan yaklaşılmaması.	Kaynak ışınının gözü kamaştırması, maskesiz çalışarak kaynak dumanını soluma ve çapakların sıçramasıyla yaralanma, zehirlenme, meslek hastalığı potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	6	7	336	Çalışanlara KKD kullanmanın önemi ve çalışma ortamındaki risklerin vereceği zararlar konusunda İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimi verilmeli veya bu eğitimler revize edilmeli. İlgili alanlara iş güvenliği kültürünün oluşması için sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalı. Toplu koruma önlemleri alınmalı ve KKD kullanımını arttıracak düzenlemeler yapılmalı.
19	Atölye		Tavanda sarkan elektrik kablosu.	Malzemelerin ve vincin sarkan kabloya takılmasıyla yükler devrilebilir, elektrik çarpabilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	7	7	392	Sarkan elektrik kablosu yukarıda sabitlenmeli. Elektrik tesisatı gözden geçirilmeli.
20	Atölye		Taş motorunun elektrikle bağlantısı kesilmeden dik bir şekilde bırakılması.	Olası elektrik kesintisinde akımın gelip gitmesiyle taş motoru sekerek çalışabilir. Böylelikle yaralanma, uzuv kaybı, sakatlık potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	6	7	336	Taş motorunun düz bir zemine taş kısmının yukarıda kalacak şekilde yatay olarak ve prizden çekilerek bırakılmasının doğru olduğu çalışanlara eğitimlerde ve hatalarında anlatılmalıdır. Bu taş motorları ani sekmelere karşı üzerinde koruyucu metal kısmı olan ve daha çok güven oluşturan taş motorlarıyla değiştirilmelidir.

21	Atölye		Forklift lastiğinin yırtık olması.	Lastik patlarsa forkliftteki yük çalışanların üzerine devrilebilir. Yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	7	7	392	Lastik bir an önce değiştirilmelidir. Yük kaldırma araçlarının bakımları düzenli periyotlarla yapılmalıdır. Bakımlarının düzenli bir şekilde yapıldığına dair çizelgeler oluşturulmalıdır.
22	Atölye		Oksijen tüpünün yanlış konumda bırakılması, hortumunun düzensiz sarılması ve üzerine kıyafet bırakılması.	Olası bir çapak sıçramasıyla kıyafet yanar ve tüp patlayabilir. Yaralanma, zehirlenme, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	5	10	4	200	Çalışanlara kıyafetlerinin soyunma odalarında bırakılması konusunda uyarılarda bulunulmalı. Tekrarlayanlara caydırıcı cezalar verilmeli.
23	Atölye		Kaynak kedisinin yol üstü bir konumda bulunması.	Çalışanların kediye ve kablolarla takılarak düşmesiyle yaralanma potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	5	7	280	Kaynak makinesinin kaynak işlemi yapılacak yere yakın bir konuma çekilmesi gerekmektedir. Böylelikle kaynak makinesine bağlı olan kedi de yol üstü bir konumdan daha güvenli bir konuma geçmiş ve kaynak torcuna daha yakın olur. Bu vaziyette çalışanlar uyarılmalı.
24	Atölye		Taşlama yapan çalışanın KKD kullanmaması.	Taş motoru sekebilir ve göze çapak kaçabilir. Yaralanma, uzuv kaybı, ölüm potansiyeli	Tüm çalışanlar	10	7	8	560	Taşlama yapan çalışanların gözlük, maske ve yüz siperliği gibi gerekli KKD'leri kullanmaları için uyarılar yapılmalı ve bu KKD'ler çalışanlara temin edilmeli. Çalışma ortamında iş güvenliği kültürünü ve KKD kullanımını arttırmak için çalışanlara uygun cezalar verilebilir.
25	Atölye		Elektrik panosunun korunaksız ve açık bir şekilde bulunması.	Çalışma ortamındaki panonun yetkisiz kullanımında veya dışarı ile temasında elektrik çarpmasıyla yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	7	7	392	Çalışma ortamındaki elektrik panolarının kapakları olmalı ve bu kapaklar kapalı şekilde bulunmalıdır. Yetkisiz kimsenin kullanmaması konusunda çalışanların fark edebilecekleri büyüklükte ve uygun renkte uyarıcı levhalar asılmalıdır.

26	Atölye		Toz altı kaynak makinesi kontrol kumandasının aşağı sarkması.	Kontrol kumandası sağa sola çarpabilir, kaynak makinesi kontrolsüz bir şekilde aşağı düşebilir ve çalışanlar altında kalabilir. Böylelikle yaralanma, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	8	7	448	Kontrol kumandası yukarıya toz altı kaynağı yapılacak yere yakın bir konumda makine hareketlerinin kolaylıkla kontrol edebileceği şekilde bırakılmalıdır. Yetkisi olmayanların kullanmaması konusunda uyarılarda bulunulmalıdır.
27	Atölye		Metal malzemelerin malzeme dolabı üzerinde istiflenmesi.	Yanlış istifleme sonucu malzemeler devriliş çalışanların üzerine düşebilir. Böylelikle yaralanma, sakatlık, ölüm potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	7	7	392	Malzeme dolabı üzerine devrilebilecek araç gereçler konmamalı ve metal malzemeler istiflenmemeli. Çalışanlara istiflemenin zeminden itibaren duvara yaslı bir şekilde kontrol edilebilecek bir yüksekliğe kadar düzenli olarak yapılması gerektiği anlatılmalıdır.
28	Atölye		Acil çıkış kapısının sürekli kapalı olması.	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısından çıkamama ve acil duruma maruz kalmayla yaralanma, ölüm	Tüm çalışanlar	5	10	4	200	Acil çıkış kapıları olası bir acil duruma karşı çalışanların güvenle tahliye edilebilmesi için sürekli açık bırakılmalıdır. Acil çıkış kapısına giden yol üzerinde veya kapı önünde malzemeler varsa kaldırılmalıdır.
29	Atölye		Çalışma ortamındaki kabloların iç içe ve düzensiz olması.	Takılıp düşmeyle yaralanma.	Tüm çalışanlar	10	2	8	160	Gereksiz kablolar toplanmalı, kablolar gerili bir şekilde aletler kullanılmamalı.
30	Atölye		Hurda metal parçaların çalışma ortamına atılması.	Parça düşmesi veya takılıp düşmeyle yaralanma, sakatlık potansiyeli.	Tüm çalışanlar	8	5	7	280	Metal parçalar çalışma ortamına değil hurda kazanına atılmalı. Çalışanlar bu konuda uyarılmalı. Hurda kazanlarına tabela asılarak yerleri belirtilmeli.

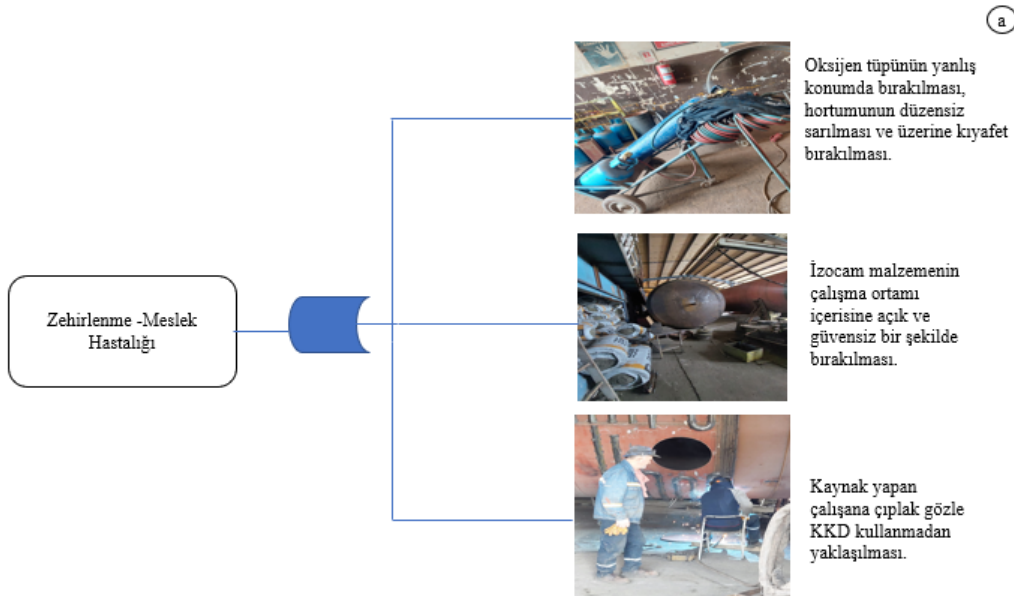
Tablo3'teki sonuçlara göre 23 adet "çok yüksek riskli" ve 7 adet "yüksek riskli" olasılık olduğu görülmektedir.

1.4. Hata Ağacı Analizi Metodu (FTA)

Bir işyerinde yapılan çalışmalarla ilgili kritik hataların veya esas (majör) hataların sebeplerinin ve olası karşıt önlemlerinin şematik olarak uygun sembollerle gösterimi olan FTA metodunun amacı fiziksel ve insan kaynaklı hata olaylarına sebep olacak yolları tanımlamaktır. Bu metot belirli bir hata olayı üzerine odaklanmakta ve daha sonra potansiyel alt olayları mantıksal bir biçimde diyagram olarak göstermektedir. Şematize şekilde insanlardan ya da malzemelerden kaynaklı hasarların olası kombinasyonlarını oluşturur. Böylelikle sistemi oluşturan her bir parçanın modifiye edilmesi, çıkarılması veya elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Özkılıç 2005).

FTA metodunda ilk önce amaç ve bu amaca bağlı olarak sistemin istenmeyen olayı (ana olay) belirlenmektedir. Çalışmada ele alınan atölye için hazırlanan FTA metodunda elde edilen sonuçlar Şekil 3'te gösterilmektedir.

Şekil 3. FTA risk analizi (a) Zehirlenme ve meslek hastalığına neden olanlar, (b) uzuv kaybına neden olanlar, (c) yanma olayına neden olanlar, (d) patlama- birden fazla ölüme neden olanlar, (e) yaralanmaya neden olanlar, (f) ölüme neden olanlar ve (g) sakatlanmaya neden olanlar.



Uzuv Kaybı



Ağız açık konumda bırakılan elektrikli metal kesme testeresi.

(b)



Taşlama yapan çalışanın KKD kullanmaması.



Taş motorunun elektrikle bağlantısı kesilmeden dik bir şekilde bırakılması.



Profil kesimi daire testerenin önünde farklı malzemelerin bulunması.

Yanma

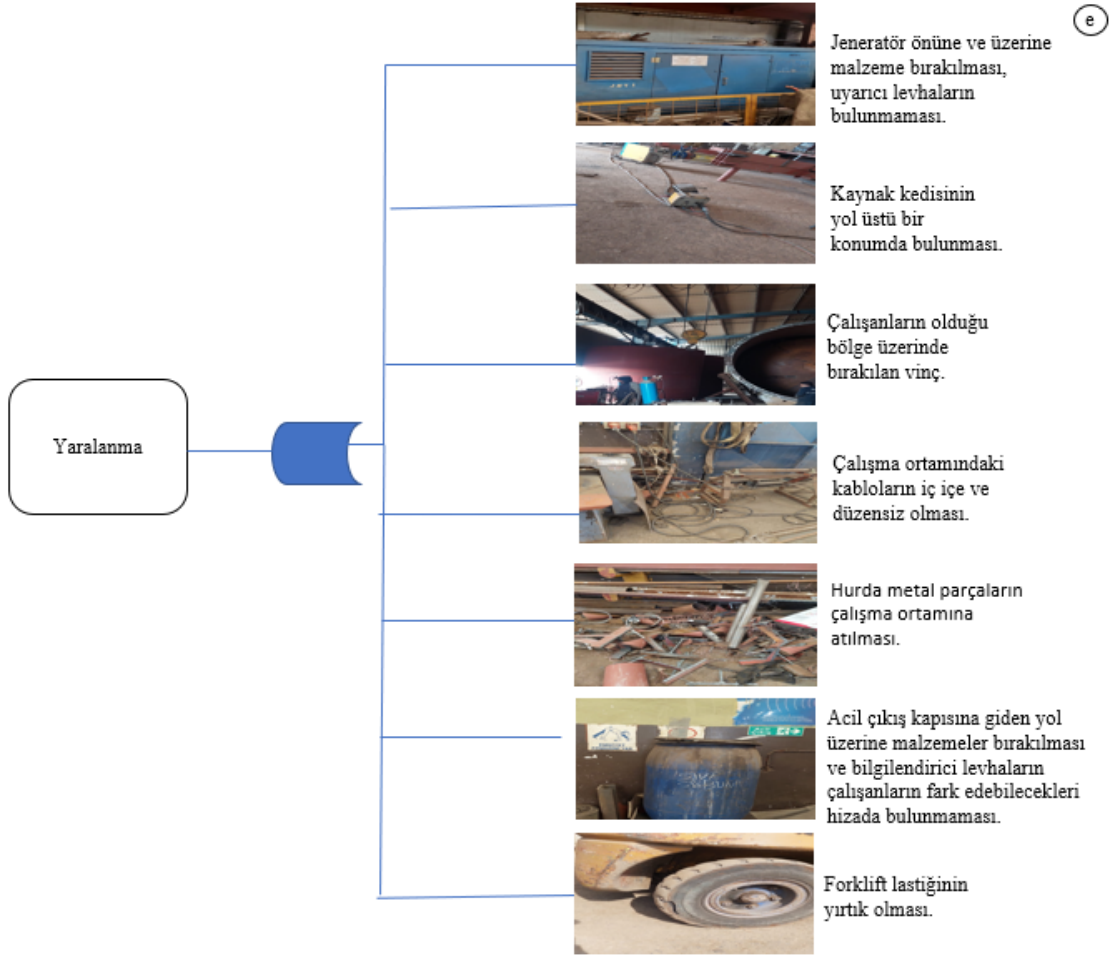
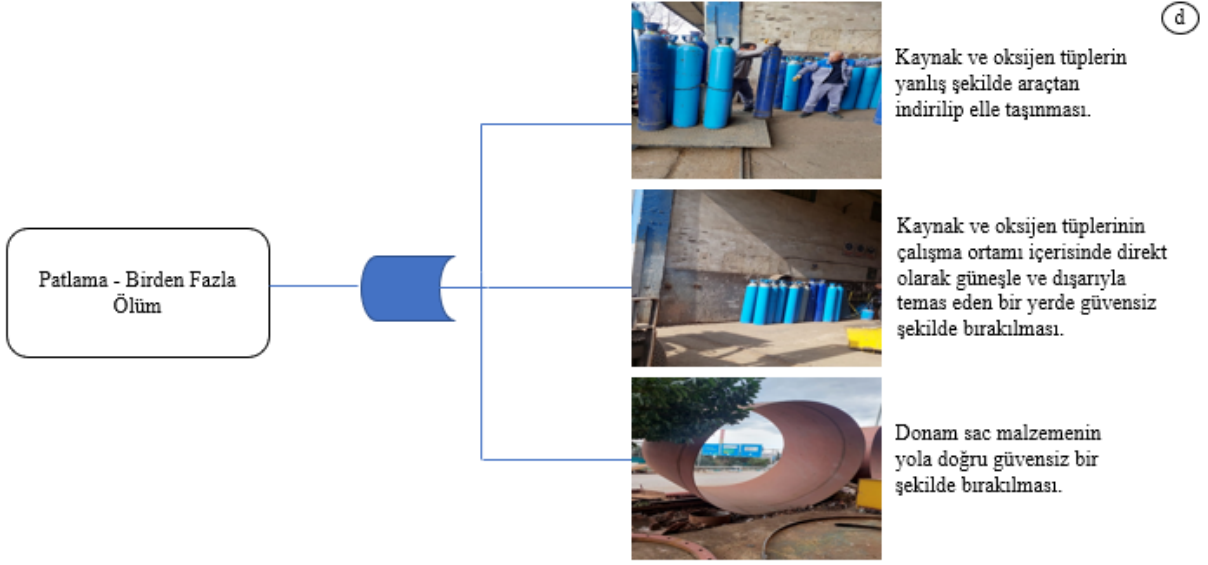


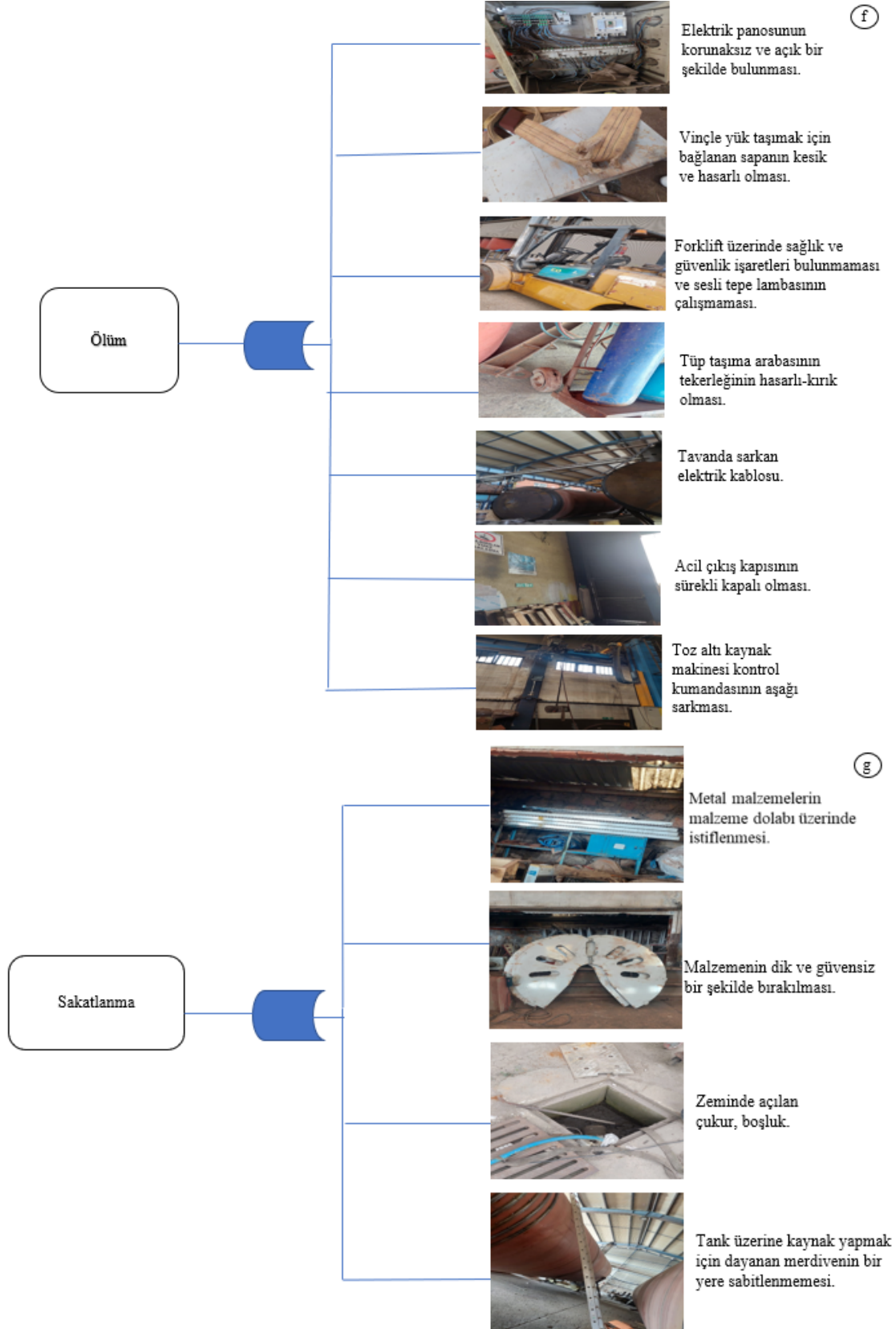
Çalışma ortamında bir araya düzensiz bırakılan malzemeler.

(c)



Yangın tüpünün boş, yüksekliğinin ve konumunun yanlış olması.









FTA risk analizine göre yedi adet istenmeyen ana olay belirlenmiş ve bu olaylara neden olabilecek durumlar saptanmıştır.







1.5. Olursa Ne Olur Analizi Metodu



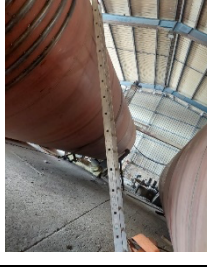



Fabrika teftişleri ve prosedürlerin kontrol edilmesi sırasında faydalı olan bu metod önceden de var olan kaçınılmaz olası tehlikelerin ortaya çıkma oranını artırmaktadır. Diğer analiz metodlarına göre oldukça kolay uygulanabilen diğer risk analizi tekniklerine veri sağlayan ve işletmenin mevcut durumu hakkında kaynak bilgi veren bir metottur.






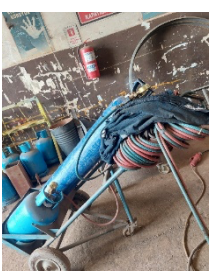
Genel soru olan “Olursa ne olur?” sorusu sorularak, çalışmada ele alına iş yeri için hazırlanan olursa ne olur risk analizi Tablo 4’te gösterilmiştir.




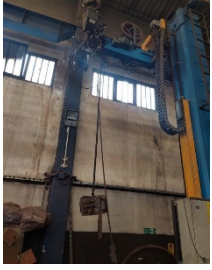


Tablo 4. Olursa Ne Olur Risk Analizi Tablosu


Risk no	Fotoğraf	Durum	Olasılık	Olursa ne olur?	Düzeltilici ve önleyici faaliyet tedbirleri
1		Zemindeki çukur, boşluk olması.	Oldukça olası	Fark edmeden düşmeyle sakatlanma, yaralanma meydana gelebilir.	Çalışma sahasında bulunan gider çukuru bir an önce kapatılmalı, eğer kapalı tutulmıyorsa etrafına bariyerler ile önlem alınmalı ve çalışanlar uyarılmalıdır.
2		Yangın tüpünün boş, yüksekliğinin ve konumunun yanlış olması.	Olası olmayan	Olası bir yangın anında müdahale edememe, yanma ve patlamayla birden fazla ölüm meydana gelebilir.	Yangın tüplerinin düzenli aralıklarla kontrolleri yapılmalı, boş ise doldurulmalı. Olası bir yangına karşı yangın tüpleri, çalışanların kolayca ulaşabilecekleri konumlara yerden 90cm yukarıda olacak şekilde duvara sabitlenmeli. İlgili yönetmeliğe uygun olarak 30 metre aralıklarla yerden yüksekliği 1,20 metre olacak şekilde yangın dolapları kurulmalı ve bu yangın dolaplarında gerekli teçhizatlar bulundurulmalıdır.
3		Profil kesimi daire testerenin önünde farklı malzemelerin bulunması.	Olası	Testere çalışınca önündeki cisimlerle temasında sekmesiyle yaralanma, uzuv kaybı meydana gelebilir.	Daire tipi elektrikli testere önünde yabancı cisimler bırakılmamalı, uygun sağlık ve güvenlik işaretleri asılmalı, testere üzerinde kullanım talimatı bulundurulmalı ve çalışanların bu konularda bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır.
4		Acil çıkış kapısına giden yol üzerine malzemeler bırakılması ve bilgilendirici levhaların çalışanların görebilecekleri hizada bulunmaması	Olası olmayan	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısına ulaşmanın engellenmesiyle acil duruma maruz kalma yaralanma ve ölüm meydana gelebilir.	Acil çıkış kapılarına giden yol üzerinde veya acil çıkış kapı önlerine kapının açılmasına veya çalışanların tahliye edilmesine engel olacak hiçbir malzeme bırakılmamalı. Çalışanlara bu konuda uyarılarda bulunulmalıdır.

5		Kaynak ve oksijen tüplerin yanlış şekilde araçtan indirilip elle taşınması.	Olası	Tüplerin taşırken düşmesiyle birden fazla ölüm, facia, sakatlık meydana gelebilir.	Tüpler elle değil vinç ile arabadan indirilmeli, tüp taşıma arabasıyla istenilen yere taşınmalı. Çalışanlara tüp indirmenin ve taşımının nasıl güvenli bir şekilde yapılması gerektiği hakkında bilgilendirmeler yapılmalıdır.
6		Çalışma ortamında bir araya düzensiz bırakılan malzemeler.	Olası	Çalışma ortamının ve malzemelerin düzensizliğiyle takılıp düşme yaralanma, sakatlanma meydana gelebilir.	Çalışma ortamında belirli bir düzene göre çalışma yapılmalı ve malzemeler ihtiyaç halinde kolaylıkla ulaşılabilecek yerlere bırakılmalı. Bu düzensizlikle çalışanlar, araç-gereçleri arama sorunu ve ararken yaralanma veya sakatlanma yaşamamaları için uyarılmalı, çalışma ortamında bir düzen dahilinde iş yapılabilmesi için ortak çalışmalar yapılmalıdır.
7		Jeneratör önüne ve üzerine malzeme bırakılması, uyarıcı levhaların bulunmaması.	Olası	Jeneratör çalıştırılmak istendiğinde çevresindeki malzemelere takılıp düşme ve yukarıdan cisimlerin düşmesiyle yaralanma, sakatlık meydana gelebilir.	Jeneratör üzerine etrafa malzeme bırakılmaması konusunda uyarıcı levhalar asılmalı ve çalışanlar bu konuda bilgilendirilmeli. Ayrıca jeneratöre kullanma talimatı asılmalıdır.
8		Donam sac malzemenin yola doğru güvensiz bir şekilde bırakılması.	Olası	Sac kaydığında veya yola doğru devrildiğinde yaralanma, birden fazla ölüm meydana gelebilir.	Sac yola doğru değil de atölye içerisine daha güvenli bir yere, altına sağlam takozlar koyularak sabitlenmelidir.
9		Ağız açık konumda bırakılan elektrikli metal kesme testeresi.	Olası	Elektrik sorununda veya yanlış çalıştırmada yaralanma, uzuv kaybı meydana gelebilir.	Elektrikli testere her zaman aşağı konumda kapalı olacak şekilde bırakılmalıdır. Çalışanlar kullandıktan sonra böyle bırakmaları için uyarılmalıdır.
10		Çalışanların olduğu bölge üzerinde bırakılan vinç.	Olası olmayan	Olası bir elektrik kesintisinde veya halat kopmasında yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Vinç her zaman kullanıldıktan sonra çalışanların olduğu bölge üzerinde değil boş bir bölgeye güvenli bir şekilde bırakılmalıdır. Yük kaldırırken de çalışanlar uyarılmalı, çalışanlar üzerinden yük taşınmamalıdır. Vinci tecrübeli ve işten anlayan çalışanlar kullanılmalı. Çalışanlar bu konuda bilgilendirilmelidir.

11		İzocam malzemenin çalışma ortamı içerisine bırakılması.	Olası olmayan	Solunmasıyla akciğere yapışır ve meslek hastalığı, iş göremezlik meydana gelebilir.	İzocam içerisindeki uçucu maddenin solunmasıyla akciğeri çokça tahriş edebilen bir maddedir. Bu yüzden çalışanların olduğu bölgeden uzakta uygun depolara bırakılmalıdır.
12		Kaynak ve oksijen tüplerinin çalışma ortamı içerisinde direkt olarak güneşle ve dışarıyla temas eden bir yerde güvensiz bırakılması.	Olası	Olası bir gaz kaçağı veya basınç değişimiyle kaynak çakanıyla patlama buna bağlı olarak yaralanma, birden çok ölüm meydana gelebilir.	Kaynak tüplerinin çalışma ortamından uzak bir yerde, direkt güneş ile temasının olmadığı, dolu ve boşların ayrı ayrı konumlandırıldığı kendi basınç seviyelerine özgü bir tüp alanının olması gerekmektedir. Bunun için uygun bir yer tahsis edilmelidir.
13		Tank üzerine kaynak yapmak için dayanan merdivenin bir yere sabitlenmemesi.	Olası	Çalışanın düşmesi sonucu kırık oluşma, yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Merdivenin tanka ve temas ettiği zemine punta ile sabitlenmesi gerekir. Tank üzerine yetkisiz kaynakçıdan başkasının çıkmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.
14		Vinçle yük taşımak için bağlanan sapanın kesik ve hasarlı olması.	Oldukça olası	Hasarlı sapan yük bağlıyken kopabilir ve çalışanların yükün altında kalmasıyla yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Risk skoru derecesi kabul edilebilir seviyeye düşürülmeden bu sapanla yük kaldırma işlemi yapılmamalı ve bağlanan yüke dayanıklı olacak şekilde sapan yenisiyle değiştirilmelidir. Çalışanlar da böyle hasarlı sapanları kullanmamaları gerektiği konusunda uyarılmalıdır.
15		Tüp taşıma arabası tekerleğinin hasarlı-kırık olması	Olası	Tüpü taşıırken araba yan yatabilir. Tüpün yere devrilmesi patlama ve çalışan üzerine düşmesiyle sakatlık, yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Tüp taşıma arabası tekerleğinin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu arabanın bir daha kullanılmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.
16		Malzemenin dik ve güvensiz bir şekilde bırakılması.	Oldukça olası	Devrilmesi veya kayması sonucu yaralanma, sakatlık meydana gelebilir.	Kayıp devrilebilecek büyük metal malzemeler çalışma ortamı içerisinde dik bir şekilde bırakılmamalı. Böyle malzemeler yatay bir şekilde uygun zemine altları takozlarla desteklenerek bırakılmalıdır. Çalışanlar bu konuda uyarılmalıdır.

17		Forklift üzerinde sağlık ve güvenlik işaretleri bulunmaması ve sesli tepe lambasının çalışmaması.	Olası	Geri geri gelirken çalışanlara çarpabilir. Yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Forklift gibi yük kaldırma araçlarının arka kısımlarına belirli bir mesafeden daha fazla yaklaşılması için uyarı işaretleri asılmalıdır. Bunun yanında forklifte şoförden başka kimsenin binmemesi, kaldırma araçlarının çalıştıkları ortamlarda azami hızları gösteren, dikkat forklift çıkabilir gibi uyarıcı uygun sağlık ve güvenlik işaretleri de bulundurulmalıdır. Yanmayan tepe lambası değiştirilmelidir.
18		Kaynak yapan çalışana çıplak gözle KKD kullanmadan yaklaşılması.	Olası	Kaynak ışınının gözü kamaştırması, maskesiz kaynak dumanını soluma ve çapakların sıçramasıyla yaralanma, meslek hastalığı meydana gelebilir.	Çalışanlara KKD kullanmanın önemi ve çalışma ortamındaki risklerin vereceği zararlar konusunda İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimi verilmeli veya bu eğitimler revize edilmeli. İlgili alanlara güvenlik kültürünün oluşması için sağlık ve güvenlik işaretleri, levhaları asılmalı. KDD kullanımını arttıracak düzenlemeler yapılmalıdır.
19		Tavanda sarkan elektrik kablosu	Olası	Malzemelerin ve vincin sarkan kabloya takılmasıyla yükler devrilebilir, elektrik çarpabilir. Yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Sarkan elektrik kablosu yukarıda sabitlenmelidir. Elektrik tesisatı kontrol edilmelidir.
20		Taş motorunun prizde ve dik bir şekilde bırakılması	Olası	Olası elektrik kesintisinde akımın gelip gitmesiyle taş motoru sekebilir. Böylelikle yaralanma, uzuv kaybı, sakatlık meydana gelebilir.	Taş motorunun düz bir zemine taş kısmının yukarıda kalacak şekilde yatay olarak ve prizden çekilerek bırakılmasının doğru olduğu çalışanlara anlatılmalıdır. Bu taş motoru ani sekmelere karşı üzerinde koruyucu metal olan taş motorlarıyla değiştirilmelidir.
21		Forklift lastiğinin yırtık olması.	Olası olmayan	Lastik patlarsa forkliftteki yük çalışanların üzerine devrilebilir. Yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Lastik bir an önce değiştirilmelidir. Yük kaldırma araçlarının bakımları düzenli periyotlarla yapılmalıdır.
22		Oksijen tüpünün üzerine kıyafet bırakılması.	Olası	Olası bir çapak sıçramasıyla kıyafet yanar ve tüp patlayabilir. Yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Çalışanlara kıyafetlerinin soyunma odalarında bırakılması konusunda uyarılarda bulunulmalıdır.

23		Kaynak kedisinin yol üstü bir konumda bulunması.	Olası	Çalışanların kediye ve kablolarla takılarak düşmesiyle yaralanma meydana gelebilir.	Kaynak makinasının kaynak işlemi yapılacak yere yakın bir konuma çekilmesi gerekmektedir. Böylelikle kaynak makinasına bağlı olan kedi de yol üstü bir konumdan daha güvenli bir konuma geçmiş olur. Bu vaziyette çalışanlara uyarılarda bulunulmalıdır.
24		Taşlama yapan çalışanın KKD kullanmaması.	Oldukça olası	Taş motoru sekebilir ve göze çapak kaçabilir. Yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Taşlama yapan çalışanların gözlük, maske ve yüz siperliği gibi gerekli KKD'leri kullanmaları için uyarılar yapılmalı ve bu KKD'ler çalışanlara temin edilmeli. Çalışma ortamında iş güvenliği kültürünü ve KKD kullanımını arttırmak için çalışanlara uygun cezalar verilebilir.
25		Elektrik panosunun korunaksız ve açık bir şekilde bulunması.	Olası	Çalışma ortamındaki panonun yetkisiz kullanımında elektrik çarpması yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Çalışma ortamındaki elektrik panolarının kapakları olmalı ve bu kapaklar kapalı şekilde bulunmalıdır. Pano üzerine uyarıcı levhalar asılmalıdır. Yetkisiz kimsenin kullanmaması konusunda çalışanlar uyarılmalıdır.
26		Toz altı kaynak makinası kontrol kumandasının aşağı sarkması.	Olası	Kontrol kumandası sağa sola çarpabilir, kaynak makinası kontrolsüz bir şekilde aşağı düşebilir ve çalışanlar altında kalabilir. Böylelikle yaralanma, ölüm meydana gelebilir.	Kontrol kumandası yukarıya toz altı kaynağı yapılacak yere yakın bir konumda makina hareketlerini kolaylıkla kontrol edebilecek şekilde sabitlenmelidir. Yetkisiz çalışanlar makineyi kullanmamalıdır.
27		Metal malzemelerin malzeme dolabı üzerinde istiflenmesi	Olası	Yanlış istifleme sonucu malzemeler devrilip çalışanların üzerine düşebilir. Böylelikle yaralanma, sakatlık, ölüm meydana gelebilir.	Malzeme dolabı üzerine devrilebilecek araç gereçler konmamalı ve metal malzemeler istiflenmemeli. Çalışanlar bu konuda uyarılmalı ve istiflemenin zeminden itibaren duvara yaslı bir şekilde taşınabilecek bir yüksekliğe kadar düzenli olarak yapılması gerektiği anlatılmalıdır.
28		Acil çıkış kapısının sürekli kapalı olması.	Olası olmayan	Olası bir acil durumda acil çıkış kapısından çıkamama ve acil duruma maruz kalmayla yaralanma, ölüm	Acil çıkış kapıları olası bir acil duruma karşı çalışanların güvenle tahliye edilebilmesi için sürekli açık bırakılmalıdır. Acil çıkış kapısına giden yol üzerinde veya kapı önünde malzemeler varsa kaldırılmalıdır.

29		Çalışma ortamındaki kabloların iç içe ve düzensiz olması.	Oldukça olası	Takılıp düşmeyle yaralanma	Gereksiz kablolar toplanmalı, kablolar gerili bir şekilde aletler kullanılmamalı.
30		Hurda metal parçaların çalışma ortamına atılması.	Olası	Parçaların düşmesi veya takılıp düşmeyle yaralanma, sakatlık	Metal parçalar çalışma ortamına değil hurda kazanına atılmalı. Çalışanlar bu konuda uyarılmalı. Hurda kazanları tabela asılarak yerleri belirtilmeli.

Olursa ne olur risk analizine göre 5 adet “oldukça olası”, 19 adet “olası” ve 6 adet “olası olmayan” durumun ortaya çıktığı görülmektedir.

2. Tartışma ve Sonuçlar

Beş farklı risk analizi tekniğinin kullanıldığı bu metal kaynak atölyesinde toplam 30 adet tehlike ve bu tehlikelerden kaynaklı risk tespit edilmiştir. Finne Kinney, 5x5 L Matris ve FMEA tekniklerinde olasılık ve şiddet değerleri kendi derecelendirme skorları aralığında sabit tutulmuş, frekans ve fark edilebilirlik gibi analiz kriterleri verilerinin bu risk analizi metotlarına, bu metotların verdiği sonuçlara ve de risk analizi metotlarının hassaslıklarının karşılaştırılmasında kullanılan risk öncelik sayılarının (RÖS) farklı değerlerde çıkmasında önemli rol oynamıştır.

FTA ve Olursa ne olur analizlerinde diğer tekniklerdeki gibi olasılık ve şiddet analiz kriterleri ortak olmadığından risk skoru ve risk öncelik sırası (RÖS) karşılaştırma değerleri ortaya çıkmamıştır. Böylelikle bu analiz tekniklerinin metal üretimi yapan bir kaynak atölyesine uygun olarak yapılabilecek risk analizi teknikleri arasında olmadığı saptanmıştır.

Çalışmanın yapıldığı metal kaynak atölyesinde yaygın olarak gözlemlenen tehlikelerden kaynaklanan riskler ve sayıları Tablo 5’te ter almaktadır.

Tablo 5. Gözlemlenen Tehlikelerden Kaynaklanan Riskler

Tehlikelerden Kaynaklanan Riskler	Adet
Doğrudan veya takılıp düşme riski	6
Malzeme devrilme riski	4
Kaynak tüpleri patlama riski	4
Yangın riski	2
Kesim aletleri ile kesilme, yaralanma riskleri	3
Acil çıkış kapıları ile ilgili riskler	2
Elektrik çarpması riski	2
Diğer riskler	4

Tablo 5 incelendiğinde en çok meydana gelmesi muhtemel riskler, çalışanın malzemeye takılıp düşmesi veya yüksekte düşmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Ardından, çalışma ortamında güvensiz şekilde bırakılan malzemelerin devrilme riski ve kaynak tüplerinin devrilip basınç sıkışmasıyla veya olası bir kıvılcım ile patlama riski gelmektedir. Kaynak tüpleri, olası bir patlama ile çalışma ortamına ve çevreye ciddi zararlar verme potansiyeline sahip ve birden fazla ölümlü iş kazasına sebebiyet verebilecek çok yüksek risk seviyesine sahip olduğundan ayrıca dikkat edilmesi gereken bir durumdur.

Kaldırma araçlarında eksikliklerin bulunması ve elektrikle ilgili risklerin varlığı da ivedi şekilde önlem alınması gereken diğer konulardır.

Çalışmada uygulanan risk analizi tekniklerinin risk öncelik sırası (RÖS) derecelerine göre sahip oldukları tehlike sayıları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Risk öncelik sıralarına göre tehlike adetleri

RÖS	Fine Kinney	5x5 L Tipi Matris	FMEA
1. Derece	5	2	23
2. Derece	7	23	7
3. Derece	14	5	
4. Derece	4		
5. Derece			

Bu tabloya göre yapılan değerlendirmeler sonucunda Finne Kinney risk analizinde; 1. derece risk öncelik sırasına (çok yüksek risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı 5, 2. derece risk öncelik sırasına (esas risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı 7, 3. derece risk öncelik sırasına (önemli risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı 14, 4. derece risk öncelik sırasına (olası risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı 4 olarak bulunmuş olup, 5. derece risk öncelik sırasına (önemsiz risk seviyesi) sahip olan tehlike gözlemlenmemiştir.

L Matrisi analizinde 1.derece risk öncelik sırasına (kabul edilemez risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı 2, 2. derece risk öncelik sırasına (önemli risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı 23, 3. derece risk öncelik sırasına (orta düzey risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı 5 olarak bulunmuş olup; 4. derece (kabul edilebilir risk seviyesine) ve 5. derece risk öncelik sırasına (önemsiz risk seviyesine) sahip olan tehlike gözlemlenmemiştir.

Hata Türleri ve Etkileri Analizinde 1. derece risk öncelik sırasına (çok yüksek risk seviyesi) sahip olan tehlike sayısı ise 23, 2. derece risk öncelik sırasına (yüksek risk seviyesine) sahip olan tehlike sayısı 7 olarak bulunmuş olup; 3. derece (orta risk seviyesine), 4. derece risk öncelik sırasına (düşük risk seviyesine) sahip olan tehlike gözlemlenmemiştir.

Bu çalışmadaki birbirinden farklı risk analizi metotları arasında en fazla 1. derecede risk öncelik sırasına sahip yani en hızlı şekilde önlem alınması gereken risklerin fazla olduğu analiz metodu Hata Türleri ve Etkileri Analiz metodu olmuştur. Bu bağlamda çalışmanın gerçekleştirildiği metal kaynak atölyesinde yapılacak risk analizlerine en uygun teknik FMEA’dır. Doğru risk analizi tekniği olarak FMEA seçilmediği takdirde gözlemlenen risklerin gerçekleşmemesi için önlem alınmada geç kalınabileceği ortaya çıkmaktadır.

BEYANLAR

- Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.
- Çıkar Çatışması: Yazar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.
- Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.
- Katkı Payı: Eşittir.

Kaynakça

- Aker, A. 2020. Metal Sektöründe 5x5 Matris ve Fine-Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 7(1), 65-75. <https://doi.org/10.33720/kisgd.630799>
- Birgören, B. 2017. Fine Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 9(1), 19-25
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (T.C.). 2011. ÇSGB Metal Sektörü. https://www.csgb.gov.tr/medias/6006/2011_49.pdf. Erişim tarihi: 06 Mart 2023.
- Erzurumluoğlu, K., Köksal, K., Gerek, İ. H. 2015. İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması. 5. İş Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, İzmir.
- Güllüoğlu, E. N., Güllüoğlu, A. N. 2019. Türkiye’de Metal Sektöründe Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*. <https://doi.org/10.7240/jeps.486478>.
- Hafızoğlu, M. E. 2006. Bina Yapımında Yaşanan Kazalar ve Bir Risk Değerlendirme Çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74.
- Özkılıç, Ö. 2005. İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. In Hafızoğlu (Ed.), (s. 83).
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (T.C.). (Tarih yok). Demir Çelik Sektör Raporu. <https://www.sanayi.gov.tr/anasayfa>. Erişim tarihi: 08 Mart 2023.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Teftiş Kurulu Bakanlığı 2011. Metal sektöründe çalışan işçilerin çalışma koşullarının iyileştirilmesi programlı teftişi sonuç raporu, Yayın No:49, Ankara.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Demir Çelik Sektör Raporu. Erişim 08 Mart 2023.
- Türkiye’de Metal Sektörü. Erişim 08 Mart 2023. <https://www.omgdemircelik.com/turkiye-de-metal-sektoru>.